

Construcción de edificios



Arq. Nemecio M. Nieto

nobuko

Construcción de edificios

Arq. Nemecio N. Nieto

Nieto, Nemecio Martiniano

Construcción de edificios: diseñar para construir. - 1a ed. - Buenos Aires: Nobuko, 2009.
634 p.: il.; 24×18 cm.

ISBN 978-987-584-244-1

1. Arquitectura. 2. Construcción. 3. Diseño Arquitectónico. I. Título
CDD 721

DISEÑO GENERAL

Karina Di Pace

DISEÑO DE TAPA Y DIGITALIZACIÓN DEL MATERIAL

Liliana Foguelman

CORRECCIÓN

Cristina Badaracco

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Impreso en Argentina / Printed in Argentina

La reproducción total o parcial de este libro, en cualquier forma que sea, idéntica o modificada, no autorizada por los editores, viola derechos reservados; cualquier utilización debe ser previamente solicitada.

© 2010 nobuko

ISBN: 978-987-584-244-1

Marzo de 2010

Este libro fue impreso bajo demanda, mediante tecnología digital Xerox en

bibliográfika de Voros S.A. Bucarelli 1160, Ciudad de Buenos Aires.

info@bibliografika.com / www.bibliografika.com

Venta en:

LIBRERIA TECNICA CP67

Florida 683 - Local 18 - C1005AAM Buenos Aires - Argentina

Tel: 54 11 4314-6303 - Fax: 4314-7135 - E-mail: cp67@cp67.com - www.cp67.com

FADU - Ciudad Universitaria

Palabellón 3 - Planta Baja - C1428EHA Buenos Aires - Argentina

Tel: (54-11) 4786-7244

Construcción de edificios

Diseñar para construir

Arq. Nemecio M. Nieto

PROFESOR EXTRAORDINARIO EMÉRITO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

nobuko

Índice general

Parte I. Proyecto de la obra	7
Agradecimientos	9
Prólogo	11
La enseñanza de la arquitectura	13
Capítulo I. Proceso productivo en arquitectura	15
Capítulo II. Condicionantes climáticos del diseño arquitectónico	33
Capítulo III. Condicionantes tecnológicos del diseño arquitectónico	91
Capítulo IV. Uso de los materiales y elementos de construcción	105
 Parte II. Materialización de la obra	 125
Capítulo V. Trabajos previos	127
Capítulo VI. Movimiento de tierras. Fundaciones	147
Capítulo VII. Mampostería	173
Capítulo VIII. Aislación hidrófuga (pisos y paredes)	217
Capítulo IX. Andamios	225
Capítulo X. Hormigón	241
Capítulo XI. Encofrados	257
Capítulo XII. Estructuras	279
Capítulo XIII. Entrepisos y techos (estructuras)	289
Capítulo XIV. Cubierta de techos	303
Capítulo XV. Tabiques livianos	327
Capítulo XVI. Revoques	337
Capítulo XVII. Cielorrasos	349
Capítulo XVIII. Pisos	361
Capítulo XIX. Revestimientos	399
Capítulo XX. Circulaciones horizontales y verticales	423

Capítulo XXI. Carpintería de obra	453
Capítulo XXII. Vidrios y cristales	477
Capítulo XXIII. Pinturas	489
Capítulo XXIV. Otros trabajos de albañilería	497
Capítulo XXV. Construcciones con tierra	515
Capítulo XXVI. Áreas sin servicios	537
 Parte III. Apéndice	 555
Materiales de construcción	557
Miscelánea	629

PARTE I

Proyecto de la obra

Agradecimientos

Dedico este esfuerzo a mi esposa Olga Esther y nuestros hijos Alicia Beatriz, Oscar Enrique, Lidia Marcela y Elvira Susana por su apoyo permanente y la paciencia infinita demostrada durante la preparación de la obra.

Mi agradecimiento a:

Mis padres, modestos inmigrantes dedicados a tareas rurales, que con su sacrificio me permitieron acceder al conocimiento.

La ex Escuela de Minas, hoy Escuela Industrial "D. F. Sarmiento", donde un profesor de química –sin duda sin proponérselo– me hizo comprender que nunca podría ser un émulo de Lavoisier.

La nacida Escuela de Arquitectura en 1951, después Departamento de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo y desde 1983 Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de San Juan; donde tuve el privilegio de participar en la polémica entre la arquitectura "orgánica" de Enrico Tedeschi y "racionalista" de César Jannello, el funcionalismo de Arístides Cottini, la actitud ética de Ricardo M. Cuenya, los desvelos de José P. Carrieri y Alberto Rariz y la compañía de José A. Le Pera, Hugo Giuliani y Emilio Fernández, entre otros.

Los integrantes del Equipo de Cátedra de "Construcciones II" Osvaldo Albarracín, María I. Balmaceda y Guillermina Quiroga, con quienes hemos afinado algunas ideas.

Los estudiantes que soportaron –sufrieron y apoyaron– mis desvelos durante más de un cuarto de siglo y me impulsaron a intentar que otros puedan disponer de esta ayuda.

El personal administrativo de la Facultad, especialmente Néstor Paz, Isabel Guidet, Cirilo García, Julia Rocco, Claudia Bustos, Antonio Guardia y Víctor Plaza entre otros.

Gisberto Nori, idóneo oficial albañil, a través de quien personalizo a los numerosos obreros de la construcción que tanta experiencia me transmitieron.

Los casi hermanos Juan A. Brugiavini, Dora R. de Schabelman, Jaime Mateos Ruiz y Hugo Belelli y los más jóvenes Nelio T.V. Raffo, Alberto H. Paparelli, Hugo C. Zavala, Omar A. Belelli, Elisa Varas, Diana Fernández, Hemilce Benavidez, Mónica Bachmann, Alejandra Kurban, Silvia

Priego, Alejandra Toro, Myriam Aguilar y Cristina Rollán con los cuales –como ocurre en las mejores familias– tuvimos algunas diferencias y sobre todo muchas coincidencias, algunas de las cuales están incluidas en el texto.

Los integrantes de mi "segunda familia", compañeros de trabajo en el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) Mabel Fabrega, Luís A. Orellano, María R. Plana, Juan Arturo Pereyra, Liliana B. Vega y Zulma Invernizzi y nuestro mentor Vicente Speranza; por su apoyo permanente.

Jorge Togneri, quien con su pequeña "Polémica en la Arquitectura" me convenció, sin saberlo, de la utilidad de preparar esta obra.

El sinnúmero de profesionales que me han precedido, con mayor idoneidad en la materia, a cuya bibliografía he recurrido para requerir información.

Silvia Macía y especialmente Ricardo Gómez, Carina Carestía y Mario Flores, por el cariño que demostraron en la ilustración del texto.

Alberto Castañares por el esfuerzo y dedicación que puso, en descifrar los borradores escritos de mi puño y letra.

Mi hija Alicia Beatriz Nieto, correctora de pruebas (y algunos errores) y crítica implacable de los textos.

Raff Comunicaciones Sociales en la persona de Osear Muñoz y Cristina Daroni y muy especialmente Nicolás Gómez por su profesionalidad y esmero en el procesamiento de los textos.

A todos, mi eterna gratitud.

Arq. Nemecio M. Nieto

San Juan, julio 6 de 1992

Prólogo

La obra de arquitectura, hecho material en el cual el hombre desarrolla procesos productivos de diverso tipo, se PROGRAMA a partir de los requerimientos del usuario y los condicionantes de tiempo y lugar, se DISEÑA con elementos que delimitan los espacios expresados en el proyecto y se CONSTRUYE mediante un proceso constructivo con materiales operados con mano de obra, herramientas y maquinarias adecuadas para cada ocasión.

Desde la primera etapa del proceso que llevará a la materialización de la obra hay que tener en cuenta que EL OBJETIVO DEL DISEÑO ES LA CONSTRUCCIÓN y actuar en consecuencia.

Como decimos en el texto "nuestro propósito es brindar información que permita apoyar a las personas interesadas en actuar en el campo de la construcción de edificios y en el mejor de los casos, de obras de arquitectura"; entre los cuales incluimos especialmente a estudiantes de arquitectura, de ingeniería y técnicos de la construcción.

Por lo tanto, el nivel académico estimamos que debe ser preciso y los conceptos e información comprensibles para los supuestos destinatarios. En tren de acotar la obra hemos optado "por desarrollar el tema de la materialización de la obra siguiendo el proceso constructivo tradicional de edificios de hasta cinco o seis plantas y sótano, ubicados en zona de riesgo sísmico... complementado con las variaciones que surgen cuando actuamos en otras zonas". El texto –referido la obra– se desarrolla en dos partes:

- ▶ **Parte I. PROYECTO.**
- ▶ **Parte II. MATERIALIZACIÓN de la obra.**

Los capítulos –ordenados según las etapas habituales en un proceso constructivo tradicional– comprenden:

- a. la definición de la tarea y el objetivo en la operación;
- b. los materiales usados (en algunos casos con referencia a su fabricación);
- c. "elección" de los mismos;
- d. tecnología de ejecución de los trabajos;

- e. precauciones para desarrollar la operación y
- f. personal, herramientas y maquinarias necesarias.

En la **Parte III –Apéndice–** se incluye información técnica de uso corriente en la construcción y una Miscelánea sobre la profesión del arquitecto.

La enseñanza de la arquitectura¹

Lo PRIMERO, creo yo, para guiar nuestra tarea es definir –por escrito– usted y cada docente, lo siguiente: QUÉ DESEA DAR LA ESCUELA A LOS ALUMNOS y, QUÉ ESPERA CONSEGUIR DE ELLOS.

Esta definición nos ayudará a plantear nuestro PLAN DE ESTUDIOS que, coincido con Ud., un hermoso PLAN con malos profesores fracasa y un mal plan con buenos docentes dará resultado.

DOS PLANES, uno de cuatro años para alumnos de DEDICACIÓN EXCLUSIVA y otros de seis años para alumnos que TRABAJAN.

EL PLAN, simple, escueto, sintético, evitar la frondosidad para poder ir en PROFUNDIDAD y dar conocimientos AUTÉNTICOS. Porque el que sale de la escuela debe saber ALGO EN CONCRETO, tener conocimientos AUTÉNTICOS...

EL PLAN debe tener dos ETAPAS bien definidas: Primer año, segundo año y tercer año, es la primer etapa. La segunda etapa serán los años cuarto, quinto, sexto y séptimo y todos los que quiera agregar.

Al final de la primera etapa, el que deja la escuela por cualquier razón debe saber algo con que GANARSE LA VIDA. Si no es así la escuela es inmoral.

En esta primer etapa el alumno se define. Es o no es arquitecto y debe estar en posesión del oficio. Dominar los medios de expresión, disponer de un método para proyectar. Proyectar, construir y amoblar, CORRECTAMENTE, problemas sencillos de arquitectura.

En los años restantes de la segunda etapa, el alumno, con dominio de los medios de expresión, con ideas claras sobre que es construir se planteará problemas complejos, de edificios, de vivienda, de estructuras, etc. En esta etapa el alumno debiera considerar al "profe" como un obsoleto, anticuado, etc. Eso debido a la natural irresponsabilidad –para pensar en grande– propia de un alumno avanzado. Luego la vida lo frenará y le hará ver la realidad.

¹ Fragmento de una carta enviada al autor después de dictar, como invitado especial, la primer clase de la recién creada Facultad de Arquitectura (ex Escuela) de la Universidad Nacional de San Juan, en marzo de 1984.

La escuela debe tener ESTILO. Un modo de ser. Yo creo que un alumno, al ingresar, debiera saber, exactamente que trabajos desarrollará lo largo de la carrera. Ya que se da un trabajo determinado con una intención determinada. El hacer del alumno no puede ser CASUAL o resultado del capricho del "profe". Se dan trabajos con fines premeditados.

No olvidar que la escuela trata de MODELAR una mente. De enseñarle a generalizar. La escuela no puede enseñar todo, por ello debe enseñar a razonar, a generalizar. Quien entiende un proceso constructivo X, cualesquiera, será capaz de resolver otro desconocido.

El esfuerzo MENTAL debe prevalecer sobre el MATERIAL que debe siempre ser reducido al mínimo, para obligar al alumno a pensar INTEGRAR CONOCIMIENTOS. Es la tarea más difícil. Cada materia se cree LA MATERIA. La materia eje, la que da sentido a toda la escuela –incluida HISTORIA– es DISEÑO. Por mi parte trato de que el mismo "profe" de diseño enseñe, sobre el mismo trabajo del alumno las materias más afines, como ser, VISIÓN o como se la llame, CONSTRUCCIÓN, REPRESENTACIÓN, etc.

Para mí el alumno debe estar CLAVADO a su mesa y tener UN solo trabajo, que debe dar oportunidad a los otros profesores –de las materias antes citadas– a los temas de su enseñanza.

ENSEÑAR requiere IMAGINACIÓN DIDÁCTICA, voluntad y amor. La escuela debe crear en el alumno ENTUSIASMO.

El alumno de la primer etapa debe usar el metro al cansancio. Ya que toda nuestra carrera y profesión es buscar la JUSTA MEDIDA por lo tanto hay que educar al OJO. Mal se puede proyectar algo si se está trabado por desconocer la forma de construir ese algo y por desconocer su medida.

La escuela debe dar o mejor dicho, hacer que el alumno a toda costa llegue a expresarse con agilidad y facilidad y con calidad. Para ello hay que hacer que el alumno constantemente esté "croquizando", dibujando, etc. Los estudios PRELIMINARES, uno por semana de cada proyecto es el mejor camino.

Luego hacer que el alumno, de memoria y a escala, en la pared sobre un papel dibuje y explique su proyecto a la clase. Al alumno hay que hacerlo estudiar arquitectura. Una forma de hacerlo es que estudie una obra de fulano y la explique en la pizarra a los otros por medio de dibujos y diapositivas.

En una palabra, enseñar es un constante inventar medios, formas para conseguir lo que UNO SE PROPONE, y esto es lo que debe definir un verdadero docente. No todo el que enseña es docente, ya que, como Ud. lo dice, muchos van a enseñar para ganarse el puchero.

Con mi cordial saludo.

Arq. Eduardo Sacriste

Buenos Aires, 20 de abril de 1984

CAPÍTULO I

Proceso productivo en arquitectura

Introducción

El hombre, en tanto se convierte en ser sedentario tiene la natural necesidad de habitar en un espacio, de estar contenido en un organismo concreto y limitado.

La porción del espacio infinito que usa el hombre constituye el hábitat humano. Pero no todos los espacios adquieren la calidad de hábitat propicio para la vida humana. Para ello, es necesario que cumplan los requisitos mínimos de:

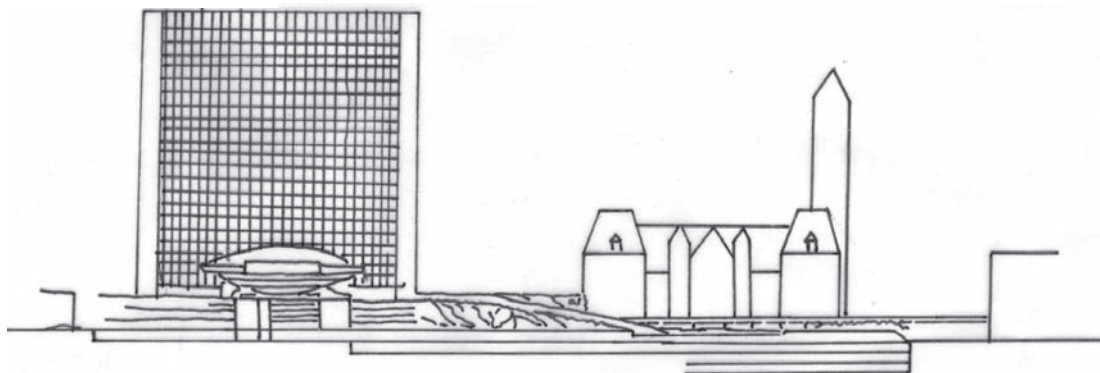
- a. Brindar posibilidades de satisfacer las necesidades físicas.
- b. Contener elementos que trasciendan los aspectos meramente utilitarios.
- c. Expresar la motivación (necesidad) humana que les dio origen.

El propósito del buen diseño es proponer espacios que por su característica y estructura permitan satisfacer integralmente las necesidades que surgen de la actividad humana a partir de la cual se generó el proceso.

Los espacios que usamos pueden obtenerse por el agrupamiento ordenado de elementos concretos constituidos por puntos, líneas, superficies y volúmenes o con elementos estructurantes, contruidos o materiales. Pero también se pueden conseguir por medio de elementos inmateriales, por los efectos que resultan de las interacciones que se establecen entre los distintos elementos materiales.

Para tener conciencia del espacio es necesario poner en acción todos los sentidos. Debemos movernos por el mismo, a través del tiempo; en forma secuencial, percibiendo así una serie continua de experiencias. En este recorrido comienzan a jugar los diversos elementos en que definen los espacios abiertos y cerrados: materiales, escalas, proporciones, colores, paisaje, momentos de ingreso, recorrido, salida, etc. Y en ese desplazamiento habremos experimentado una serie de sensaciones más o menos ricas, de acuerdo a la calidad de los espacios recorridos. Pero, la percepción del espacio es distinta para cada individuo y está condicionada por las pautas culturales del grupo étnico-cultural al cual pertenece.

» Espacio focal



Concurso Municipalidad de Toronto, 1er premio Rewell, Castren, Lundsten y Valjus.

Cada uno percibe su necesidad según su ideología y sus formas culturales, con su propio código simbólico. Como las expectativas y posibilidades son distintas para los distintos grupos, arquitecturas diferentes pueden ser correctas para su respectivo grupo. La percepción se obtiene poniendo en acción aislada o simultáneamente estímulos visuales, auditivos o táctiles. Influye también la memoria.

Consideramos al espacio una realidad tangible, con dimensiones materiales e inmateriales, factible de ser usado para desarrollar actividades humanas y no como el remanente entre dos o más elementos materiales naturales o contruidos.

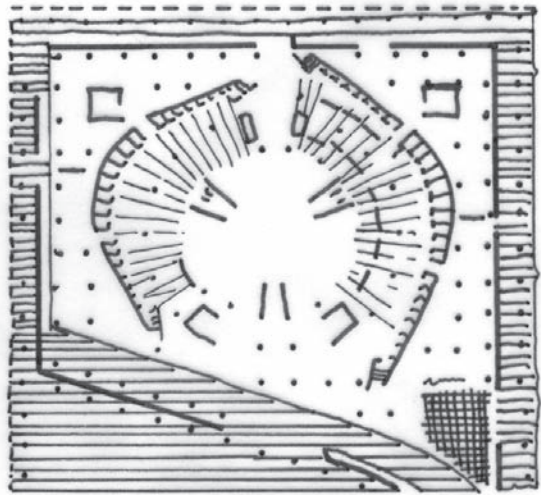
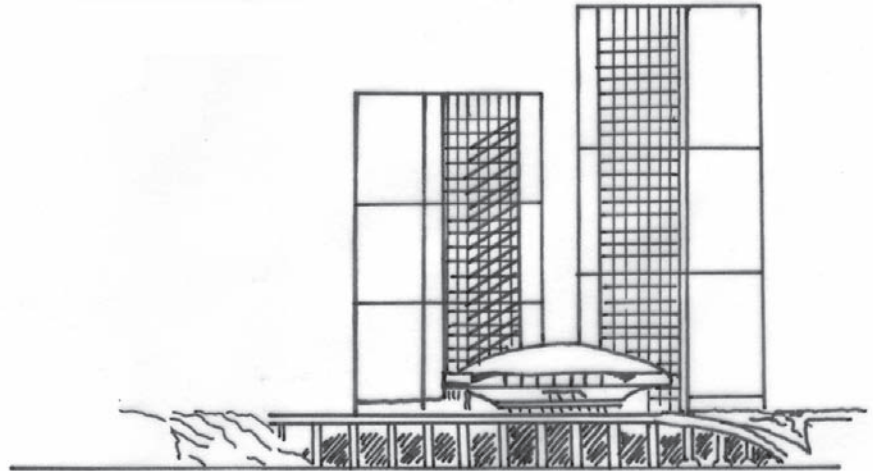
Entre diversas clasificaciones podemos considerar, desde el punto de vista funcional, tres tipos de espacios, en los cuales se pueden incluir las distintas situaciones:

- a. Espacio **recinto**: simples o complejos, destinados fundamentalmente a permanecer en ellos, en reposo o actividad y suelen ser las áreas que ocupan la mayor superficie.
- b. Espacio **canal**: permite conectar, vincular, recorrer, circundar otras áreas siguiendo direcciones materiales o virtuales y permiten conocer y explorar.
- c. Espacio **focal**: definido por efectos que atraen el interés del observador, por medio de la integración y condensación del espacio en su entorno.

Los espacios tienen forma. La forma es la configuración espacial que comprende una estructura interna y tiene una manifestación exterior, resultado de acciones que actúan paralelamente y que responde a la intuición propia del individuo y la racionalidad que le brinda la tecnología.

La forma arquitectónica, por su lado, resulta del uso adecuado de los materiales y los instrumentos; hasta concretar una forma trascendente y expresiva, derivada de una necesidad del hombre y destinada a darle satisfacción.

Nuestro propósito es brindar conocimientos referidos a materiales, instrumentos, personas y tecnologías que participan en la **materialización** de los espacios arquitectónicos, planteados en función de las necesidades vitales del hombre y la sociedad. Pero además de esos conocimientos, es necesario poseer un acabado dominio de la técnica, una certera concepción integradora, un profundo conocimiento del medio y sus problemas y una clara conciencia de objetivos.

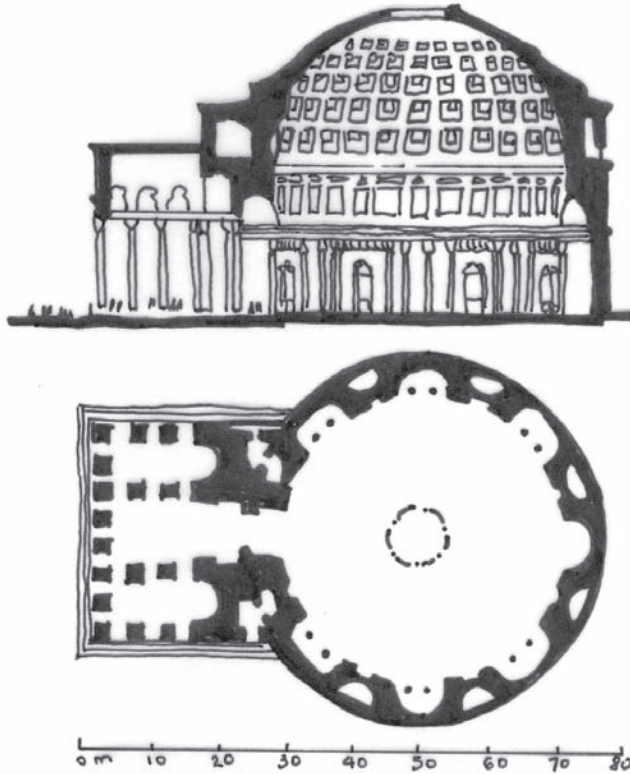


Concurso Municipalidad de Toronto, 1er premio Rewell, Castren, Lundsten y Valjus (continuación).

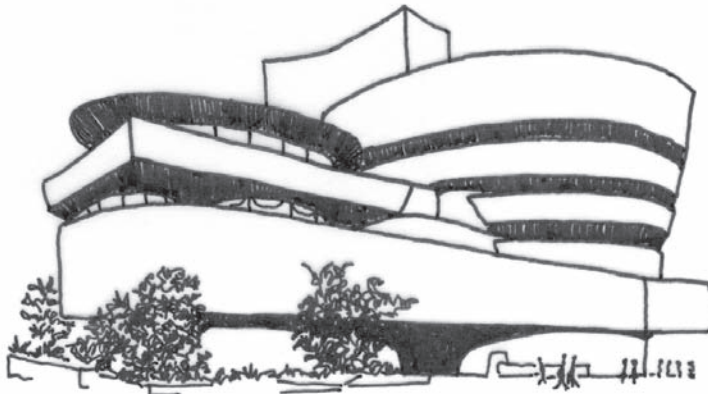
El arquitecto como **profesional diseñador**, con abstracción de los cambios que inevitablemente se producirán a través del tiempo, deberá siempre:

- Crear el marco donde se desarrolla la vida del hombre, ya sea aislado o en sociedad. La vida podrá desarrollarse en diversos medios (tierra, agua, aire, etc.) y podrán variar los materiales de construcción, pero el destinatario será siempre el mismo: el **hombre**.
- Aprovechar al máximo los recursos disponibles, para brindar solución a un mayor número de individuos.
- Tener sensibilidad histórica, ya que en arquitectura nada es gratuito. Lo espontáneo es cada vez más difícil.
- Poseer una forma sistematizada y consciente de proyectar, sin adoptar posturas de iluminado o genio. Siempre, apelar al sentido común.

► Espacio recinto



Panteón, Roma.



Museo Guggenheim, F. L. Wright, 1957.

- Dominar la técnica del pensamiento riguroso que brinda la matemática.
- Dominar un sistema de representación comprensible que le permita expresar las ideas y posibilite su interpretación.

▸ Espacio canal



Santa Sabina, Roma.

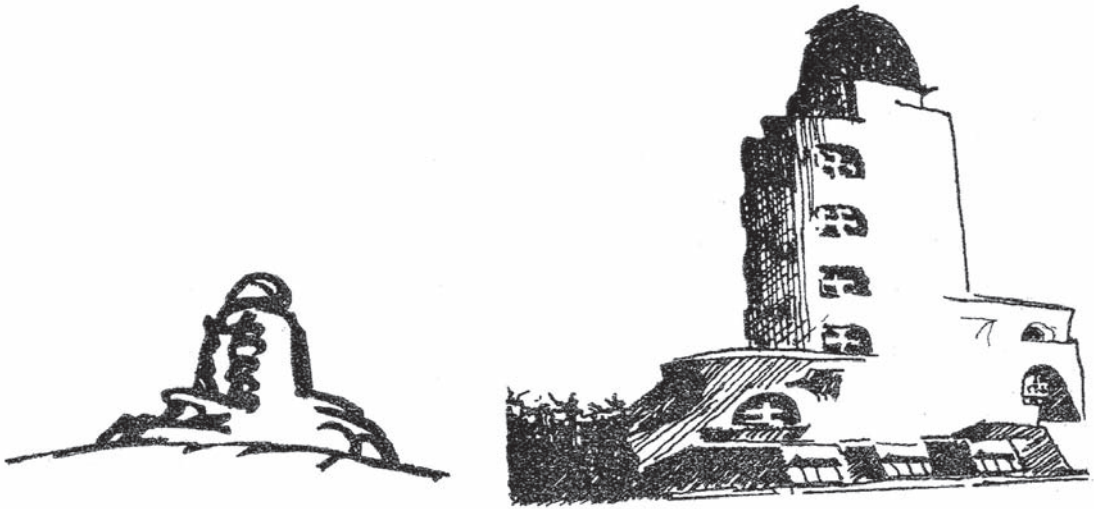
En lo inmediato, deberá tener en cuenta la situación que sin duda se presentará en las próximas décadas:

- Habrán desaparecido la mitad de los empleos (actividades) actuales.
- Se usarán las máquinas para acumular datos y el cerebro para elaborar ideas.
- Se incrementará el uso de la computadora, que trabaja con la matemática y la geometría.
- Al capital, tierra y los recursos naturales se agregará la capacidad tecnológica que brinda la investigación.
- La productividad dependerá de la formación técnica, la capacidad de innovar y la participación de todos, inclusive el usuario.

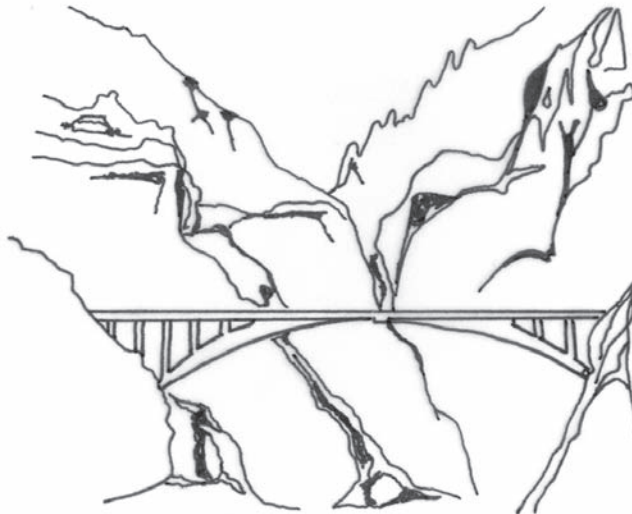
Y específicamente en el campo de los Procesos Constructivos:

- Los edificios se construirán una parte "in situ" y otra en el taller. Por lo tanto, hay que trabajar cada vez con mayor precisión en la etapa del diseño.
- Los obreros de la construcción deberán ser cada vez más expertos en montaje de partes y en conectar los edificios a las redes.
- La escasez de recursos económicos hará necesario adecuar las viviendas existentes, mejorando sobre todo la seguridad y las aislaciones, incorporando además los servicios necesarios.

► Obras de arquitectos



Torre de Einsten en Postdam, Mendelsohn, 1920.



Puente sobre el Thur, R. Maillart, 1933.

- Los edificios estarán constituidos por:
 - a. elementos técnicos (instalaciones de servicios) y
 - b. las estructuras: paredes, pisos, techos y aberturas.
- La crisis actual plantea la necesidad de incorporar nuevos modelos que potencien el aprovechamiento de los recursos naturales, sobre todo los renovables.
- Se minimizarán las necesidades energéticas por la incorporación de materiales y tecnologías nuevas en el momento de la concepción del edificio.

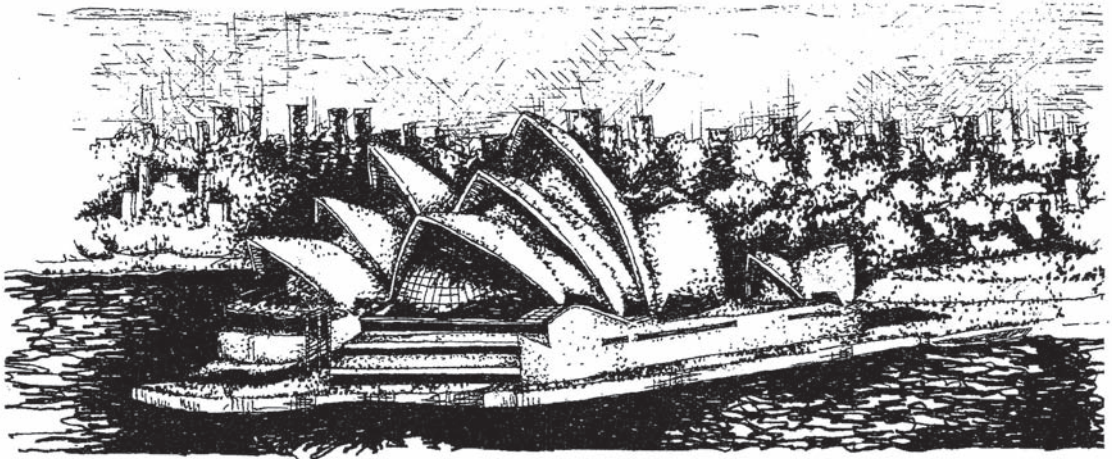
► Obras de arquitectos



Sillón Barcelona, Mies van der Rohe, 1927.



Silla Clusellas.



Opera de Sydney, Jorn Utzon y Ove Arup, 1957/73.

- La energía solar disponible alcanza para cubrir 15.000 veces las necesidades actuales de la industria.
- La estandarización de la vivienda está limitada en la medida que tiene que responder al lugar, que es variable. En consecuencia habrá que diseñar elementos para ser producidos masivamente que puedan ser utilizados por los propios usuarios.
- No aumentarán sensiblemente las máquinas a incorporar a la vivienda, sino que las actuales serán más eficientes (menos conductores, más baterías).

A partir de requerimientos concretos, individuales o colectivos, con antecedentes referidos al medio físico y cultural, al momento histórico y las posibilidades que brindan los materiales y las tecnologías se puede iniciar el **proceso de diseño** que finaliza con el **proyecto**.

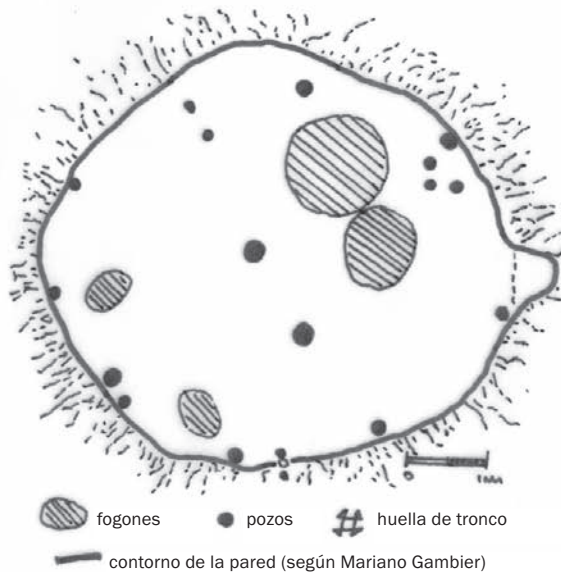
A través del posterior **proceso de construcción** se concreta en la **obra de arquitectura**, que recién estará terminada cuando sea verificada por el uso y el tiempo.

Las operaciones que se llevan a cabo durante el proceso de construcción deben estar definidas durante la etapa de diseño, cuando deben tomarse todas las decisiones. Para ello es necesario tener en claro los requerimientos y conocer los recursos disponibles.

• Ayer

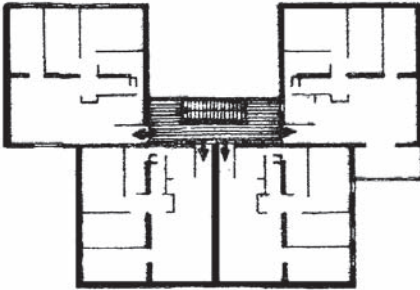
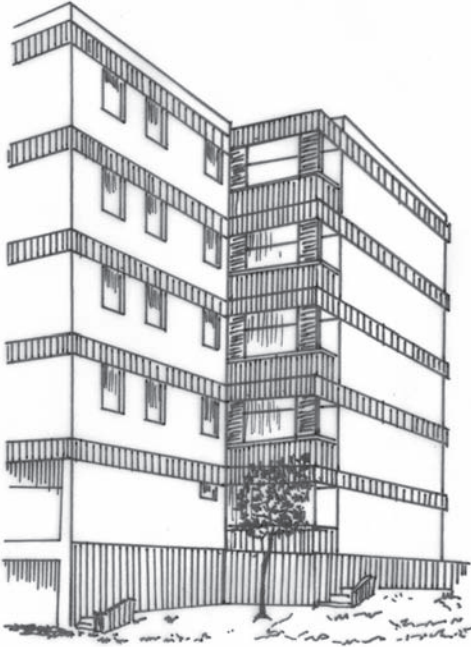


Casa de la Cultura de Ansilta, c. 50 a.C. Reconstrucción probable.



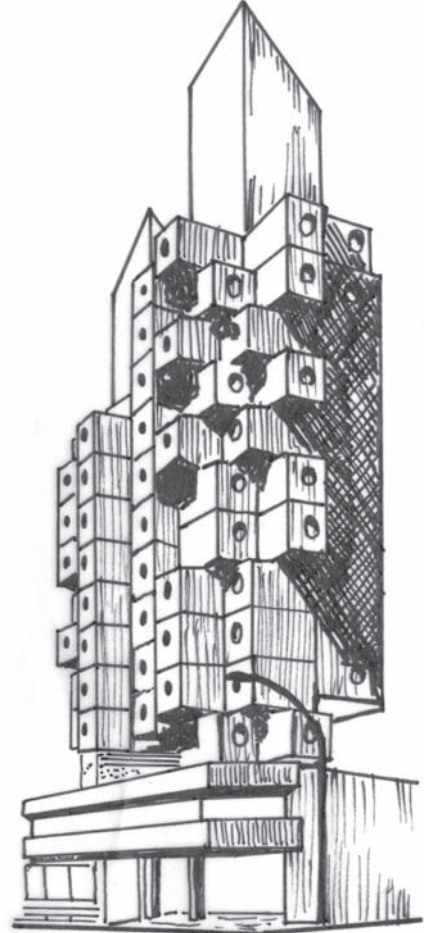
Los conocimientos de los profesionales de la arquitectura no deben confundirse con los necesarios para la actuación de los técnicos. Los conocimientos para técnicos suelen estar presentados como un "recetario" de soluciones posibles frente a un problema concreto ante el cual se puede optar. Por el contrario, el arquitecto es un **profesional diseñador** y los temas técnicos al igual que los funcionales y morfológicos deben conceptualizarse en su capacidad de transformar la realidad.

▸ Hoy



Conjunto de viviendas agrupadas en cualquier lugar del mundo, en la década del 80.

▸ Mañana



El edificio está constituido por 140 "cajas" adosadas a dos núcleos de hormigón. Son unidades habitacionales, con baño, instalación estereofónica en el techo, calculadoras y otras comodidades para hombres de negocios. Kisho Kurokawa, Edificio Nakagin Cápsula, Tokio, 1972.

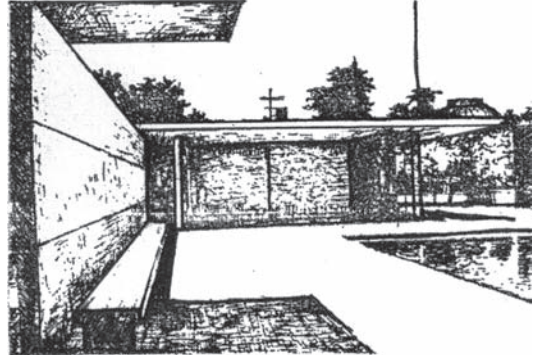
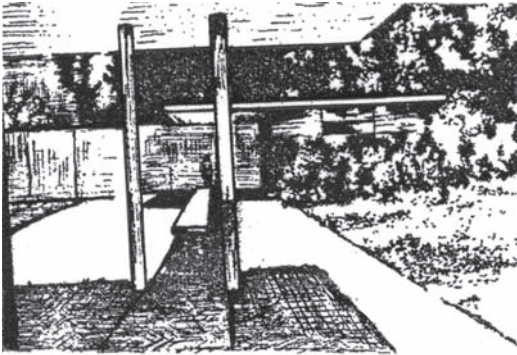
Arquitectura

A riesgo de ser descalificados por intentarlo, parece oportuno repetir aquí algunas definiciones de Arquitectura conocidas y adoptar una de ellas:

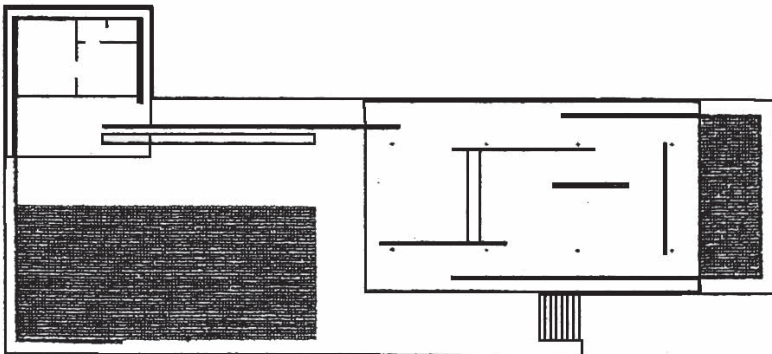
Diccionario: Arquitectura es el arte de proyectar y construir edificios.

Auguste Perret: La arquitectura es el arte de organizar el espacio y se expresa por la construcción.

Le Corbusier: La construcción es para sostener. La arquitectura para emocionar. La arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes bajo la luz.



Pabellón Barcelona



Pabellón de Alemania en la exposición de Barcelona, Mies van der Rohe, 1929.



León Battista Alberti: Seguro y maravilloso arte y método capaz de trazar y completar todos los trabajos que por el movimiento de grandes masas y la conjunción y los ensamblamientos pueden, con la mayor belleza; ser adaptados a los usos de la humanidad.

Escuchada: La arquitectura es ideología construida.

Nosotros adoptamos una, que no nos pertenece, pero expresa nuestro pensamiento al respecto:

Arquitectura –SISTEMA integrado por subsistemas– es el trabajo del conjunto de la sociedad por medio del cual se **PROGRAMAN, DISEÑAN y CONSTRUYEN** los espacios que posibilitan desarrollar toda la gama de actividades humanas, materiales y espirituales, en donde:

- **Programar:** Es definir con precisión las **necesidades** de cada formación social y sus posibilidades.
- **Diseñar:** Es proponer la disposición, calidad y forma de los **elementos** aptos para satisfacer las necesidades.
- **Construir:** Es **materializar** el diseño.

Las **VARIABLES** del sistema de arquitectura son:

- **La función:** Es la **ACTIVIDAD HUMANA**, con todo su equipo. Los elementos contruidos determinan **ESPACIOS** que tienen **FORMA**.
- **Técnica y Construcción:** Las condiciones de **CONFORT** y **ESTRUCTURALES** se satisfacen con los aportes técnicos y constructivos que brindan los **ELEMENTOS**.
- **Lo Formal Significativo:** Los elementos contruidos se expresan en formas geométricas. El sistema de elementos formales geométricos con sus **SIGNIFICADOS** constituyen la **FORMA ARQUITECTÓNICA**. Deberán tenerse en cuenta la luz y el movimiento.

La **RESPUESTA ESPACIAL**, de carácter estructural, debe responder a los aspectos **FUNCIONALES, TÉCNICO-CONSTRUCTIVOS-ECONÓMICOS** y **FORMALES** del problema.

Sistema: conjunto de elementos coordinados y operados para realizar una función con la mayor eficiencia.

Proceso productivo en arquitectura

La realización de cualquier obra por parte del hombre requiere de un proceso productivo más o menos complejo, con leyes que son propias en cada caso. Ya hemos dicho que en el caso de la arquitectura deberán cumplirse las etapas –sucesivas e ineludibles– de: **PROGRAMACIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**.

Con algún detalle, las tres etapas del proceso se desarrollan teniendo en cuenta:

ETAPAS	ACCIONES	SUJETOS
PROGRAMACIÓN	existen al aparecer	CONDICIONANTES (posibilidades y restricciones de tiempo y lugar) EL HOMBRE (individual o en grupo)
DISEÑO	surgen	REQUERIMIENTOS (necesidades y deseos a satisfacer)
	que se desarrollan en	ESPACIOS (abiertos, cerrados, mixtos, virtuales, etc.)
	delimitados por	ELEMENTOS
	propuestos en el	PROYECTO
CONSTRUCCIÓN	materializado en el	PROCESO CONSTRUCTIVO
	como	OBRA DE ARQUITECTURA
	destinada al	HOMBRE

1. PROGRAMACIÓN

En esta etapa es necesario disponer de información referida al USUARIO y a la SITUACIÓN de TIEMPO y LUGAR. La participación del profesional se limita a CONOCER (descubrir) LA REALIDAD. Su rol es dar RESPUESTA a ella mediante los recursos que le brinda el conocimiento de su profesión. Ello implica que procure mejorar la calidad de vida del usuario a través de su obra. Constituye su responsabilidad ética ineludible.

La presencia del USUARIO crea necesidades a satisfacer y ACTIVIDADES a desarrollar: trabajo, deporte, esparcimiento, educación, cultura, salud, vivienda, transporte, culto, defensa, comunicación, industria, comercio, etc. y REQUERIMIENTOS (deseabilidades): seguridad, estabilidad, higiene, confort, resistencia, aislación, terminación, uso, mantenimiento, reposición, protección, comunicación, privacidad, iluminación, ventilación, formales, etc.

La SITUACIÓN de TIEMPO Y LUGAR crea condicionantes y ofrece posibilidades: costumbres, tradición, paisaje, entorno, clima, microclima, materiales, tecnologías, leyes, códigos, reglamentos, suelo (edafológico y resistente), riesgo sísmico, servidumbre, ecológicos, económicos, etc.

Tomamos como ejemplo la programación necesaria para una vivienda individual, en planta baja.

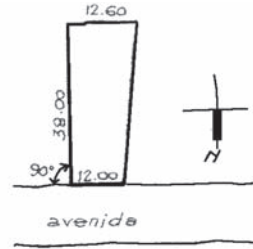
El proyectista necesita recabar información sobre:

GRUPO FAMILIAR:

- MARIDO: 33 años, enólogo, atiende la bodega familiar y dirige tareas rurales (viñedos y crianza de animales) en una finca ubicada a 25 kms. de residencia habitual. Habitualmente pinta.
- ESPOSA: 32 años, psicóloga recién egresada, realiza tareas domésticas –ayudada por una empleada– y gestiones relacionadas con la bodega.
- DOS HIJOS VARONES de 8 y 6 años, que concurren a los primeros años de la escuela pública.

LOTE DISPONIBLE:

► de 12 m de frente y 38 de fondo, sobre avenida importante, con pavimento de hormigón y todos los servicios públicos. Buen terreno para fundar; sin árboles.

**NECESIDADES EXPRESADAS POR LOS USUARIOS:**

► recibo-comedor; cocina comedor; tres dormitorios (uno con baño privado); lavadero; despensa y garage para un automóvil y una camioneta; habitación de servicio con baño. Disponen de ladrillos comunes y madera escuadrada para techos, de buena calidad. Con los datos que anteceden y lo expresado se confecciona el siguiente programa:

► Programa de necesidades y superficies:

a. recibo comedor.....	28.00 m ²
b. cocina comedor diario.....	18.00 m ²
c. dormitorio con baño privado.....	16.00 m ²
d. dos dormitorios con roperos.....	22.00 m ²
e. habitación multiuso.....	12.00 m ²
f. Lavadero y planchado.....	10.00 m ²
g. despensa depósito.....	6.00 m ²
h. garage o cochera.....	30.00 m ²
i. depósito de herramientas.....	8.00 m ²
j. habitación y baño de servicio.....	11.00 m ²
Total.....	161.00 m²

La superficie ocupada por las circulaciones y los muros se estima en el 20% de la superficie anterior, por lo que resulta:

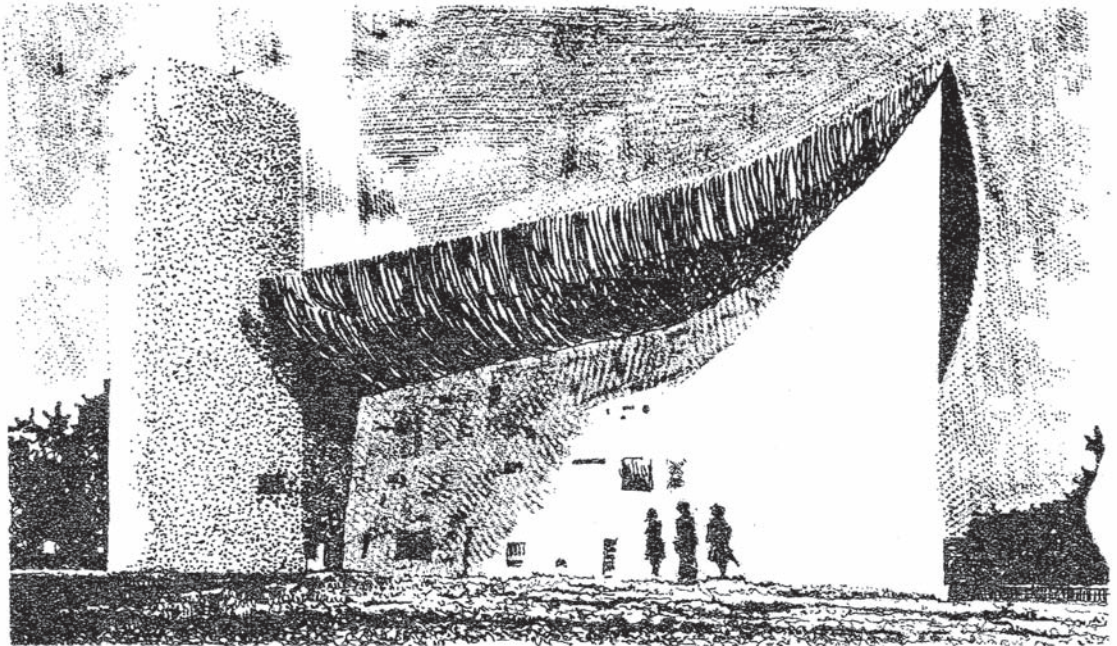
► superficie cubierta estimada: 193.00 m²

Con el valor y el costo estimado por m² de construcción se obtiene el presupuesto global de la obra, con el que se puede adoptar la decisión de encarar el proyecto.

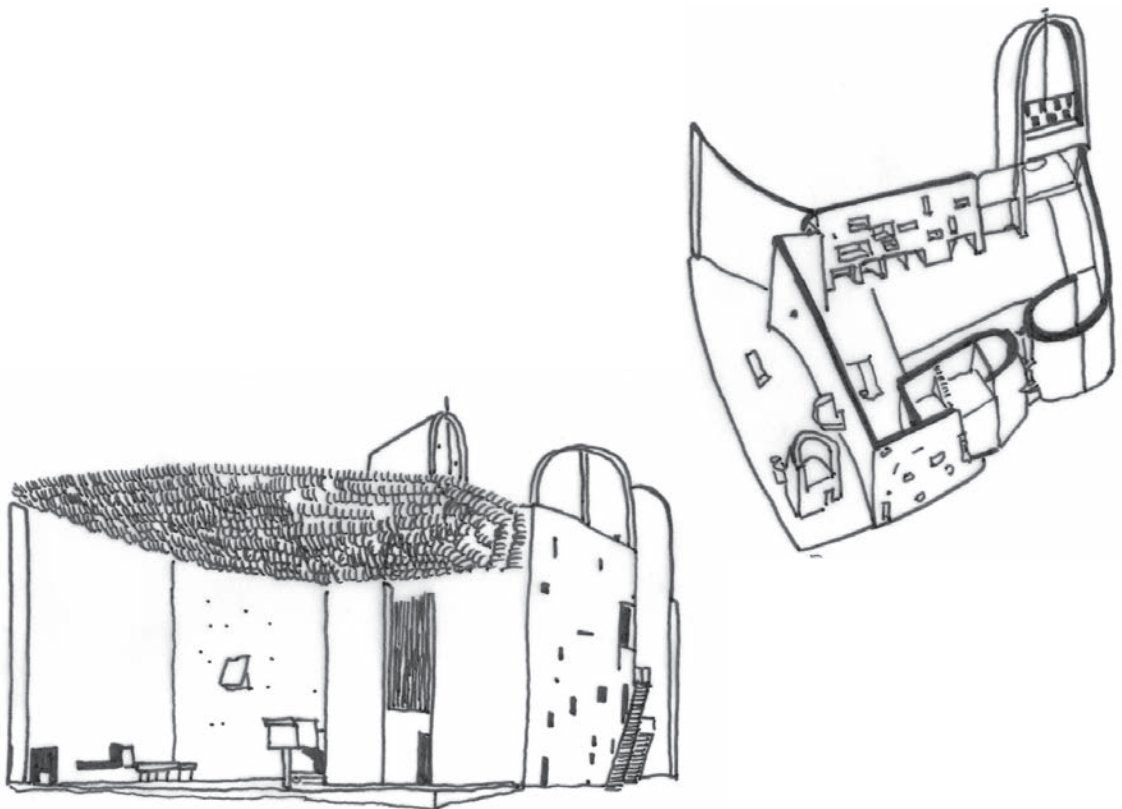
A medida que aumentan la complejidad del destino de la obra y la situación de tiempo y lugar lo hace la programación. La tarea de programar es trabajo de especialistas.

2. DISEÑO

La obra se materializa a través del uso de ELEMENTOS que se indican en los documentos que constituyen el PROYECTO de la obra a ejecutar. Es en esta etapa cuando el arquitecto tiene el mayor poder de decisión y la máxima responsabilidad. Para ello, deberá disponer de un completo y acabado conocimiento de su profesión y la suficiente capacidad que le permita transmitir sus ideas a través de un IDIOMA claro y preciso.



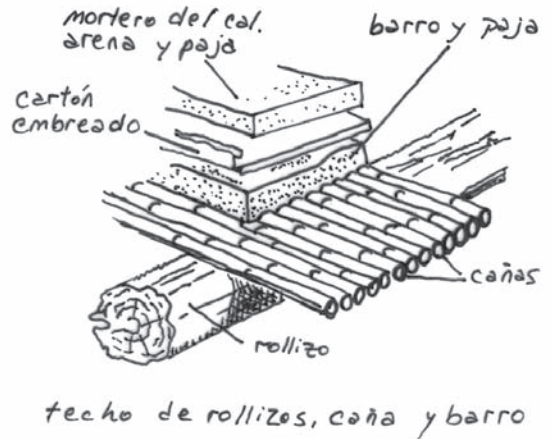
Capilla de peregrinación de Notre Dame du Haut, Le Corbusier, 1950.



▸ "Continuidad", Max Bill, 1947



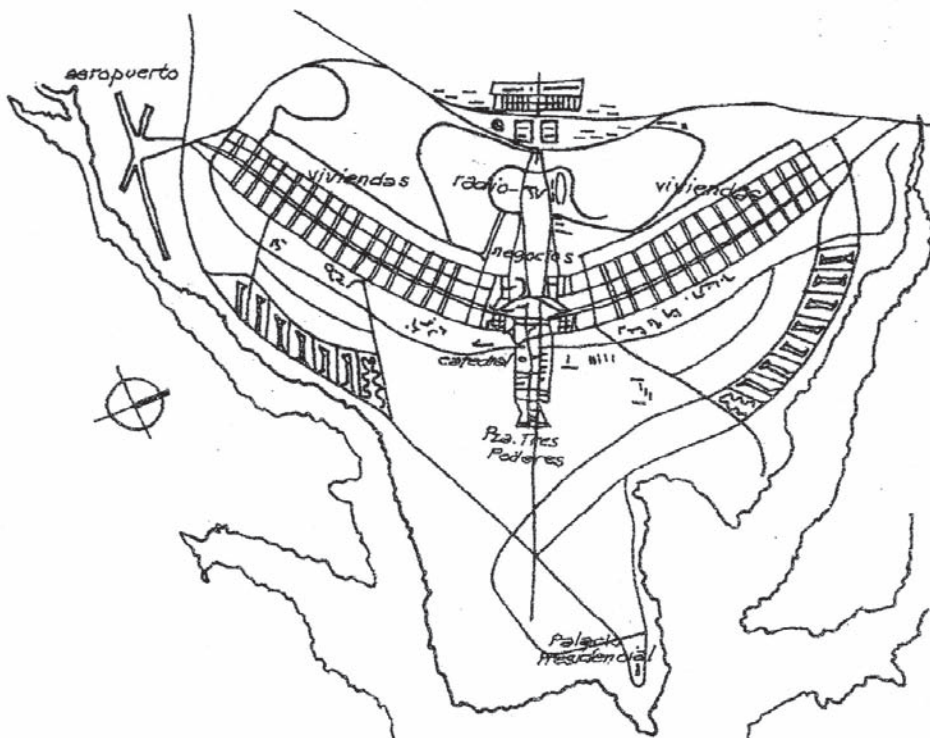
▸ Columna Pabellón de Barcelona, Mies van der Rohe, 1929



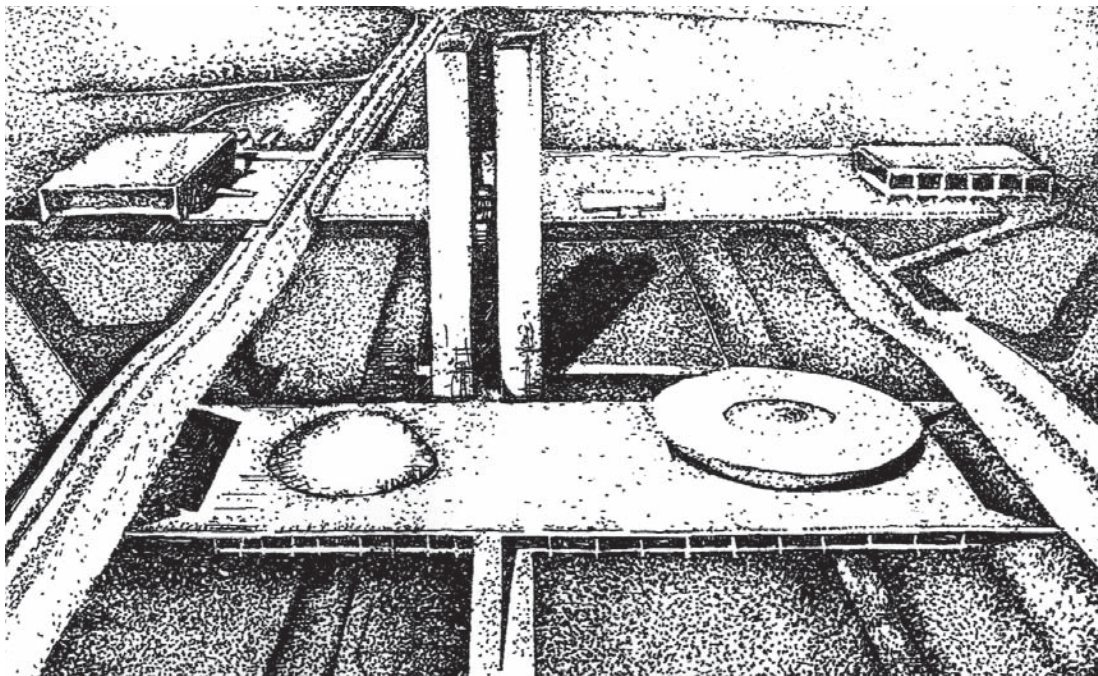
Concurso Colegio Villa Devoto, Buenos Aires, 1er premio, Escurra, Larregury, Ugarte y otros, 1976.

Deberá echar mano de ELEMENTOS físicos, materiales, mensurables, visibles, prácticamente indiscutibles: microclima artificial, materiales, tecnologías, estructuras, instalaciones, cerramientos, infraestructura, equipamiento, servicios, etc. y de ELEMENTOS psíquicos, inmateriales, variables, opinables, inasibles: forma, textura, color, luz, movimiento, proporción, tamaño, escala humana, calidad, orden, equilibrio, paisaje cultural, masa, volumen, etc.

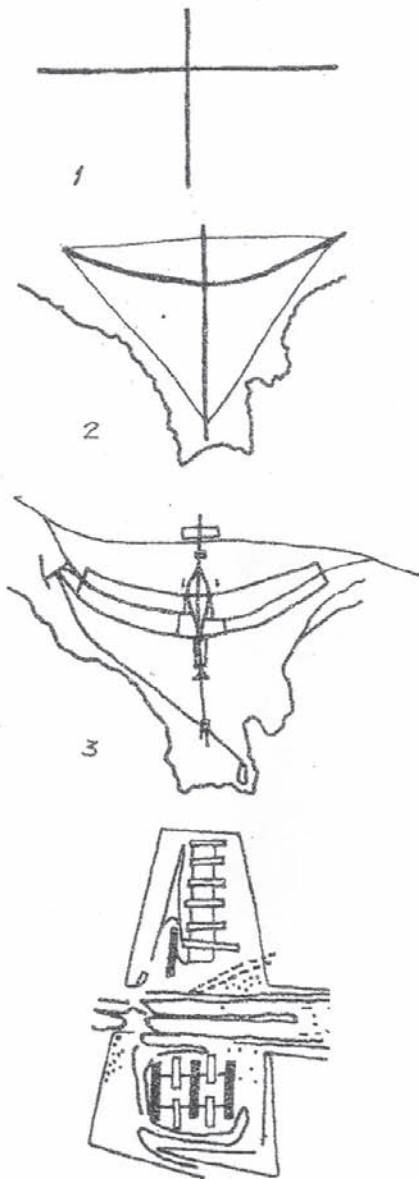
Son los DOCUMENTOS quienes representan y expresan la labor material del profesional y están constituidos en orden secuencial, habitualmente, por: organigrama funcional; ideograma; organización espacial; partido, croquis preliminar; anteproyecto; proyecto; plano, planillas y escritos; maquetas; planes de trabajo; precio; etc.



Génesis de Brasília, Concurso, L. Costa, 1956.



Plaza de los Tres Poderes, O. Niemeyer.



Sector Comercial.



Viviendas.

3. CONSTRUCCIÓN

Constituye la última etapa del proceso productivo y en ella intervienen: PERSONAS, EMPRESAS, INSTITUCIONES y ENTES de FINANCIACIÓN, entre otros.

Entre las PERSONAS que intervienen se destacan las correspondientes a "la obra": profesionales, técnicos, instaladores, obreros especializados, peones, etc. y el "comitente" que puede estar constituido por: la sociedad, instituciones, empresas o el propio usuario (directamente o a través de su representante).

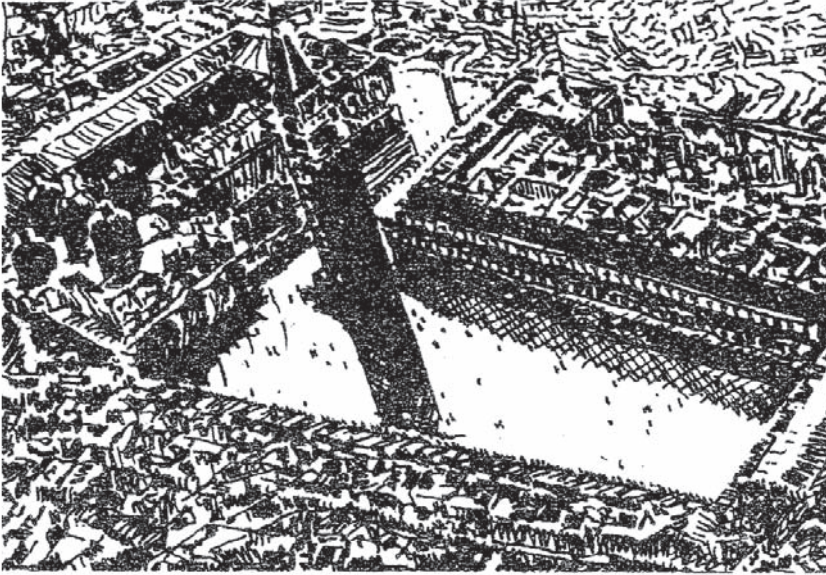
Las principales EMPRESAS que intervienen son la "constructora" con su propia organización, administración, herramientas, maquinarias, equipos, etc. y la "industria" que provee materiales, elementos, partes, equipos, servicios, etc.

Por otro lado, tienen vinculación con la obra las INSTITUCIONES de servicios públicos, policía de la construcción, control laboral, gremios, etc.

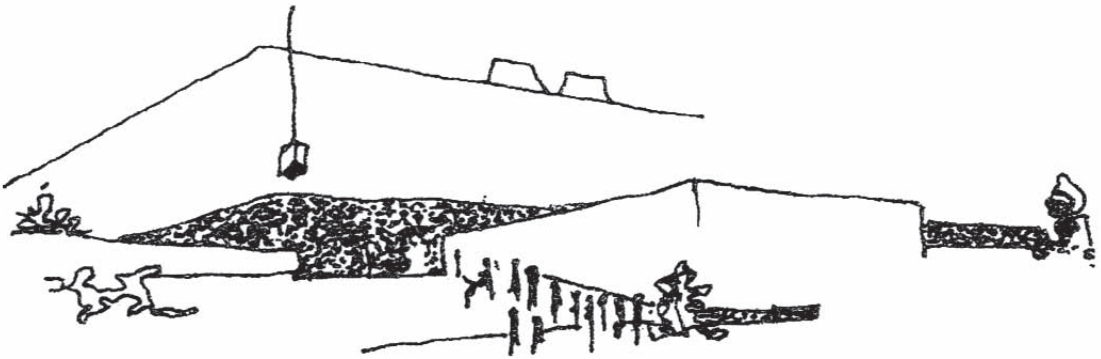
Finalmente la FINANCIACIÓN de la obra puede realizarse a través de: subsidios, préstamos, créditos, donaciones, ahorro, etc. Es labor fundamental del profesional arquitecto coordinar la labor que desarrollan todos ellos para asegurar una adecuada ejecución de las tareas en tiempo y forma.

Este proceso siempre requiere TIEMPO para desarrollarse. El transcurso del tiempo hace que se modifiquen los condicionantes y requerimientos, por lo que un nuevo proceso productivo será siempre distinto al anterior, una experiencia nueva.

El caso ideal se presenta cuando el profesional arquitecto "recorre" todo el proceso. Pero la realidad nos indica que habitualmente no ocurre así.



Plaza San Marcos, Venecia.



Pabellón de España, Feria de Nueva York, Croquis J. Carvajal, 1964.

De todas maneras, cualquiera sea la participación del arquitecto en las diferentes etapas del proceso productivo, y sobre todo en la etapa de DISEÑO deberá tener en cuenta nuestra preocupación permanente al elaborar el contenido de este texto:

SE TRATA DE DISEÑAR PARA CONSTRUIR, NO HACER CONSTRUIBLE UN DISEÑO.

CAPÍTULO II

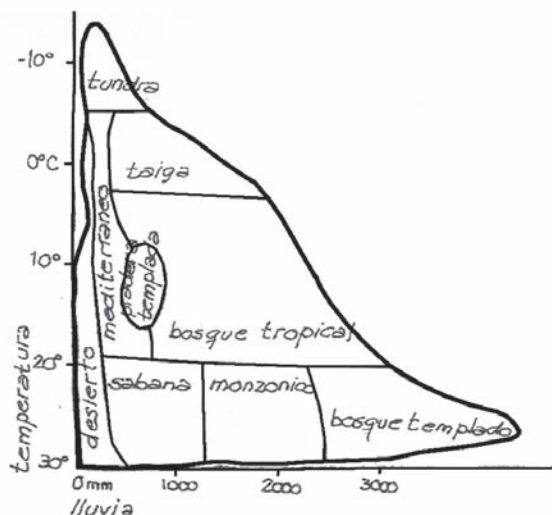
Condicionantes climáticos del diseño arquitectónico

Las características del clima de las distintas regiones de la tierra determinan el paisaje, la vegetación y la vida animal y tienen fundamental influencia sobre la cultura y formas de pensar y actuar de los seres humanos. Delimitan además la posibilidad de explotación humana del entorno, determinando los niveles de actividad económica. Es una realidad conocida que los países más desarrollados están ubicados en zonas templadas y los del Tercer Mundo, dentro de los trópicos.

El clima y el hombre

Naturalmente el hombre se siente cómodo en un ambiente tropical, húmedo y cálido, sin calores ni fríos extremos, y con pequeñas fluctuaciones. La temperatura ideal del cuerpo humano se encuentra en los 36/ 37°C y aunque tiene capacidad de adaptación, sobre todo por períodos cortos, le resulta prácticamente imposible sobrevivir cuando su temperatura interna desciende hasta 26°5 o se eleva a 43°C. El cuerpo humano reacciona automáticamente ante los cambios para crear condiciones que no afecten su salud. El reino animal se ha adaptado en el tiempo a las condiciones naturales por medio de procesos extremadamente lentos. El hombre por el contrario posee una capacidad infinita de adaptación gracias a las respuestas culturales y de comportamiento que es capaz de generar. Adecua el ambiente para utilizarlo; modifica la cantidad y tipo de ropa; varía la cantidad y tipo de alimentos; adapta su actividad a las condiciones ambientales y modifica el diseño de sus viviendas, las características de los materiales de construcción y otorga a los edificios elementos capaces de modificar las condiciones naturales del clima del lugar. Está en condiciones de modificar además de su entorno inmediato, otro más amplio mediante los programas de recuperación de tierras, de forestación, de obras de irrigación, de drenaje, etc. en la medida que se lo permita su situación económica.

► Biomas



Bioma: sistema de organismos, animales y vegetales, que viven juntos formando una sociedad.

Principios básicos que regulan la atmósfera

La atmósfera alcanza, con distintos porcentajes (100% a nivel del suelo, 1% a 35 km de altura y 1/10.000.000 a los 100 km de altura), prácticamente los 100 km. Numerosos y complejos son los factores que determinan el tiempo atmosférico y clima de los distintos lugares de la tierra (tiempo: estado instantáneo o de un lapso breve de la atmósfera; clima: conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera, durante periodos largos). La meteorología estudia el tiempo, la climatología el clima. El punto de partida para el estudio del clima es el sol y la posición de la Tierra en el sistema solar.

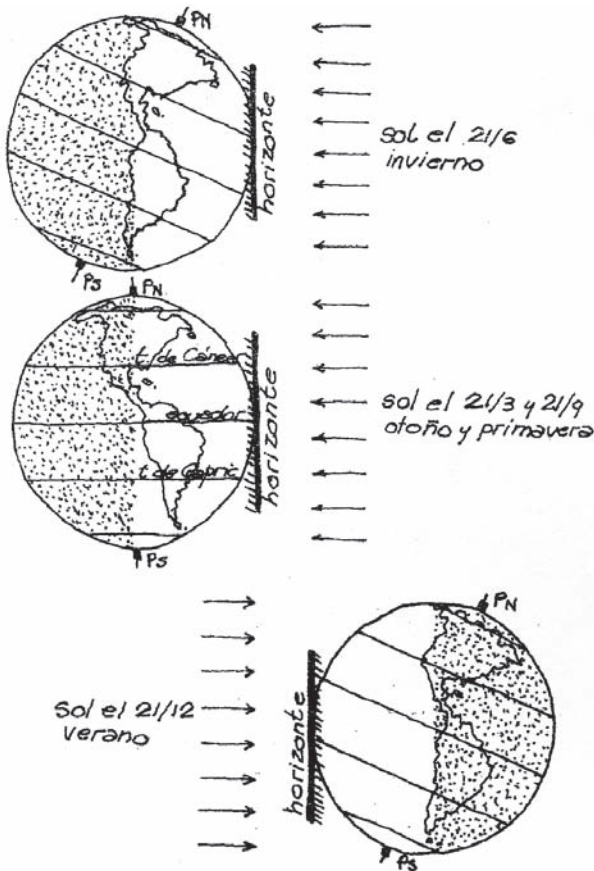
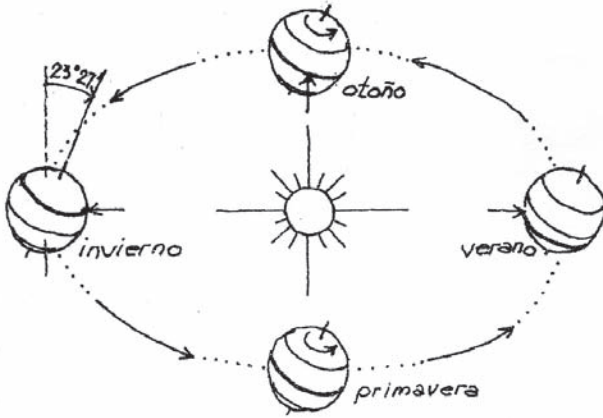
LAS ESTACIONES

La tierra (diámetro: 12.640 km) está ubicada a 150 millones de km del sol (diámetro: 1.390.000 km). La temperatura superficial del sol supera los 6.000°C, y se mantiene por las reacciones nucleares internas que irradian energía al espacio. De ella, una minúscula parte llega a la Tierra.

Las estaciones resultan de la rotación de la Tierra alrededor del Sol y del ángulo que forma el plano del ecuador de la tierra con la eclíptica (plano de la órbita circunsolar de la tierra). Este ángulo es de 23°27'. Esta inclinación, que se mantiene constante, es la responsable del cambio de cantidad de radiación, de la variación de la longitud del día y la noche y del ciclo climático de las estaciones. Esta inclinación varía en ciclos de 26.000 años.

El sol cae perpendicular sobre los trópicos en los solsticios (21-22 de junio: Cáncer y 22-23 de diciembre: Capricornio) y sobre el Ecuador en los equinoccios (21-22 de marzo y setiembre).

Estaciones (hemisferio sur)



En el hemisferio sur estos días corresponden al comienzo del invierno, del verano, del otoño y primavera, respectivamente, y en el norte al verano, invierno, primavera y otoño.

LA ATMÓSFERA

Alcanza una altura de menos de 10 km en los polos hasta los 20 km en los trópicos. Por encima de esas alturas el porcentaje de la atmósfera resulta despreciable. El aire es más denso en las capas inferiores que en las superiores, pero existe un trasvase continuo entre las distintas capas.

El aire es una mezcla de gases que se mantiene prácticamente constante, con dos importantes excepciones: la concentración de dióxido de carbono como producto de la combustión de combustibles sólidos y la concentración del ozono. Todos los animales y plantas expulsan dióxido de carbono y consumen oxígeno. Las plantas verdes, en la fotosíntesis, utilizando la energía de la luz solar junto con el dióxido de carbono del aire y el agua del suelo producen oxígeno. El ozono, ubicado entre los 20 y 25 km de altura, es venenoso y tiene capacidad para absorber los rayos ultravioletas perjudiciales para la salud. Su disminución por debajo de cierto nivel privaría a la tierra de este escudo protector indispensable.

Este es el aire puro, sólo posible artificialmente. La atmósfera contiene pequeñas partículas suspendidas de humo, sal, arena fina y cenizas volcánicas que se depositan por gravedad en la tierra o las arrastra la lluvia. Su proporción es mínima sobre el mar tranquilo y máximo sobre un desierto seco

y ventoso. El aire además contiene vapor de agua que varía su concentración con la temperatura, la altura y el lugar.

RADIACIÓN SOLAR Y TERRESTRE

La luz y calor solar son quienes posibilitan la vida sobre la tierra. Pero ésta y su atmósfera irradian (devuelven) al espacio toda la energía que reciben (si consideramos períodos relativamente largos). El calor que llega del sol se concentra principalmente en las regiones tropicales y la radiación de la tierra es más o menos uniforme en toda su superficie. Es por eso que se producen las corrientes marinas y los vientos. El calor se transfiere por radiación, conducción y convección. Este último proceso es el que favorece la radiación terrestre a la atmósfera.

LA CIRCULACIÓN DEL AIRE

Constituye el sistema de los vientos que permiten llevar el calor tropical a los polos y mantienen las temperaturas globales de la tierra.

En zonas del ecuador el aire caliente asciende, se dirige hacia los polos y desde allí vuelve como aire superficial fresco.

Pero este movimiento es afectado por la rotación terrestre y la presencia de masas de agua, continentes, cadenas de montaña, desiertos, bosques, hielo y nieve.

En áreas de alta presión, entre los 20° y 30° de latitud, se encuentran los principales desiertos. En general son regiones de cielos despejados y vientos suaves. En islas y zonas costeras tienen además el beneficio de las brisas marinas y los climas son más agradables que en el interior de los continentes.

LA ROTACIÓN DE LA TIERRA

Es la responsable de la desviación de los vientos de la dirección norte-sur que resulta de la circulación del aire analizada anteriormente. Al girar la tierra hacia el este los vientos se desvían al oeste. Asimismo la rotación provoca un incremento de la velocidad a medida que nos acercamos a los polos. Estos efectos tienen mayor influencia en las capas inferiores de la atmósfera, cercanos a la tierra.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Literalmente es el peso de la atmósfera sobre la superficie de la tierra (ejerce una presión de 10 toneladas sobre metro cuadrado de superficie, pero en todas direcciones, por ser un fluido). La presión del aire es equivalente a una columna de mercurio de 760 mm (equivalente a 1000 hectopascales).

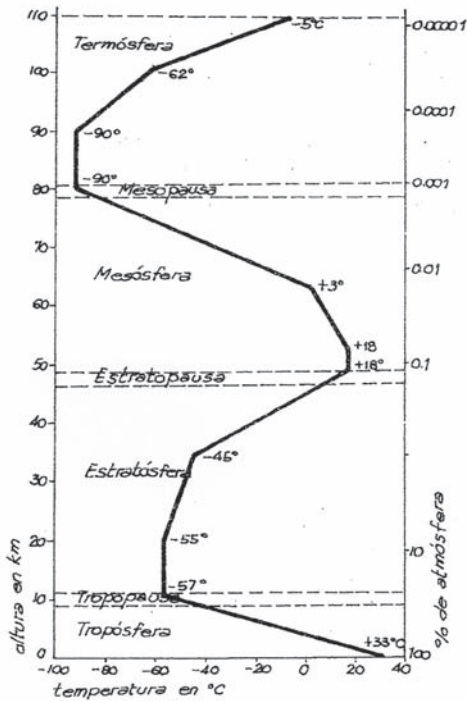
En los mapas se indican mediante las isobaras los puntos de la tierra que registran la misma presión atmosférica.

Para comprender el tiempo es básico conocer la relación simple que existe entre presión del aire, viento, temperatura y vapor de agua de la atmósfera.

VIENTOS, TIEMPO Y PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Naturalmente el aire tiende a desplazarse desde zonas de alta presión hacia las de baja

• Atmósfera

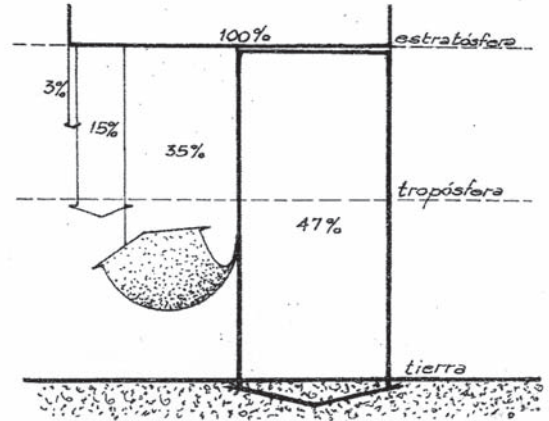


composición

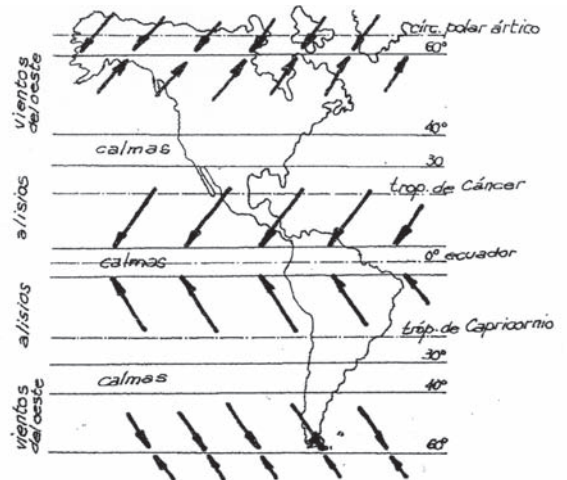
nitrógeno	78.08 %
oxígeno	20.95 %
argón	0.93 %
anidr. carbónico	0.03 %
hidrógeno	
neón	
criptón	
helio	
xenón	
ozono	

porcentajes ínfimos

• Energía del Sol



• Circulación general de la atmósfera



presión tratando de equilibrarlas. Pero en este fenómeno influyen además la temperatura de la superficie terrestre y la rotación de la tierra.

En el ecuador, por efecto de la radiación, el aire que se calienta asciende produciendo una disminución de la presión que da lugar a la aparición de los vientos alisios que soplan desde las zonas subtropicales de alta presión. Algo similar ocurre con las zonas subtropicales en relación con el polo.

El movimiento vertical del aire contribuye a la formación de nubes y lluvias, sobre todo en zonas de bajas presiones, siempre que se disponga de agua.

AGUA

Es la única sustancia que naturalmente se encuentra en estado sólido, líquido y gaseoso. Desde nuestro punto de vista, el estado más importante lo constituye el gaseoso: vapor de agua.

Cuando se evapora el agua en el aire llega un momento que éste es incapaz de retener más vapor, está saturado.

El contenido de vapor de agua en el aire se denomina humedad y se mide en peso por unidad de volumen. La humedad relativa es la proporción de humedad con respecto a la que alcanzaría la saturación, a una temperatura y presión determinada. A medida que aumenta la temperatura del aire puede retener más vapor de agua y viceversa. Para una misma cantidad de vapor de agua disminuye la humedad relativa a medida que aumenta la temperatura. Al disminuir la temperatura y disminuir la capacidad del aire para retener el vapor de agua, éste se condensa y forma rocío sobre las superficies o nubes en el aire (las neblinas son nubes a baja altura). Las nubes se forman por la condensación del agua en gotitas. En el aire ascendente, cuando hace mucho calor, las gotitas se evaporan y las nubes desaparecen. Las gotas más grandes de lluvia arrastran a las más pequeñas y se fusionan con ellas, y cuando vencen a las corrientes de aire ascendente llegan a la tierra.

EL CICLO DEL AGUA

La evaporación oceánica provee el 84% de la humedad total de la atmósfera. El resto lo proveen la tierra mojada y transpiración de la vegetación. Cae de nuevo al océano el 75% del total. El resto lo aportan los ríos. Los océanos contienen el 97% de todo el agua del globo, un poco más del 2% está en las tierras heladas y glaciares y el resto en el suelo y depósitos subterráneos. La atmósfera sólo contiene una parte en 10.000. El agua llega a la tierra por la lluvia u otra forma y vuelve a la atmósfera cada 10 días más o menos. Cerca del mar, en climas templados o tropicales, el ciclo puede durar una hora y en los desiertos puede llegar a miles de años.

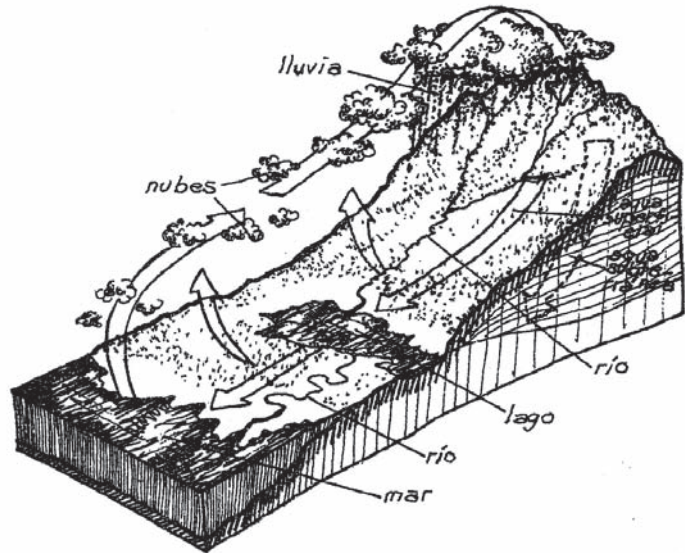
Elementos del clima

Entre los diversos elementos del clima, desde nuestro punto de vista, nos interesan fundamentalmente: la temperatura; el agua en sus diversas manifestaciones (humedad, nubes, lluvia, nieve, granizo, rocío, escarcha); el viento, la presión atmosférica y la luz solar. En general, es el Servicio Meteorológico Nacional quien suministra los datos referidos al clima. El servicio comprende la divulgación de los datos diariamente y en varias oportunidades, a lo largo del día.

TEMPERATURA

El registro corresponde a la temperatura del aire y se realiza en diversos lugares del país. Con los datos obtenidos se confeccionan los mapas de **isotermas** (líneas que unen puntos de igual temperatura). Hay que tener en cuenta que la temperatura disminuye con la altura, a razón de 6°C cada 1.000 metros. Estos mapas pueden referirse a temperaturas máximas, mínimas o medias, para las distintas épocas del año (invierno, verano, etc.). De acuerdo al destino de la información serán los datos a tener en cuenta, ya se trate de diseñar las ventilaciones natural y artificial de

► Ciclo del agua



La lluvia tiene un destino
que yo quisiera tener
el sol la lleva hasta el cielo
para ser nube otra vez.

Atahualpa Yupanqui

un edificio; su acondicionamiento artificial; implantar la forestación en un predio o aún en una ciudad; determinar los materiales de diversas partes del edificio (sobre todo aislaciones térmicas); etc. Además de los datos que podemos obtener de los mapas de isotermas, según los casos será necesario contar con los registros de temperaturas extremas (máximas y mínimas absolutas), las variaciones diarias, las estacionales.

En edificios que no se usan permanentemente debemos tener en cuenta, especialmente:

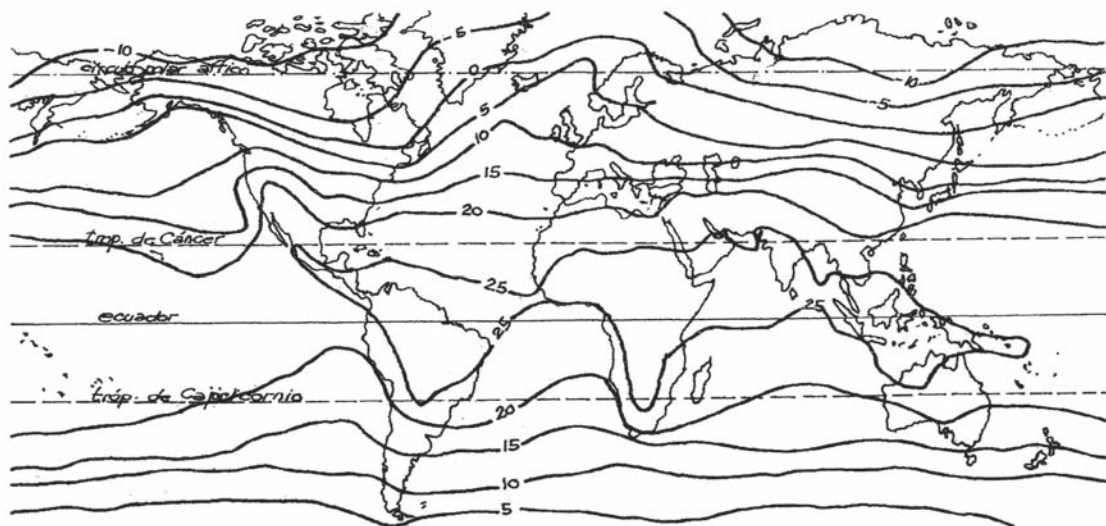
- a. las temperaturas posibles en las épocas que se realizan las actividades y
- b. las horas del día en que serán usados.

La temperatura se lee en el termómetro y se puede registrar en el termógrafo. En nuestro país se expresa en grados centígrados (°C).

HUMEDAD

El aire contiene agua en estado de vapor. La humedad del aire se expresa en cantidad de gramos de agua en volumen de m^3 de aire. Este valor es independiente de la temperatura del aire. La humedad relativa expresa el porcentaje de humedad del aire referido a la cantidad de vapor de agua que sería necesaria para que se produjera condensación, a una temperatura determinada. Al aumentar la temperatura, sin variar la presión, puede aumentar la cantidad de vapor de agua del aire sin que se produzca la saturación. Inversamente al disminuir la temperatura el aire se satura y la humedad se manifiesta de diversas formas: nubes y nieblas, lluvia, nieve, granizo, rocío, helada, escarcha (helada blanca). La humedad relativa varía con la latitud, la altura, las horas del día y la época del año. En la evaporación el agua pasa del estado líquido al de vapor de agua, en forma tranquila.

► Isotermas - media anual



Los cielos lloran y cantan
 hasta en el mayor silencio
 lloran al caer el rocío
 cantan al sibar los vientos
 lloran cuando caen las aguas
 cantan cuando brama el trueno.

"Martín Fierro", José Hernández

Pero para que se produzca el fenómeno son necesarias 600 calorías por cada gramo de agua. Es por eso que la temperatura suele descender en la mañana luego de la salida del sol. El agua de la tierra se evapora al calentarse ésta por la radiación solar; pero además absorbe calor del ambiente para ayudar a la evaporación y por eso disminuye la temperatura. Un efecto similar produce el viento.

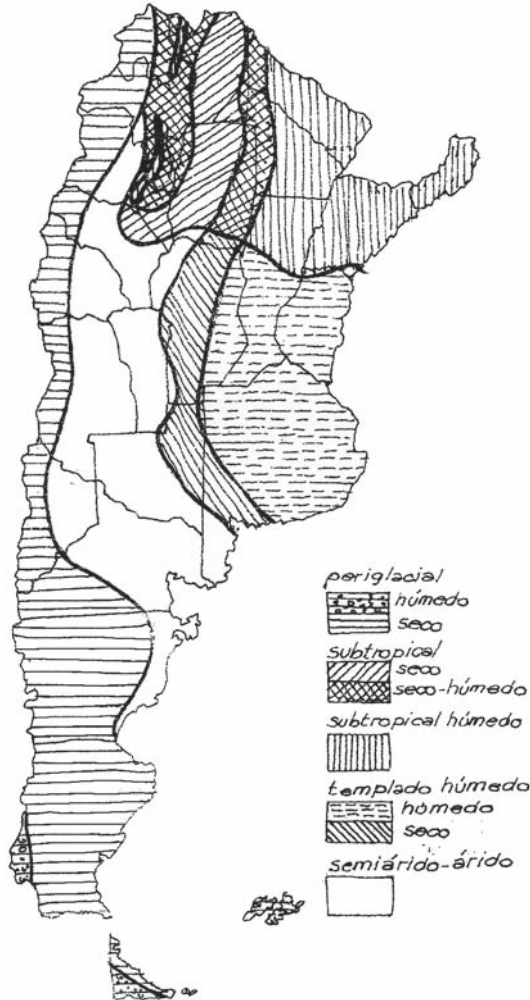
Para determinar la **humedad relativa** del aire se usa el psicómetro, compuesto por dos termómetros comunes, uno con bulbo seco y el otro húmedo. Con los registros de los dos termómetros y la diferencia entre los mismos se entra en las Tablas Psicométricas y se obtiene la humedad relativa.

Para obtener la **humedad absoluta** se debe enfriar el aire hasta que se condense el vapor de un volumen determinado. Se pesa el agua condensada y se obtiene el dato.

El registro de la humedad relativa se realiza con el higrógrafo.

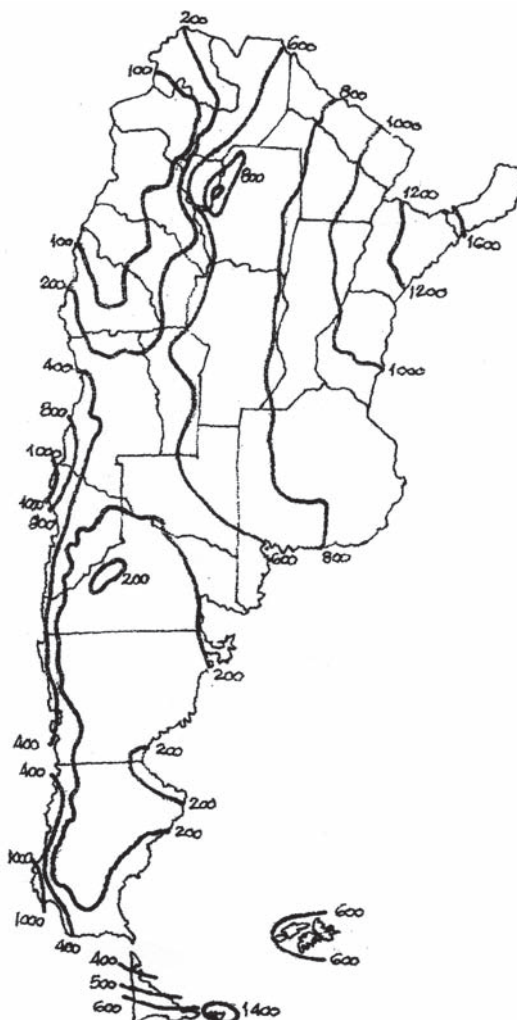
En el diseño de los edificios deben tenerse en cuenta ambos fenómenos: la condensación y evaporación. El vapor de agua en el aire resultante de la evaporación se condensa en contacto con superficies frías interiores y exteriores. El agua en algunos casos puede llegar a afectar los materiales. Si ello no se produce por lo menos modifica su aspecto en mayor o menor grado. Las condiciones naturales del aire pueden modificarse por medios artificiales o naturales. Los últimos son siempre más económicos porque no consumen energía y no necesitan mantenimiento.

▸ Sistemas morfoclimáticos

**NUBES**

Cuando el vapor de agua de la atmósfera se condensa lo hace en pequeñas gotitas que por su escaso peso caen muy lentamente o permanecen suspendidas por las corrientes ascendentes de aire. Reciben el nombre de **neblinas** las nubes que se forman a ras del suelo. En las mañanas frías el agua de la superficie de la tierra que se evapora se condensa formando neblinas. Cuando se eleva la temperatura el aire está en condiciones de contener mayor cantidad de vapor de agua sin condensar y la neblina desaparece. La presencia de nubes impide la insolación y ello tiene efectos directos sobre edificios, la forestación, el movimiento del aire, la luminosidad del cielo. En general el cielo registra más horas diarias de sol en el verano que en el invierno, independientemente de la duración relativa del día. La mayor o menor presencia de nubes se indica con el nombre de nubosidad. El heliofanógrafo mide las horas que brilla el sol (ausencia de nubes).

► Lluvias anuales (en mm)



El porcentaje de **Insolación** está determinado por la relación entre las horas del sol registradas y las horas astronómicas posibles (como máximo puede alcanzarse el 100% cuando no se registren nubes desde la salida a la puesta del sol en el período que se analice).

LLUVIA

Como dijimos las pequeñas gotas de agua, formadas por la condensación del vapor de agua de la atmósfera; por su gran superficie de contacto con el aire caen muy lentamente y en muchos casos se evaporan antes de llegar al suelo.

Cuando se presentan ciertas condiciones atmosféricas pueden formarse gotas más grandes o reunirse varias pequeñas gotitas que llegan al suelo. A este fenómeno se le denomina lluvia. La cantidad de lluvia caída se expresa en mm, que corresponde a la altura de la capa que se formaría en una superficie horizontal, sin que se infiltre ni evapore.

Se mide con el pluviómetro. Con sus registros se confeccionan los mapas de **isohietas** (líneas que unen lugares de igual cantidad de lluvia caída). En el pluviógrafo además de medirse la cantidad de lluvia caída se registra la intensidad de la lluvia (cantidad de lluvia por unidad de tiempo: minuto, hora, etc.). El agua de lluvia no es totalmente pura. Arrastra al caer el polvo, microorganismos y gases que se encuentran en la atmósfera. Es muy importante la cantidad de nitrógeno que aportan las lluvias al suelo (28 kg en Buenos Aires y 7 kg en Tucumán, al año). Este elemento es fundamental para el crecimiento de las plantas. Debemos conocer las intensidades máximas de lluvias posibles del lugar donde estamos trabajando ya que de ellas dependen los desagües pluviales a proyectar, al igual que las pendientes de los techos.

En la Argentina los valores límites de cantidad de lluvia anual conocidos alcanzan a: 25 mm en Angualasto (San Juan) y 3.660 mm en Laguna Frías (Río Negro). La cantidad de lluvia que cae depende fundamentalmente de tres factores: latitud, altitud, distancia al mar y dirección de los vientos.

Es importante conocer además cuantos son los días de lluvia al año. En Argentina los valores máximos y mínimos corresponden a Bariloche (Río Negro) con 101 días y Cañada Honda (San Juan) con solo 9 días.

NIEVE

Al producirse el congelamiento de las gotitas de agua de las nubes se produce el hielo y a partir de éste, por condensación, se desarrollan los cristales de nieve, que generalmente cae en forma de copos. Cuando hay inviernos muy fríos se pueden formar agujas de forma prismática.

La cantidad de nieve caída se expresa por la altura de la capa acumulada en el nivómetro. Pero el registro más preciso se obtiene fundiendo la nieve caída y relacionando la cantidad de agua que se obtiene con la superficie de la cual se obtuvo la nieve.

Como la nieve es muy liviana (10 veces más liviana que el agua líquida) el viento hace volar los copos y por eso no se puede usar el pluviómetro.

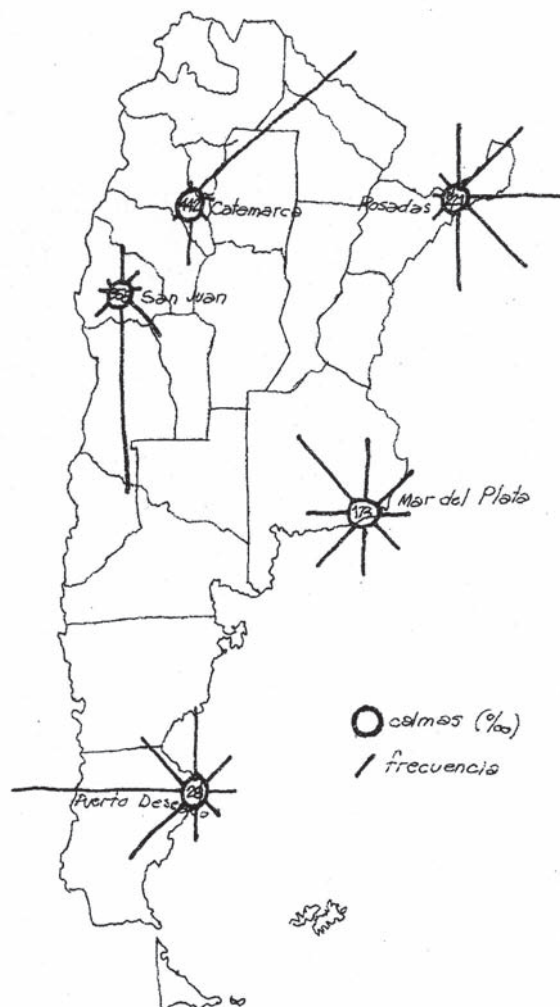
En zonas donde se producen nevadas habituales hay que tener especial cuidado en el dimensionamiento de las cubiertas de los techos de manera de facilitar el escurrimiento de la nieve, que de otra manera afectaría la estructura.

GRANIZO

Las mayores granizadas se producen en zonas donde por efecto de la radiación solar se producen corrientes ascendentes de aire de más de 30 metros por segundo. Estas corrientes son las que impulsan hacia arriba las gotas de agua congeladas de una lluvia estival. En contacto con otras gotas se congelan sobre ellas y al aumentar el volumen llega un momento, en el movimiento de ascensión y caída, que la corriente de aire ascendente no puede soportar el peso de la piedra y el granizo cae. Cuando las piedras no son muy grandes y el aire está muy caliente puede ocurrir que las derrita y vuelvan a evaporarse, en una acción similar a la que ocurre con la lluvia. La cantidad de granizo caída se mide por el agua que se obtiene, procediendo como en el caso de la nieve.

Hay que tener en cuenta el tamaño de las piedras para decidir los materiales de las cubiertas de los techos, de las paredes y de las superficies vidriadas de las construcciones.

► Rosa de los vientos



ROCÍO

La cantidad de vapor de agua que puede contener el aire sin que se produzca la condensación varía con su temperatura. El aire caliente puede contener más que el frío. Cuando disminuye la temperatura llega un momento que alcanza el máximo de vapor de agua que puede contener. Decimos que el aire está saturado y a esa temperatura se la denomina **punto de rocío**. Si el aire se sigue enfriando se condensa algo de agua y se deposita rocío.

La radiación nocturna hace que se enfríe la tierra y la capa de aire cercana al suelo. Cuando el aire se enfría por debajo del punto de rocío, éste se forma sobre el suelo. Un efecto similar

se produce sobre techos y paredes exteriores de los edificios. Cuando el tiempo es frío ocurre lo mismo con el interior de los muros exteriores y sobre todo los vidrios de las ventanas. Cuando el punto de rocío está por debajo de 0,5 el vapor de agua se condensa formando hielo. Esa es la escarcha o helada blanca. Cuando hay ausencia de agua, se denomina escarcha negra, muy peligrosa para los cultivos.

En general en las noches de verano la temperatura no desciende por debajo del punto de rocío y lo mismo ocurre en el invierno cuando hay nubes que rechazan la radiación terrestre o vientos que mezclan el aire frío con el caliente superior. Entonces no se produce rocío ni escarcha.

Corresponden desde nuestro punto de vista las mismas consideraciones que hicimos en el caso de la humedad.

VIENTOS

El viento es el aire en movimiento en dirección horizontal. Cuando la dirección es ascendente o descendente se denomina corriente.

La **dirección** indica el punto de donde procede (el viento Sur sopla del sur hacia el norte) y se observa con ayuda de la veleta, cuyo eje debe ser perfectamente vertical y no debe estar afectado por elementos que desvíen la dirección del viento.

La **velocidad** se mide por medio de los anemómetros y se expresa en general en metros por segundo o kilómetros por hora.

El clima depende en gran parte de la **dirección predominante** del viento que se indica en los gráficos de frecuencia.

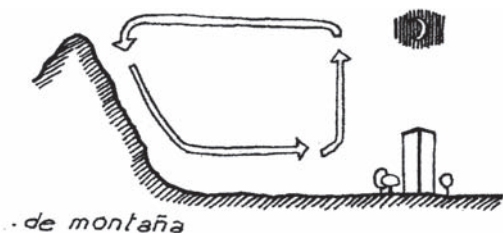
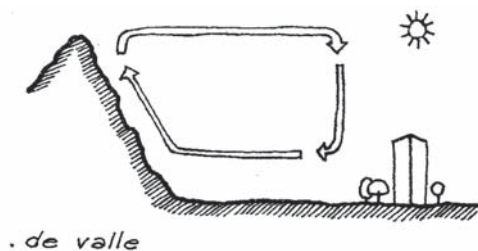
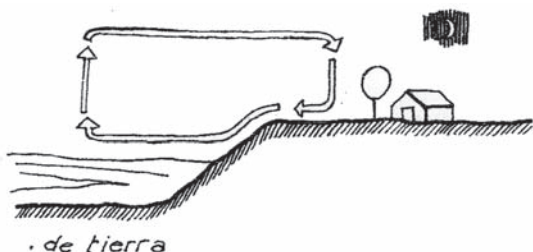
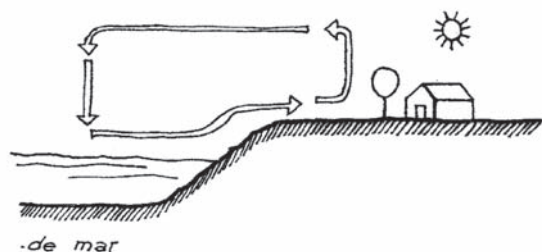
Para trazar los gráficos se deben hacer observaciones lo más prolongadas posibles (20 ó 30 años). Con los valores obtenidos se puede confeccionar gráficos que indiquen velocidades y **frecuencias** según cada dirección. En el primer caso se pueden indicar velocidad promedio y velocidad máxima. En el caso de las frecuencias se indica la cantidad de veces que el viento sopla desde cada dirección (sobre cada 1.000 observaciones) señalando además las veces que no corre viento (calmas) y obteniendo la "Frecuencia de vientos". La dirección con mayor número indica el viento **frecuente** o "predominante". Tomando las frecuencias como vectores, en cada dirección, y componiendo el polígono se obtiene el viento **resultante**. La combinación de frecuencia y velocidad nos da la dirección del viento **dominante**.

El viento varía permanentemente su velocidad pero en general en las noches, al descender la temperatura, el aire se vuelve más pesado, disminuye la velocidad de las capas interiores de la atmósfera y se producen las calmas. Durante el día se calienta el aire y el equilibrio es más inestable.

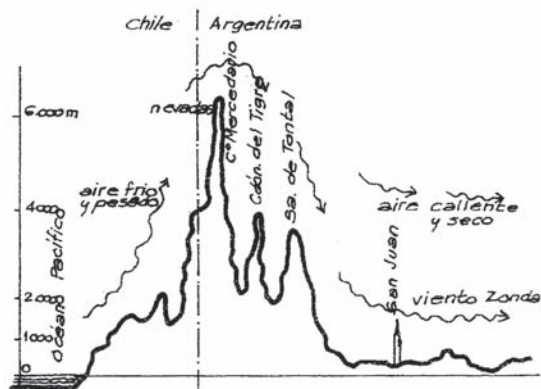
Además de los vientos típicamente estacionales, producidos especialmente por el mayor calentamiento y enfriamiento de continentes con respecto a los mares en verano e invierno respectivamente, se producen otros vientos locales que afectan zonas próximas a los mares y los valles intermontanos angostos orientados según los meridianos.

La **brisa de mar** sopla del mar a la tierra durante el día ya que la tierra se calienta más rápidamente al salir el sol. El aire se calienta y se eleva y produce una baja de presión que favorece el desplazamiento del aire fresco del mar hacia la tierra. Al llegar la noche la tierra se enfría más rápidamente que el agua, aumenta la densidad del aire cerca del suelo y el aire se desplaza hacia el mar donde el agua retiene más tiempo la temperatura, donde hay menor densidad y presión;

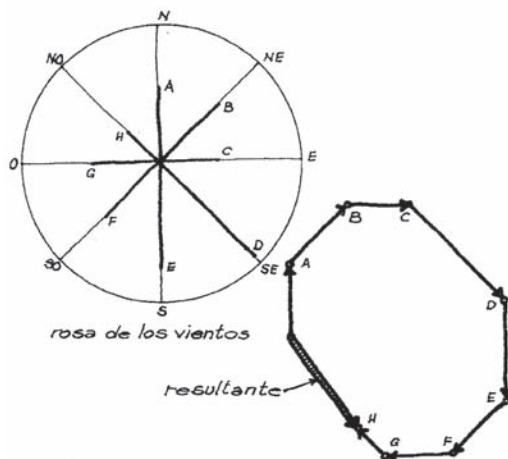
• Brisas



• Viento Zonda



• Viento resultante



produciendo una corriente llamada **brisa de tierra**. Este fenómeno alcanza hasta 40 ó 50 kilómetros de la costa y hasta los 200 ó 300 metros de altura.

En los valles intermontanos durante el día se calientan las laderas de las montañas y el aire cercano. Disminuye la presión y las capas inferiores más densas y con mayor presión ascienden ayudadas por la sobrepresión del aire que tienen las capas superiores y produce la **brisa de valle**. Durante la noche las rocas se enfrían rápidamente, enfrían el aire que aumenta su densidad y desciende. A este aire fresco y pesado llamamos brisa de montaña.

Los **vientos locales** son causados por la evolución y distribución de la presión atmosférica y masas de aire y los relieves terrestres de la región. En Argentina hay dos vientos locales conocidos por todos. El **Pampero**, que sopla sobre todo en la provincia de Buenos Aires, se produce cuando hacia el centro de baja presión ubicado entre Mar del Plata y la Península de Valdés se desplaza el aire frío que se origina en el Océano Pacífico, alrededor de los 40° de latitud sur. Este viento es seco y despeja el tiempo. El otro viento conocido es el **Zonda**. Se origina en el Pacífico. El viento cargado de humedad se eleva hasta sobrepasar la Cordillera de Los Andes y avanzar hacia un centro ciclónico ubicado en Cuyo. Descarga la humedad en forma de nieve y el viento seco desciende, calentándose. En la región cuyana corre alcanzando a veces gran velocidad. Es caluroso y muy seco (2 ó 3% de humedad relativa). Habitualmente, cuando cesa el viento Zonda corre viento del sur fresco y más o menos húmedo, por efecto de la disminución de la presión que se produce mientras corre el Zonda.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Así se designa indistintamente a la presión que soporta el aire (peso de las capas superiores que actúan sobre las inferiores) o a la fuerza elástica del aire. Cuando estas dos fuerzas son iguales se produce el equilibrio. Cuando existe diferencia de presión entre dos puntos de la superficie terrestre el aire se traslada tratando de equilibrar las presiones y se originan los vientos. El aire se desplaza desde el lugar de alta presión hacia el de baja y la velocidad aumenta a medida que la diferencia de presión es mayor.

En menor medida, la diferencia de presión que existe entre las capas inferiores (mayor) y superiores (menor) se aprovecha para ventilar los locales cerrados con una adecuada ubicación de las aberturas. Así funcionan también las chimeneas: mayor presión en la entrada de aire (boca) y menor en la salida (conducto de humo).

La presión del aire a nivel del mar y en condiciones normales es equivalente a una columna de mercurio de 760 mm de altura. En este hecho se basa la construcción del barómetro, usado para medir la presión atmosférica. La presión atmosférica es de 10.000 kg. por metro cuadrado.

Con los registros del barómetro se confeccionan los mapas de **isobaras** (líneas que unen puntos de igual presión atmosférica).

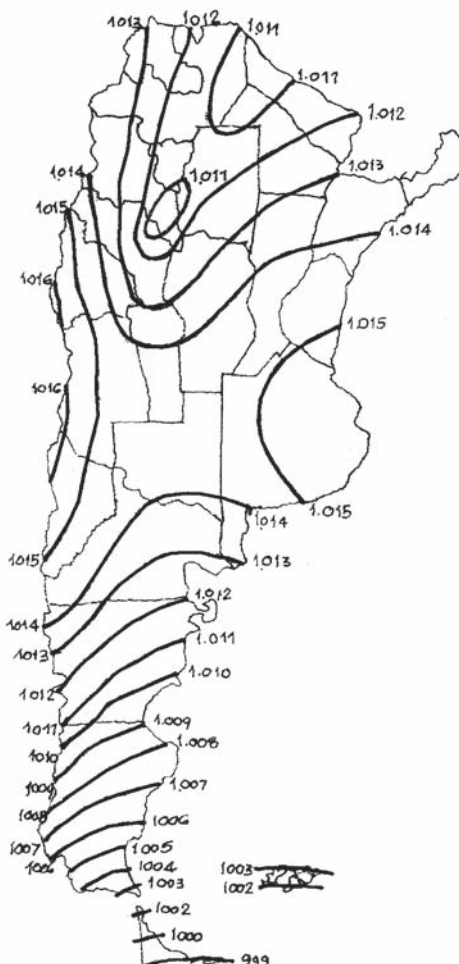
La presión varía durante el día. La variación es menor a medida que aumenta la latitud y alcanza de 0,5 a 2,5 mm. Varía a lo largo del año. Es mayor en invierno cuando el aire está frío y es más denso y menor en verano. Varía además con la altura (5 mm en Buenos Aires y 2 mm en Humahuaca: 3.000 m s/ el nivel del mar).

Al aumentar la altura disminuye la presión porque la capa de aire superior es menor y además es menos densa. A 100 m de altura sobre el nivel del mar es de 750 mm; a los 3.000 m 540 mm. A los 10.000 se reduce a un cuarto de la normal y prácticamente desaparece a los 55.000 metros sobre el nivel del mar.

LUZ Y CALOR SOLAR

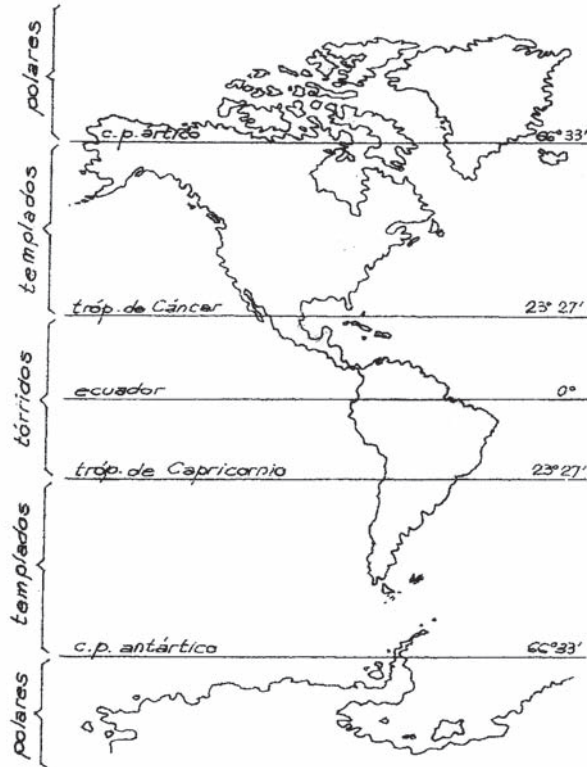
A todos los lugares de la tierra llega la misma cantidad de luz solar a lo largo del año. En el ecuador con mucha intensidad durante 12 horas, y en los polos, el invierno largo sin sol se compensa con los 6 meses con sol permanente del verano. La luz visible es una parte de la radiación

• Isobaras - media anual (en hectopascales)



solar. La radiación infrarroja es la que produce el calor y la ultravioleta el bronceado. Las nubes reflejan hasta el 60% de la luz que reciben. Por otro lado, el polvo de la atmósfera dispersa y absorbe otra parte de la radiación. Cuando, por efecto de un eclipse de sol, se interrumpe la radiación solar disminuyen drásticamente la luz solar y la temperatura. Las situaciones particulares en lo que a disponibilidad de luz solar se refiere nos determinarán el diseño de las aberturas de los edificios si pretendemos aprovecharla para proveer de una adecuada iluminación natural a los ambientes, disminuyendo el consumo de energía. Similares consideraciones son necesarias cuando se trata de espacios abiertos. Finalmente, la radiación solar además provee calor natural, disponible para ser aprovechado en el diseño de espacios cerrados y abiertos, tarea habitual de los arquitectos, ya sea en ambientes rurales y urbanos. Para ello, es necesario conocer la posición del rayo solar en el momento deseado para el punto (o superficie) en consideración, motivo del **asoleamiento**.

• Climas solares



Climas de la tierra

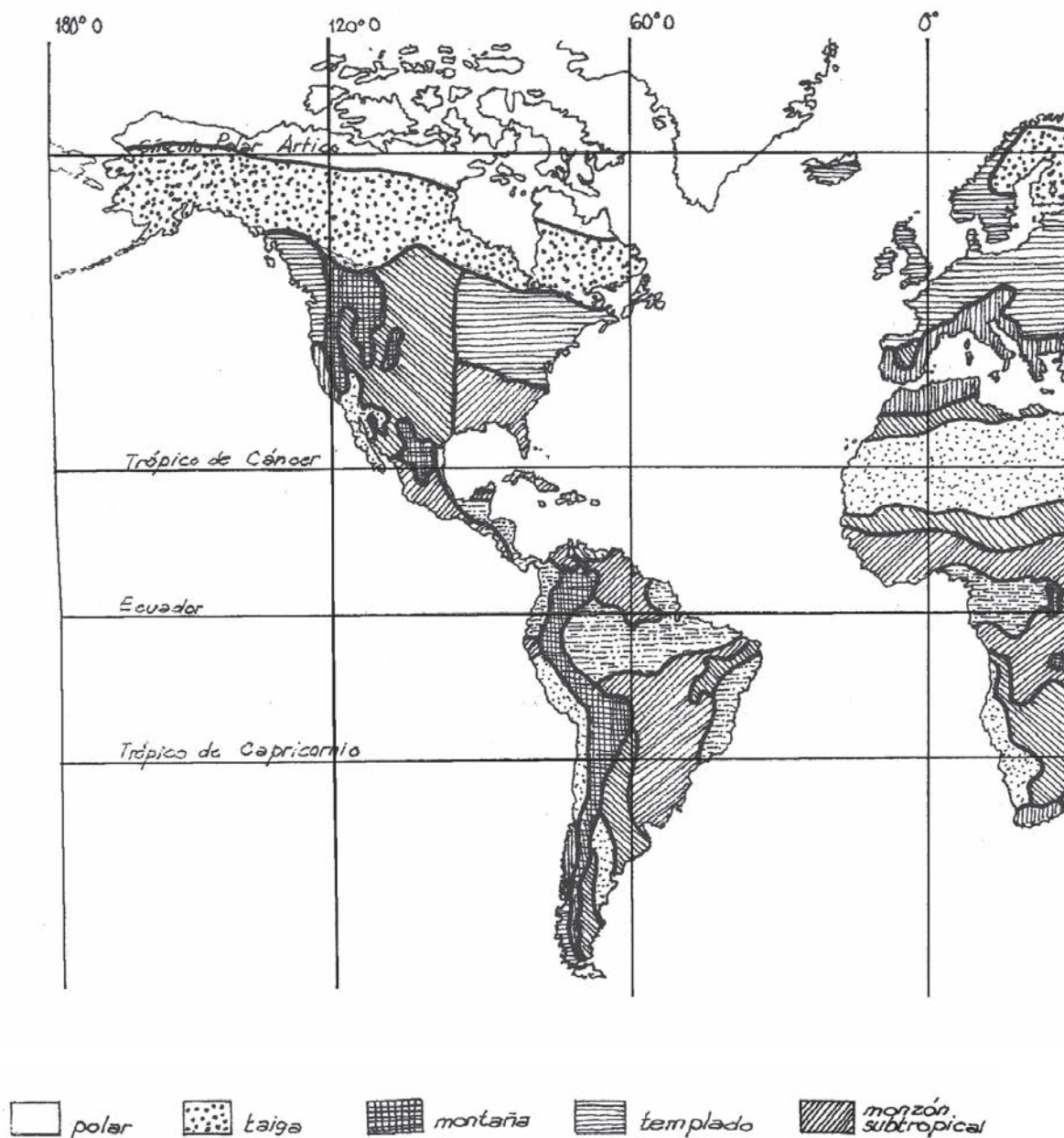
Los climas pueden clasificarse: a) atendiendo solamente a la latitud (climas solares) y b) teniendo en cuenta además los factores geográficos y los factores climáticos de las diversas regiones.

A. CLIMAS SOLARES

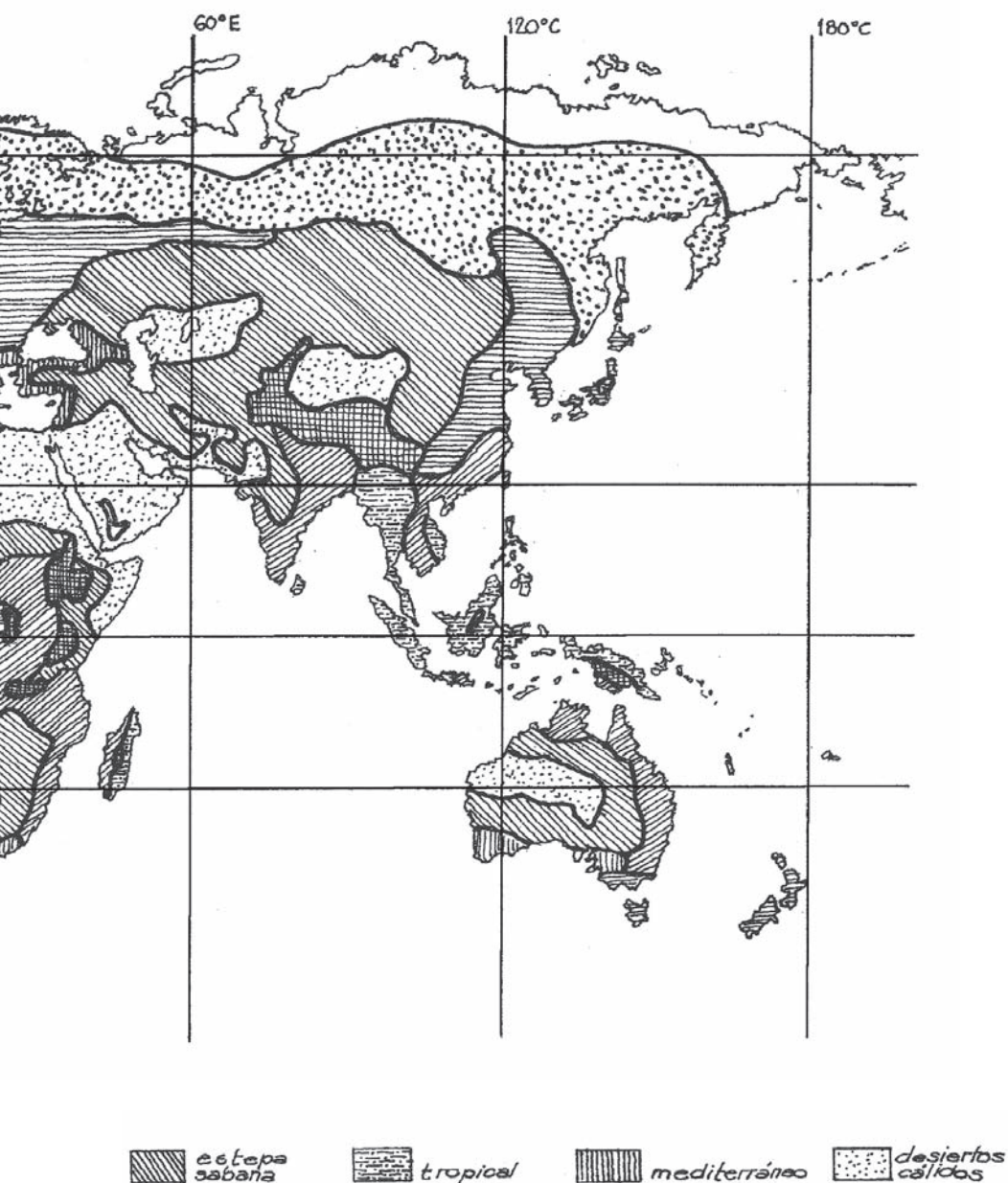
Si tenemos en cuenta sólo la latitud sin considerar otros factores (altitud, suelo, humedad, vientos, etc.) los climas solares de la tierra son:

1. **Climas tórridos:** Zonas comprendidas entre los trópicos. Allí los rayos solares caen perpendicularmente dos veces al año. La duración del día es bastante uniforme y cercana a las 12 horas. En el ecuador todos los días duran 12 horas.
2. **Climas templados:** Zonas comprendidas entre los trópicos y los respectivos círculos polares. Allí los rayos solares no caen nunca verticales. La duración del día es muy distinta en el invierno y el verano. Nunca dura 24 horas.
3. **Climas polares:** Zonas comprendidas entre los círculos polares y los polos respectivos.

► Climas de la tierra



El sol no cae nunca vertical y el sol no sale todos los días del año. Los días son mucho más largos en verano que en invierno. En verano siempre duran más de 24 horas y en el polo llegan a 6 meses.



Toda la superficie continental de la República Argentina se encuentra en la zona de clima templado, salvo una pequeña porción de Formosa, Salta y Jujuy. Debido a la altura esta pequeña zona resulta en definitiva templada y aún fría.

B. REGIONES CLIMÁTICAS DE LA TIERRA

POLARES

Presentan condiciones que dificultan cualquier forma de vida. El continente antártico tiene muy pocas especies animales y escasa población. En el ártico es posible encontrar población autóctona y foránea y gran cantidad de mamíferos, pájaros y peces. En Alaska los esquimales vivían en tiendas cupuliformes fabricadas con pieles y en otras construcciones parcialmente subterráneas cubiertas con hierbas para conservar el calor. Las nuevas generaciones de esquimales están protegidas con ropa y alojamientos importados en sustitución de los antiguos iglús, contruidos con bloques de hielo del lugar.

LA TAIGA

Comprende los bosques del norte de Europa, Asia y América del Norte. En esta zona se registra la temperatura más baja de la tierra, fuera de la Antártida, con una mínima de -65°C .

Tiene una amplia variedad faunística. Esta región que alcanza al 10% de la tierra continental del planeta aloja sólo al 1% de la población mundial. Las antiguas poblaciones nómades dedicadas a la caza y la pesca se han convertido hoy en trabajadores de las industrias maderera y minera. Se establecen además en granjas pioneras en lugares de características mas benignas. Se alojan en viviendas perfectamente acondicionadas, situación que en algunos casos alcanza a las propias ciudades.

MONTAÑA

En estas regiones la temperatura disminuye con la altura según una media de 6°C cada 1.000 metros. Varía también la presión y precipitación. Algo similar, pero con importantes diferencias, ocurre cuando nos desplazamos del ecuador a los polos. Por encima de los 3.000 m de altura se comienzan a experimentar los síntomas de la "puna" (mal de montaña), que suelen desaparecer una semana después de residir a esa altitud. A los 6.000 m de altura es prácticamente imposible respirar (la presión se reduce a la mitad de la del nivel del mar). Los vientos por lo general son más fuertes. Aumentan también la energía solar y los rayos ultravioletas que llegan a la tierra. Las nevadas son más densas y frecuentes. La inversión del viento, ascendente durante el día y descendente durante la noche, produce grandes variaciones en la temperatura. En estas zonas se da la vida de trashumancia conduciendo el ganado para aprovechar los pastos naturales. Algunas viviendas en consecuencia son de uso temporario, por lo menos para parte del grupo familiar. Los materiales típicos de construcción suelen ser la piedra y la madera. Las dificultades de desplazamiento y comunicación hace que los grupos conserven las costumbres y formas de vida tradicionales.

ZONAS TEMPLADAS

En estas zonas el clima varía con la humedad. En general son estables en los litorales marítimos, por la presencia de las corrientes de aire marino que actúa como regulador, pero cuando arrastran sistemas de altas y bajas presiones pueden provocar estados lluviosos. En las zonas mediterráneas, alejados de la costa, se producen lluvias tradicionales durante el verano. Estas

zonas cubren alrededor de 7% de la superficie de la tierra y están habitadas por el 40% de la población mundial.

Los antiguos bosques fueron talados para destinar las tierras a la agricultura, reemplazada luego por grandes complejos urbanos industrializados. En estas zonas se han desarrollado las principales ciudades del mundo: París, Londres, Berlín y Nueva York.

ZONAS MONZÓNICAS

El monzón indio es el fenómeno mas impresionante de los trópicos.

La vegetación varía de acuerdo a las precipitaciones (entre 60 y 200 mm al año). La fauna varía paralelamente a la presencia de vegetación. En estas zonas habitan los mayores animales que existen en el mundo y algunos de ellos han constituido la alimentación de pueblos primitivos.

La habitación humana espontánea está resuelta con materiales de la región y con tecnologías tradicionales. Con la incorporación de nuevas técnicas agrícolas y servicios sanitarios ha favorecido el índice de crecimiento de la población.

ESTEPA

Hay que diferenciar dos situaciones distintas: las de América del Norte, Europa y Asia, que están alejadas de la influencia de los océanos; con grandes variaciones diarias y anuales de la temperatura. Los veranos son cortos y cálidos, los inviernos largos y fríos. En el hemisferio austral, Sud América, África y Australia; la situación es distinta. Están más cerca del ecuador y reciben influencia de los océanos cercanos por lo que los climas son más cálidos y uniformes. El hombre ha modificado aquí su forma de vida, desde el cazador al ganadero y finalmente agricultor, usando desde la tecnología más precaria hasta la actual. Estas zonas se ubican en los márgenes de los desiertos calientes y se han constituido en los graneros mundiales, afectadas en los últimos tiempos por grandes períodos de sequía, que han causado la muerte de miles de personas, de ganado y animales salvajes.

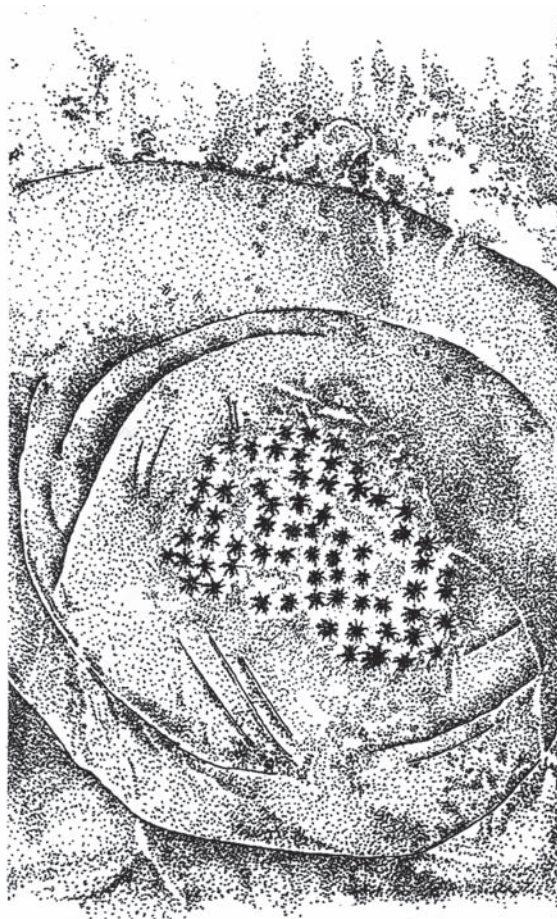
TRÓPICOS

Son las zonas de mayor insolación. La temperatura aumenta al avanzar el día. Se forman nubes que al caer la tarde se convierten en lluvias torrenciales que hacen disminuir la temperatura y producen noches agradables. En las zonas costeras disminuyen la humedad por efecto de las brisas del océano. El calor y la lluvia abundante dan lugar a las selvas (Amazonas y el Congo). La fauna salvaje encuentra aquí abundante alimento para su supervivencia. Proliferan también los insectos que afectan a la población humana. Éstos y los rigores climáticos hacen que estas zonas se mantengan escasamente pobladas, con individuos dedicados a la caza y recolección, por la dificultad para la cría de animales domésticos, fácilmente atacables por enfermedades endémicas. La excesiva deforestación para destinar las tierras a la agricultura representa un grave peligro que amenaza destruir el ecosistema, que produciría un "efecto de invernadero" que provocará cambios significativos en la temperatura y lluvias en otras regiones de la tierra.

MEDITERRÁNEO

Llamados así por su similitud con los del Mar Mediterráneo. Una buena parte del tiempo

► Oasis



es soleado y claro. Lluve relativamente poco y sobre todo en invierno. Las noches son muy frías como resultado de la irradiación terrestre. Estas zonas están afectadas por vientos locales característicos. El **siroco**, caliente y seco, que se origina en el Sahara afecta las cosechas de Esparta e Italia. En la zona de California se presenta una situación similar con el viento **Santa Ana** que llega a las mesetas desérticas del interior. En zonas con poca lluvia y terrenos pobres predominan pequeños arbustos. En las más lluviosas se cultivan frutales típicos (olivo, higuera y vid) y cítricos. Estas zonas con muchas áreas urbanas e industriales presentan en general aire cada más contaminado. El smog afecta a los árboles y deteriora monumentos y edificios históricos, sobre todo en Europa. El clima soleado y cálido, por otra parte, favorece la industria turística.

DESIERTOS

Son las zonas más calientes de la tierra. Presentan grandes variaciones diarias en la temperatura. Durante el día la insolación ininterrumpida eleva la temperatura y durante la noche la ausencia de humedad y nubes favorece la irradiación desde la tierra. El factor determinante de la vida en

el desierto es el agua. El déficit de agua y la presencia de vientos calientes y secos dificultan la presencia de animales y plantas. Hasta hace poco la escasa población de los desiertos se veía forzada a adoptar un estilo de vida nómada en busca de alimento y agua para ella y sus animales, pero los medios de transporte mecanizados han cambiado esta situación.

Desgraciadamente, debemos reconocer que el avance de las áreas desérticas es producido mas de la acción humana que de los cambios climáticos. La tala de arbustos y árboles para combustible y consumo del ganado son las principales causas.

MICROCLIMA

La capa de aire inmediatamente en contacto con la superficie terrestre presenta situaciones especiales en las condiciones atmosféricas. Cerca del suelo la temperatura puede variar durante el día 3 ó 4 veces más que a 2 metros de altura. Varía asimismo la humedad y por eso los edificios se deterioran más a ras del suelo. Los árboles son grandes moderadores del clima. Durante el día se calientan las copas de los árboles. Debajo de ellos y a nivel del suelo la variación puede ser de hasta 5°C o más. Durante la noche el bosque está más caliente que las áreas vecinas. La humedad es mayor por la reducción de la velocidad del aire, que cerca del suelo es casi nula. Retienen la lluvia y cuando se talan dan lugar a inundaciones repentinas, causando además la erosión del suelo y deterioro del paisaje. La sustitución de los paisajes naturales y agrícolas por las grandes concentraciones urbanas han producido grandes cambios en el clima y el tiempo por la elevada concentración de contaminantes; situación que además afecta la salud humana, de animales y plantas. La elevación de la proporción de dióxido de carbono en el aire potencia además el "efecto de invernadero": protege la insolación durante el día y retiene la radiación terrestre durante la noche. Para disipar el calor es necesaria la presencia de vientos que sobrepasen la velocidad de 24 km/hora. En áreas urbanas disminuye la visibilidad por la concentración de partículas en el aire que además favorecen la condensación de la humedad (nieblas).

El viento en general disminuye su velocidad en las ciudades en un 25% y más aún si es fuerte. La formación de turbulencias y remolinos empeora aún más la situación.

REGIONES CLIMÁTICAS DE ARGENTINA

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) ha establecido las regiones climáticas de la República Argentina adoptando como parámetro la T.E.C. ("temperatura efectiva corregida"), índice corregido a partir de la sensación de confort, definiendo a éste como "estado mental de satisfacción con el medio ambiente".

Experimentalmente se ha establecido la siguiente clasificación de regiones bioclimáticas:

Zona I: muy cálida

Zona II: cálida

Zona III: templado cálida

Zona IV: templado fría

Zona V: fría

Zona VI: muy fría

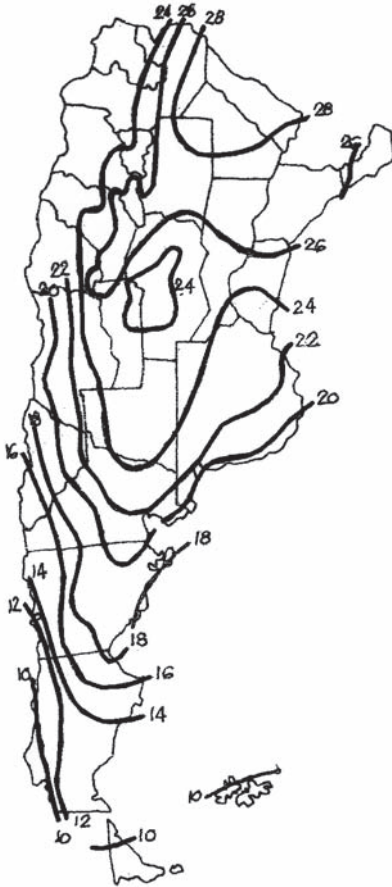
Estas regiones responden a las siguientes características:

► Clasificación ambiental (IRAM 11.603)

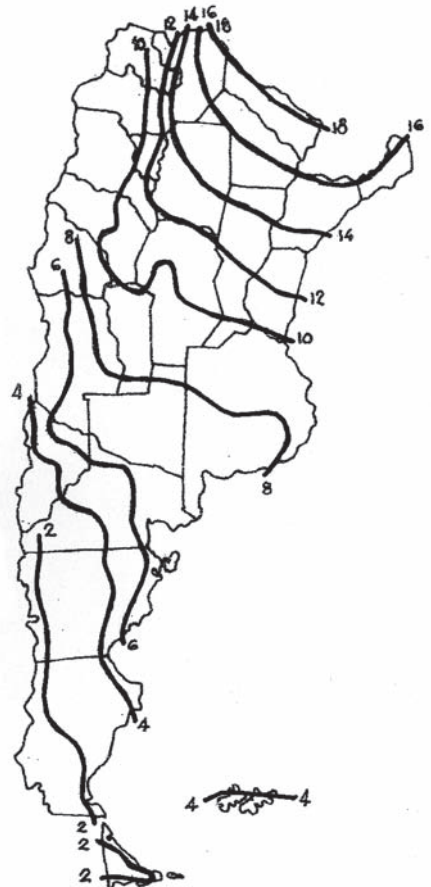


- **Zona muy cálida (I):** Temperatura media superior a los 26°C y máxima superior a los 34°C; amplitudes térmicas inferiores a los 15°C en verano y con un período invernal poco significativo.
- **Zona cálida (II):** La estación crítica es el verano con temperaturas máximas superiores a los 30°C y medias superiores a los 24°C y amplitudes térmicas mayores de 16°C.
- **Zona templado cálida (III):** Veranos con temperaturas entre 20 y 26°C, máximas medias superiores a 30°C. El invierno no es muy frío con temperaturas medias entre los 8 y 12°C y mínimos que llegan a 0°C. La subzona a) representa grandes valores de amplitud térmica.
- **Zona templado fría (IV):** Los veranos no son rigurosos, con temperaturas máximas promedio inferior a 30°C. Inviernos fríos con valores medios entre 4 y 8°C mínimos inferiores a 0°C. La subzona a) presenta grandes amplitudes térmicas.
- **Zona fría (V):** Los inviernos son rigurosos con temperaturas medias de 4°C y mínimas inferiores a 0°C. Los veranos son frescos, con temperaturas medias inferiores a los 16°C.

► Isotermas de enero (1901-1950)



► Isotermas de julio (1901-1950)



► **Zona muy fría (VI):** En verano las temperaturas medias son inferiores los 12°C y en invierno no superan los 4°C.

Esta clasificación, como dijimos, tiene en cuenta sólo la temperatura. Pero si tenemos en cuenta otros elementos del clima podemos establecer otra clasificación de los climas de Argentina. Por su situación geográfica la República Argentina en sus tierras continentales está ubicada en la franja de clima templado. Pero presenta gran diversidad de climas, provocado especialmente por la presencia de vientos provenientes de los anticiclones del Atlántico y del Pacífico.

Los primeros afectan las zonas noroeste y centro del país produciendo lluvias en verano. Los vientos del Pacífico producen lluvias menos intensas en la zona cordillerana. Entre ambas zonas se ubican las regiones árida y semiárida del país. La extensión norte-sur de la Argentina permite la presencia de climas cálidos, templados, fríos y nivos. Existe gran variación este-oeste provocada por la presencia de cordones montañosos que favorecen la circulación de los vientos polares que provocan grandes descensos de la temperatura y lluvias ocasionales. Una primer clasificación

comprende cuatro grandes zonas: **a.** de influencia atlántica; **b.** de influencia del Pacífico; **c.** árida intermedia y **d.** polar antártico.

A. DE INFLUENCIA DEL ATLÁNTICO

Presenta climas áridos en el norte y este del país, con precipitaciones que disminuyen de este a oeste. Son climas húmedos con temperatura media superior a los 20°C. En la zona de Misiones se presenta la zona más lluviosa del país, con precipitaciones de hasta 1500 mm de lluvia anual. En la zona mesopotámica norte la lluvia desciende hasta los 1.200 mm anuales, con gran presencia de bañados y lagunas que regulan la temperatura. La humedad del aire supera el 70%. Hacia el oeste disminuye la precipitación hasta los 700 mm en una franja que cubre parte de Santa Fe, Chaco y Formosa, donde es necesario recurrir al riego artificial. Una franja paralela, que cubre el norte de Córdoba, Santiago del Estero, parte de Salta, Chaco y Formosa presenta los climas más cálidos del país, con lluvias que superan los 400 mm anuales, con inviernos largos y fríos.

La precordillera determina dos vertientes perfectamente diferenciadas. Hacia el este las laderas presentan vegetación abundante por efecto de las lluvias que alcanzan en el verano los 1800 mm mientras que en la vertiente occidental la precipitación disminuye hacia el límite con Chile. Podemos encontrar desde la selva espesa hasta los escasos pastos de la árida puna. La zona anterior, con climas **subtropicales y tropicales** se extiende hasta alrededor de los 30° de latitud sur.

A partir de ella, hasta Bahía Blanca (en Buenos Aires), parte de La Pampa, Córdoba, San Luis, Santa Fe y Entre Ríos encontramos una zona de clima **templado**, con temperaturas de 20° a 14°C y lluvias variables de 1.200 mm en la costa atlántica hasta los 500 mm anuales en las sierras de Córdoba y San Luis. En la zona de llanura: parte de Buenos Aires y Santa Fe y toda la provincia de Entre Ríos el clima es **templado y húmedo**. Esta zona presenta gran estabilidad en el clima y favorece el cultivo de cereales y forrajes y la cría de ganado (precipitaciones de 1.200 mm a 900 mm anuales).

Hacia el oeste, tomando parte de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y La Pampa, la lluvia desciende (700 a 500 mm) y se pasa del clima húmedo del este al **semiárido** al oeste.

Finalmente, al encontrar las serranías de Córdoba y San Luis aumentan las lluvias y dan lugar a climas **serranos** más agradables.

B. DE INFLUENCIA DEL PACÍFICO

Los vientos que se originan al sudoeste se desecan al cruzar la cordillera de Los Andes, avanzan hacia el noreste, se calientan y disminuyen la humedad relativa del ambiente.

Producen climas **templados** con variada humedad, en franjas norte-sur, paralelas a la cordillera, con precipitaciones que van de los 2.000 mm hasta los 800 mm anuales, con mayor frecuencia de lluvias en invierno. La vegetación disminuye con la precipitación. Es la zona de los grandes lagos, que producen un efecto moderador del clima.

Paralelamente a estas franjas se presentan otras determinadas por la precipitación: de 800 a 600 mm, con grandes amplitudes térmicas y vegetación de especies rústicas. Una última franja, con precipitación de 600 a 400 mm anuales, presenta sequedad propia de mesetas.

El sur del país continental y la zona insular de Tierra del Fuego y Malvinas tienen climas **templado-fríos**, con temperatura media anual de entre 0° y 10°C, con escasas variantes térmicas. La temperatura en el verano es baja y se intensifica en los inviernos. La variación de la humedad da

lugar a tipos de climas diferenciados. Las zonas cordilleranas de Santa Cruz y Tierra del Fuego tienen precipitaciones superiores a los 700 mm anuales. Al lado este de la cordillera la lluvia desciende a los 400 mm anuales.

A ambos lados del estrecho de Magallanes las lluvias varían de los 400 a 200 mm y la zona sufre gran influencia atlántica. Al norte de esta zona con lluvias en descenso, se extiende una amplia zona de mesetas áridas. Finalmente, a las Islas Malvinas llegan los vientos del Pacífico que se cargan de humedad al atravesar el Atlántico. Otros vientos, provenientes de la Antártida, hacen descender la temperatura, que supera los 10°C sólo 100 días al año. La media anual es de 6°C y humedad ambiente siempre superior al 80%.

C. ÁRIDA INTERMEDIA

Abarca desde Catamarca al norte hasta prácticamente buena parte de Chubut incluyendo La Rioja, San Juan, Mendoza, Neuquén, Río Negro y parte de La Pampa, Chubut y algo de Buenos Aires. Recibe algo de la humedad que acarrear los vientos del noreste y que alcanzan la Puna totalmente secos. Los que llegan del Pacífico son secos. Es zona con aire muy seco, escasas lluvias y alta heliofanía. El agua es escasa y en consecuencia también la vegetación natural. En general es zona de riego artificial y los asentamientos humanos dependen de su presencia. En esta zona los tipos de climas están referidos fundamentalmente a la temperatura. La población se radica en los conos de deyección de los ríos, al este de los cordones, donde se producen algunas lluvias. Las lluvias son más o menos abundantes en las cumbres (500 mm) pero al llegar a los valles disminuyen a menos de 200 mm. Este agua es aprovechada para cultivos estacionales. En esta zona hay gran evaporación agravada por vientos desecantes como el Zonda, que corre sobre todo en la región cuyana.

En la franja cordillerana, en las altas cumbres, se producen nevadas de hasta 2.000 mm anuales en invierno que alimentan los ríos en verano. A medida que nos alejamos de la cordillera andina los vientos cálidos del oeste producen climas continentales, con veranos muy cálidos. La escasa humedad que llega proviene del Atlántico. En esta zona la heliofanía es alta, la humedad escasa y la temperatura alta en verano. En verano los vientos fríos del sur provocan heladas, sobre todo en los oasis de riego.

La meseta patagónica, por su gran elevación, no permite que las brisas marinas influyan en su clima. Las precipitaciones no alcanzan a los 300 mm y en consecuencia se configura un clima árido. Los asentamientos humanos son escasos y sólo se producen en oasis donde es posible el riego artificial.

D. POLAR ANTÁRTICO

Esta zona abarca la zona Antártica Argentina y las islas aledañas.

En las islas del Arco Argentino el clima es muy riguroso, con alta nubosidad y escasa heliofanía y fríos intensos. La lluvia alcanza los 400 mm anuales. En la península antártica aumenta la precipitación (de 1.000 a 1.200 mm). La temperatura oscila entre -5°C y -25°C. A medida que nos acercamos al polo las precipitaciones disminuyen hasta menos de 150 mm al año. El día polar dura de noviembre a enero, pero como los rayos son muy oblicuos proveen poca luz y calor. Por efecto de los vientos fríos y secos la temperatura es sumamente baja. En la Base Gral. Belgrano llegó a -59°C de mínima absoluta, con media -38°C en julio y -2°C en enero (1963-72).

Clima y arquitectura

Los elementos del clima y del microclima, natural o artificial; condicionan la respuesta arquitectónica. En la medida que optemos por proponer soluciones que aprovechan al máximo las posibilidades que nos brindan materiales y tecnologías, disminuyendo costos de construcción, consumo de energía, tareas de mantenimiento y conservación, etc; apuntamos a la economía de los edificios, siempre que consigamos reducir o aún evitar las instalaciones de acondicionamiento artificial. Similar situación se plantea cuando actuamos con conjuntos de edificios constituyendo asentamientos humanos de diversa magnitud. Finalmente el clima tiene influencia sobre la vegetación, y ella misma constituye un condicionante importante y principal factor para la obtención de un microclima artificial, adecuado para la radicación de población humana.

Al analizar la influencia de los elementos climáticos debemos tener en cuenta fundamentalmente la actividad que se desarrolla en los espacios a diseñar. Existen procesos productivos que sólo son posibles cuando los ambientes reúnen determinadas condiciones. Depósitos de elementos (mercaderías, equipos, alimentos, etc.) que requieren niveles de temperatura, humedad, renovación de aire, luz, etc.; para asegurar su funcionamiento o conservación. Para decidir el diseño entran también en consideración, entre otros, la urgencia de contar con los espacios, el tiempo que estarán en uso, las disponibilidades económicas, las tecnologías conocidas y dentro de ellas las más adecuadas, los materiales disponibles, etc.

Los elementos del clima actúan simultáneamente y se influyen entre sí, llegando inclusive a modificarse por la acción mutua.

Para un estudio ordenado las analizaremos como sigue: **a.** temperatura; **b.** humedad en sus diversas manifestaciones; **c.** presión atmosférica; **d.** viento; **e.** luz solar y **f.** radiación solar.

A. TEMPERATURA

La temperatura actúa de distinto modo de acuerdo a la presencia o ausencia de humedad en el ambiente. Por acción del viento, en climas húmedos, la temperatura desciende. El riego artificial y la forestación son factores que favorecen la moderación de los climas áridos y secos.

Las paredes de gran espesor son buenas aislantes del calor, sobre todo si son ejecutadas con materiales livianos (porosos). Las aberturas, sobre todo las vidriadas, son buenas transmisoras del calor. El doble vidrio disminuye el efecto.

En los locales de gran altura el aire caliente asciende a las capas superiores por convección. En consecuencia puede aprovecharse el efecto en verano para mantener el aire fresco a la altura donde actúan las personas pero estos espacios son muy difíciles de calentar en invierno. En edificios de más de una planta el aire caliente asciende por las circulaciones verticales, favorecido por la diferencia de presión, debido a la diferencia de altura.

En zonas de climas rigurosos es necesario crear una área de transición entre el interior y exterior, mediante el agregado de espacios intermedios (recibo, hall, antecámara) con doble puerta; una que conecta con el exterior y otra que comunica con el interior.

En climas cálidos es necesario crear **sombras** por medio de galerías, pérgolas, toldos, etc., incorporados al edificio como elementos permanentes o transitorios, según el caso.

En climas fríos es conveniente utilizar materiales de colores oscuros mientras que en los

tropicales son adecuados los claros. Esto vale tanto para las paredes como para los techos. Paredes de piedra oscura y techos de pizarra negra son propios de las altas latitudes. Las casas blancas, blanqueadas, en el trópico y el ecuador.

Las aberturas de grandes dimensiones y con adecuada orientación permiten el paso de los rayos solares que elevan la temperatura interior, produciendo el efecto de **Invernadero**. Es una solución propia de climas fríos. Hay que adoptar precauciones para evitar el enfriamiento en horas de la noche. Los climas son en general más rigurosos en áreas rurales, donde la principal preocupación es producir calor. De hecho, esta situación condiciona el diseño: galerías al norte para recibir el sol en invierno, pequeñas aberturas para disminuir la transmisión del calor, entradas orientadas de manera de evitar la entrada del aire frío.

Aún en zonas cálidas la temperatura ambiente es menor en el campo que en las áreas urbanas. En verano la población abandona las ciudades y se traslada al campo donde la temperatura es más benigna. Las superficies construidas de la ciudad; edificios y pavimentos, se calientan fácilmente y actúan irradiando el calor recibido durante el día hasta avanzada la noche. En el campo, el agua de la tierra se evapora, favoreciendo la disminución de la temperatura del ambiente.

Los climas rigurosos exigen siempre mayor esmero en el análisis de todos los aspectos referidos a la temperatura.

Interesa para prever las instalaciones térmicas de los edificios, ya se trate de temperaturas altas o bajas. Hay que tener en cuenta la temperatura media, pero este dato no es suficiente. Es necesario conocer además las temperaturas extremas ya que para estas ocasiones especiales deberán diseñarse las instalaciones. Es importante conocer las variaciones de temperatura estacionales y diarias de manera de prever sistemas de calefacción o refrigeración que permitan conseguir efectos más lentos y permanentes o más rápidos y eventuales, según el caso.

B. HUMEDAD

En sus diversas manifestaciones, la humedad influye de distinto modo en el diseño arquitectónico. La **humedad del ambiente** cuando es elevada y permanente afecta a los materiales de construcción, sobre todo cuando éstos se mantienen a la sombra en forma permanente. Es la responsable del crecimiento de hongos y favorece la adherencia del polvo y otras impurezas del aire en los muros de las fachadas. En el interior de los locales la humedad ambiente se condensa en las superficies frías de paredes o techos. Para evitar este fenómeno en las superficies vidriadas de las aberturas éstas deben resolverse con doble vidrio, creando una capa de aire estanco, que actúa de cámara aislante entre el aire interior y exterior. En las paredes es necesario disponer de aislamientos hidrófugas especiales.

La humedad ambiente desciende sensiblemente ante la presencia de viento seco como el Zonda, pudiendo alcanzar el 0% en este caso. La ausencia de humedad ambiente provoca la deshidratación de los materiales de construcción, tales como la madera, derivados asfálticos, películas plásticas, pinturas, etc.; y la necesidad de un continuo mantenimiento.

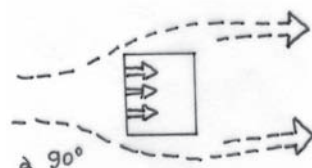
La humedad ambiente favorece el desarrollo de la vegetación, con su benéfica influencia de orden estético y ambiental.

En general la presencia de humedad en el ambiente es habitual en el campo, por efecto de la evaporación del agua del suelo y casi inexistente en los suelos y superficies construidas de las ciudades.

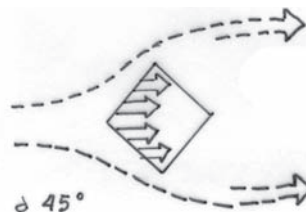
• Ventilación natural



el efecto de tiraje del aire
mejora la ventilación en regiones húmedas



incidencia del viento



el efecto de succión
mejora el flujo del aire en el interior

En las mañanas frías, sobre todo a la salida del sol cuando se produce la evaporación del agua del suelo, el vapor de agua se condensa al alcanzar la saturación y forma la neblina. A medida que aumenta la temperatura desciende la humedad relativa y la neblina desaparece. Puede ser porque las gotitas se evaporan de nuevo o porque el aire se calienta y asciende arrastrando las gotitas y entonces es cuando aparecen las **nubes**. Pueden formarse además por condensación del vapor por la acción de aire frío. Por la presencia del vapor de agua las radiaciones térmicas son absorbidas en forma variable y se produce un descenso de la temperatura, durante el día. Durante la noche se produce el efecto inverso: las nubes impiden que la radiación terrestre ascienda y regulan la temperatura del aire, asegurando noches más apacibles en el invierno. Nubes de gran espesor o neblinas muy densas disminuyen la cantidad de luz natural que proporciona el sol. El caso de la neblina es especialmente importante en las rutas y las ciudades por los inconvenientes que acarrea para el tránsito de vehículos.

Quizás es la **lluvia** la manifestación de la humedad que más nos interesa desde el punto de vista del diseño arquitectónico.

El régimen de lluvias determina la pendiente de los techos y los desagües pluviales de los edificios y de las propias ciudades. Indirectamente es responsable de la presencia de humedad en el ambiente y de la posibilidad de presencia de especies vegetales naturales o implantadas.

De la lluvia necesitamos conocer especialmente las características de la precipitaciones máximas: tiempo de duración y cantidad de lluvia caída, valores que nos determinan las dimensiones y pendiente de los desagües, que deben ser diseñados para responder a estas situaciones límites.

La pendiente de los techos para asegurar la evacuación del agua de lluvia aumenta en la medida que las caídas sean más frecuentes. En zonas de lluvias escasas, de clima seco, el viento acarrea tierra que se deposita sobre las fachadas y que la lluvia arrastra ensuciando las superficies. Las lluvias torrenciales, propias del verano en zonas de escasas precipitaciones, son las que

originan mayores dificultades ya que suelen encontrar los desagües obstruidos con hojas de árboles y tierra que acarrear los vientos. Esta circunstancia debe ser tenida en cuenta al dimensionar los conductos de evacuación de la lluvia. Es aconsejable disponer además su limpieza periódica para asegurar un eficiente comportamiento en la emergencia.

El conocimiento de la pendiente del terreno y la consiguiente evacuación natural del agua caída determinan la ubicación más adecuada para los elementos construidos y sus espacios complementarios. El agua de lluvia que cae en las ciudades puede evacuarse por medio de conductos especialmente diseñados al efecto, por las acequias de riego del arbolado o por el propio pavimento de las calles; o bien por al combinación de dos o más de ellos. Las lluvias frecuentes y abundantes afectan los materiales de fachada de los edificios y cuando son persistentes y la calidad del suelo lo posibilita puede incidir perjudicialmente en las fundaciones de los elementos construidos si no se adoptan precauciones.

El **granizo** suele estar acompañado habitualmente de lluvia. Como habíamos visto se produce en verano. Desde nuestro punto de vista nos interesa conocer el tamaño de las piedras que son las que pueden afectar la cubierta de los techos y las partes vidriadas expuestas, sobre todo cuando el granizo está acompañado de viento.

Finalmente el granizo se derrite y se confunde con la lluvia y recibe el tratamiento que explicamos anteriormente.

El peso de la **nieve** que se acumula en los techos puede afectar la estructura resistente de los mismos si no se los dota de una adecuada pendiente, que asegure una rápida evacuación. En el diseño deben evitarse los elementos que impidan el deslizamiento de la nieve y que posibiliten su acumulación. Tratamiento especial necesitan los patios y sobre las entradas de los edificios de manera de facilitar el acceso y la salida de los usuarios. La nieve, mientras mantiene su estado sólido se comporta como aislante térmico. Refleja hasta 80% de la radiación solar que incide sobre su superficie.

La humedad del ambiente se deposita sobre las superficies frías, durante la noche, formando el **rocío** y la **escarcha**, que afectan los materiales de construcción por la humedad que aportan. En superficies que no reciben sol pueden permanecer durante largo tiempo accionando igual que la humedad ambiente o la lluvia. Su presencia en los pisos es especialmente peligrosa, al constituir una superficie resbaladiza que afecta la estabilidad de personas y vehículos que se desplazan sobre ella, especialmente cuando es extremadamente lisa, como en el caso de los mosaicos o piedras pulidas. Para evitar los efectos perjudiciales de la humedad en general es conveniente disponer de materiales lisos y compactos, salvo en el caso de los pisos.

C. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Aparte de ser el factor que da origen a los vientos, la presión atmosférica influye en los edificios al facilitar el ascenso del aire en los conductos de ventilación y chimeneas, favoreciendo su funcionamiento. Como disminuye sensiblemente con la altura afecta al sistema respiratorio (puna), dificultando el desplazamiento; sobre todo vertical. En el diseño de rampas y escaleras; cuando la presión atmosférica sea baja ya sea por la altura o por la presencia de vientos cálidos como el Zonda; deberá tenerse especialmente en cuenta esta circunstancia. Especial tratamiento deben tener los edificios destinados a la salud. Los cerramientos deben asegurar una presión atmosférica

interior constante, independiente de la fluctuación de la exterior y se debe disponer de espacios de transición que permitan el acostumbramiento del cuerpo humano a la nueva situación.

D. VIENTO

El conocimiento preciso de las características de los vientos que soplan en el lugar en consideración permite aprovechar los efectos benéficos y evitar los perjudiciales.

Aparte de la humedad, los vientos transportan todas la impurezas que contiene el aire. Combinados con la evaporación del agua puede modificar la temperatura ambiente. Un riego oportuno puede hacer descender la temperatura con ayuda del viento. En verano cuando el viento atraviesa un espacio sombreado, sobre todo por árboles, disminuye su temperatura. Además, las pantallas de árboles son un excelente filtro para retener las impurezas que acarrea el viento. Las brisas, con una adecuada ubicación de las aberturas, aseguran una excelente ventilación natural. En las orientaciones de vientos no deseados se deben reducir al máximo las puertas y ventanas. Cuando son imprescindibles se las debe dotar de elementos de protección contruidos o colocados al reparo de pantallas de árboles.

Se debe cuidar la ubicación relativa de los edificios para favorecer el desplazamiento de las corrientes de aire benéficas, sin producir remolinos o concentración de flujo de aire.

Las áreas industriales, con establecimientos que produzcan humo y otras emanaciones molestas, deben ubicarse de manera que sus efectos no alcancen las áreas residenciales o dedicadas a actividades productivas.

E. LUZ SOLAR

Varía simultáneamente con la insolación. Pero en la luz.

La cantidad de luz disponible disminuye a medida que aumenta la latitud y es afectada además por la presencia de nubes o neblina, como consecuencia de la acción combinada de la humedad y temperatura del aire.

En los edificios la cantidad de luz necesaria depende de la actividad a desarrollar en los respectivos locales y puede modificarse variando las dimensiones de las aberturas. Hay que tener en cuenta además la orientación y los colores que se usan tanto en el exterior como en el interior de los locales.

La calidad de las superficies de los elementos que rodean al edificio pueden reflejar la luz recibida o absorverla, según sean lisas y claras o rugosas y oscuras, respectivamente.

Un adecuado aventamiento puede aprovechar la luz solar para dotar a los locales de iluminación natural que favorece el menor consumo de energía y en consecuencia los costos de uso del edificio, como veremos más adelante. La luz natural es la de mejor calidad.

F. RADIACIÓN SOLAR

La energía que irradia el sol es la fuente de energía que posibilita la ocurrencia de todos los fenómenos climáticos y la vida sobre la Tierra. Pero ahora analizaremos solamente la insolación, tanto de los espacios abiertos como las superficies interiores y exteriores de los edificios. Cuando analicemos el tema **Asoleamiento**, además consideraremos las sombras arrojadas por elementos naturales y contruidos. A partir de las horas posibles de sol y el ángulo de incidencia de los rayos sobre

las diferentes orientaciones de los planos de fachada de los edificios, podemos establecer la ubicación de los edificios de manera de obtener la insolación deseada. Mediante determinaciones matemáticas o por observación directa, haciendo intervenir las horas de sol y la temperatura que alcanzan las superficies podemos determinar la orientación del eje heliotérmico de un lugar determinado.

Haciendo coincidir el eje del edificio con el **eje heliotérmico**, suponiendo que la planta es un rectángulo; tendremos una fachada con insolación máxima, otra con insolación mínima y las dos paralelas al eje con la misma insolación. A partir de aquí ubicaremos los locales de acuerdo a las necesidades de uso, desde el punto de vista de la insolación. Lo que decimos para los edificios vale también para las ciudades. El eje heliotérmico se desvía siempre hacia el oeste de la dirección N-S, por efecto de la inercia térmica de la atmósfera terrestre, que hace que la temperatura máxima del día se alcance después del medio día. En el diseño debemos tomar en consideración **todos** los elementos del clima actuando **simultáneamente**, con sus influencias mutuas, como se producen en la realidad.

Espontáneamente el hombre adapta (y adopta) sus modos de vida a las características ambientales de su lugar de residencia habitual.

Las diversas actividades se llevan a cabo en los momentos mas propicios del día, instalándose en espacios abiertos o cerrados según el caso. El manejo adecuado de las aberturas de los edificios permite aprovechar las corrientes de aire benéficas o impide las perjudiciales.

Zona de confort

"Serie de condiciones ambientales en que se produce el bienestar humano".

Es una estimación subjetiva que difiere para cada persona. Depende de la ropa empleada; situación geográfica; temperatura del aire y las superficies; humedad relativa del aire y su movimiento; edad; sexo; etc.

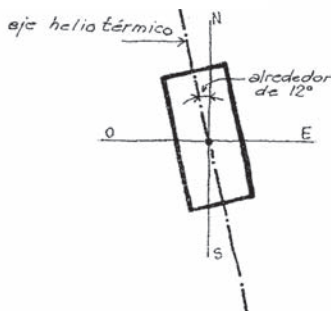
Ventilación

El mecanismo de la ventilación está en relación al estado del aire (temperatura, humedad, movimiento) y responde a las siguientes leyes:

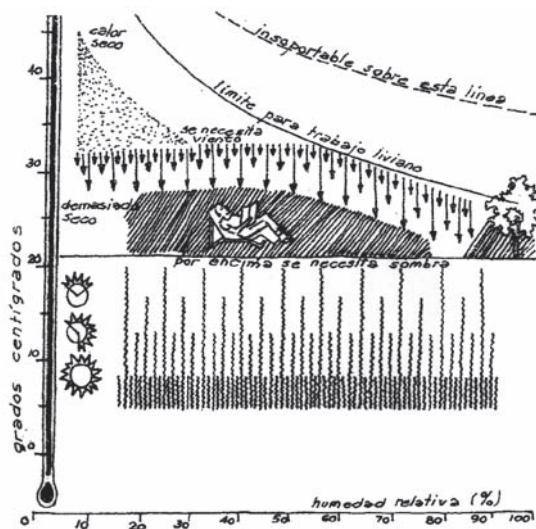
- a. El aire caliente tiende a subir y el frío a bajar.
- b. Dos masas de aire a la misma temperatura y humedad se mezclan lentamente.
- c. El viento puede acelerar o retardar estos movimientos.
- d. La ventilación también se produce por diferencia de presión entre exterior e interior. A través de fisuras de puertas y ventanas y poros de las paredes se produce una ventilación permanente que se puede agregar a la regulable que producimos a través de las aberturas. La cantidad de aire que entra o sale está en relación al **índice de filtración** del material.

La renovación se estima en 1% a 5% del volumen del local por cada °C de diferencia de temperatura entre interior y exterior.

▸ Eje heliotérmico



▸ Ábaco bioclimático de V. Olgyay



La necesidad de renovación del aire en locales está en relación con el número de ocupantes y la temperatura del aire.

A. VENTILACIÓN NATURAL

A través de las aberturas podemos regular la ventilación voluntariamente. La cantidad de aire que entra por una abertura, por acción del viento es:

$$q \text{ (m}^3\text{/seg)} = V \cdot a \cdot S; \text{ en donde}$$

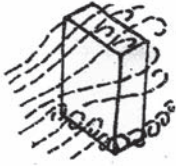
V = velocidad del viento (m/seg)

S = superficie de la abertura (m²)

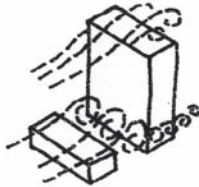
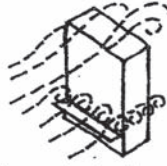
a = coeficiente de acción ($a=0,50$ para superficies perpendiculares a la dirección del viento; cuando forma un ángulo ϕ con la superficie $a= \sin \phi/2$)

Por cada pasaje de una puerta entra alrededor de 1,5 m³ de aire.

Pueden aprovecharse las chimeneas de evacuación de humos para crear alrededor un conducto de ventilación: el aire que se calienta asciende rápidamente. En un conducto común aumenta



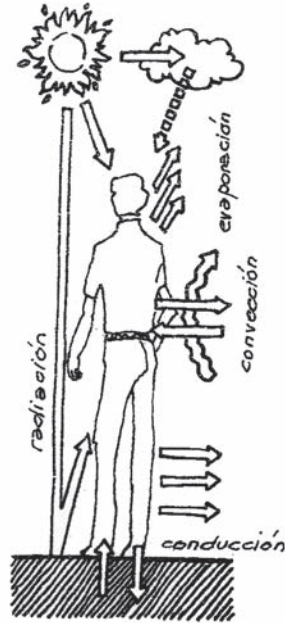
delante del edificio, sobre el terreno, se forman remolinos la marquesina mejora la situación



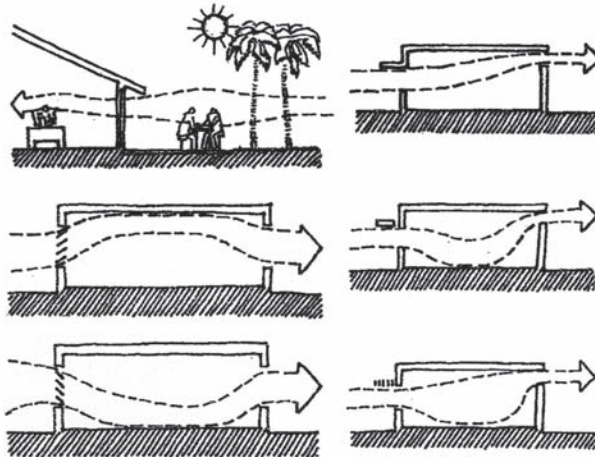
un edificio de baja altura, a delante, empeora la situación



entre dos edificios, a nivel del terreno, la velocidad del viento disminuye



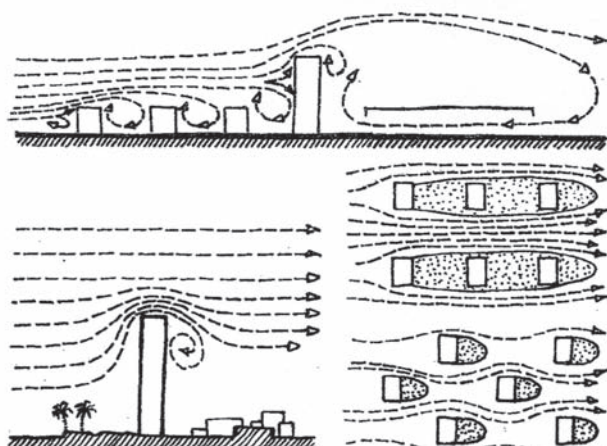
intercambio térmico entre el cuerpo humano y el ambiente



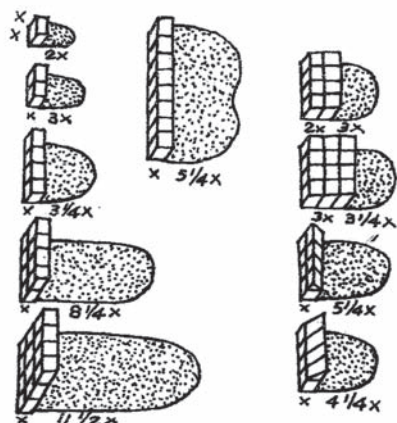
en los trópicos húmedos el aire debe fluir a la altura adecuada. el efecto se puede conseguir con calosías o marquesinas.

el volumen de aire a evacuar a medida que aumenta la altura del conducto y la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

Puede favorecerse la ventilación con el agregado de sombreretes en el extremo del conducto de ventilación. Con un adecuado diseño pueden ser usados para producir una acción aspirante o compresora, girando por acción del viento.

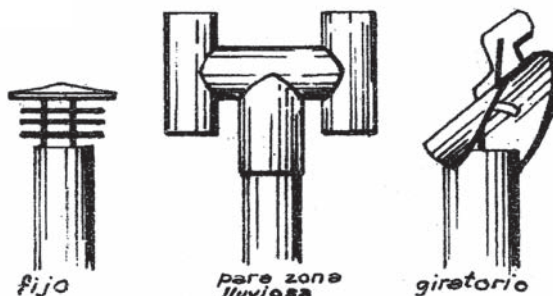


la ubicación de los edificios en el terreno puede beneficiar creando zonas de remanso y también corrientes de aire de sentido contrario.



la zona de remanso aumenta con la altura y la inclinación de la cubierta. el edificio influye poco

► Sombreretes



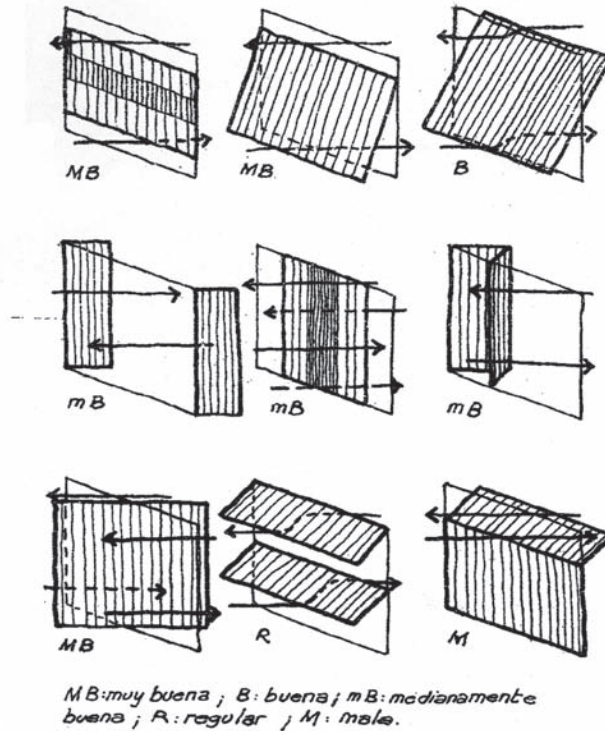
B. VENTILACIÓN ARTIFICIAL

Muchas veces se hace necesario complementar la ventilación natural con la acción de elementos mecánicos como ventiladores y extractores de aire. Puede realizarse:

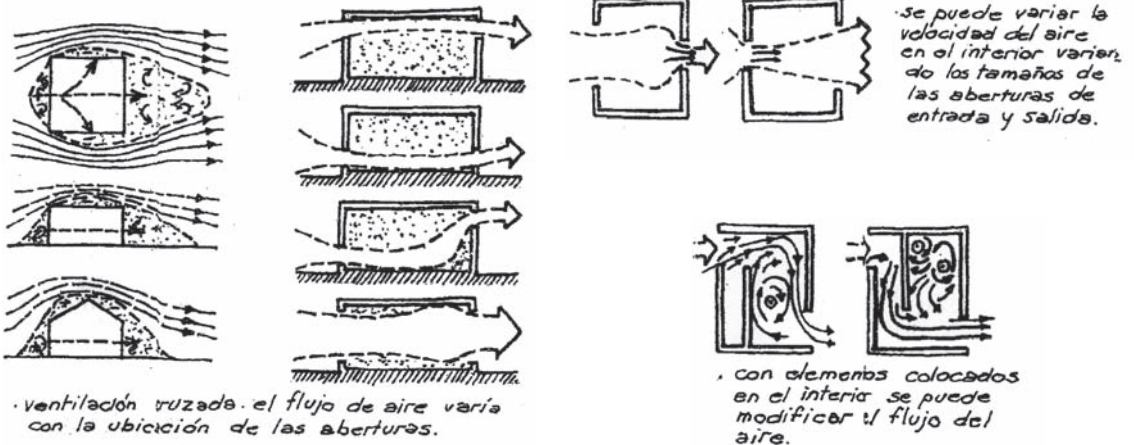
- Por presión, cuando se hace entrar aire puro en locales con gran aglomeración de personas.
- Por depresión, cuando se trata de evacuar lo más rápido posible polvo, gases, vapores, etc.
- Mixto, combinación de los dos anteriores.

Se puede crear una corriente de aire ascendente en los conductos por la incorporación de una fuente de calor, tales como serpentinas, mecheros o estufas. Finalmente, se puede recurrir a los ventiladores mecánicos que funcionan independientemente de la presencia de viento y de diferencia de temperatura, y que además poseen mecanismos que aseguran una adecuada regulación de la velocidad de acuerdo a la necesidad de cada caso, haciendo uso en general de la energía eléctrica.

► Calidad de la ventilación por ventanas



► Ventilación



En toda instalación de ventilación se debe tener en cuenta que:

- El aire requerido debe ser lo más puro posible, libre de humo, polvo y toda clase de materia en suspensión.
- Algunas veces conviene caldearlo (entre los 15° y 20a C) asegurando además un adecuado porcentaje de humedad (entre 30 y 50 %).

- c. Conviene que las aberturas de entrada de aire se encuentren en paredes opuestas a las de salida.
- d. Conviene separar las aberturas de entrada de aire puro de las de evacuación de aire viciado (no hacerlo por una abertura única).
- e. Las entradas de aire tanto caliente como frío conviene ubicarlas por encima de la altura de la cabeza (de 1,80 a 2,00 m) al mismo tiempo que la expulsión de aire viciado debe hacerse a proximidad del suelo.
- f. Todos los respiraderos exteriores deben protegerse con mallas metálicas y dotarse de registros para regular la velocidad de paso o permitir su cierre completo.
- g. Las aberturas de acceso y evacuación dependen de la velocidad asignada al aire en las canalizaciones, (velocidad de admisión: 0,5 a 1,0 m/seg.; velocidad de evacuación 1,8 a 2,0 m/seg; como valores promedio)
- h. Conviene que las bocas de acceso al exterior sean algo más pequeñas que las de desembocadura en el local (2/3 a 1/2) para evitar corrientes molestas.

Iluminación natural

Conociendo las horas de luz diurna para los distintos días del año y experimentalmente el nivel de iluminación exterior podemos establecer las dimensiones, forma, posición y transparencia de las aberturas al exterior, de manera de aprovechar al máximo la luz natural. El otro dato necesario es conocer la iluminación interior necesaria mínima. Conociendo las horas del día en que la luz exterior desciende el nivel deseado se puede determinar en que momento se debe recurrir a la iluminación artificial.

Los reglamentos de construcción suelen establecer la superficie necesaria mínima de ventana para los locales.

Los valores oscilan entre 1/6 a 1/12 de la superficie de piso del local, según la heliofania del lugar.

La iluminación media horizontal se mide sobre un plano horizontal colocado a un metro del piso.

El factor día F_d es la relación entre la iluminación de un plano colocado en el interior de un local y otro colocado a la misma altura en el exterior.

En el interior se tienen en cuenta las reflexiones de paredes y cielo raso.

$$\text{Factor día: } F_d = \frac{I \text{ (iluminación interior)}}{E \text{ (iluminación exterior)}}$$

Si para obtener una iluminación interior de 500 lux son necesarios 5.000 lux exteriores, decimos que el factor día $F_d + 10\%$ (Este factor es propio de cada local).

$$\text{Factor ventana } F_v = \frac{\text{superficie vidriada}}{\text{superficie de piso}}$$

La iluminación más uniforme se consigue ubicando las aberturas al sur, desde donde se recibe luz indirecta del sol: la que refleja la bóveda celeste. Es importante la ubicación de las ventanas. Las ventanas altas que llegan hasta el cielorraso aseguran el mayor nivel de iluminación pero tienen el inconveniente de no permitir las vistas al exterior. Se pueden aprovechar para doble función: iluminación y ventilación. Las aberturas bajas no colaboran adecuadamente, son difíciles de limpiar, se rompen fácilmente y no permiten colocar muebles cerca de las paredes. La iluminación cenital es uniforme y deja libre las paredes, pero el control lumínico es más difícil que en los casos anteriores.

Los manuales establecen las intensidades de iluminación adecuadas para las diversas actividades o destino de los locales.

Para calcular la superficie necesaria de ventana se emplea la fórmula:

$$S_v = \frac{I \cdot S_p}{E \cdot F_v \cdot n}$$

I= nivel de iluminación interior necesario

S_p= superficie de piso local

E= intensidad de iluminación exterior

F_v= factor ventana (depende de las condiciones de ubicación y tipo de ventana y tiene un valor aproximado de 30%)

n= coeficiente de rendimiento (estimado en 40%) Ejemplo: sala de dibujo: I= 150 lux; E= 3.000 lux

$$S_v = \frac{150 \times S_p}{3.000 \times 0,3 \times 0,4} = 0,42 S_p \text{ (42\%)}$$

DISTRIBUCIÓN DE LA ILUMINACIÓN

Al diseñar las aberturas, o en su caso las luminarias de iluminación artificial; se debe tener en cuenta que:

- ▶ La mirada sucesiva a superficies con altos y bajos niveles de iluminación producen cansancio y sensaciones dolorosas.
- ▶ La luz localizada –sobre todo artificial– y las superficies claras producen encandilamiento.
- ▶ Las superficies pulidas producen reflejos bajo cierto ángulo de incidencia del rayo luminoso, que resultan molestos.
- ▶ Es importante asegurar, tanto para la luz natural como la artificial, el mismo tipo de luz y la misma incidencia, intensidad y color.

Acondicionador térmico

Los factores naturales térmicos son las radiaciones solares que actúan sobre sólidos y líquidos directamente o indirectamente a través del calor acumulado en el aire. Agregando la humedad y el movimiento del aire se llega al acondicionamiento natural biotérmico, producido por

las condiciones exteriores. Los factores internos son: personas, animales, maquinarias, aparatos de iluminación, cocinas, etc. Esto es importante en establecimientos industriales y también donde se concentran muchas personas. Es importante tener en cuenta las características de los materiales constructivos, el destino del local y las condiciones climáticas generales para determinar la necesidad de incrementar el acondicionamiento natural con el artificial.

El concepto de **bienestar térmico** varía en relación al clima de cada lugar, a las costumbres y a la adaptación del organismo. Sin embargo, se acepta como óptimo el de 20°C de temperatura y 60% de humedad relativa.

La pérdida de calor por renovación es:

$$Q \text{ (kcal)} = 0.39 (t_i - t_e) q; \quad q = m^3 \text{ de aire renovado}$$

Hay otros factores que influyen: a) el calentamiento que producen las radiaciones solares y el calor radiado por el aire y b) el producido por personas, animales, maquinarias, etc. En general, este último valor se desprecia salvo casos especiales de aglomeración de personas (locales de espectáculos públicos o de instalaciones industriales).

Las calorías transmitidas por los materiales homogéneos están dadas por: $Q = Sk (t_i - t_e)$; donde:

Q = calorías transmitidas por unidad de tiempo

S = superficie en m^2

K = coeficiente de conductividad térmica, en $Kcal/m^2^\circ C$

t_i = temperatura interior en $^\circ C$

t_e = temperatura exterior en $^\circ C$

INERCIA TÉRMICA

Si no hay causa de carácter ocasional un local cerrado y ventilado equilibra el calor exterior luego de un cierto tiempo. Se supone que durante la noche el local se enfría. Pero no es así, porque los materiales acumulan calor que entregan al local aún durante la noche, por algún tiempo.

La temperatura aire-sol tiene una variación sinusoidal durante las 24 horas. La temperatura interior tiene una variación similar con una curva menos acentuada (amortiguación) y con traslación horaria (retraso) en los máximos y mínimos. Se dice que un material tiene más o menos inercia térmica cuanto mayor o menor es su amortiguación y retraso térmico.

TIEMPO DE ENFRIAMIENTO

Si observamos una pantalla en clima templado, desde las 4 ó 5 horas de la mañana hasta la salida del sol, vemos que se mantiene en régimen de equilibrio térmico igualándose las temperaturas interior y exterior del local.

Después de la salida del sol se comienza a calentar alcanzando el máximo de temperatura, para pantallas horizontales, de los 30 a 90 minutos después de la altura máxima del sol; y las pantallas verticales, de acuerdo a la ventilación.

Luego de llegar a la temperatura máxima va decreciendo hasta la puesta del sol, pero el calor acumulado se mantiene cierto tiempo luego de terminar el incremento de aporte térmico.

Las paredes comienzan a enfriarse de 30 a 60 minutos después de la puesta del sol. El calor actúa hacia el interior y exterior mientras la pared tenga temperatura superior a esos medios.

ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO Y ARQUITECTURA

El acondicionamiento climático debe ser encarado en forma distinta según el tipo de clima de la región que se considera.

En las zonas ecuatoriales hay que asegurar:

- a. La protección de las radiaciones directas.
- b. El aprovechamiento de las corrientes de aire y adecuado dimensionamiento de ventanas tanto para el acondicionamiento térmico como lumínico.

Por las fuertes lluvias hay que colocar en las paredes materiales que absorban la humedad. Los techos deben ser planos. Conviene que tengan una adecuada protección para las radiaciones solares directas. En climas tropicales es notable la diferencia de temperatura entre sol y sombra. Por eso se trata de tener sombra en todas las paredes y techos y sobre todo en las superficies vidriadas. Como el sol está muy alto (entre 75 y 80°) se pueden proteger grandes superficies con aleros. Es muy importante proteger la superficie del techo, que debe tener color claro. En zona de clima templado el problema es menor, salvo en paredes, que reciben los rayos perpendiculares.

En los climas de altura y desérticos se puede resolver el problema con pantallas de fuerte inercia térmica, siempre que sean finas porque dejan escapar el calor con facilidad.

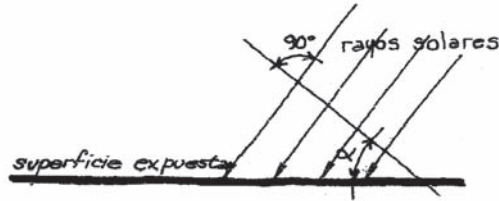
En los climas templado-fríos y fríos el problema es inverso a los climas tropicales. Son convenientes las pantallas de gran inercia térmica, debiendo además tener cuidado de proteger el aire exterior que entra por ventilación.

Asoleamiento

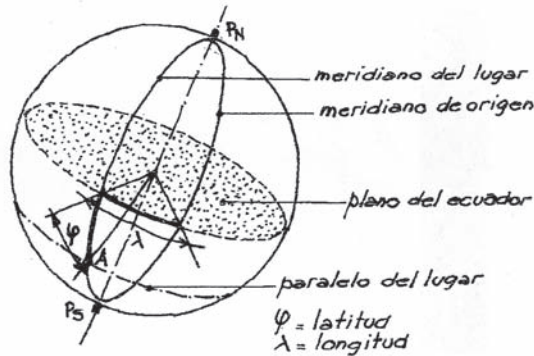
A partir de conocimientos elementales de cosmografía, trigonometría y geometría descriptiva y mediante la aplicación de procedimientos sencillos, es posible determinar con exactitud la dirección del rayo solar que incide sobre un punto determinado. Cuando se trata de una superficie es necesario tener en cuenta el ángulo que forma con ella el rayo, ya que la radiación es máxima cuando el rayo solar es perpendicular a la superficie y nula cuando es rasante. La cantidad de radiación que recibe la Tierra por año sería suficiente para derretir una capa de hielo de 70 metros en toda su superficie. Es la causa de las corrientes de aire que se producen, desde las más suaves brisas hasta los más violentos huracanes. A la energía térmica que recibe una superficie de 1 cm^2 en 1 minuto, cuando los rayos solares inciden perpendicularmente a la superficie, la denominamos **constante solar** y es igual a $2 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$ ($1.200 \text{ Kcal/m}^2/\text{hora}$). Pero cuando el rayo no es perpendicular a este valor debemos multiplicarlo por el coseno del ángulo que forma la perpendicular al rayo con la superficie en consideración para determinar la energía realmente recibida (ley del coseno).

Para nuestros cálculos tenemos en consideración sólo los rayos solares comprendidos entre ciertos valores límites de incidencia que corresponden a determinadas épocas del año y correspondientes a ciertas horas del día, de acuerdo a las características de uso de los espacios en consideración, en cada caso. Con los datos obtenidos estamos en condiciones de calcular la

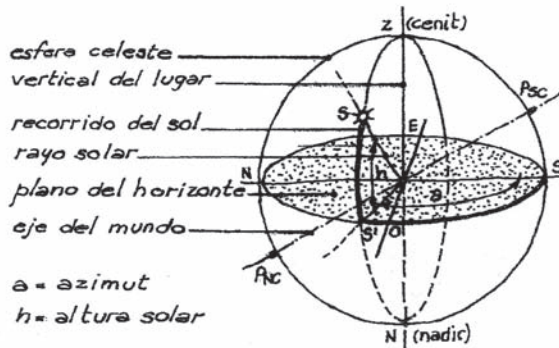
► Radiación solar (ley del coseno)



► Coordenadas geográficas



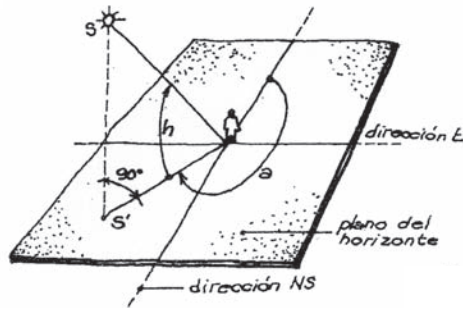
► Coordenadas horizontales del rayo solar



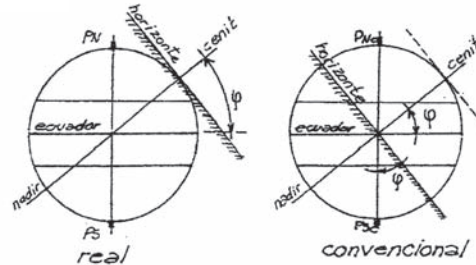
insolación recibida y las sombras arrojadas por puntos, líneas, superficies y volúmenes; para la resolución de casos concretos.

Para la determinación de los valores podemos seguir procedimientos matemáticos (mediante fórmulas) o gráficos. Los datos nos interesan para la resolución de situaciones donde actúan arquitectos, habituados a procedimientos gráficos. Es por ello que adoptamos estos últimos.

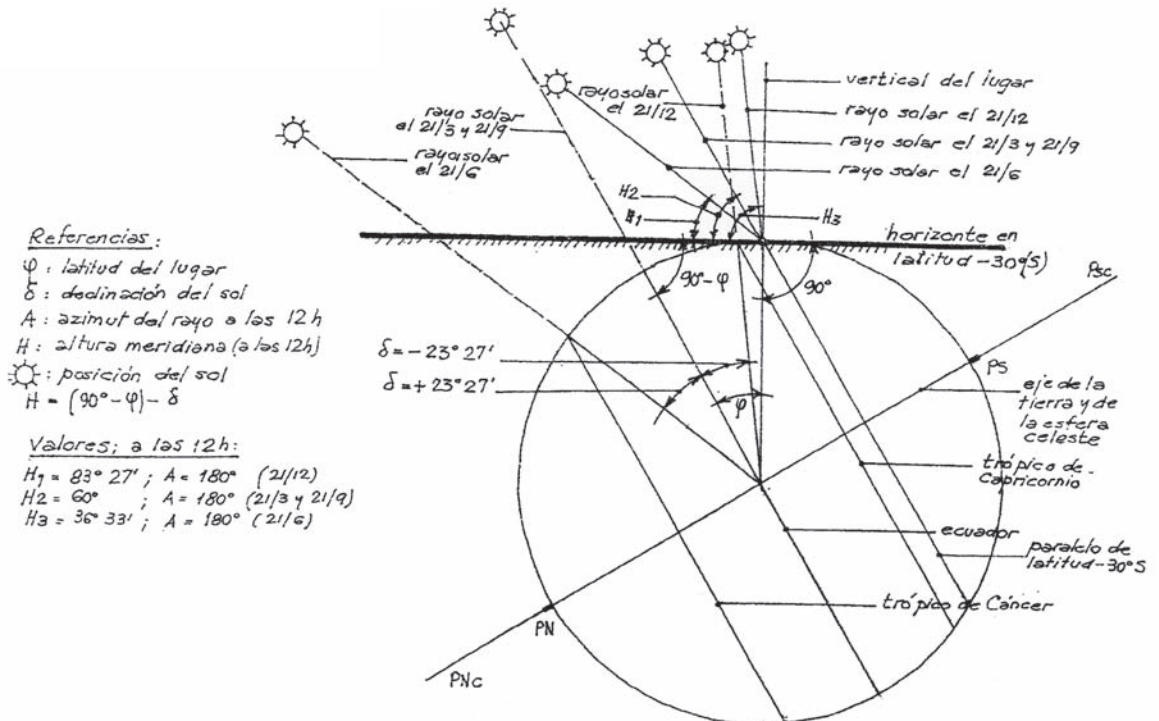
► Coordenadas horizontales del rayo solar



► Posición del plano de horizonte



► Coordenadas solares para un lugar de latitud -30° S



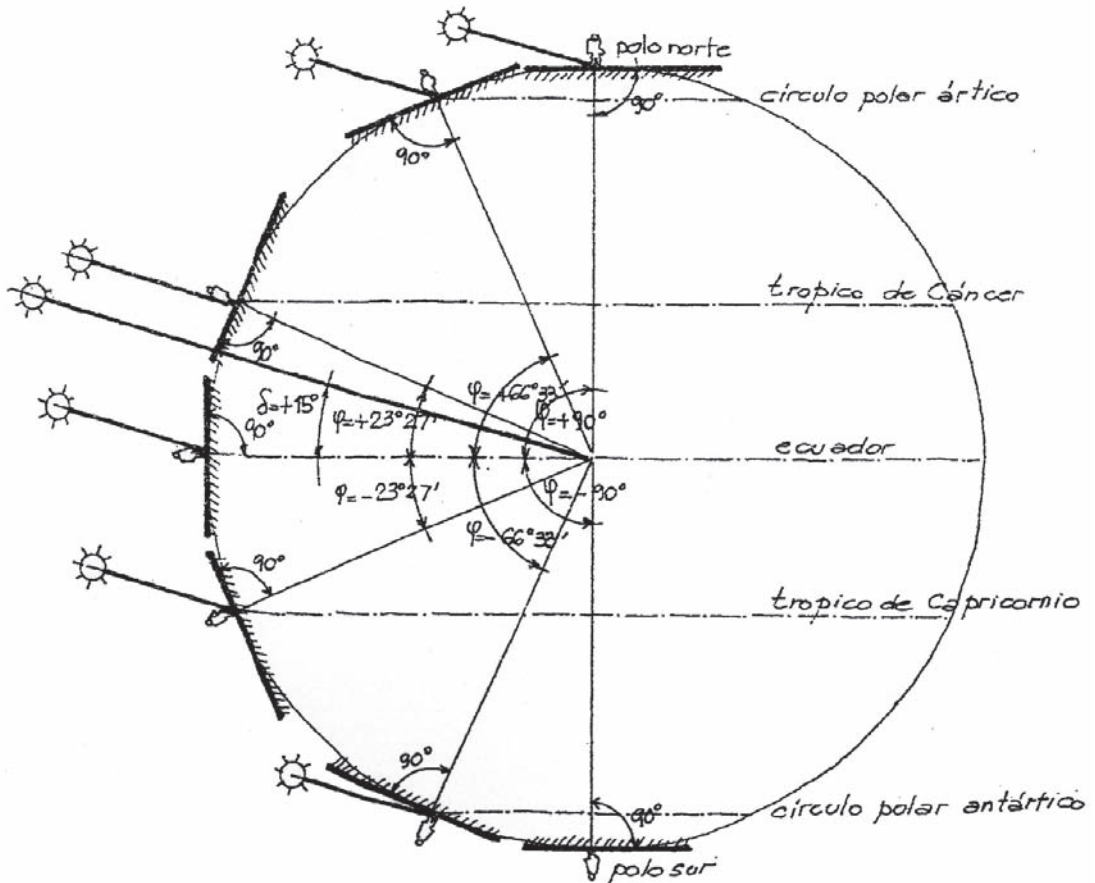
Relación Tierra - Sol

tierra: diámetro: 12.740 km.



dimensiones comparativas: tierra: 1m
sol: 140 m
distancia: 11.700m

Rayos solares para la declinación solar $\delta = +15^\circ$

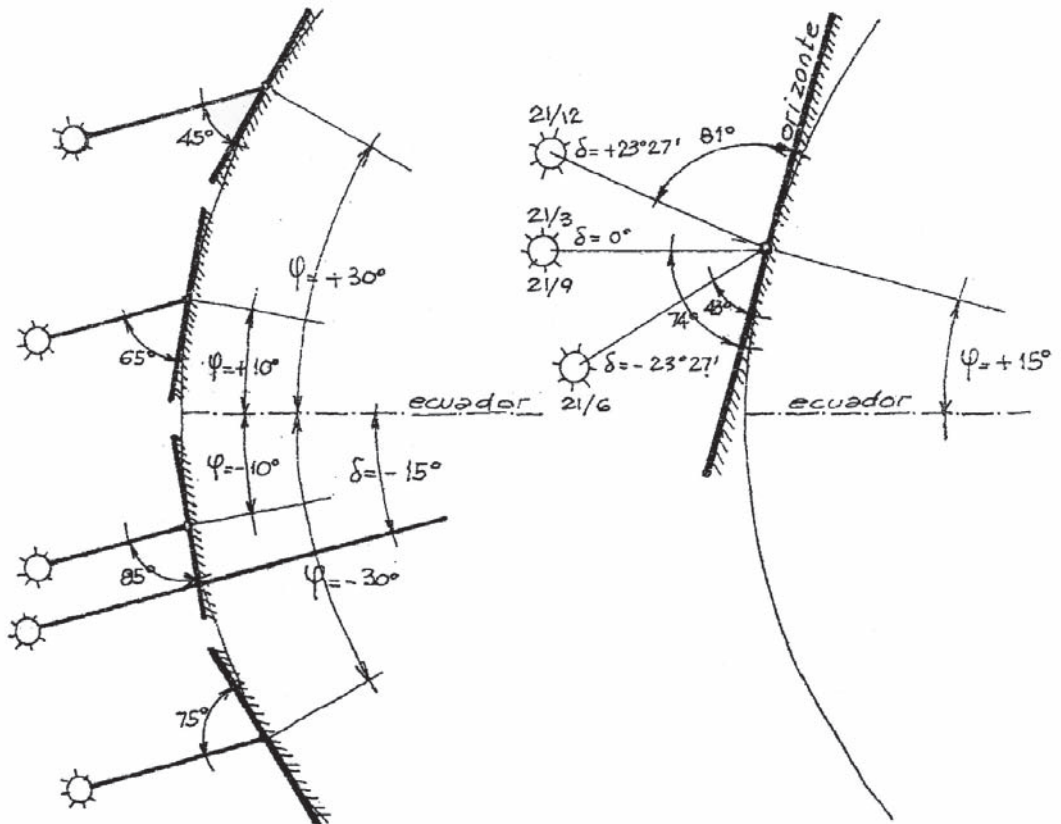


Sol:
diámetro: 1.400.000 km.

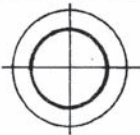
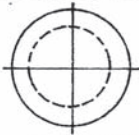
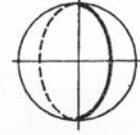
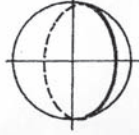
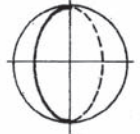
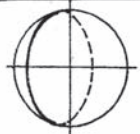
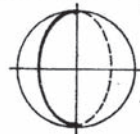
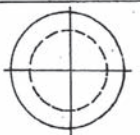
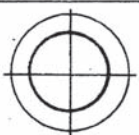
distancia tierra-sol: 149.600.000 km

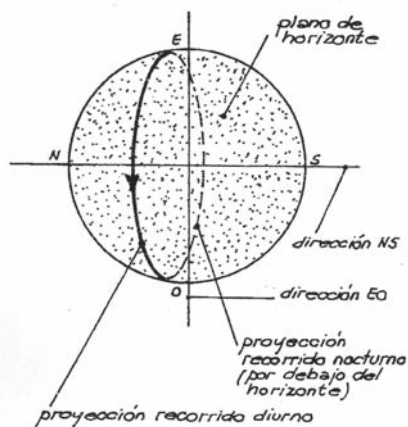


• Variación de la altura solar



► Proyección del recorrido del Sol sobre el plano del horizonte

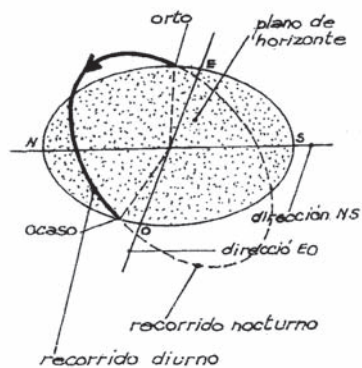
lugar	día		
	solsticio de invierno 21/6	equinoccio de otoño ' 21/3 de primavera 21/9	solsticio de verano 21/12
polo norte	 23°27' sobre el horiz.	 tangente al horiz.	 noche polar
trópico de Cáncer	 perpendicular al horiz.		
ecuador	 perpendicular al horiz.		
trópico de Capricornio	 perpendicular al horiz.		
polo sur	 noche polar	 tangente al horiz.	 23°27' sobre el horiz.



nota: equinoccios y solsticios para el hemisferio sur.

► Perspectiva axonométrica del recorrido del Sol

lugar	día		
	solsticio de invierno 21/6	equinoccio de otoño 21/3 de primavera 21/9	solsticio de verano 21/12
polo norte			
trópico de Cáncer			
ecuador			
trópico de Capricornio			
polo sur			



nota: equinoccios y solsticios para el hemisferio sur.

CONCEPTOS BÁSICOS DE ASOLEAMIENTO - DEFINICIONES

Suponemos la tierra esférica. Un punto en la superficie está determinado por las coordenadas geográficas latitud (φ) y longitud (λ).

Latitud: ángulo del arco de meridiano del lugar referido al ecuador. Varía de 0° (ecuador) a 90° (polo).

Longitud: ángulo que forma el plano meridiano del lugar con el meridiano origen (Greenwich). Varía de 0° a 180° este (E) y 0° a 180° oeste (O).

Para la resolución de situaciones debemos determinar las coordenadas horizontales (referidas al plano de horizonte del lugar) del rayo solar en un momento determinado o **azimut** (a) y **altura solar** (h). El azimut se mide a partir de la dirección Sur, siguiendo el sentido SONE y varía de 0° a 360° . La altura solar se mide a partir del plano del horizonte y varía de 0° , a la hora de salida (orto) y puesta del sol (ocaso) a 90° (al mediodía verdadero). La altura solar de 90° sólo se alcanza en los puntos de la Tierra comprendidos entre los trópicos.

Declinación (δ): ángulo que forma el rayo solar con el plano del ecuador. Se mide a partir de éste y varía de 0° , el día de los equinoccios (21 de marzo y 21 de septiembre), a $+23^\circ 27'$ (21 de junio) y $-23^\circ 27'$ (21 de diciembre).

Estas fechas corresponden al comienzo del otoño, primavera, invierno y verano, respectivamente, para el hemisferio sur.

Previo a la aplicación del método gráfico elegido, corresponde hacer algunas consideraciones. Los diagramas solares se construyen **admitiendo que el sol gira alrededor de la tierra**, describiendo una espiral, enviando rayos solares **paralelos**, que inciden **perpendiculares** a todos los puntos de la tierra comprendidos **entre los trópicos dos veces al año**, una vez al año en los puntos de los trópicos, y **nunca** en los puntos comprendidos entre los trópicos y los polos.

Al mismo tiempo, admitimos que **el sol se desplaza sobre la esfera celeste** y que la **tierra** es un punto y constituye el **centro** de la esfera. Por las dimensiones relativas entre esfera celeste y tierra, admitimos además que el centro de la esfera celeste está sobre la tangente a la tierra en el punto en consideración.

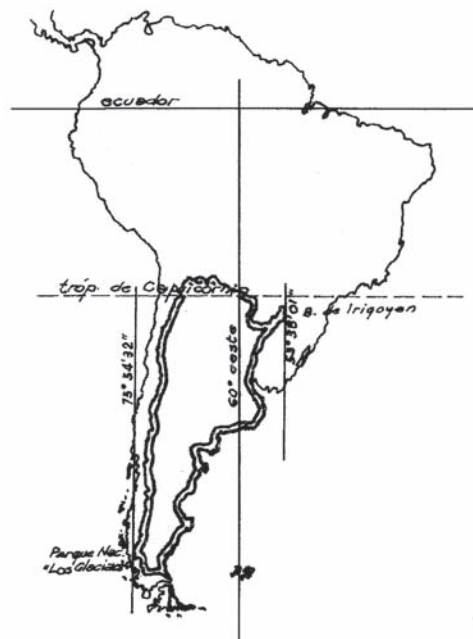
El método gráfico permite obtener valores suficientemente precisos como para determinar la insolación de espacios y las sombras arrojadas por los cuerpos.

Antes de la aplicación del método analizaremos **a.** lo que **ocurre con el sol** a medida que nos desplazamos sobre la superficie de la tierra y **b.** lo que **ocurre con la tierra** cuando el que se desplaza es el sol. Finalmente, en la realidad lo que ocurre es que el hombre se desplaza de un punto a otro de la tierra, mientras que el sol realiza su viaje ineluctable sobre la esfera celeste, de acuerdo a la convención establecida.

a. La altura solar varía 1° por cada 111,11 kilómetros de desplazamiento sobre el meridiano. Aumenta cuando **vamos hacia el sol** y disminuye cuando nos **alejamos** de él.

b. La altura solar varía el mismo valor que la declinación del sol para un observador que no se desplaza.

Nota: En **Apéndice** se desarrollan dos métodos gráficos para la determinación de **azimut y altura solar**.



Cuando hacemos referencia en el texto a la "hora" nos referimos a la hora solar verdadera (la hora 12, mediodía, corresponde a la hora de paso del sol por el meridiano del lugar).

En Argentina nos regimos, desde el 30-04-20 por la "hora oficial argentina" correspondiente al Huso Horario 3 entre marzo y octubre y el H H 2 el resto del año.

El H H 4 corresponde a la longitud oeste 60°, meridiano correspondiente a la ciudad de Azul, en la provincia de Buenos Aires. Desde el 21-11-23 el Observatorio Naval transmite la hora oficial argentina.

El sol demora en "atravesar" el territorio nacional continental 1 hora 19 minutos 48 segundos. Cuando cruza el meridiano de Bernardo de Irigoyen-Misiones, son las 11 h, 34 m, 32 s y cuando cruza el Parque Nacional "Los Glaciares" son las 12 h, 24 m, 20 s.

Duración del día (horas de luz solar). La duración del día varía continuamente. Para el equinoccio de marzo (21/3), solsticio de invierno (21/6); equinoccio de setiembre (21/9) y solsticio de verano (21/12); correspondientes al hemisferio sur; los valores son los siguientes, para los lugares indicados a continuación (para el hemisferio sur).

Observar que:

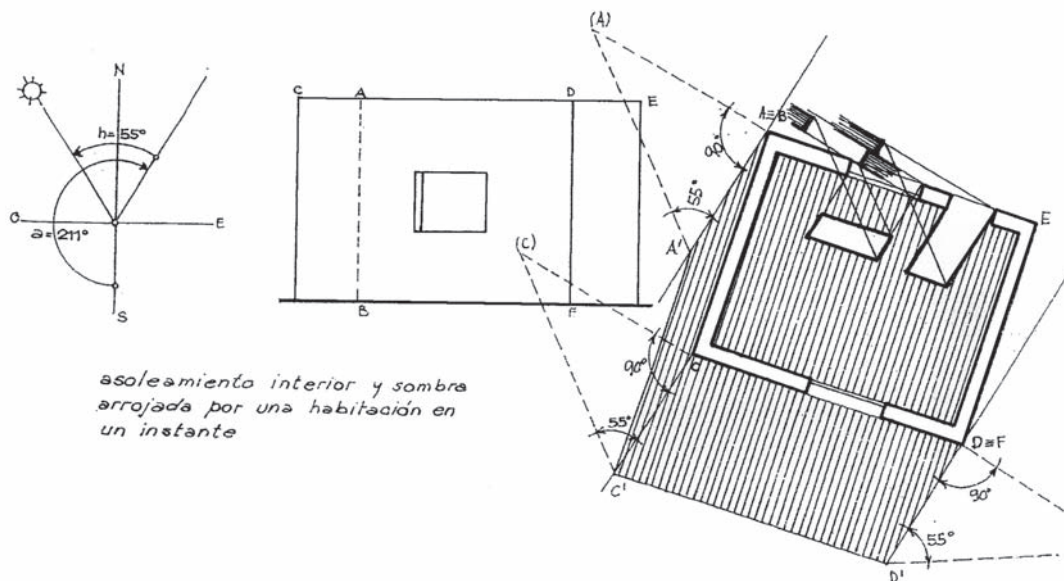
- ▶ El día tiene una duración de 12 hs. siempre en el Ecuador.
- ▶ El día tiene una duración de 6 meses alternativamente en cada polo.
- ▶ El día tiene una duración mayor, en el verano, a medida que nos alejamos del Ecuador.
- ▶ El día tiene una duración menor, en el invierno, a medida que nos alejamos del Ecuador.
- ▶ El día tiene una duración de 12 hs. los días de los equinoccios en todo el mundo.

LUGAR	FECHA Latitud	21-3 Equinoccio otoño	21-6 Solsticio invierno	21-9 Equinoccio primavera	21-12 Solsticio verano
Polo Norte	+90° 00'	sol en horizonte ⁽¹⁾	24H00' (día polar)	sol en horizonte ⁽²⁾	noche polar
Ecuador	0° 00'	12H00'	12H00'	12H00'	12H00'
La Quiaca	-23° 12'	12H00'	10H43'	12H00'	13H30'
Tucumán	-26° 48'	12H00'	10H25'	12H00'	13H50'
Santa Fe	-31° 45'	12H00'	10H00'	12H00'	14H20'
Pehuajó	-35° 48'	12H00'	9H40'	12H00'	14H40'
Bariloche	-41° 10'	12H00'	9H13'	12H00'	15H10'
Comodoro Rivadavia	-45° 50'	12H00'	8H38'	12H00'	15H45'
Ushuala	-54° 45'	12H00'	7H10'	12H00'	17H30'
Polo Sur	-90° 00'	sol en horizonte ⁽²⁾	Noche polar	sol en horizonte ⁽¹⁾	24H00' día polar

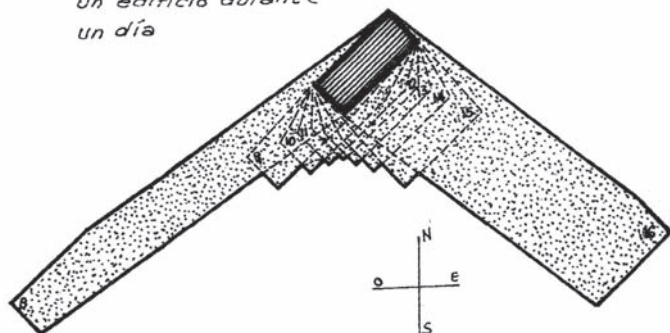
⁽¹⁾ Comienza el día polar.

⁽²⁾ Comienza la noche polar.

► Sombras arrojadas



sombra arrojada por un edificio durante un día



Cuando hacemos referencia en el texto a la "hora" nos referimos a la hora solar verdadera (la hora 12, mediodía, corresponde a la hora de paso del sol por el meridiano del lugar).

En Argentina nos regimos, desde el 30-04-20 por la "hora oficial argentina" correspondiente al Huso Horario 3 entre marzo y octubre y el H H 2 el resto del año.

El H H 4 corresponde a la longitud oeste 60° , meridiano correspondiente a la ciudad de Azul, en la provincia de Buenos Aires.

Desde el 21-11-23 el Observatorio Naval transmite la hora oficial argentina.

El sol demora en "atravesar" el territorio nacional continental 1 hora 19 minutos 48 segundos. Cuando cruza el meridiano de Bernardo de Irigoyen-Misiones, son las 11 h, 34 m, 32 s y cuando cruza el del Parque Nacional Los Glaciares son las 12 h, 24 m, 20 s.

APLICACIONES

A. INSOLACIÓN DE INTERIORES Y SOMBRA ARROJADA

Con los valores de a y h obtenidos, calculamos la sombra arrojada y la insolación, a través de una puerta y una ventana, en la habitación de la figura. Es suficiente establecer el mecanismo para determinar la sombra de un punto. A partir de allí, uniendo las sombras arrojadas por los distintos puntos podemos determinar las sombras arrojadas por una línea, una superficie o un volumen cualquiera. Analizamos las aristas que arrojarán sombra. Son las que separan una cara que está en sombra, de otra que está en luz. Hacemos pasar por las aristas que están en esas condiciones planos que contienen los rayos determinados por a y h y encontramos su intersección con el plano sobre el cual arrojan sombra (el piso en este caso).

En la **planta de techo**; el plano que pasa por la arista **AB** intercepta al piso según la recta **BA'**, que tiene la misma orientación a que la proyección horizontal del rayo. Por el punto **(A)**, que es el abatimiento de **A** sobre el plano horizontal, trazamos una recta que forma con el plano horizontal un ángulo igual a h , altura del sol a las 10 hs. La sombra del punto **B** es el mismo punto por cuanto está en el piso, la sombra del punto **A** es el punto **A'**, la sombra de la recta **AB** es **A'B**. Repitiendo la misma construcción para las aristas **CD** y **DF** (que son las que, junto con la **AB**, separan caras de luz y sombra) obtenemos las rectas **C'D'** y **D'F'** que nos delimitan la zona en sombra.

Con las mismas consideraciones, en la **planta**, podemos determinar la insolación que se produce en el interior de la habitación a través de la puerta y ventana, orientada al NNE.

B. ELEMENTOS DE CONTROL SOLAR

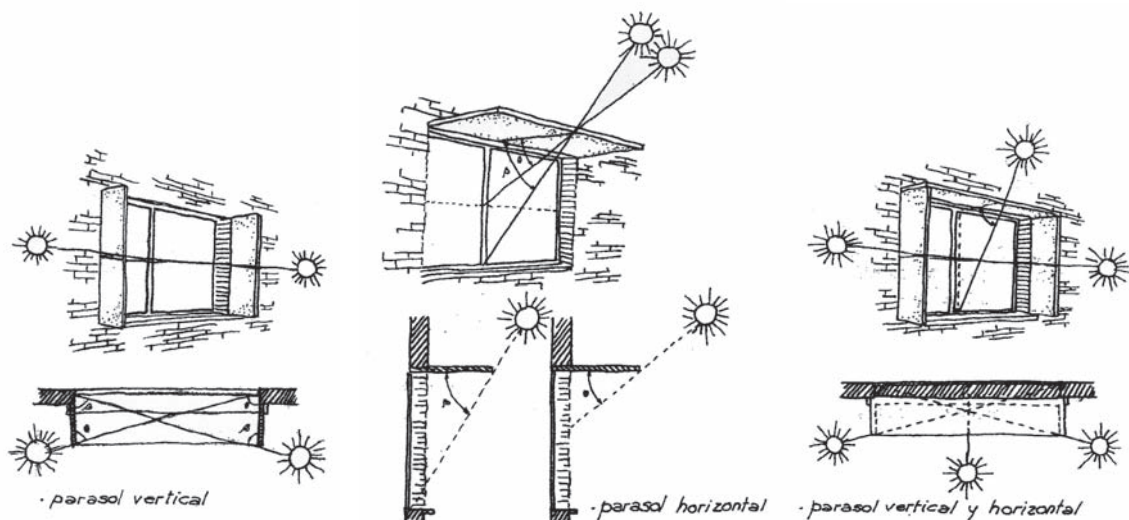
El conocimiento de la dirección del rayo solar nos permite diseñar elementos que favorezcan la insolación o impidan la incidencia del sol, según la necesidad de uso de los espacios.

El control de los rayos solares puede hacerse con elementos verticales, horizontales o con la combinación de ambos.

En nuestro territorio los elementos horizontales controlan las fachadas que se orientan al norte, mientras que los verticales son convenientes al este y al oeste. Hacia el norte del Trópico de Capricornio también son necesarios elementos horizontales en las fachadas orientadas al sur.

Estos elementos pueden ser fijos o móviles. Los últimos son más versátiles pero la necesidad de mecanismos que posibiliten el movimiento los hacen más caros y de más costoso mantenimiento. Con un adecuado diseño es posible instalar pantallas (parasoles) que permitan el paso de los rayos benéficos y que impidan la incidencia de los perjudiciales. Cuando el caso lo justifica es posible determinar las dimensiones y posición de los elementos para cualquier momento del año. Habrá que establecer perfectamente la actividad a desarrollar, la época en que se usa y el horario de ocupación del local en estudio. En el momento de decidir la colocación de parasoles fijos hay que tener especialmente en cuenta la dirección de los rayos del sol que inciden sobre la fachada en consideración.

Tanto en las primeras horas de la mañana como en las últimas de la tarde, en toda época del año; los rayos solares son relativamente horizontales y cerca del mediodía se acercan a la vertical. Por ello, los parasoles ubicados en las fachadas **norte y sur** deben ser **horizontales** y en las fachadas **este y oeste** deben ser **verticales**.



Conviene que los elementos de protección estén separados de las paredes para permitir la circulación del aire y además que el material sea de baja inercia térmica para que se enfríen rápidamente cuando deje de incidir el sol sobre ellos.

ARQUITECTURA SOLAR

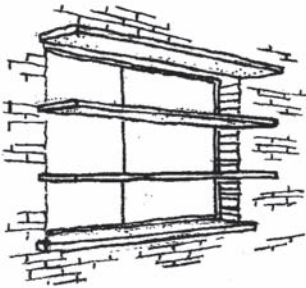
Aprovecha la energía que suministra el sol para calentar la masa interior de un local habitable. Si se impide que el calor acumulado vuelva al exterior por medio de algún elemento, incluso una vidriera, se produce el efecto de invernadero. Cuando cesa la fuente de energía el material calentado se enfría devolviendo calor al ambiente.

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

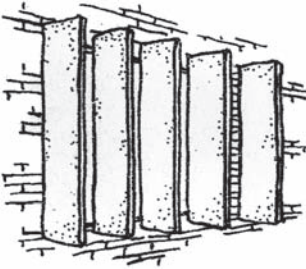
Nos encontramos ante un ejemplo de arquitectura bioclimática cuando los ambientes interiores se mantienen próximos al confort cuando las condiciones exteriores alcanzan una variación amplia; sin necesidad de recurrir al acondicionamiento artificial. Se trata de gastar el mínimo de energía, resolviendo el problema por medios exclusivamente arquitectónicos adaptados al clima del lugar donde se construye.

Clima y vegetación

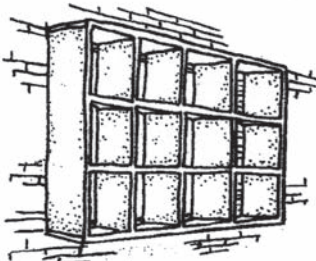
Las plantas, en sus diversas especies integran, junto a edificios construidos y espacios abiertos, el hábitat propicio para la vida del hombre; a tal punto que resulta imposible imaginar, salvo en casos excepcionales, un asentamiento humano sin la presencia de árboles, integrando con éstos el paisaje. Comparando con regiones de características similares de suelo y



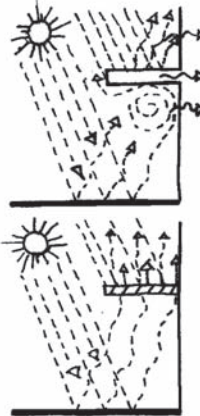
. celosía horizontal



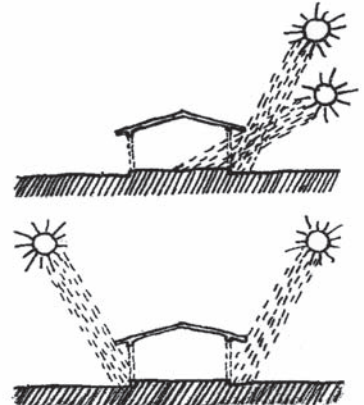
. celosía vertical



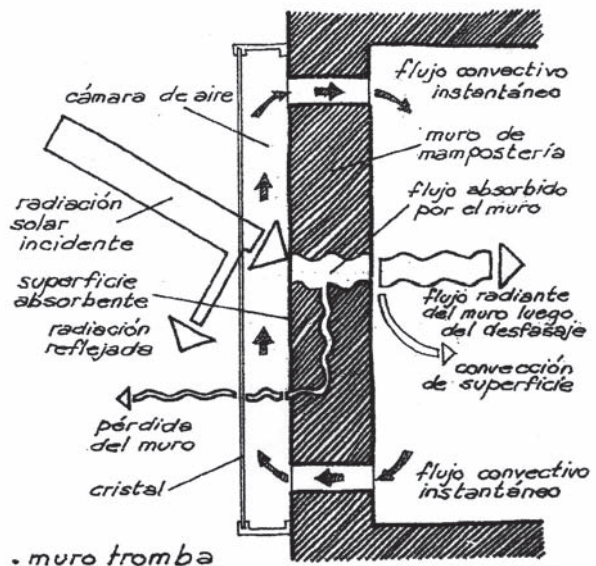
. celosía horizontal y vertical



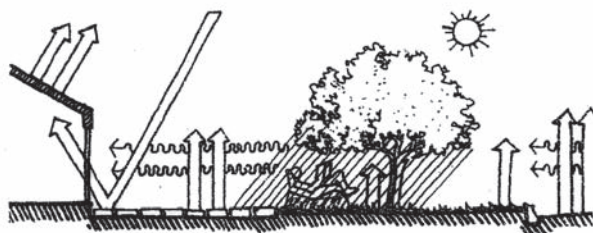
.los elementos de sombra "perforados" mejoran la ventilación. los macizos atrapan el aire caliente.



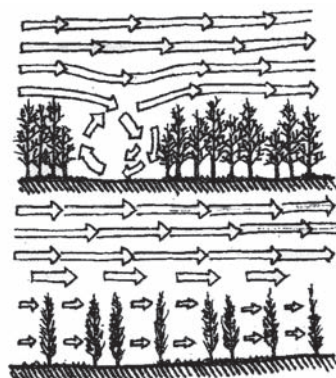
.los voladizos deben impedir el paso de los rayos solares en verano y permitirlos en invierno. en los trópicos debe colocarse al norte y al sur.



el movimiento del aire varía en los espacios libres y en las zonas con menos árboles o de menor altura.



las superficies circundantes pueden mejorar o agravar la temperatura de los edificios.



clima pueden elegirse las especies y variedades más adecuadas para un lugar determinado, capaces de responder a los requerimientos que surgen de la actividad a desarrollar. La forma del árbol o arbusto; el color de sus hojas, flores y frutos; la época de floración; la foliación y defoliación; desarrollo de la raíz; necesidad de riego y período del mismo, etc; son datos fundamentales para tomar decisiones en el momento de diseñar los espacios verdes: patios, jardines, plazas, parques, etc.

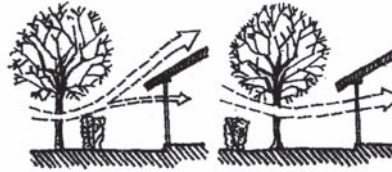
Los diversos elementos climáticos influyen de manera distinta en las plantas. Aparte de la temperatura del aire interesa conocer la temperatura del suelo a la profundidad donde se desarrolla la raíz y en las capas bajas de la atmósfera, según el tamaño de la planta y la época del año. Cada planta tiene una temperatura ideal que favorece su crecimiento. La temperatura influye además en la presencia de insectos en la vegetación.

La humedad del ambiente regula la desecación del suelo, influye en la transpiración de las plantas y favorece la difusión de plagas. La presencia de nubes puede resultar benéfica o perjudicial para la vegetación según la especie o variedad.

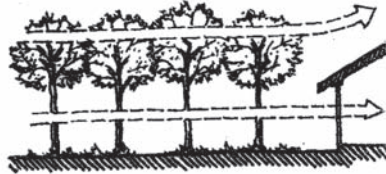
El granizo en general es perjudicial, tanto más cuanto más grandes son las piedras, que destruyen hojas, flores y frutos.

Los vientos leves en general favorecen a las plantas. Los vientos muy secos y los que soplan con gran velocidad son perjudiciales. Los vientos permanentes modifican la forma natural de los árboles.

Los vegetales tienen exigencias meteorológicas, que varían según la especie y la variedad, y en consecuencia una zona óptima para vivir. Estas exigencias son variables según la época del año. Es importante conocer los cambios del clima, que se repiten aproximadamente cada 11 años para programar las plantaciones. Por medio de la forestación o deforestación se puede producir cambios en el clima, un bosque puede crear un microclima, pero no es capaz de modificar el clima de una región. En general llueve un poco más en el bosque que en la región circundante.



el flujo del aire se puede modificar con la vegetación y otros elementos del paisaje.



el aire se enfría al pasar a través de la vegetación o debajo de ella.

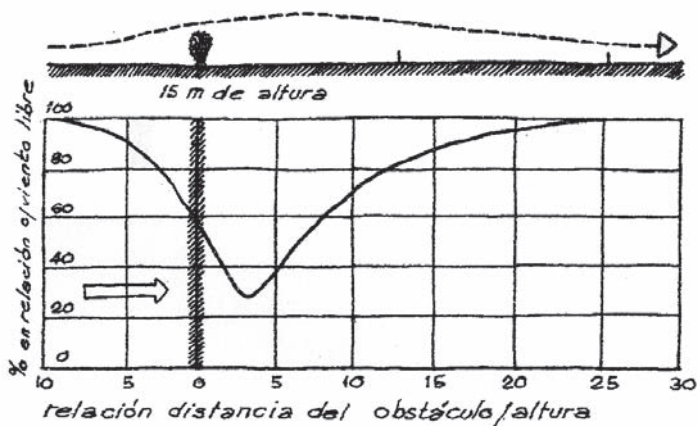
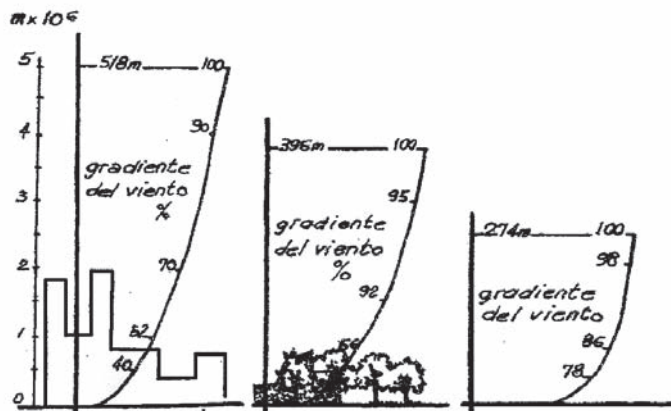
Los bosques son eficaces para evitar la erosión eólica e hídrica y favorecen las condiciones de habitabilidad de una región y sirven como protección hasta distancias que no superen 20 veces la altura del bosque. Los árboles favorecen el paisaje y protegen del calor, disminuyen la intensidad del viento, de las heladas y la lluvia.

A través de su accionar el hombre puede crear el clima urbano en las ciudades y el clima de oasis en regiones áridas y ventosas.

Es posible crear microclimas para favorecer los cultivos por medio de:

- a. cortinas forestales**, constituidas por trincheras (2 ó 3 filas) de árboles. La protección llega hasta 20 veces la altura de los árboles. Cuando es necesario se puede repetir la cortina para aumentar el efecto. Las cortinas funcionan mejor si no son muy tupidas.
- b. medias sombras**, con paredes y techos de enrejados, usadas en los viveros. Invernáculos, con paredes y techo de vidrio en donde el sol calienta el aire del día y el vidrio impide la salida del calor de noche.
- c. reparos**, abiertos al norte, para permitir que el sol incida sobre las plantas de día e impida la acción del viento frío del sur durante la noche.
- d. calefactores**, instalados entre la plantación. Se ponen en funcionamiento cuando la temperatura desciende por debajo del nivel adecuado, calentando las capas inferiores de la atmósfera.
- e. riego clásico**, como el agua tiene mayor inercia térmica que la tierra, demora más tiempo en enfriarse y puede impedir la acción de las heladas.
- f. riego por aspersión**, la lluvia fina se congela en forma de escarcha que sirve de protección para impedir la helada. Puede aprovecharse además para la aplicación de insecticidas y fertilizantes.
- g. lluvia artificial**, puede provocarse sembrando las nubes con yoduro de plata.

► Gradientes de velocidad del viento

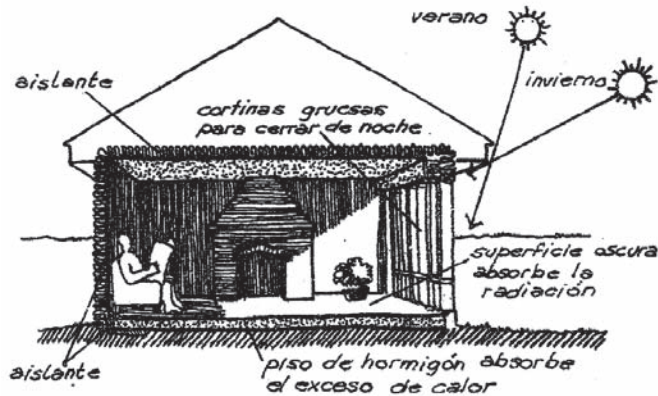


Al comenzar el diseño deberán tenerse en cuenta las plantas existentes en el terreno, si consideramos el efecto beneficioso de la vegetación sobre el clima, pudiendo crearse en caso necesario un microclima por medio de ella.

La vegetación puede servir de protección contra el sol, el polvo, la erosión del suelo; para mejorar las visuales; para la producción de oxígeno; etc. Las plantas, por otro lado, pueden producir acciones perjudiciales. Las raíces superficiales afectan las fundaciones y obstruyen los desagües. Las hojas obstruyen los desagües pluviales y pueden impedir el libre movimiento del aire.

Las pantallas de árboles, siempre que permitan el paso de cierta cantidad de aire, son mejores protectoras que los edificios, ya que originan menos turbulencia. La velocidad del aire disminuye al mínimo a una distancia de entre 3 y 4 veces la altura de la pantalla y la reducción

► Calefacción solar pasiva



puede llegar hasta un 30 %. Las características de las pantallas deben ser tales que permitan proteger a los edificios de los vientos perjudiciales y permitan aprovechar los que sean beneficiosos, sobre todo las brisas frescas del verano. Cuando las áreas forestadas tienen árboles de poca altura el viento circula sin torbellinos, aunque disminuye bastante su velocidad.

Como regla general las plantas tienen raíces con tamaño y forma similar al ramaje. Hay que tener en cuenta este hecho y la profundidad del terreno fértil cuando se deban elegir las variedades a implantar. Los arbustos que se ubican en macetas y planteras ven afectadas sus raíces por los cambios de temperatura que se producen en los materiales de aquellas, cuando la cantidad de tierra disponible es escasa. Las plantas trepadoras aplicadas a los muros se constituyen en excelentes elementos protectores del calor. Las plantas crean un ambiente térmico que les permite sobrevivir, haciendo descender la temperatura a límites agradables.

Las acciones benéficas de las plantas (árboles, arbustos, plantas trepadoras y césped) pueden usarse para:

- **Producir sombra:** los árboles y plantas trepadoras de hoja caduca proporcionan sombra en el verano y dejan pasar los rayos solares en el invierno.
- **Disminuir la temperatura:** cuando se evapora la humedad de las plantas disminuye la temperatura del aire.
- **Ventilar:** mediante la ubicación adecuada de las plantas, para dirigir las corrientes de aire, sin obstruir la circulación de las brisas agradables.
- **Proteger:** a. del viento, plantando en dos o tres hileras con gran densidad; b. del polvo y arena que arrastra el viento; c. de las visuales desagradables; d. la intimidad de los usuarios y e. de la luz o reflejos deslumbrantes.

Las plantas se desarrollan fácilmente cuando las condiciones del lugar (clima y terreno) son las adecuadas a su especie.

Las especies autóctonas poseen características hereditarias que les permiten desarrollarse con cierta facilidad. En zonas áridas, o crecen en las épocas que se producen las lluvias o desarro-

llan métodos para obtener, almacenar y preservar el agua; ya sea disminuyendo la cantidad de hojas o modificándolas en espinas para evitar la transpiración o almacenando el agua en las células del tallo como los cactus. La raíz del algarrobo puede alcanzar profundidades de hasta 80 metros en busca de agua.

En zonas áridas el riego artificial soluciona los problemas que produce la sequía. Pero el agua a usar debe ser de buena calidad, libre de sales, ya que por efecto de la evaporación se concentran en la superficie sobre todo si se agregan fertilizantes y abonos necesarios, ya que la mayoría de los suelos contienen escasa materia orgánica.

Creando microclimas artificiales, con el agregado de suelos aptos, puede desarrollarse prácticamente cualquier variedad de planta; permitiendo crear jardines, plazas, parques, bosques, etc. Mediante la poda pueden modificarse las formas naturales de las plantas o favorecer su crecimiento. Pero este tema es preocupación y responsabilidad de otra disciplina.

Plantá un árbol convencido
aunque el sitio en que lo plantes
no sea tuyo y mueras antes
de saberlo florecido,
que hará un pájaro su nido
a su abrigo acogedor;
que a un hombre trabajador
será su sombra propicia
y que siempre beneficia
lo que se hace con amor.

Alejandro Gil

CAPÍTULO III

Condicionantes tecnológicos del diseño arquitectónico

Introducción

La Tecnología incluye los conocimientos destinados a la concreción y materialización de la obra y su control ambiental, a partir del análisis de las relaciones del hombre con su medio ambiente cultural y geográfico, con reflexiones antropológicas, geográficas, biológicas y ecológicas para proporcionar conceptos de paisaje humano y físico ambiental y clima y condiciones bio-físicas del confort humano en distintos ámbitos; para de allí extraer todos los recursos que permitan construir el hábitat; analizando los tipos estructurales de mayor o menor complejidad y su respuesta a las solicitaciones externas e internas.

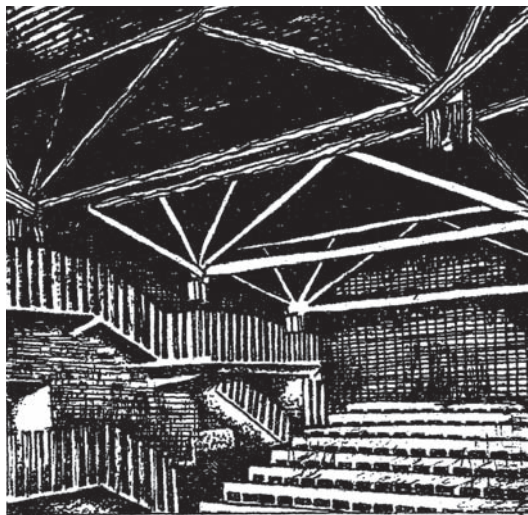
Entendemos la obra como el resultado de la interacción de elementos que, pasando por lo histórico-social, van de lo funcional y morfológico a todos aquellos aspectos que permiten la materialización de la obra de arquitectura, entendiendo que la libertad formal no puede nunca ir más allá de las posibilidades que determinan las exigencias tecnológicas.

El producto arquitectónico es de naturaleza material, y tiene consistencia física, volumen, densidad, peso, etc. El peso como fuerza vertical actúa sobre todos los elementos de la construcción. Esta acción implica la necesidad de dotar al objeto arquitectónico de una estructura resistente que asegure su estabilidad. Las estructuras y las superficies límites (opacas, traslúcidas o transparentes) se concretan con el uso de materiales y sistemas de construcción de manera de definir un espacio en torno al hombre y en función de las necesidades que le crean sus actividades cotidianas.

Los límites determinan un espacio interior (idealmente invariable) y un espacio exterior (naturalmente variable). Estos espacios deben brindar situaciones de confort e higiene, que se aseguran mediante el control de los parámetros físicos de la temperatura, humedad, ventilación, luz, la provisión de agua y evacuación de los líquidos cloacales. Interesan también los parámetros psicológicos, más difíciles de instrumentar y controlar.

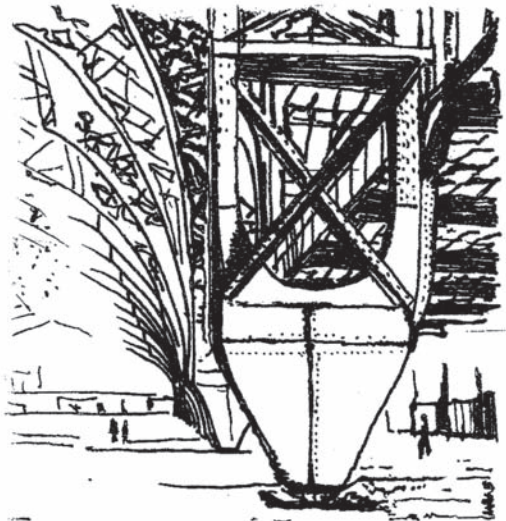
En el ambiente exterior la variable más compleja es la temperatura, que se encuentra en permanente cambio. Independientemente de la acción de otros factores climáticos se producen

► Estructura de madera



Estructura de madera. Gimnasio, Helsinki – J. Järvi (aula), 1955

► Estructura metálica



Sala de máquinas, Dufert y Contamin, 1889

cambios a lo largo del día. Lo mismo ocurre durante la noche. Estos cambios se superponen además con los que se producen a través del año por la sucesión de las estaciones. Influyen en este parámetro la temperatura del aire y la radiación solar.

El control higrométrico del espacio interior debe ser favorecido a través del diseño que asegure una adecuada ventilación natural de los ambientes y reducir al mínimo el equipamiento artificial que consume energía y aumenta los costos de uso. La luz es el elemento exterior de mayor variación diurna y requiere por fuerza solucionarse artificialmente durante la noche. Un buen diseño del aventamiento y la utilización racional de iluminación natural son fundamentales para un correcto aprovechamiento energético.

El ruido es un agente del espacio exterior que altera las condiciones de habitabilidad del espacio interno. En los grandes centros urbanos, el ruido es un fuerte contaminante ambiental. El buen diseño de los elementos límites debe prever la atenuación de este ruido exterior. La necesidad es reducir al máximo el ruido exterior.

Los condicionantes físicos, los recursos humanos, los recursos naturales, la temperatura, los vientos, la actividad sísmica, etc.; son hechos que, a través de la tecnología producen la ligazón de la Arquitectura con la realidad, estudiados en los tres campos de: las construcciones, las instalaciones y las estructuras, tomando al hombre como centro indiscutible en la acción profesional y en la etapa previa de aprendizaje.

El proceso productivo es una estructura compleja que comprende una sucesión de trabajos parciales que integran trabajos mayores. El fruto de estos trabajos son los elementos que nos rodean, resultado material de uso de "materia prima" (materiales) transformada por el "trabajo humano" (mano de obra). A través del proceso productivo se producen bienes y servicios para uso de los "consumidores" (usuarios), que a su vez son integrantes del propio proceso.

Requerimientos de estabilidad

Los elementos constitutivos de las estructuras (paredes, pisos, techos y aberturas); los elementos técnicos (instalaciones de servicios) necesarios para brindar condiciones de confort a los espacios; el amoblamiento y equipos para uso de los ocupantes; tienen peso que debe ser transmitido al terreno. Es función de la estructura resistente asegurar la estabilidad de las construcciones.

Las características del terreno (suelo) donde se asentará el edificio determinan en cierto modo el tipo de estructura a adoptar. La mayor o menor capacidad portante permite usar materiales más o menos pesados en los distintos elementos, sin necesidad de apelar a estructuras costosas. En rigor es posible fundar en cualquier tipo de terreno, inclusive el agua y el aire, en la medida que no tengamos limitaciones económicas.

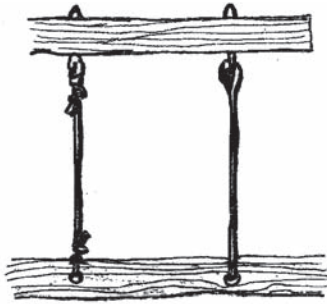
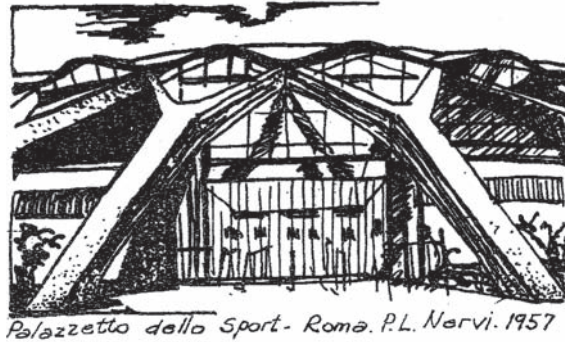
La adecuada disposición de los elementos; el aprovechamiento de las capacidades resistentes; el uso de la mínima cantidad de materiales y dentro de similares características los más económicos; la ejecución de los trabajos por parte de personal capacitado y por medio del uso de herramientas y equipos adecuados para cada tarea, la coordinación y programación de las distintas etapas del proceso constructivo; son algunos de los factores que permiten asegurar una buena solución al problema planteado.

La estructura resistente permite mantener la posición de los elementos constructivos, resistiendo los esfuerzos que aparecen por la acción de fuerzas propias y externas resultante de la fuerza de gravedad, el viento, el sismo, los muebles, las personas, etc.

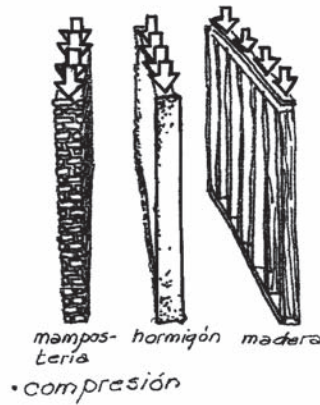
Un fuerte condicionante de las estructuras lo constituye el **sismo**. Su presencia genera esfuerzos adicionales estrechamente relacionados con el peso propio del edificio, con la distribución de los elementos resistentes, con la forma y la altura de la construcción y el poder portante y estructura del suelo. La estructura resistente debe estar en condiciones de resistir estas tensiones excepcionales de manera que no se afecte la estabilidad del edificio y garantice la seguridad de las personas y los bienes. Los códigos y reglamentos establecen, para cada lugar, las condiciones que deben satisfacer las estructuras para asegurar situaciones mínimas de seguridad. Similares tensiones genera el viento.

La estructura en fin, sobre todo en zonas de riesgo sísmico, se convierte así en un fuerte condicionante del diseño arquitectónico. Sólo quien posea un profundo dominio del comportamiento de los distintos sistemas estructurales estará capacitado para aprovechar al máximo sus posibilidades resistentes formales, de textura, constructivas, de color, etc.; de manera de valerse de ellas para sus propuestas en el diseño. En consecuencia, **resulta imposible encarar un proceso de diseño sin tener en cuenta desde el inicio la estructura resistente** que habrá de asegurar los elementos constructivos. Sólo el diseño simultáneo de las partes preserva del error habitual de proponer una obra que resulta de la agregación manifiesta de ideas elaboradas separadamente y que en algunos casos resultan fácilmente identificables. Es obligación del arquitecto incluir en su propuesta los elementos estructurales, con su respectiva distribución, forma, dimensiones, materiales y tecnologías a emplear en su ejecución y en lo posible una estimación de costos. Deberá tener en cuenta además la interrelación de las estructuras resistentes con las estructuras de servicio del edificio (elementos técnicos).

• Estructura de hormigón



• tracción



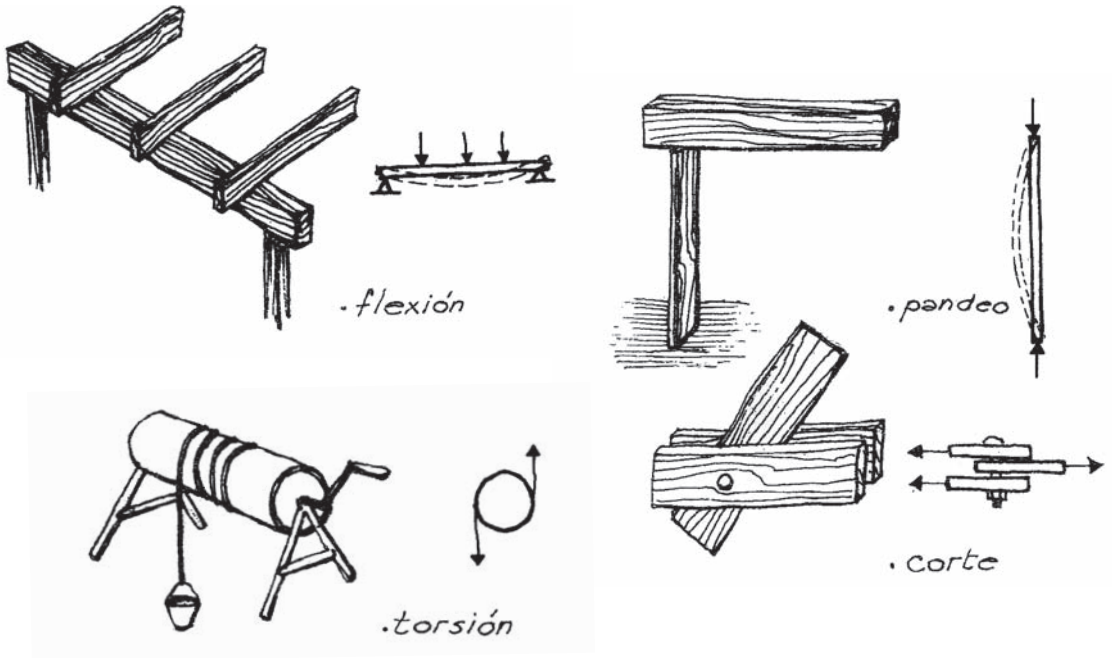
Estructuras resistentes

Los elementos constructivos usados en los edificios responden a características diferenciadas según la función que cumplen:

- Resistir su propio peso y cargas externas: PORTANTES.
- Resistir sólo su propio peso: NO PORTANTES.
- Dividir y separar espacios: DE SEPARACIÓN.
- Constituir los cerramientos exteriores de la construcción: DE CIERRE.

Las CARACTERÍSTICAS están referidas a diversos aspectos:

- estructural del material.
- la forma de trabajo más adecuada según su propia estructura constitutiva.
- expresión formal.
- correcta tecnología.
- costos de construcción, mantenimiento y reposición.
- respuesta a factores climáticos y de terreno.
- disponibilidad de materiales en la región.
- aprovechamiento de la energía.



► **PORTANTES:** Las características de los elementos son diferenciadas según el esfuerzo a que estén sometidos. Para soportar esfuerzos de TRACCIÓN se emplean elementos lineales como barras y cables de acero; metales en general, en barras y perfiles laminados; maderas; hormigón armado y otros compuestos por la combinación de los mismos. Para soportar esfuerzos de COMPRESIÓN se emplean elementos superficiales y volumétricos. Tal el caso de muros de hormigón simple y armado; de mampostería de bloques de distintos materiales y tipos, ladrillos y ladrillones comunes, ladrillos cerámicos macizos y huecos. La FLEXIÓN es el resultado de esfuerzos de tracción y presión combinados. En este caso se usan en general elementos lineales de hormigón armado (el hormigón trabajando a la compresión y el acero a la tracción); los perfiles metálicos simples y constituyendo elementos compuestos; vigas de madera simples y compuestas; elementos compuestos de hormigón armado y barras y perfiles metálicos; perfiles metálicos y madera. Excepcionalmente se usan también elementos superficiales y aún volumétricos con el uso de los materiales indicados. El PANDEO (esfuerzo combinado de compresión y flexión) se presenta en los elementos lineales y planos cuando se sobrepasan ciertos límites de esbeltez (relación entre longitud de la pieza y dimensiones de la sección de la misma) Se usan los materiales indicados anteriormente para esfuerzos de compresión y flexión. El esfuerzo de CORTE se presenta separado o simultáneamente con la flexión y en consecuencia valen las consideraciones anteriores. Los esfuerzos de TORSIÓN son resistidos más adecuadamente por elementos de sección tubular o en todo caso circular

maciza. Para el primer caso se usan los metates y en el segundo puede recurrirse al hormigón armado. Este esfuerzo se presenta en elementos LINEALES.

En ZONAS SÍSMICAS existen reglamentaciones que establecen las condiciones que deben cumplir los elementos para considerárselos portantes. En otras regiones se presentan características tales como la presencia del viento, lluvias, nieve, etc.; las referidas a la calidad del terreno; que llevan a establecer reglamentaciones o recomendaciones referidas a las condiciones que deben satisfacer los elementos portantes. La característica fundamental de los elementos PORTANTES es que no pueden eliminarse ni aún modificarse, sin afectar las condiciones de seguridad y estabilidad del edificio.

► **NO PORTANTES:** Estos elementos sólo soportan esfuerzos provocados por su propio peso. Pueden o no estar en condiciones de soportar cargas externas, pero su inclusión en la obra no ha tenido en cuenta la posibilidad de participar como elementos componentes de la estructura resistente del edificio. En consecuencia pueden ser eliminados sin afectar la estabilidad.

Las características de los elementos no portantes son similares a las de los portantes, soportan los mismos esfuerzos y están constituidos por los mismos materiales, en cada caso.

► **DE SEPARACIÓN:** Son elementos autoportantes, en general livianos, colocados en seco y asegurados (unidos) a elementos portantes y no portantes. Se incorporan y se eliminan de la obra sin afectar la estabilidad el edificio. Permiten modificar los espacios con relativa facilidad y adaptarlos a nuevas necesidades, cambiantes en el tiempo. Son elementos habitualmente usados en edificios públicos, sobre todo en oficinas administrativas. Cada vez más se usan también en las viviendas elementos de este tipo, que permitan adecuar los espacios al cambio de necesidades de la familia o completar la construcción inicial de las denominadas viviendas progresivas (o que crecen). Se usan en edificios de "planta libre".

► **DE CIERRE:** Estos elementos pueden ser portantes o no portantes, desde muros macizos de hormigón simple o armado hasta carpintería liviana o simplemente vidrios, con todas las variables intermedias. Es aquí donde se presenta la mayor variedad de materiales disponibles en plaza, en constante aumento.

Requerimiento de higiene y confort

Analizando la evolución de los espacios que han alojado al hombre, parece que su primer preocupación fue la seguridad. Después se fue dotando a esos espacios de elementos que favorecían una estadía más agradable en ellos.

La presencia de agua se convierte así en la primera condición para la radicación permanente de la población humana. La iluminación está asegurada por medio de la luz natural. El fuego brinda luz artificial en horas de la noche pero sobre todo calor, para combatir el frío y posibilitar la preparación de alimentos. A medida que la tecnología brinda la posibilidad de incorporar nuevos servicios mejoran las condiciones de habitabilidad. En general todos son productos del uso de la

energía en sus diferentes manifestaciones, a partir de combustibles que aprovechan recursos naturales renovables y la mayoría de los casos no renovables. La tendencia actual es preservar los recursos no renovables y apelar al empleo de energías no tradicionales (solar, geotérmica, mareomotriz) siempre que aseguren además la preservación del medio ambiente. Una buena respuesta lo constituye las propuestas bio-climáticas. La propuesta es usar materiales y tecnologías que aprovechen y preserven la energía sin necesidad de incorporar instalaciones para ese fin. El conocimiento de las características de los materiales de construcción y sus posibilidades permiten su correcta incorporación en la propuestas de diseño. El sistema de los elementos técnicos (o instalaciones) está constituido en esencia por redes de conductos por los cuales circulan fluidos de diversas características, que se desplazan por gravedad, por diferencia de presión, por la acción de elementos mecánicos, diferencias de tensión, temperatura, densidad, etc. Las características de las canalizaciones responden a las de los fluidos que se desplazan a través de ellas y las tecnologías que se aplican para su ejecución son motivo de la intervención de distintos especialistas en cada una de ellas.

El sistema presenta puntos de conexión entre los diversos subsistemas, imprescindibles para asegurar un adecuado funcionamiento; por lo cual es necesaria la presencia de un profesional que programe, coordine y decida la oportunidad de ejecución de las distintas tareas. El arquitecto es quien debe considerar desde la iniciación del proceso de diseño todos los aspectos atinentes al tema de las instalaciones.

Las instalaciones habituales son las correspondientes a la provisión de agua, evacuación de efluentes; provisión de energía eléctrica y gas, en conexión con las redes externas de servicios o por medio de sistemas propios.

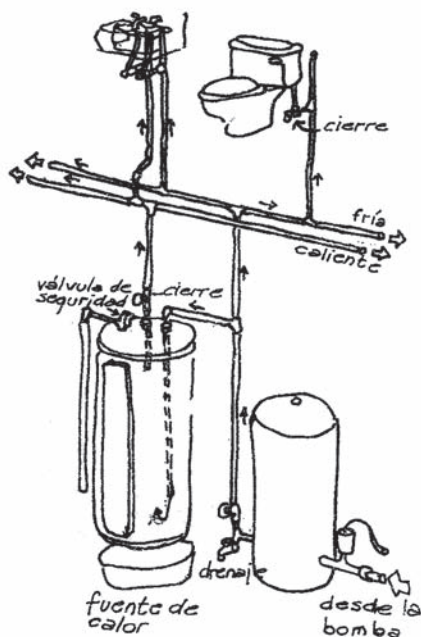
A estas instalaciones se agregan las necesarias para la modificación de las condiciones ambientales de los espacios (calefacción, refrigeración, aire acondicionado, etc.).

INSTALACIONES:

La SANITARIA comprende la provisión de agua fría y caliente, la evacuación de aguas servidas con sus respectivas ventilaciones y la evacuación del agua de lluvia. El agua potable proveniente de la red general, del tanque de reserva o de otra fuente se suministra por cañería de distintos materiales, de diámetros relativamente pequeños; circula a presión provocada por la diferencia de altura entre la fuente y el lugar de uso. La cañería y conexiones deben ser estancas. El agua se calienta en artefactos que hacen uso de distintas fuentes de energía y es el sitio donde se relacionan entre sí distintas instalaciones. Esta cañería, en la medida que se usen materiales de calidad y mano de obra capacitada no crea mayores dificultades en la obra y en consecuencia en el proceso de diseño. A medida que aumenta el tamaño de la obra la instalación se complica y por otra parte se agregan elementos (tanque de bombeo, de reserva, equipos de bombeo, etc.) que dan lugar a la aparición de espacios que permitan alojarlos. Las aguas servidas circulan por la cañerías por gravedad. La cañerías, de diámetros mayores a los de agua, colocadas con pendiente hacia el lugar de evacuación influyen en el diseño y en ocasiones dan lugar a la adopción de soluciones relativamente complicadas y también a la incorporación de maquinaria especial para asegurar el funcionamiento de la instalación.

Cuando la instalación se conecte a la colectora externa, la profundidad de ésta determina o por lo menos condiciona el nivel del piso de las construcciones. Las dimensiones de las cañerías y

► Provisión de agua fría y caliente



la pendiente mínima necesaria para asegurar el funcionamiento, cuando están alojadas en los entresijos y los recorridos son largos, se convierten en un condicionante a tener especialmente en cuenta para decidir las alturas (espesor) del entrepiso.

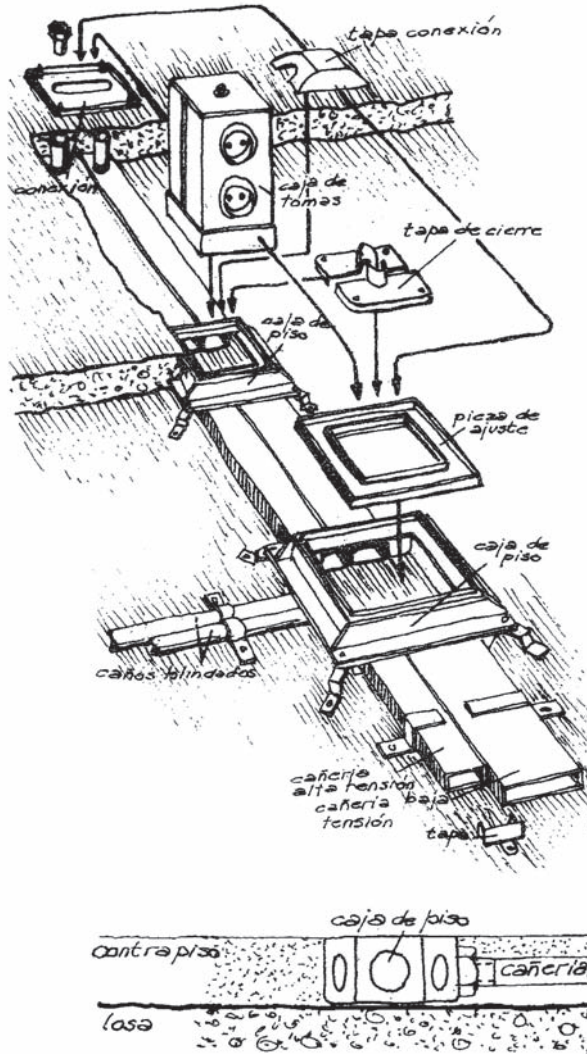
Las ventilaciones deben sobrepasar la altura de los techos y otros elementos y en consecuencia no se pueden ignorar.

Cuando la cañería domiciliaria desagota por debajo del nivel de la colectora externa se debe recurrir a equipos mecánicos para su elevación y esto significa la necesidad de disponer de espacios adicionales para ese fin, los que por otra parte deben estar ubicados de manera de asegurar el acceso del personal encargado de su instalación y mantenimiento. Cuando la instalación descarga a pozo negro absorbente, tanto éste como la eventual cámara séptica y sus respectivas ventilaciones deben ser objeto de especial estudio.

Dentro de las instalaciones que consideramos imprescindibles, por lo menos en los edificios destinados a vivienda (sanitaria, eléctrica y de gas), la sanitaria es la que incluye el mayor número de elementos a tener en cuenta en el proceso de diseño. Como dijimos anteriormente al aumentar el tamaño y sobre todo la altura la instalación se complica especialmente.

La instalación que provee la energía ELÉCTRICA a los edificios no ofrece en general mayores complicaciones. Las cañerías, cuando la instalación es embutida, es de diámetros reducidos en general. Esta instalación permite sustituir en cualquier momento todos los conductores, que son los que efectivamente conducen el fluido. Cuando la instalación es subterránea, deben tomarse mayores precauciones, sobre todo evitar el contacto con el agua y cuando la instalación es a la vista deberá estudiarse especialmente el recorrido de los conductores para evitar inconvenientes. Elementos especiales de esta instalación son la columna para alojar la caja del

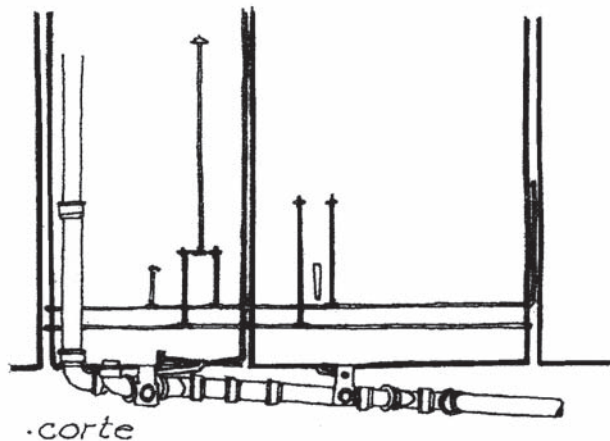
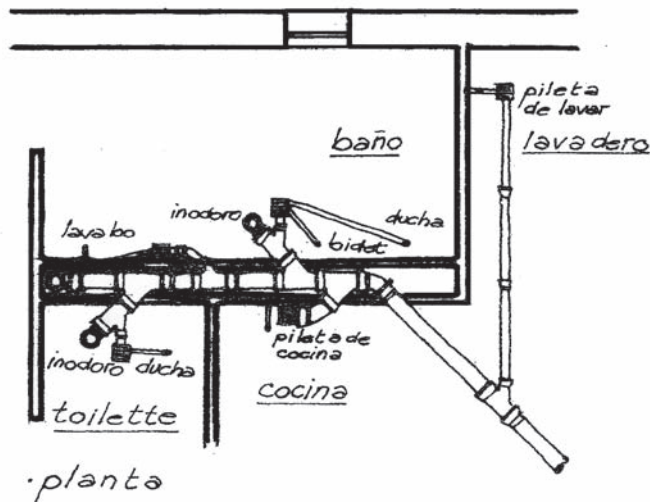
► Instalación eléctrica subterránea



medidor o simplemente esta última. Sólo en edificios destinados a vivienda de grandes dimensiones puede plantearse la necesidad de un local destinado a alojar la batería de medidores y eventualmente un transformador. En edificios destinados a oficinas, a espectáculos públicos, en conjuntos deportivos, culturales, educativos y sobre todo en las industrias esta parte de la instalación adquiere verdadera importancia.

La instalación de GAS se resuelve con cañería de hierro negro. Los diámetros son relativamente pequeños y dado que el fluido circula a presión permite que la cañería pueda realizar cualquier recorrido, con el inconveniente de reducción de la presión. Las ventilaciones de los artefactos, en sus diversos tipos, son de diámetros mayores y el hecho de que deban eliminarse los gases de combustión al aire libre constituye la única parte de la instalación junto con la caja

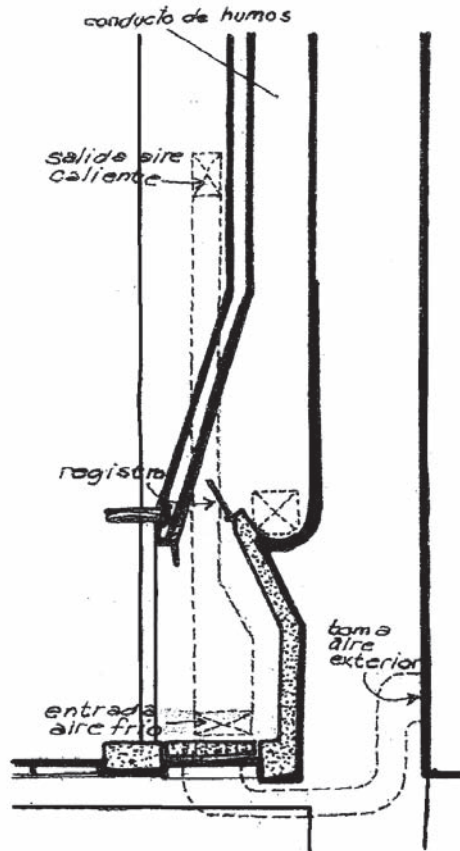
Desagüe cloacal



del medidor, que requieren especial tratamiento en el proceso de diseño; en el caso de provisión del fluido por la red externa. Cuando se recurre a los cilindros deberá preverse el gabinete o local correspondiente (según el número), al mismo tiempo que la circulación para el acceso desde el exterior, para su reposición.

La CALEFACCIÓN por agua caliente y vapor requiere de cañerías de pequeño diámetro que no presentan mayor inconveniente para el diseño. En estos casos, los equipos para calentar el fluido y sus accesorios son elementos que deben tenerse especialmente en cuenta. Aparte de su tamaño, son importantes también las operaciones de instalación, mantenimiento y reposición. La caldera se constituye en el elemento más importante.

▸ Estufa a leña (chimenea)

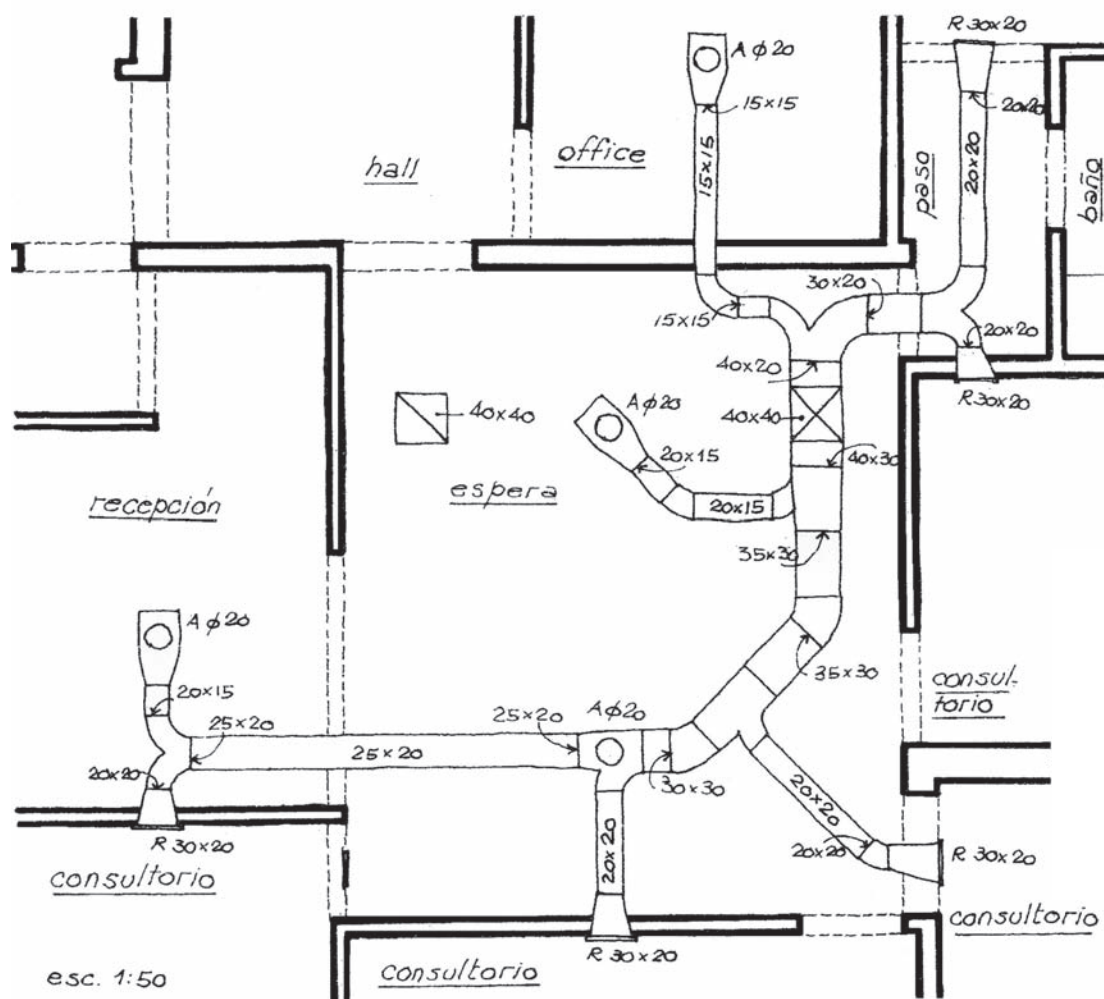


La instalación de AIRE ACONDICIONADO es, en general, la que requiere mayor atención. Los conductos son los de mayores dimensiones; los equipos tienen cierta complejidad y por su tamaño requieren espacios relativamente grandes y con fácil acceso para su mantenimiento. Esta instalación requiere siempre el apoyo de todas las indicadas anteriormente. Se entiende fácilmente la necesidad de incluir el diseño de la misma desde el comienzo del proyecto. El tamaño de las canalizaciones impide que las mismas puedan incluirse o atravesar fácilmente los elementos estructurales y en consecuencia pueden modificar las alturas de los locales, circunstancia que influye en el diseño de circulaciones verticales y aún la estructura, especialmente en zona sísmica.

Conclusión

De lo expresado anteriormente se entiende la necesidad de "recorrer" todas las etapas del proceso de diseño por parte del alumno y del profesional, en cada uno de sus respectivos ámbitos. La

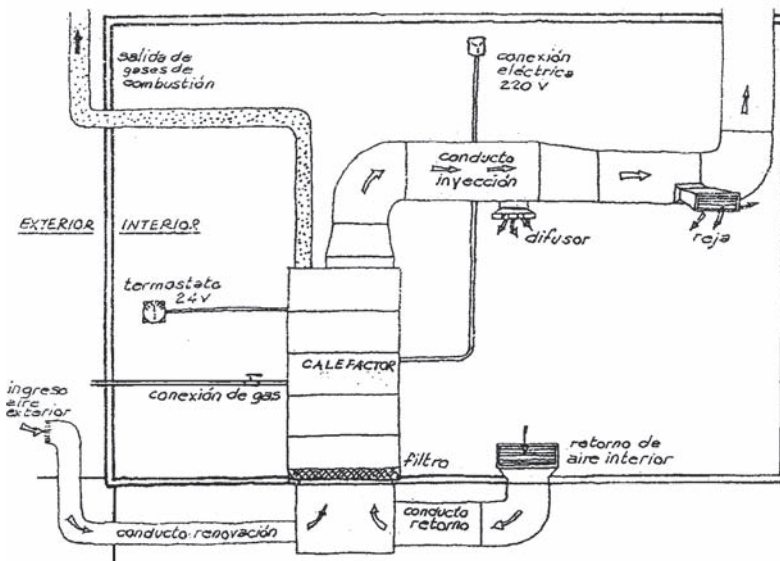
• Cañería de distribución de aire acondicionado



materialización de la obra, fin último de la profesión de arquitecto, sólo es posible cuando se han previsto todas las situaciones en las etapas anteriores de diseño y programación. Insistimos: **todos los elementos deben ser diseñados**. La obra es un sistema estructurado integral, no el resultado de la agregación de partes obtenidas al azar, por tanteo o por obra de un técnico de genio; sino el afianzamiento de un pensamiento científico, es decir un corpus capaz de autolimitarse y crecer más allá de la mera acumulación empírica.

Los materiales y las técnicas constructivas que adoptemos en cada caso pueden convertir a una simple y modesta construcción en una excelente obra de arquitectura. Sólo es necesario que conozcamos en profundidad, con precisión, la estructura intrínseca del material; su

► Esquema de instalación de calefactor a gas



comportamiento ante las solicitudes a que está sometido, las posibilidades de uso más económico; la expresión formal de cada elemento, de cada parte, de las combinaciones de elementos con la forma, el color, la textura, el brillo, con intensidad y dirección cambiantes de luz, desde distintos puntos de observación, en tiempos y lugares distintos. Para diferentes usuarios; con culturas, costumbres, tradiciones, ideologías, valores diferentes. Las combinaciones de materiales constituyen el sistema de estructuras: resistentes y de servicios (o instalaciones) en los edificios; para responder a los requerimientos de estabilidad y de higiene y confort que aparecen por la presencia del hombre, en un momento y lugar determinado.

El futuro nos plantea otros condicionantes, otros requerimientos y posibilidades y en consecuencia otras soluciones (diseños). Por ello es importante la actitud para encarar el problema: partir del "pensamiento inductivo" que permite detectar situaciones originales (nuevas), abandonando la enseñanza y el aprendizaje "axiomáticos" que parten de verdades de las cuales se deducen los juicios.

Recorrer el camino de la práctica (o investigación) a la teoría y viceversa, continuamente.

CAPÍTULO IV

Uso de los materiales y elementos de construcción

Introducción

Es responsabilidad del DISEÑADOR aprovechar al máximo las posibilidades que le brindan los materiales de manera de brindar la mayor cantidad de soluciones a la creciente gama de requerimientos que plantean las sociedades humanas. Las necesidades crecientes requieren del profesional de la construcción el conocimiento exhaustivo de todos los aspectos vinculados con la economía de recursos materiales y humanos que participan en la MATERIALIZACIÓN de los espacios destinados a las diversas actividades humanas.

La calidad de la obra depende exclusivamente de la capacitación del profesional diseñador, volcada sin retaceos en los sucesivos pasos que se llevan a cabo desde el momento de la programación hasta la puesta en uso de la obra. Los más hermosos ladrillos de las grandes obras fueron hechos con barro. Bellas esculturas fueron piedras rústicas algún día. La marquetería más fina quizás tuvo su origen en un tronco olvidado. Sólo fueron necesarios el cariño, capacidad, dedicación, perseverancia, alegría de quienes participaron con su trabajo para convertir simple material en obra capaz de emocionar al observador, acrecentar la cultura, brindar belleza, además de haber solucionado los aspectos técnicos concretos planteados por la actividad de los usuarios del espacio. Al fin de cuentas, la sociedad se merece la preocupación de los profesionales que han tenido la suerte de acceder al conocimiento que brinda la enseñanza universitaria.

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

En la ejecución de los trabajos de un proceso constructivo intervienen personas que aportan **mano de obra** personal o con la intervención de instrumentos (útiles, herramientas, equipos y maquinarias) y **materiales** de construcción. La mayoría de los materiales de construcción son de origen inorgánico (mineral) y muy pocos de origen orgánico (vegetal). Otros son resultado de la combinación de los anteriores. Para nuestro objetivo no nos interesa el modo de

obtención de los diversos materiales. Existe abundante bibliografía referida al tema a la cual se puede recurrir en caso necesario. (En el **Apéndice** se agrega un resumen sobre el tema).

Para una mejor comprensión del tema pueden establecerse diversas clasificaciones teniendo en cuenta a. lugar de procedencia, b. estado, c. comportamiento, d. destino en la obra, etc. Cualquiera de ellas es válida y el aspecto que consideramos más importante está referido a las características de cada uno de ellos y las posibilidades de uso en la construcción.

a. Los materiales **de la zona** son usados habitualmente en la construcción espontánea (o natural) aplicando tecnologías conocidas por el propio usuario. Cuando intervienen los profesionales suele incorporarse algún tipo de transformación para mejorar el uso. En general el uso responde a los requerimientos del clima, la tradición, los modos de vida, el empleo de tecnología sencilla. Suelen ser materiales abundantes y en consecuencia baratos, cuando no es posible obtenerlos gratuitamente. Se usan fundamentalmente para la "obra gruesa". Aunque los volúmenes a transportar sean grandes el flete es escaso ya que las distancias a recorrer son cortas.

Los materiales de **otras zonas** se usan generalmente como complemento y en combinación con los de la zona, aplicando tecnologías complejas, donde es necesario contar con la participación de profesionales, técnicos y especialistas en cada tema. El uso fundamental corresponde a operaciones de obra de "terminaciones". En general son muy elaborados, se emplean en pequeñas cantidades y resultan relativamente caros. Son fabricados en la cercanía de los grandes centros de consumo y el rubro flete es significativo.

b. Son muy escasos los materiales que se usan en las condiciones que se encuentran en la naturaleza, sin ningún tipo de transformación. Los materiales **naturales** usados con predilección en el lugar de producción son la tierra, la madera y la piedra. Estos mismos materiales son **trabajados** y usados después de haber sido sometidos a transformación física, sin alterar su composición. Finalmente los **elaborados** han sufrido transformación a través de procesos químicos, de cocimiento o por la combinación o agregado de otros materiales. A medida que se van agregando procesos de transformación aumenta el precio por la incorporación de nuevos materiales y por el costo de la mano de obra respectiva.

c. Por el comportamiento en la obra podemos distinguir los **inertes**, que no sufren transformación química en la operación, sólo se mezclan. Entre ellos podemos citar las piedras, ladrillos, los bituminosos, los aislantes térmicos y acústicos, cerámicos y los materiales que se incorporan clavados, atornillados, atados o soldados.

Los **aglomerantes** sufren transformación química, se combinan con otros y sirven para unir. Son los cementos, adhesivos, pegamentos, colas y resinas. Son elementos caros y se usan en pequeña cantidad en la obra.

Los materiales "**en seco**" son materiales compuestos que constituyen elementos (partes) más o menos complejas, usados generalmente en la prefabricación o para la envolvente de los edificios y compartimentar los espacios en el caso de "**planta libre**". Se unen sin aglomerante. Son especialmente usados en construcciones de emergencia o temporarias.

d. Desde el punto de vista de la ocupación o destino en la obra podemos diferenciar los materiales para **obra gruesa**, que requieren mano de obra sencilla y pueden trabajarse con el empleo de maquinaria simple. Son en general baratos, pesados y requieren poco cuidado

para el acopio. Tal el caso de la piedra, arena, ladrillos, viguetas para techo, bloques, etc. Los materiales para **terminaciones** requieren mano de obra especializada, para operarlos resulta difícil el empleo de máquinas, en general son livianos, caros, se usan en pequeñas cantidades y requieren cuidado en su manipulación. Son los destinados a estructuras, instalaciones, revestimientos, carpintería, aislaciones, para frente, vidrios, pinturas, etc.

Lógicamente, se entiende que todos los materiales que se usan en la obra pueden clasificarse atendiendo simultáneamente a todos los aspectos indicados. Por otro lado, pueden adoptarse otras clasificaciones que serían también igualmente válidas.

CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES Y LOS ELEMENTOS EN LA OBRA

Analizamos globalmente las características de los materiales que permiten lograr un comportamiento adecuado al ser incorporados en las diferentes etapas de la obra. Más adelante indicaremos concretamente los materiales de uso habitual. En este momento la intención es analizar los aspectos a tener en cuenta cuando hay que decidir la inclusión de los materiales.

En todos los casos el punto de partida es el mismo: el uso (o destino) que se dará al espacio en consideración.

1. RELLENOS

El material de relleno no debe contener materia orgánica en su composición porque se descompone a través del tiempo y modifica su volumen y se afecta el poder portante del terreno. Las sustancias que reaccionan en presencia de agua son especialmente perjudiciales. Tal el caso de la cal o el yeso. El tamaño de los elementos debe permitir la compactación y asegurar que no se presentarán oquedades. Cuando existe el peligro que se presente esa situación se debe agregar material más fino para rellenar los vacíos.

2. FUNDACIONES

El material debe ser resistente a los efectos de la humedad propia del terreno y de la presencia de agua que se origina durante las lluvias o el riego artificial. En terrenos salinos se deben tomar precauciones especiales para impedir el ataque a los materiales de fundación. La estructura de fundación debe asegurar la transmisión de las cargas al terreno.

No es conveniente usar cal en la ejecución de cimientos. Cuando se ejecutan cimientos de mampostería de ladrillos, éstos deben estar bien cocidos, prefiriéndose los recochos. Tanto en este caso como cuando se usan las piedras el mortero de asiento debe ser de cemento y arena con resistencia a la compresión no inferior a la de los mampuestos.

En el caso de la construcción de adobe pueden ejecutarse cimientos de piedra sin mortero de asiento.

Cuando se ejecutan sobrecimientos pueden usarse tanto el material de cimientos como el de mampostería.

3. CAPAS AISLADORAS

Para la ejecución de las capas aisladoras, horizontal o vertical, se usan materiales impermeables y en la medida de lo posible flexibles, tratando de eliminar las juntas. Cuando ello no

es posible hay que asegurar la continuidad de las partes. Los materiales bituminosos deben protegerse para evitar la oxidación y cuando se usan morteros se debe cuidar el fragüe y reparar las fisuras que se produzcan. En el caso de aislación vertical en sótanos conviene usar materiales bituminosos que son flexibles si se trabaja con tabique de panderete. Los morteros hidrófugos pueden usarse en los casos que la capa aisladora se ejecuta sobre el hormigón o mampostería de la submuración de los muros vecinos o en los propios. Pueden ejecutarse aislaciones hidrófugas con películas plásticas en la medida que se solucionen las juntas y se eviten las perforaciones del material.

4. MAMPOSTERÍA

Para decidir el material de la mampostería hay que analizar los aspectos referidos a: uso del espacio, condiciones climáticas, textura, color, mantenimiento, higiene, resistencia, terminación, aislación termoacústica, escala humana, etc.

Cuando se opta por elementos rectangulares las dimensiones de las piezas deben asegurar la traba, la horizontalidad de los tendeles y la verticalidad de las llagas. La resistencia al impacto debe responder al uso. La textura superficial está directamente vinculada con la higiene, sobre todo en los paramentos exteriores donde los elementos del clima actúan permanentemente. En climas de temperaturas rigurosas hay que usar materiales que aseguren la aislación térmica.

El tamaño de los elementos (mampuestos) cuando se terminan a la vista deben tener en consideración las dimensiones del local, respetando la escala humana. La resistencia del mortero de asiento no debe ser inferior a la de los mampuestos. La resistencia máxima de la mampostería no sobrepasa la de ninguno de sus componentes (mortero y mampuesto).

Las superficies rugosas no son convenientes en climas secos por el polvo que se deposita en los intersticios. En los paramentos que no incide el sol, en zonas lluviosas o muy húmedas, el agua que se deposita favorece la formación de moho que modifica la terminación del paramento.

En el exterior es conveniente usar materiales compactos más fáciles de mantener, reservando los porosos para el interior.

En los pisos inferiores pueden usarse materiales pesados, material y visualmente. En pisos superiores y sobre aberturas en planta baja es conveniente usar materiales livianos. Los colores oscuros son más "pesados" que los colores claros. Para decidir el material a usar debe actuarse sobre todos los aspectos enunciados, simultáneamente.

5. ESTRUCTURAS

En el análisis diferenciamos las estructuras de hormigón armado, metálicas, de madera, de piedra y combinadas.

Cuando se ejecutan estructuras de **hormigón armado** el tipo de hormigón está indicado en los reglamentos o los pliegos y las dimensiones y armaduras en los planos. La calidad del cemento y la resistencia del acero se determinan mediante ensayos.

Los inertes deben ser limpios de sustancias orgánicas, sales, arcillas y otros elementos extraños. El dosaje puede establecerse por volumen o mejor aún por peso. Es fundamental respetar la granulometría para alcanzar la resistencia deseada y reducir la cantidad de cemento al mínimo necesario. Las piedras partidas permiten obtener mejor hormigón que el canto rodado.

Los encofrados deben ser estancos de manera de asegurar el dosaje de cemento que de otra manera es arrastrado por el agua, sobre todo cuando se usan vibradores.

El agua de amasado debe ser potable en lo posible. Cuando no se dispone de ella debe analizarse.

Las armaduras deben estar libres de óxido y de toda otra sustancia que impida la unión con el hormigón.

Cuando las barras son enderezadas mediante tracción hay que verificar el diámetro después del estirado.

Las estructuras **metálicas** se ejecutan con caños, perfiles laminados o barras circulares; remachados, atornillados o soldados y respondiendo a las indicaciones de los planos.

Todos los elementos se ensayan para determinar la resistencia, al igual que las piezas resultantes. Valen en este caso las mismas consideraciones que hacíamos antes con respecto a las armaduras del hormigón armado. Se debe cuidar la terminación de las uniones.

La **madera** es un excelente material para ejecutar estructuras pero lamentablemente es poco usada, a pesar de existir gran cantidad de productos que permiten hacerla incombustible e inatacable por insectos, sin alterar sus otras características.

Existe gran variedad de especies con resistencias, texturas y colores diferenciados que permiten adaptarla a los más diversos usos.

Un exhaustivo estudio de las posibilidades estructurales de las maderas existentes en cada región puede aportar soluciones económicas y de gran valor plástico.

Para usar la madera con seguridad hay que verificar especialmente: el estado de humedad, el ataque de los insectos y la presencia de nudos.

Es en estos momentos podemos decir que el único enemigo de la madera es el agua. Pero sobre todo la alternancia de seco y mojado. La madera se destruye siempre en el límite entre el agua y el aire y se mantiene relativamente inalterada en las partes que se encuentran en forma permanente en alguno de los dos elementos.

La madera es un material liviano, buen aislante térmico y acústico, fácil de trabajar, adaptable aún para el mobiliario. Es posible ejecutar las paredes, pisos y techos de una obra íntegramente de madera. Puede trabajarse en seco, permite el armado y desarmado sencillo y es fácil de transportar. La construcción puede ejecutarse en cualquier lugar, en todo clima y época del año y los espacios pueden ser usados apenas terminada la construcción.

Le corresponde a los arquitectos recuperar este excelente material y desterrar el aspecto de precariedad de las propuestas que se ofrecen en la actualidad.

La **pedra** es un buen material estructural, especialmente para soportar esfuerzos de compresión. Puede usarse con o sin mortero (pirca). Cuando se usa mortero debe ser de cemento-arena. Las piedras deben estar perfectamente limpias y sin fisuras. Las piedras homogéneas pueden adoptar cualquier forma y posición. En cambio cuando se usan piedras estratificadas conviene asentarlas en capas horizontales que favorecen el comportamiento estructural.

Cada vez se usan más estructuras **combinadas**; en las cuales hay que tener en cuenta lo que hemos dicho separadamente para cada uno de los materiales. En general se suele usar un tipo estructural para las paredes y otro distinto para el techo y el punto más delicado está constituido por la unión de las estructuras y al que debe dispensarse mayor atención.

La solución del aspecto estructural de las construcciones ha sido asumido hasta ahora por los ingenieros y constituye un campo prácticamente inexplorado por los arquitectos. El uso de los materiales naturales y con aplicación de tecnologías que respondan a las características propias de cada uno de ellos, brindan generalmente excelentes soluciones arquitectónicas.

6. CUBIERTAS DE TECHOS

Componen la cubierta los elementos no estructurales del techo, destinados a darle terminación superior.

Hay que diferenciar las cubiertas inclinadas de las horizontales, llamadas "planas"; y dentro de éstas las accesibles de las inaccesibles.

La cubierta debe asegurar la aislación hidrófuga y térmica del techo además de la evacuación de la lluvia, nieve o granizo.

La aislación térmica y también acústica se consigue con materiales livianos, porosos; sean naturales o artificiales.

La posibilidad de aislación del material es inversamente proporcional al tamaño de las partículas de aire y pierde la propiedad cuando se embebe en agua por lo que es conveniente asegurar la aislación hidrófuga del aislante térmico. Los colores claros reflejan más la radiación solar que los oscuros. En consecuencia la elección del color está vinculada a la necesidad del diseño: aprovechar o evitar las radiaciones. La aislación aumenta a medida que lo hace el espesor del material, pero simultáneamente se incrementa el peso que actúa sobre la estructura. Razones de orden económico, estético, de tradición y costumbres, textura, color, etc. son las que deberán tenerse en cuenta para decidir los materiales a usar. Las cubiertas inclinadas y las "planas" inaccesibles pueden terminarse con materiales diversos. En las azoteas accesibles el material de terminación debe estar en condiciones de resistir el tránsito de personas y el impacto de elementos sobre su superficie.

No son convenientes los materiales muy texturados que impiden la evacuación del agua de lluvia, si tenemos en cuenta la escasa pendiente de las terrazas accesibles. Siempre que sea posible solucionar los aspectos formales y técnicos es conveniente usar elementos de gran superficie de manera de disminuir al máximo el número de piezas y los puntos de unión que son los mas vulnerables.

7. ENTREPISOS

Para decidir los materiales de los entrepisos hay que tener en cuenta por un lado las características del material del piso que se apoya y las actividades de los ambientes superior e inferior para establecer si es necesario dotar de aislación térmica o acústica al entrepiso. Cuando se trata de locales sanitarios es conveniente además asegurar la aislación hidrófuga.

Las aislaciones deben responder a lo indicado anteriormente.

Cuando es necesario colocar piso rígido hay que asegurar que el entrepiso no produzca vibraciones que despegan o cuarteán el piso. Si existe la posibilidad de optar, conviene colocar material flexible, con adhesivos del mismo tipo.

8. CONTRAPISOS

El contrapiso se coloca directamente sobre el terreno o sobre la estructura del entrepiso.

El material del contrapiso debe asegurar la aislación del piso del terreno y su posición.

La aislación hidrófuga puede ejecutarse con los materiales indicados anteriormente o con el propio material del contrapiso: hormigón de buena calidad o con agregado de material hidrófugo. Cuando el terreno tiene escaso poder portante el contrapiso debe ejecutarse con hormigón armado que puede constituir la platea de fundación.

La terminación superficial debe adecuarse al piso que habrá de recibir, respetando el espesor del mismo. Para materiales de piso de poco espesor y flexible hay que tener en cuenta que las imperfecciones o rugosidades se transmiten a la superficie del piso. La terminación de la superficie debe responder también a las características del adhesivo del piso.

Es conveniente que las pendientes del piso se establezcan al ejecutarse el contrapiso. Cuando se ejecutan contrapisos al aire libre, en espacios abiertos hay que analizar la influencia de los elementos del clima, sobre todo la lluvia y la temperatura. Cuando la lluvia es excesiva puede modificar el poder portante del terreno y cuando las temperaturas son muy altas hay que prever juntas de dilatación más cercanas.

9. PISOS Y ZÓCALOS

Previo a decidir las características del piso a colocar hay que conocer el destino del local respectivo. Conocer el uso a que será sometido, la actividad a desarrollar y los elementos que se apoyarán o deslizarán sobre el mismo.

En el caso de **vivienda** los pisos **exteriores** deben ejecutarse con materiales resistentes a los elementos del clima, con pendientes más o menos pronunciadas para asegurar el escurrimiento del agua de lluvia.

A medida que aumenta la pendiente debe modificarse la textura de manera de evitar el peligro de resbalar. Para ello se termina la superficie rugosa por medio de estrias, rayados, rodillado, etc. Las **piedras** naturales poco trabajadas, martelinadas, son buen material para pisos exteriores. En zonas donde llueve poco hay que tener en cuenta que los pisos rugosos acumulan polvo con facilidad.

Los **ladrillos** comunes bien cocidos o las **baldosas** son buenos materiales para pisos exteriores. Habitualmente suelen ejecutarse con **hormigón** simple, fratasado o rodillado. El hormigón alisado no es buen material, ya que es muy resbaladizo cuando está mojado.

Los pisos exteriores deben colocarse formando "paños" separados por juntas de dilatación a distancia adecuada para evitar que se fisuren por efecto de la dilatación que ocasiona la radiación solar.

En el **interior** los pisos suelen colocarse casi siempre horizontales, salvo en los locales sanitarios; donde deben colocarse con pendiente suave hacia el desagüe para escurrimiento del agua del lavado.

Los pisos deben ser más resistentes en los lugares de acceso y circulaciones.

Conviene usar elementos de grandes dimensiones para disminuir el número de juntas. Cuando deben colocarse con pendiente deben usarse elementos (piezas) más pequeños para facilitar la colocación y el pulido. En estos casos se trata de conseguir una superficie alabeada.

En locales de **trabajo** habrá que tener en cuenta especialmente el tipo de maquinaria y equipos a usar y los elementos a fabricar en el caso de la **industria**. Los pisos deben ser resistentes a los

agentes químicos, al fuego, al impacto de herramientas y elementos fabricados, al desplazamiento de los operarios que debe ser seguro en todo momento. En general es conveniente en estos casos disminuir al mínimo las juntas de dilatación. Cuando no se pueden evitar hay que esmerarse en la terminación de las mismas.

Las terminales de **transporte** incluyen siempre espacios interiores y exteriores. En las terminales de cargas y pasajeros se desplazan vehículos de diferentes tamaños, diversos pesos que se desplazan a velocidad variables, que requieren pisos de diferentes características.

En las zonas destinadas al público se usan pisos con terminaciones bien cuidadas, resistentes al desgaste y fáciles de limpiar y mantener. Hay que tener en cuenta que para realizar trabajos de reparación o reposición se debe interrumpir el servicio.

Cuando los espacios están destinados a la práctica del **deporte**, al aire libre o en áreas cubiertas, puede usarse desde el terreno natural (tierra o césped) hasta superficies perfectamente pulidas. Los reglamentos de cada deporte establecen las características del piso, según el deporte que se practique.

Especial interés merece el estudio de los pisos en edificios donde se trata la **salud**. Los distintos sectores requieren cumplir diversos requisitos pero es fundamental asegurar la limpieza de la superficie y conveniente además que los pisos sean aislantes acústicos.

En los edificios destinados a la **educación** hay que tener en cuenta la edad de los educandos y las respectivas actividades.

Para alumnos del preprimario, donde la principal actividad es el juego, se usan pisos de tierra, arena o polvo de ladrillo al exterior. En los locales interiores los pisos deben ser seguros y fáciles de limpiar y mantener. Similares características deben adoptarse para la escuela primaria.

A nivel secundario las actividades de los alumnos son más variadas y en consecuencia hay que prever pisos de distintas características para los diversos locales. Las aulas teóricas no presentan mayores dificultades. Los laboratorios, salas de música, bibliotecas, gimnasios (cubiertos y descubiertos) plantean requerimientos diferenciados a los cuales se debe responder teniendo en cuenta lo expresado anteriormente para actividades similares.

Más extensa aún es la variedad de actividades y en consecuencia las necesidades que plantea la enseñanza universitaria (laboratorios, plantas piloto, aulas en anfiteatro, salas de proyecciones, de reproducciones y grabaciones, etc.).

Los grandes espacios destinados a la **cultura**, que alojan gran cantidad de personas requieren condiciones especiales de seguridad para asegurar el desplazamiento sin riesgos para los espectadores o visitantes, sobre todo en el momento de evacuación del edificio y mucho más en las situaciones de pánico.

En los locales **comerciales** es muy variada la gama de actividades a desarrollar y en consecuencia lo son las características de los pisos a colocar. En cada caso deberá procederse como se ha indicado anteriormente.

Para los **zócalos** se usa generalmente el mismo material que el empleado en el piso respectivo, debiendo asegurarse que efectivamente protegerá el muro en el momento de realizar la limpieza del piso.

Las **solías** forman parte del piso y se emplean cuando hay que diferenciar dos materiales distintos en pisos contiguos y los **umbrales** como elemento de terminación de una superficie,

sobre todo cuando se produce un desnivel. En general se ejecutan con material distinto (color, dureza, textura) de los pisos vecinos. Los materiales a usar en la ejecución de los pisos varían si los mismos se ejecutan directamente en el lugar o si se usan piezas que provee la industria. Cada piso requiere disponer de personal capacitado para aplicar la tecnología específica. Los pisos deben ser ejecutados con material de buena calidad, aplicando la tecnología apropiada, ya que son un elemento de uso permanente y de difícil reposición salvo que se interrumpa el uso del espacio, sobre todo en las circulaciones. Cuando se producen diferencias de nivel el lugar debe destacarse de alguna manera para evitar accidentes a las personas desprevenidas, especialmente en los lugares de acceso de público numeroso.

En los lugares de acceso deben colocarse los pisos más resistentes al desgaste y más rústicos, reservando para los lugares alejados los más delicados. Cuando se colocan pisos al exterior deben terminarse perimetralmente con un cordón resistente que los proteja y separarse los paños mediante juntas de dilatación, sobre todo si están expuestos a la radiación solar.

10. REVESTIMIENTOS

Están destinados a responder a requerimientos, necesidades de diverso carácter en las construcciones. Se aplican en superficies **interiores y exteriores**, en **paredes y techos**, directamente **aplicados** sobre la superficie o **separados**.

Los revestimientos se incorporan a la obra para brindar protección a los efectos perjudiciales o no deseados que producen los elementos climáticos: temperatura, humedad del ambiente, lluvia, viento, etc; los impactos sobre las superficies, los ruidos o sonidos desagradables, el desgaste producido por el uso; etc.

Según los casos se requieren superficies donde se faciliten las operaciones de limpieza; se brinden condiciones adecuadas de confort (aislación térmica y acústica); se abarate el mantenimiento; sean de fácil y económica reposición; se aseguren respuestas estético-morfológicas; se protejan los materiales estructurales y las instalaciones.

La industria ofrece gran variedad de materiales y elementos con diferentes posibilidades de formas, texturas, colores, proporciones, tamaños y calidades de los cuales el diseñador puede valerse para brindar una respuesta adecuada en su propuesta de diseño. Cuando no exista el material adecuado el arquitecto, con un acabado conocimiento de las características que requiere la situación planteada y las posibilidades que le brindan los materiales y la tecnología, puede "diseñar" un nuevo material.

En definitiva, se trata de establecer con precisión a que requerimientos se debe responder en cada situación planteada, conocer las posibilidades que ofrece cada uno de los materiales, la tecnología constructiva más adecuada, los costos de operación de los distintos trabajos para decidir en definitiva el tipo de revestimiento a adoptar en cada caso.

Las **piedras**, salvo excepcionalmente, sólo se usan para revestimientos interiores y exteriores de paredes, ya sea naturales o trabajadas: granito, mármoles, travertinos, artificiales. Pueden colocarse en forma de planchas o en pequeñas piezas.

El resto de los materiales en general se usan tanto en paredes como cielorrasos, ya sean aplicados o adheridos e independientes o separados. En el primer caso con algún cemento, adhesivo o mortero y en el segundo caso clavados, atornillados, atados o engrapados. En el

caso de los cielorrasos los revestimientos independientes se denominan "suspendidos", ya sea de la estructura del techo o mediante estructura independiente que puede apoyarse en los muros perimetrales del local.

Los **revoques** se colocan tanto en paredes como en cielorrasos, y se ejecutan con mortero de cal, yeso, cemento, símil piedra, de polvo de ladrillo, piedra molida. Generalmente se usan en revoques aplicados, pero los mismos materiales pueden usarse cuando se ejecutan cielorrasos suspendidos. En el último caso debe ejecutarse una estructura liviana, en la cual se clava o ata el metal desplegado, que es quién recibe el revoque propiamente dicho.

Las paredes pueden terminarse con mampuestos a la vista, bolseados, con revoque impermeable, con revoque fratasado, alisado, peinado, salpicado, rayado, etc., y ejecutados con distintos materiales que brindan diversas posibilidades de texturas y colores.

Con el uso de materiales adecuados se pueden ejecutar cielorrasos luminosos, radiantes, aislantes acústicos y térmicos.

En los revestimientos **exteriores**, aparte de las respuestas esteticomorfológicas deben tomarse especialmente en cuenta la acción climática. En superficies expuestas a la humedad ambiente y la lluvia los revestimientos deben ser impermeables, con superficies lisas, sin rugosidades ni orificios, sobre todo cuando no reciben la acción del sol que provocaría la evaporación del agua. La presencia de agua durante períodos relativamente largos oscurece las superficies de colores claros, sobre todo si son revocados o pintados.

El viento también perjudica a las superficies rugosas en zonas de lluvia escasa. La tierra se deposita en la superficie y permanece hasta la primer lluvia. En ese momento, si la lluvia que cae es escasa se ensucia la superficie, que no alcanza a "lavarse" suficientemente. Lo mismo ocurre cuando las superficies son horizontales o con pendiente escasa, cualquiera sea el material de construcción. Las superficies pintadas se deterioran fácilmente por la acción directa del sol y por la luz solar. Conviene en consecuencia usar los materiales originales, con sus colores naturales, siempre más resistentes que los artificiales. Tal el caso de las piedras, los materiales cerámicos, el hormigón, la madera. Esta última, en zonas de clima seco necesita mantenimiento permanente.

Hay que considerar especialmente la acción del viento frío en el invierno en superficies a la sombra y del sol en las asoleadas en el verano. En las superficies exteriores deben tenerse en cuenta además la acción de los impactos de elementos que puedan afectar los materiales, sobre todo en salientes y aristas; y especialmente en las partes bajas de las construcciones.

Para los paramentos de paredes **interiores** existe una extensa variedad de materiales para revestimientos, con una amplia gama de características. Para ordenar analizamos las características necesarias según el destino de la obra.

En la **vivienda**, el más común de todos los usos, se puede emplear –y así ocurre– la más extensa variedad de revestimientos. La industria ofrece permanentemente nuevos productos destinados a este fin.

En locales **sanitarios** se usan elementos –materiales– de superficies perfectamente pulidas, lisas, impermeables. Se trata de usar piezas de gran tamaño, disminuyendo el número de juntas, el punto más vulnerable de la superficie. Pero esto tiene su limitación: los elementos de gran tamaño son difíciles de usar en locales que habitualmente son de pequeñas dimensiones.

La mejor solución suele ser, cuando no existen limitaciones económicas, revestir los paramentos en toda su altura. Las alturas mínimas suelen estar establecidas en los reglamentos de construcción y las normas de los entes oficiales que colaboran en la financiación de los planes de construcción de viviendas. Cuando los paramentos no están revestidos en toda su altura, la superficie restante hasta el techo, debe tratarse con pintura impermeable. El mismo material conviene que se aplique a la superficie del cielorraso.

En los locales de **estar** el tratamiento superficial de los paramentos deben favorecer la creación de un ambiente propicio para la estancia de las personas. Interesan aquí la textura, los colores, la proporción, los tamaños de los elementos constitutivos del revestimiento de las paredes y cielorraso. Puede aprovecharse el revestimiento para aislar térmica y acústicamente los locales. Para ello es conveniente que el revestimiento sea independiente de paredes y techo, que esté constituido por material liviano, esponjoso, perforado, en piezas pequeñas, en capas superpuestas, sin crear superficies reflejantes.

En el área de **descanso** los colores deben favorecer la tranquilidad propia del sector. Debe tenerse en cuenta que en esta parte de la vivienda es donde la actividad es menor y bastante similar para todos, independiente de las posibilidades económicas. Deben procurarse colores claros, formas definidas, tamaños y proporciones referidas a la escala humana. Pueden usarse materiales texturados y de buena calidad. Tenemos que considerar que esta es la parte más protegida, mas íntima, con acceso relativamente restringido para los ajenos a la familia.

Los **depósitos y garages** en general no reciben revestimientos, salvo el último de los casos cuando son abiertos. Los materiales deben ser resistentes al impacto dada la actividad que se desarrolla en esos espacios.

En general, es en el acceso donde suelen usarse los revestimientos de mejor calidad. Debe tenerse en cuenta que son locales intermedios entre el interior y el exterior.

Los cielorrasos no están expuestos a la acción del desgaste o impacto por lo que generalmente suelen terminarse revocados. En casos de recibir algún revestimiento sólo ocurre en los sectores de estar y accesos.

Distinta es la situación cuando el destino no es la vivienda.

Cuando el edificio está destinado a la **industria**, los revestimientos deben responder a los requerimientos resultantes del proceso de producción, tanto los referidos a la materia prima, a los productos elaborados o las operaciones de fabricación. Los revestimientos deberán ser resistentes a la abrasión, a la corrosión, al desgaste, al impacto, a las acciones químicas, al desplazamiento de máquinas y elementos, aislantes de ruidos y temperatura, fáciles de limpiar.

En locales destinados al tratamiento de la **salud** la principal preocupación es crear ámbitos higiénicos. Por lo tanto las superficies, sobre todo de las paredes, deben ser perfectamente lisas, fáciles de limpiar, con revestimientos que presenten el mínimo de juntas. La terminación debe ser prolija, de fácil mantenimiento. En los locales asépticos es donde deben tomarse las mayores precauciones.

En estudios de grabación, salas de transmisión de radio y televisión y otros medios de **comunicación** los revestimientos deben reforzar las condiciones de aislación acústica de la propia construcción. Estas condiciones deben asegurarse en las paredes y cielorrasos y aún en los pisos.

En las construcciones destinadas a la **educación** se presentan distintas situaciones, según la actividad que se desarrolle. En general en las paredes se deben conseguir superficies resistentes a los impactos, fáciles de limpiar.

En los locales sanitarios y laboratorios las superficies deben ser fáciles de limpiar, lisas, con mínimo de juntas, resistentes a las acciones de productos químicos. En bibliotecas y salas de música tanto las paredes como los cielorrasos deben ser aislantes acústicos.

En espacios destinados al **culto** y la **cultura**, donde habitualmente se reúne gran cantidad de personas y en las cuales se deben crear especiales condiciones de seguridad; confort; aislación térmica y acústica; privacidad o comunicación según los casos; delicada terminación; efectos formales; de textura; luz y color; equilibrio; adecuada proporción y escala humana; es donde se presentan las mayores posibilidades del uso de revestimientos. La industria ofrece gran variedad de ellos y en su uso además de asegurar una tecnología y mano de obra de calidad es necesario tener en cuenta los aspectos que brinden la posibilidad de alcanzar terminaciones de calidad y soluciones equilibradas. Son estas obras las que representan la cultura de una sociedad y su momento histórico. Deben usarse materiales nobles, que perduren en el tiempo como expresión de la época.

Cuando se construyen edificios destinados al **esparcimiento** y también al **comercio** es cuando se hace uso de la mayor variedad de revestimientos. Se trata de crear condiciones para provocar en los clientes sensaciones propicias para el uso de las instalaciones o para destacar los productos que se ofrecen a la venta.

USO DE LOS MATERIALES EN LOS REVESTIMIENTOS

El uso correcto de un material es el que responde a sus características intrínsecas. Los revestimientos deben usarse respondiendo a la función que cumplen en la obra. Cuando un material sólo actúa como revestimiento debe colocarse de manera que exprese con claridad esa situación. No debe aparecer como elemento resistente, estructural, ya sea por su forma y colocación. Los cerámicos, azulejos, ladrillos y piedras trabados aparecen como elementos resistentes.

Cuando el material es homogéneo: piedra, acero, plásticos, hormigón; pueden adaptarse a cualquier forma. No ocurre lo mismo con la madera, las piedras estratificadas, los ladrillos y chapas y placas, perfiles metálicos, pizarras; que constituyen elementos planos y lineales. En estos casos es conveniente conservar la forma natural del material al ser incorporado a la construcción. Conviene además que sean colocados de manera que puedan absorber fácilmente los esfuerzos a que serán sometidos.

La **madera** puede usarse para construir elementos lineales y planos donde la mayor longitud debe ser paralela a las fibras. Es adecuada para esfuerzos de tracción y flexión. En el caso de la compresión no se pueden superar límites de esbeltez sin correr el peligro que se produzca pandeo. La **piedra** si es homogénea puede adoptar cualquier forma y posición. Es especialmente indicada para resistir esfuerzos de compresión. Puede ser usada como material de revestimiento y también portante. Cuando se presenta estratificada responde fácilmente a esfuerzos de compresión normales a los planos de estratificación. Puede usarse como material de revestimiento, colocado en placas adheridas al muro portante, cuidando que se exprese esta situación. La colocación lógica sería que no fueran trabadas. Los **perfiles** metálicos resisten bien a la tracción, compresión y flexión. Es excepcional el uso como material de revestimiento. Aparte de cumplir funciones estructurales pueden colaborar como elementos de revestir. Las **chapas** o **placas** de distintos materiales son usados con frecuencia como materiales para revestir. Habitualmente se colocan en seco, atornilladas, remachadas, soldadas o clavadas. Los **ladrillos**, sobre

todo los comunes, se usan simultáneamente como elementos portantes y con algún tipo de tratamiento superficial como material de revestimiento interior y sobre todo, exterior. Se ofrecen otros elementos cerámicos similares, de tamaños y formas diversas como material de revestimiento. Los **cerámicos** usados para pisos se usan también como revestimiento para paredes y aún ciellorrasos, excepcionalmente. Las **pizarras** naturales y artificiales se usan para revestimiento exterior de paredes y sobre todo como material de terminación de techos inclinados. El **hormigón**, elaborado en obra o por medio de elementos prefabricados para colocar en seco, es un material usado cada vez con más frecuencia para revestimiento. Puede usarse hormigón común y sobre todo alivianado; con superficie lisa o texturada; natural o coloreada. Por el proceso de fabricación puede adoptar prácticamente cualquier forma y tamaño. Los elementos son en general autoportantes y con equipos adecuados pueden ser colocados fácilmente. Pueden elaborarse elementos lineales, superficiales y volumétricos para resistir todo tipo de esfuerzos. El hormigón es uno de los materiales mas versátiles, relativamente económico y fácil de laborar. Sólo deben solucionarse los aspectos referidos a las aislaciones térmica y acústica.

Es conveniente **limitar al mínimo el uso de** materiales destinados exclusivamente a actuar como **revestimiento**. Se debe privilegiar el uso de materiales que al mismo tiempo que cumplen la función de estabilidad, seguridad, resistencia, formales, respondan a las posibilidades que brindan los revestimientos. En la medida de lo posible conviene usar materiales naturales, siempre que respondan a los requerimientos anotados anteriormente, solución que seguramente será la más económica.

11. CIRCULACIONES HORIZONTALES Y VERTICALES

Analizamos los aspectos referidos al desplazamiento de personas y elementos entre dos lugares distintos.

Los reglamentos establecen las condiciones y características mínimas que deben reunir las circulaciones destinadas a las personas, que deben ser respetadas por el diseñador.

Los conflictos que surgen de la circulación de personas y vehículos en las **ciudades** se resuelven estableciendo zonas por donde pueden circular separadamente unas y otros; con soluciones especiales en los sitios donde se entrecruzan. Tal el caso de la vereda y la calzada en la calle; los pasajes y calles peatonales; los pasajes elevados o subterráneos; etc. Estas soluciones condicionan muchas veces el diseño de la ciudad, dándole característica propia.

En los espacios verdes y los destinados a actividades al aire libre se disponen circulaciones destinadas a las personas con recorridos que pueden ser usados para los equipos y máquinas de limpieza y mantenimiento, ya que los horarios de uso no coinciden en el tiempo y por otro lado la velocidad de desplazamiento de los equipos es baja.

Parece que la mejor solución es permitir el uso temporario de los espacios y con posterioridad construir el piso siguiendo los recorridos que surgen espontáneamente de las necesidades de los usuarios.

Las circulaciones en los **edificios** deben ser resistentes al desgaste causado por el uso. La resistencia del material a emplear está determinada por la frecuencia del uso y por la dureza de los materiales que apoyan sobre su superficie. Deben permitir un desplazamiento seguro sin posibilidad de resbalar, sobre todo cuando el piso está mojado. Esto se consigue disponiendo de

una superficie texturada, siempre que al mismo tiempo pueda asegurarse una limpieza fácil sobre todo en espacios destinados al tratamiento de la salud y manipulación de productos o sustancias alimenticias, en donde los trabajos de mantenimiento deben ser cuidadosos. Tanto estos trabajos como los de reposición no deben afectar el servicio por tiempo muy prolongado, situación que en muchos casos crea graves inconvenientes por lo que debe analizarse este aspecto en el momento de decidir la solución a adoptar.

Las circulaciones, sobre todo en lugares donde se concentran muchas personas, deben ser fácilmente identificables, bien iluminadas, suficientemente calibradas; teniendo en cuenta el uso en situaciones límites, como el caso de incendio, del sismo o cualquier otra situación posible de pánico.

Los códigos establecen en general las condiciones que deben reunir las circulaciones referidas a: medios de salida, escaleras y rampas, todas ellas a partir de la cantidad de personas que harán uso de la instalación.

- a. En las **circulaciones horizontales** los reglamentos establecen los anchos mínimos de salida para personas y vehículos. Cuando se unen las salidas se suman los anchos respectivos. Las circulaciones -pasillos- tienen anchos mínimos referidos a la cantidad de personas que tienen posibilidad de usarlas simultáneamente. Los anchos se acumulan a medida que se incorporan nuevas circulaciones y no pueden reducirse hacia la salida. En espacios destinados a espectáculos públicos los anchos mínimos son mayores y aumentan hacia la salida. Las prescripciones son similares para iglesias, salones gremiales, de diversión y para locales comerciales que tengan posibilidad de alojar más de 300 personas.
- b. Las **circulaciones verticales** incluyen principalmente escaleras, escaleras mecánicas, ascensores y montacargas, conductos de ventilación, plenos de servicios, incineradores y compactadores de residuos, conductos de humos.

En las **escaleras** deben cumplirse diversas condiciones mínimas tales como:

- La caja de escalera debe estar ubicada sobre la misma vertical en todos los pisos hasta alcanzar la planta baja. En este nivel debe interrumpirse para evitar que los usuarios continúen ascendiendo o descendiendo y se permita la identificación de la salida, sobre todo en situaciones de pánico.
- Los pasajes que sirven a las escaleras deben tener como mínimo el ancho de la misma y cuando sirven a más de una deben incrementar su ancho.
- Los anchos de escalera se establecen en base al número de personas que tienen posibilidad de usarlas y se incrementan en los pisos sucesivos, hacia la salida, de acuerdo al número de ocupantes del edificio. Para escaleras de servicio y marineras -o de gato- los anchos son menores.
- Las dimensiones de la huella -pedada- y contrahuella -altura- no deben sobrepasar ciertos límites (mínimo 26 cm y máximo 17,5 cm, respectivamente) y la suma de la huella más dos veces la contrahuella debe estar comprendida entre 61 y 63 cm para personas mayores y 55 cm para niños. Experimentalmente se ha demostrado que la escalera más cómoda resulta la que tiene escalones de 29 cm de huella y 17 cm de contrahuella.

- ▶ Cuando hay tramos curvos con radio de 0,50 a 1,00 m los escalones deben ser compensados y deben tener una huella mínima de 12 cm medida normal a la bisectriz del ángulo que forma el escalón.
- ▶ Los pasamanos son obligatorios según el ancho de la escalera: de un lado para ancho mayor de 0,85 m, de ambos lados para más de 1,50 m. Cuando el ancho supera los 3,00 m se deben respetar los anchos máximos separando el ancho con barandas continuas.
- ▶ Las escaleras pueden reemplazarse por rampas con pendiente máxima de 12% para circulación de personas. Las rampas son imprescindibles para personas minusválidas motrices.
- ▶ Las rampas para vehículos no deben superar la pendiente máxima de 20%.

Conviene ubicar las escaleras agrupadas con otros medios –rampas o ascensores– pero en conductos separados. En situaciones de pánico las personas reaccionan instintivamente y se dirigen hacia los medios de salida. Es entonces cuando tienen que tener la posibilidad de optar por cualquiera de los disponibles. Conviene que estén alojados en conductos separados porque los incendios se propagan especialmente por las cajas de escaleras y ascensores. Es conveniente además dotar a los edificios de escaleras de incendio estratégicamente ubicadas; las que con un adecuado tratamiento pueden constituirse en un elemento plástico interesante.

Las **escaleras mecánicas** son especialmente indicadas cuando se debe transportar un gran número de personas, como en grandes tiendas, supermercados, estaciones de ómnibus, trenes y subterráneos, terminales de transporte, etc. Se construyen con pendientes de entre 30° y 35° y los anchos varían con la cantidad de personas previstas. La velocidad de desplazamiento es de alrededor de 0,50 m por segundo. La instalación de una escalera mecánica no elimina la necesidad de incluir una escalera común, aunque aquella, cuando no está en funcionamiento; puede emplearse como escalera común.

Los **ascensores y montacargas** son elementos mecánicos usados para elevación de personas y cargas –objetos y mercaderías– que complementan a las escaleras en caso de las personas, pero que no las sustituyen. Hay que tener en cuenta que dejan de funcionar cuando se interrumpe el servicio eléctrico o cuando se realizan las tareas de reparación o mantenimiento. La cantidad y tamaño de los ascensores se determinan a partir de la cantidad de personas y el tiempo previsto para la evacuación del edificio. Las capacidades de los ascensores varían de 4 a 6 personas hasta 12 los más grandes y la velocidad de desplazamiento varía de 0.20 a 0.50 m/seg.; 0.80 a 1.50 m/seg.; llegando los más veloces hasta 3.50 m/seg. Para establecer el número de personas con posibilidad de usar el ascensor se considera una persona por cada 10 metros cuadrados de superficie a servir. Hay ascensores destinados a cumplir diversas funciones: principales y de servicio en edificios de departamentos; portacamillas, para autos, montaplatos, etc.

En el diseño hay que tener en cuenta:

- ▶ Cuando se instala más de un ascensor conviene colocarlos en batería de manera de permitir el uso optativo de cualquiera de ellos o la puesta fuera de servicio de alguno de ellos en los momentos de menor afluencia de público, sin resentir el servicio.
- ▶ La puerta de cabina conviene que sea de accionamiento telescópico.

- La puerta de las paradas, de abrir hacia afuera, telescópica o corrediza dentro de la caja o hueco del ascensor.
- Las dimensiones de la cabina deben responder a la cantidad de personas a transportar.
- La cabina debe ser construida con materiales incombustibles.
- Las puertas de la cabina pueden estar ubicadas en una sola cara, en dos caras opuestas o en dos caras ubicadas a 90°.
- La sala de máquinas debe tener una altura mínima de 2,00 m y construida con material incombustible y protegido de la humedad.
- Hay que aislar de manera que no se transmitan las vibraciones de las máquinas y evitar el desplazamiento lateral de la cabina y el contrapeso.

En edificios con acceso de público numeroso se coloca un tipo especial de ascensor de desplazamiento continuo –Paternoster– constituido por una cadena de cabinas que se desplazan a una velocidad de 0,25 m por segundo. Este ascensor necesita dos cajas paralelas; una para subida y otra para bajada de las cabinas. Se asciende y desciende de las cabinas saltando, por lo cual no pueden ser usados por los minusválidos motores.

Los montacargas responden en cada caso a las características –sobre todo tamaño, forma y peso– de los elementos a transportar. Los más grandes corresponden a los depósitos y almacenes. Los más pequeños, a los cuales no acceden las personas se destinan para el transporte de carros de comida, alimentos preparados, cilindros de gas, pequeños coches, muebles, etc.

Algunos locales pueden ventilarse por medio de **conductos de ventilación** construidos con obras de albañilería o de elementos fabricados con materiales livianos, provistos por la industria. Se usan para ventilar cocinas, baños y retretes, depósitos, sótanos, etc.; cuando lo permiten las reglamentaciones de edificación vigentes. En otros casos los conductos permiten mejorar las condiciones de ventilación de diversos locales, por medio de tomas de aire colocadas a nivel de piso –con rejillas fijas o móviles o mosquiteros– y bocas de salida por debajo del cielorraso.

Para asegurar un buen funcionamiento de los conductos de ventilación se aconseja terminarlos a una altura que sobrepase en 1,80 m el nivel del piso de las terrazas horizontales y en 1,00 m la cumbrera en el caso de techos inclinados.

Para evitar la entrada de la lluvia hay que dotarlos además de un sombrerete adecuado, los que la industria provee de diversos materiales y tipos.

Las canalizaciones de servicios de los edificios pueden ser alojadas en conductos que constituyen los **plenos de servicios**. Cuando las instalaciones son muy complejas y de gran tamaño pueden alojarse, horizontalmente, en los llamados **entrepisos técnicos**, con alturas que permiten la circulación del personal de mantenimiento del edificio. Desde estos entrepisos se abastece, hacia arriba y abajo, los diversos fluidos. En el caso de los conductos verticales las dimensiones varían de acuerdo a los elementos a colocar y la posibilidad que puedan ser recorridos por el personal de mantenimiento. En este caso en el conducto debe incluirse una escalera marinera, con acceso desde las circulaciones horizontales o verticales del edificio o bien de los extremos inferior o superior del conducto.

Las canalizaciones –cañerías– más comunes son las correspondientes a: agua fría y caliente, desagüe cloacal y pluvial y ventilaciones de la instalación sanitaria, instalación eléctrica de

media y baja tensión, instalación de gas, de calefacción, de refrigeración, de aire acondicionado, etc. Las canalizaciones verticales pueden comunicarse asimismo con los entrepisos técnicos.

En todos los casos deberán tomarse precauciones o separar los conductos cuando las cañerías transportan fluidos incompatibles.

Los sistemas de eliminación de residuos varían de acuerdo a la magnitud de la población a servir, desde el enterramiento en el propio predio hasta los más complejos sistemas de aprovechamiento (relleno sanitario); pasando por los **compactadores de residuos**. Los residuos domiciliarios e industriales deben ser tratados para optimizar su aprovechamiento por medio de sistemas de recolección y procesamiento que tengan en cuenta los aspectos sanitarios, ecológicos, operativos y económicos.

El vaciado a cielo abierto contamina la atmósfera y origina la proliferación de roedores, moscas y alimañas.

Los **conductos de humos** están destinados a eliminar los gases de la combustión que producen los elementos e instalaciones de los edificios, para lo cual deben estar dotados de ciertas características:

- ▶ ser resistentes para soportar el peso de la "columna" o si no estar apoyados por tramos a la estructura resistente del edificio.
- ▶ ser estancos y con superficies continuas, lisas, sin rebordes.
- ▶ ser resistentes a la temperatura de los gases que se desplazan en su interior, ejecutados con materiales de baja conductividad térmica o en su defecto bien aislados.
- ▶ cuando se ejecutan con elementos superpuestos el inferior debe enchufarse por dentro del superior para evitar que entre el agua y salga el humo.
- ▶ es conveniente que terminen con sombrerete.

En algunos casos las reglamentaciones exigen tratar el humo antes de ser evacuado a la atmósfera.

Los conductos pueden llegar al coronamiento del edificio o bien conectarse a conductos colectores de diversos tipos. En estos casos los desvíos no pueden superar los 20° de inclinación, para asegurar un servicio eficiente. Pueden ser ejecutados en obra de albañilería, hormigón simple y armado, fibrocemento, metálicos, cerámicos huecos, etc. La industria ofrece elementos que permiten ejecutar todo el recorrido del conducto, las conexiones, las acometidas, la salida y que aseguren un adecuado resultado de funcionamiento en las diversas situaciones.

El análisis y solución de las **circulaciones** de personas y elementos constituyen uno de los aspectos más complejos del proceso de diseño. Distintos tamaños, diferentes velocidades, entrecruzamiento de direcciones de desplazamiento, diversidad de materiales, etc. son variables a tener en cuenta en el análisis. La complejidad de las actividades a desarrollar en el edificio se transforman en circulaciones complejas que si no son bien resueltas pueden afectar seriamente la eficiencia, la seguridad, la evacuación, la producción y en definitiva el valor del edificio. Algunos procesos industriales recorren etapas imposibles de modificar desde la llegada de la materia prima hasta la obtención del producto terminado. Estos casos como los de los locales comerciales, los establecimientos hospitalarios, los conjuntos deportivos, las salas de espectáculos

públicos; son ejemplos típicos de espacios en los cuales el desplazamiento de personas y elementos es quien condiciona la propuesta de diseño.

El presente y más aún el futuro nos asegura el uso de veredas y calles que se desplazan, tubos neumáticos, cintas transportadoras fijas y transportables, cadenas de fabricación robotizadas, robots que sustituyen el trabajo de los operarios; en donde los movimientos son precisos, controlados, programados y no se plantean conflictos entre las diversas circulaciones.

Una vez más es responsabilidad del arquitecto establecer con precisión los requerimientos de cada proceso productivo y conocer las posibilidades de los elementos a su disposición y en su defecto el diseño de los mismos para que éste mejore la calidad de vida de los usuarios de los espacios arquitectónicos.

12. ABERTURAS (VANOS) - CERRAMIENTOS

Las **aberturas** son orificios en paredes, techos y pisos de los locales, destinados a cumplir las más diversas funciones. Los **cerramientos** son los elementos que controlan el uso de las aberturas.

Los reglamentos de edificación establecen las dimensiones mínimas de las aberturas para asegurar la iluminación y ventilación mínima de los locales indicando además otras condiciones que deben respetarse en el diseño. Fijan asimismo las dimensiones de los patios de ventilación.

Las superficies mínimas de las ventanas varían de 1/6 a 1/12 de la superficie de piso del local y la de ventilación suele ser alrededor del 20% de la anterior.

En cada caso debe consultarse el código vigente, para no caer en infracción.

Para encarar el diseño de las aberturas, al igual que hemos dicho para otros elementos, debemos conocer el destino del local y el lugar en que está ubicado y de allí establecer además los cerramientos necesarios. Sin entrar en un análisis exhaustivo podemos decir que los vanos deben **permitir** el paso del aire, las visuales, las radiaciones y las personas e **impedir** el paso de los ruidos, las corrientes de aire, la lluvia y los visitantes indeseables.

En un análisis más completo de los vanos o aberturas corresponde tener en cuenta los requerimientos que surgen del uso o destino del local en estudio. En principio podemos establecer los siguientes:

a. Comunicación física y visual. En el primer caso el tamaño de los elementos que deben circular a través de las aberturas nos determina las dimensiones de las mismas. Cuando se trata de lugares de descanso y trabajo intelectual adquieren importancia las visuales, determinadas por las posibilidades que brinde el entorno del edificio.

b. Privacidad. Contrariamente a lo indicado en a) existen locales para los cuales la preocupación es evitar las visuales del exterior al interior. Para conseguir esta situación nos valemos de cerramientos cuyas características particulares deben determinarse en cada caso.

c. Iluminación y ventilación: Como dijimos las reglamentaciones establecen las dimensiones mínimas para asegurar condiciones de confort. Pero estos valores deben ser verificados con los que resultan de considerar la orientación, la respuesta a las características de los vientos en el caso de la ventilación y al sol en el caso de la iluminación y el asoleamiento (insolación).

d. Protección: Por medio de los propios cerramientos y los accesorios que complementan

los mismos se puede brindar protección a las aberturas para evitar o disminuir la acción del viento frío en invierno, el sol en verano, la lluvia y los efectos perjudiciales de la temperatura, humedad del aire y los demás elementos climáticos.

e. Seguridad: Se puede brindar seguridad a los moradores de los espacios interiores por medio de los elementos que constituyen los cerramientos y otros que se agregan al efecto como cortinas, postigos, celosías, rejas, etc.

f. Otros aspectos que deben analizarse en el diseño de las aberturas y cerramientos están referidos a higiene, mantenimiento, uso, terminación y duración.

g. Morfológicos: Al concretar el diseño hay que establecer el tamaño, la forma, la escala humana, la proporción y el color de cada uno de los elementos.

Asimismo, aparte de los requerimientos anteriores, hay que responder a otros factores tales como el paisaje natural y el cultural construido; las costumbres y modos de vida; las posibilidades que brindan los materiales y las tecnologías de producción, sin olvidar a los de orden económico y reglamentario.

Una vez establecido el tipo de cerramiento, las dimensiones y el mecanismo de accionamiento hay que determinar los materiales a emplear en la ejecución de los elementos del cierre.

La industria ofrece gran variedad de materiales y es el arquitecto quien debe incorporar al diseño los que permitan brindar la mejor propuesta ante cada situación, teniendo en cuenta simultáneamente los otros elementos de la obra.

Dando respuesta a lo establecido en los códigos de edificación y demás reglamentaciones vigentes en el lugar de la obra, mediante cálculos precisos, podemos determinar las dimensiones de las aberturas. Pero es el arquitecto quien decide la forma, la proporción, la ubicación, el material, la textura y el color de los elementos de los cerramientos respectivos. Hay que responder a los requerimientos que nos plantea el destino del edificio, respetando siempre los condicionantes de tiempo y lugar en cada caso.

13. PINTURAS

Se usan materiales distintos para: **a)** imprimaciones y fondos; **b)** acabados naturales y transparentes y **c)** acabados cubrientes.

CARACTERÍSTICAS DE UNA BUENA PINTURA:

- ▶ **Pintabilidad:** Se debe extender con facilidad sin ofrecer resistencia al deslizamiento del pincel.
- ▶ **Nivelación:** A poco de ser aplicada deben desaparecer las marcas del pincel o rodillo.
- ▶ **Secado:** La película de pintura debe quedar libre de pegajosidad al tacto y endurecer en el menor tiempo posible.
- ▶ **Poder cubriente:** Debe disminuir las diferencias de color del fondo con el menor número posible de manos.
- ▶ **Rendimiento:** Se determina por el número de m² de superficie pintada por litro de pintura gastada. Este valor varía con la absorción del fondo. Por eso debe cuidarse especialmente la preparación de la superficie a pintar.

- ▶ **Estabilidad:** Si presenta sedimento en el envase debe ser blando y fácil de dispersar y formar una película fina en la superficie, que debe ser eliminada al comenzar el uso.
- ▶ **Viscosidad:** Debe ser la necesaria para no chorrear ni acordonarse durante la aplicación.

14-VIDRIOS Y CRISTALES:

Existen diversos tipos, los que reciben designaciones de acuerdo al espesor y textura superficial (dobles, triples, vitrea, cristales, martelet, rayado, armado, esmerilado, etc.). Es condición fundamental que el espesor sea uniforme para evitar la deformación de las imágenes; sin alabes, manchas, picaduras, burbujas, medallas u otras imperfecciones. Los cristales tienen espesor mínimo de 6 mm, los vidrios dobles 2,8 mm.

En los vidrios templados, se deben realizar todas las operaciones de corte y perforación previo al templado. Para fabricar los espejos deben usarse cristales de la mejor calidad y el plateado debe tener como mínimo dos manos de pintura especial de protección.

PARTE II

Materialización de la obra

LA EDUCACIÓN DEL ARQUITECTO

1. EL ARQUITECTO DEBE POSEER CONOCIMIENTOS DE MUCHAS RAMAS DEL SABER Y CONTAR CON DIVERSAS CLASES DE SABIDURÍA, YA QUE ES MEDIANTE SU JUICIO QUE SE LLEVA A CABO TODA SU TAREA Y SE SOMETEN A PRUEBA LAS OTRAS ARTES QUE INTERVIENEN EN ELLA. ESTE CONOCIMIENTO ES HIJO DE LA PRÁCTICA Y DE LA TEORÍA. LA PRÁCTICA ES EL EJERCICIO CONTINUADO Y REGULAR DE LA ACTIVIDAD EN LA QUE SE REALIZA CUALQUIER TAREA MANUAL CON LOS MATERIALES NECESARIOS SEGÚN EL DISEÑO DE UN PLANO. LA TEORÍA, POR OTRA PARTE, ES LA CAPACIDAD DE DEMOSTRAR Y EXPLICAR LO PRODUCIDO POR LA DESTREZA SEGÚN LOS PRINCIPIOS DE LA PROPORCIÓN

2. DE ELLO SE DEDUCE, ENTONCES, QUE LOS ARQUITECTOS QUE HAN BUSCADO LA HABILIDAD MANUAL SIN CONTAR CON LA ERUDICIÓN NUNCA HAN PODIDO ALCANZAR UNA POSICIÓN DE AUTORIDAD QUE RESPONDA A SUS ESFUERZOS, MIENTRAS QUE LOS QUE SÓLO SE HAN APOYADO EN TEORÍAS Y ERUDICIÓN HAN MARCHADO SOLAMENTE DETRÁS DE SOMBRAS EN LUGAR DE SUSTANCIAS. EN CAMBIO, QUIENES POSEEN UN SÓLIDO DOMINIO DE AMBAS COSAS, CUAL HOMBRES ARMADOS EN TODOS LOS ASPECTOS, HAN LOGRADO ALCANZAR SUS METAS CON MAYOR RAPIDEZ CON EL APOYO DE SU AUTORIDAD.

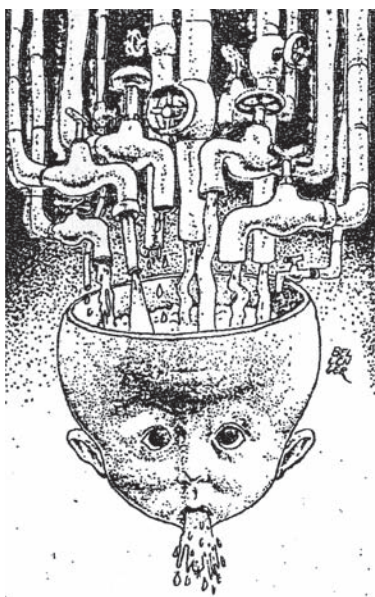
VITRUVIO POLION, MARCO (LIBRO 1)

ARQUITECTO ROMANO DEL SIGLO I ANTES DE J. C. TRABAJÓ PARA CÉSAR Y AUGUSTO EN LA CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS DE GUERRA. ESCRIBIÓ UNA OBRA FAMOSA, *-DE ARCHITECTURA-* QUE COMPRENDE INTERESANTES OPINIONES PARA LA HISTORIA DEL ARTE Y LA ARQUITECTURA.

"El que sabe obra,
el que no sabe enseña."

Bernard Shaw

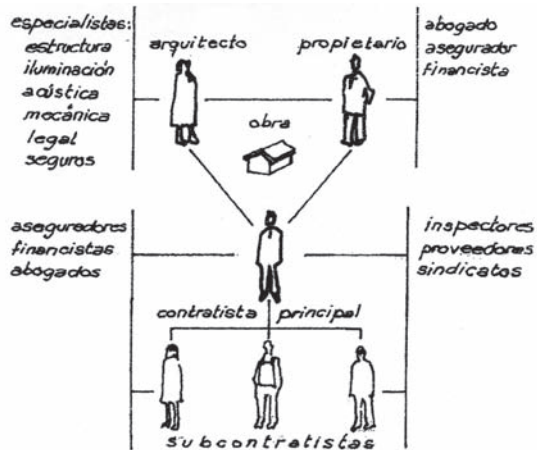
▸ ilustración de la nota Que la escuela no dé “clases”,
de Mirta Goldberg, en la edición de “Clarín” del 17-3-86.



CAPÍTULO V

Trabajos previos

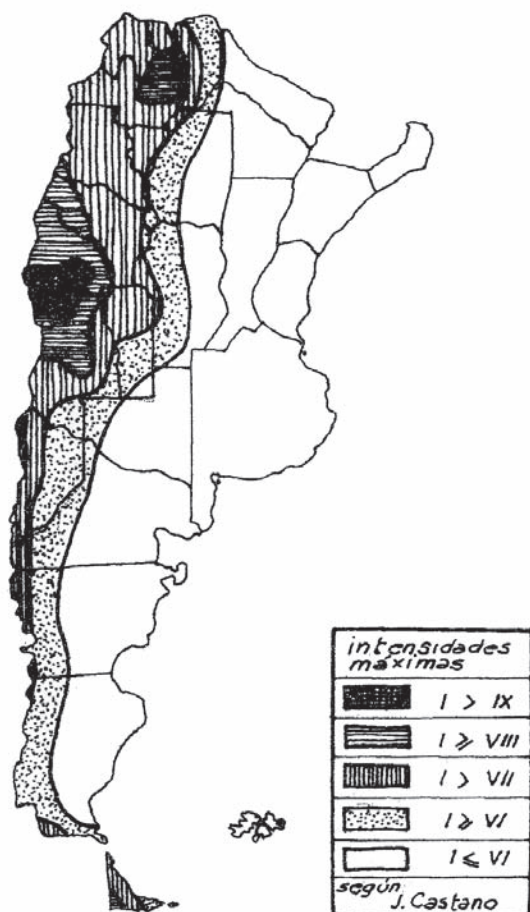
▸ Estructura organizativa típica en la construcción



Introducción

Como hemos dicho, la CONSTRUCCIÓN constituye la última etapa del proceso productivo destinado a brindar al hombre espacios donde pueda desarrollar sus actividades materiales y espirituales. Dijimos también que las etapas anteriores -PROGRAMACIÓN Y DISEÑO- están definidas por situaciones de tiempo y lugar propias de cada caso y que debieron ser resueltas considerando todos los aspectos pertinentes. La documentación técnica -proyecto- cuando está correctamente preparada permite al profesional responsable de la ejecución de los trabajos materializar la idea con suficiente aproximación. El caso ideal se presenta cuando proyectista y constructor son la misma persona.

► Riesgo sísmico



De la publicación "Riesgo sísmico, una propuesta para la toma de conciencia" del Arq. José E. Fernández (CRICYT), donde se analiza la historia sísmica y las probabilidades de ocurrencia en los próximos 100 años. Hay cuatro grupos de ciudades, con distinto grado de peligrosidad potencial: San Juan y Mendoza (más de 1.600.000 habitantes) = 80% de posibilidad que ocurra un sismo de grado IX; Salta y Jujuy (más de 1.000.000 hab.) = 60% de posibilidad que ocurra un sismo de grado VIII; Catamarca, Bariloche, La Rioja y Tucumán (más de 1.300.000 hab.) = 75% de posibilidad que ocurra un sismo de grado VII y Córdoba, San Luis, Santiago del Estero y Neuquén, con bajos riesgos. Más del 50% del territorio nacional presenta riesgo sísmico

Escala Mercalli modificada de I a XII (mide los efectos producidos)

La materialización puede estar, de alguna manera, condicionada por situaciones no previstas en el momento del diseño o que han surgido a posterioridad y que pueden significar variaciones en la idea original. Regiones de climas rigurosos o el hecho de construir en épocas del año con presencia de lluvias o vientos frecuentes; terrenos de difícil accesibilidad o con elementos no previstos; escasez temporaria o aparición de nuevos materiales de construcción; disponibilidad de herramientas o máquinas que pueden suplantar el trabajo manual; variación en el plazo de ejecución original de los trabajos; inconvenientes surgidos al modificarse la financiación de la obra; diferentes sistemas de ejecución; necesidad de favorecer la ocupación de mano de obra abundante; son algunas de las razones que pueden aconsejar y en algunos obligar a producir modificaciones en el proyecto original, aún en el caso de haber sido ejecutado tomando en cuenta todos los aspectos involucrados.

CRONOLOGÍA DE SISMOS EN EL OESTE ARGENTINO		
FECHA	magnitud	ubicación
13-09-1692	7.3	Talavera de Esteco (Salta)
22-05-1782	6.5	Santa Rita (Mendoza)
19-01-1826	6.0	Trancas (Tucumán)
18-01-1844	6.5	Salta
20-03-1861	7.4	Mendoza
22-10-1871	6.5	Oran (Salta)
27-10-1894	8.2	La Rioja-San Juan
12-08-1903	6.3	Mendoza
26-07-1917	6.5	Mendoza
17-12-1920	6.3	Costa de Araujo (Mendoza)
14-04-1927	7.4	Mendoza
30-05-1929	6.5	Mendoza
24-12-1930	6.0	La Poma (Salta)
11-06-1934	6.0	Sampacho (Córdoba)
22-05-1936	6.2	San Francisco (San Luis)
03-07-1941	6.7	Caucete (San Juan)
15-01-1944	7.8	San Juan
25-08-1948	7.0	Salta
11-06-1952	7.0	La Rinconada (San Juan)
24-10-1957	6.0	Villa Castelli (La Rioja)
12-05-1959	6.8	San Andrés (Salta)
29-11-1973	6.1	Salta
17-08-1974	5.0	Oran (Salta)
23-11-1977	7.4	Caucete (San Juan)
En escala de Richter (mide la energía liberada).		

PROPÓSITO

Nuestro propósito es brindar información que permita apoyar a las personas interesadas en actuar en el campo de la construcción de edificios y en el mejor de los casos, de obras de arquitectura. Por otro lado, se da la imposibilidad de contemplar todos los casos posibles de ejecución de obras; acentuada por la decisión, consciente o inconsciente, de optar por lo que nos resulta habitual o conocemos mejor.

Ante la imposibilidad de analizar en profundidad -y simultáneamente- todas las situaciones posibles, optamos por desarrollar el tema de la materialización de la obra siguiendo el proceso constructivo tradicional de edificios de hasta cinco o seis plantas y sótano, ubicados en zona con riesgo sísmico donde las operaciones son más complejas, complementado con las variaciones que surgen cuando actuamos en otras zonas, adoptando otros materiales y diversas tecnologías alternativas, según la región.

Nos vemos asimismo en la necesidad de establecer limitaciones a nuestra labor. Comprenderá las tareas que habitualmente realiza el contratista principal de la obra, conocidas como ALBAÑILERÍA. Están incluidas las conocidas como "ayuda de gremios" y las que complementan la labor de los especialistas o gremios que generalmente trabajan sin relación de dependencia con aquél. Son las que corresponden a las instalaciones de servicios, carpintería, yesería, cubiertas, revestimientos, marmolería y conexiones de servicios.

De la publicación "Riesgo sísmico, una propuesta para la toma de conciencia" del arq. José E. Fernández (CRICYT), donde se analiza la historia sísmica y las probabilidades de ocurrencia en los próximos 100 años:

Hay cuatro grupos de ciudades, con distinto grado de peligrosidad potencial: San Juan y Mendoza (más de 1.600.000 habitantes): 80% de posibilidad de que ocurra un sismo de grado IX; Salta y Jujuy (más de 1.000.000 hab.): 60% de posibilidad de que ocurra un sismo de grado VIII; Catamarca, Bariloche, La Rioja y Tucumán (más de 1.300.000 hab.): 75% de posibilidad de que ocurra un sismo de grado VII y Córdoba, San Luis, Santiago del Estero y Neuquén, con bajos riesgos. Más del 50% del territorio nacional presenta riesgo sísmico.

Operaciones previas al comienzo de la construcción

En nuestro análisis, como hemos dicho, consideramos que se cuenta con la documentación técnica **-proyecto-** completa. En su defecto será el proyectista el responsable de suministrarla en tiempo oportuno.

Antes de comenzar los trabajos correspondientes a la obra propiamente dicha, es necesario realizar tareas que posibilitan el comienzo efectivo de las operaciones de obra.

Son las que permiten disponer del terreno asignado a la construcción, conectar los servicios mínimos para el funcionamiento de las instalaciones provisorias, construir los locales y preparar los sectores destinados al personal de la obra, tanto de la empresa como del comitente; depósitos de materiales, herramientas, equipos, etc.; de los elementos de seguridad para la obra y para protección de los edificios y terrenos vecinos y de la vía pública.

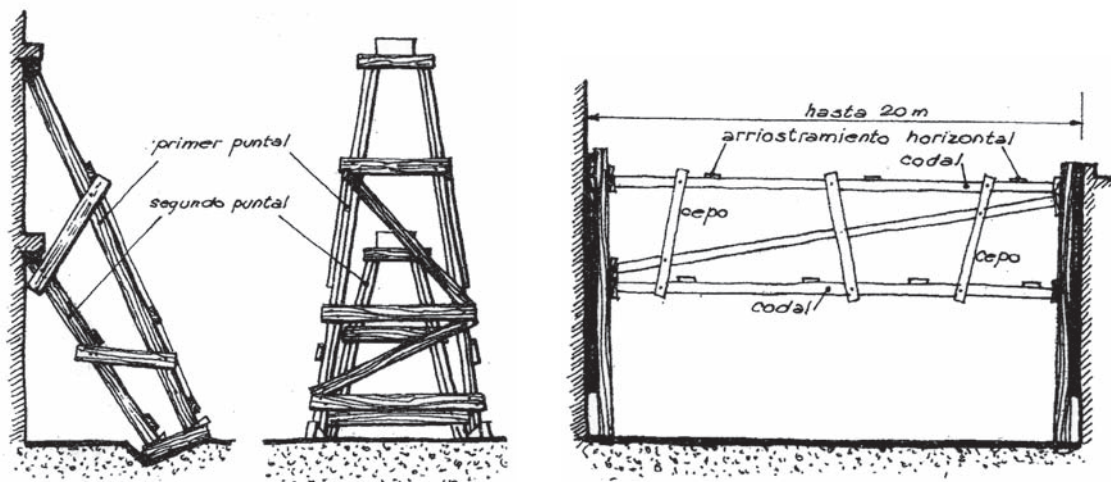
Es conveniente, sobre todo cuando la obra es ejecutada por una persona distinta a la que preparó la documentación técnica realizar las **verificaciones** correspondientes a longitud de los **lados, ángulos y niveles del terreno** y la presencia de elementos extraños. Se debe verificar la validez de los datos consignados en la mensura disponible o en su defecto realizarla en el momento. Hay que asegurarse que no se están invadiendo terrenos vecinos o no somos invadidos por ellos, mucho más ante la ausencia de elementos materiales delimitantes. En este momento deben ser resueltos los problemas de medianería y otros que puedan afectar las relaciones con los propietarios de los terrenos vecinos, mediante arreglos directos o en caso necesario actuando judicialmente. El tamaño del terreno, complejidad y tiempo disponible para resolver la cuestión determinarán los profesionales y equipos necesarios para ejecutar la tarea. Terrenos pequeños, con lados rectos, formando figuras simples pueden ser medidos con la ayuda de un equipo simple de cintas de acero, fichas y jalones; por el propio profesional responsable de la obra. Para terrenos más complejos se requiere la colaboración del agrimensor y el empleo de teodolito.

En los casos simples con empleo del nivel de manguera y la colaboración de personal especializado de la obra y en los más complejos con la ayuda del propio agrimensor y empleo del nivel conviene verificar el nivel del terreno en diferentes puntos, datos que pueden resultarnos de utilidad más adelante.

Por último, otra verificación importante es la de la resistencia o **poder portante** del terreno. Se obtiene mediante ensayos específicos en el terreno o mediante determinaciones de laboratorio, con personal idóneo e instrumental propio de la especialidad.

Con personal e instrumental similar a los indicados para las verificaciones se procede a fijar **línea y nivel** de obra. Corresponde a la línea de cierre de frente del terreno, conocida como "línea

► Apuntalamiento



En esta etapa conviene verificar los niveles proyectados de manera de asegurar el desagüe natural por gravedad -sin necesidad de equipos de bombeo- del agua proveniente de la lluvia y el lavado de pisos y de las aguas servidas de la instalación sanitaria, a la colectora externa, salvo que haya sido previsto otra solución en el proyecto. En terrenos de poco fondo prevalece el desagüe pluvial y en los más largos el desagüe cloacal.

Las operaciones que anteceden pueden en algún caso significar la MODIFICACIÓN DEL PROYECTO y por ello deben ejecutarse con suficiente premura para disponer de tiempo para realizarla en caso necesario.

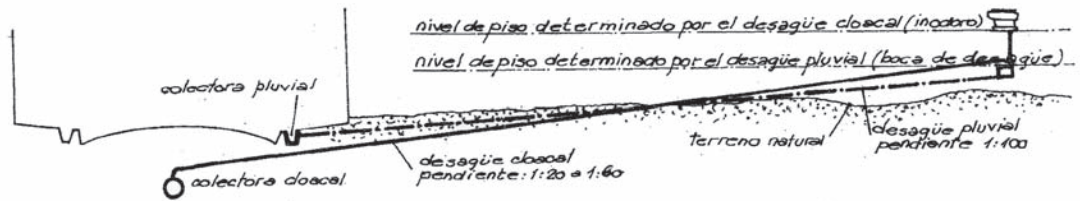
Cuando exista posibilidad que las tareas propias de la obra puedan afectar la estabilidad de las construcciones vecinas debe procederse al **apuntalamiento** de las partes vulnerables antes de iniciar los trabajos propios.

Esta tarea es de especialistas, los que cuentan con personal capacitado y equipos adecuados, a los cuales conviene recurrir ante la primera dificultad. Sólo en casos simples, de poca envergadura, los trabajos pueden encararse con el personal corriente de obra, con experiencia en tareas similares, tales como encofrado y apuntalado de estructuras y armado de construcciones temporarias o provisorias.

Con más frecuencia aún que los apuntalamientos, las **demoliciones** están a cargo de equipos especializados que cuentan con personal experimentado y equipos que facilitan el trabajo y ofrecen mayores garantías de seguridad ante las emergencias propias de este tipo de trabajo.

Lógicamente, la forma de trabajar difiere si se pretende o no recuperar los materiales resultantes de la demolición. Antes de comenzar es conveniente verificar si por la ubicación, estado y características constructivas, alguna de las partes está en condiciones de ser usada como obrador o parte integrante del mismo, para conservarla.

Hay que considerar la posibilidad de ocupar el material resultante para relleno de las partes bajas del terreno o de los pozos negros.



Es conveniente, previo a comenzar los trabajos establecer con precisión la existencia de pozos negros, sótanos, cañerías de agua, cloacas, gas, tendidos eléctricos, etc., de manera de prevenir accidentes y por otro lado establecer la posibilidad y conveniencia de aprovechar para la futura obra algo de los elementos. Esto es especialmente factible en el caso de los desagües cloacales, las conexiones de agua, gas y electricidad.

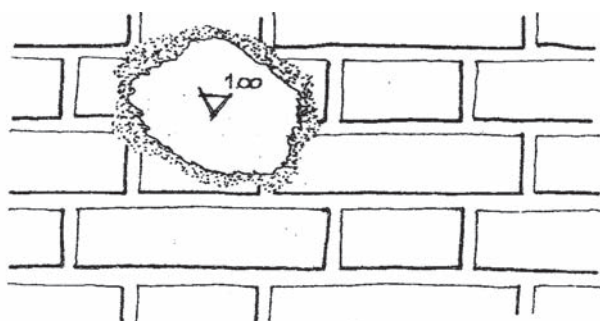
Cuando no existe el servicio de colectora externa de cloacas es conveniente verificar la ubicación y estado del pozo negro, para rehabilitarlo para la futura construcción. Para ubicarlo, si no está identificado, se "recorre" cualquier cañería, en el sentido que corre el agua en los desagües. En el **cegado de pozos** no deben usarse materias orgánicas, que se descomponen con el paso del tiempo. El tamaño y forma de los elementos del relleno tienen que asegurar que no se producirán oquedades o vacíos que originan en el futuro asentamientos en la superficie. Si un pozo ha sido rellenado sin tener en cuenta lo expresado anteriormente es conveniente restituirlo a su estado original y proceder al llenado como se ha indicado o cubrirlo con una losa. Oportunamente, al hablar del "relleno" se indica el procedimiento adecuado para esta operación.

En el caso de **pozos negros** en uso es conveniente proceder de la siguiente manera: a) determinar la altura del líquido en su interior; b) introducir en él 50 kg de cal viva, en terrones, por cada 1.00 m de altura del líquido; c) rellenar, en capas sucesivas, con material inorgánico inerte, sin producir oquedades; d) en la parte superior, compactar el material, húmedo, por capas de espesor máximo de 0,30 m; e) cubrir con losa armada de hormigón de diámetro que supere el contorno 0,50 m en todos sus puntos. Esta última operación es necesaria cuando se aprovecha para la futura instalación el pozo existente, en la medida que su estado de conservación posibilite tal medida.

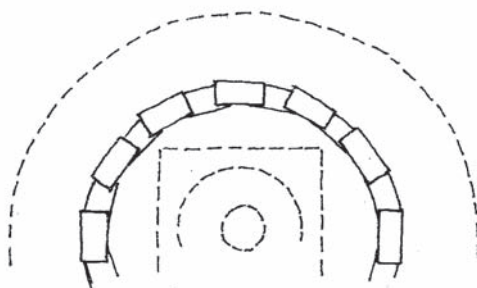
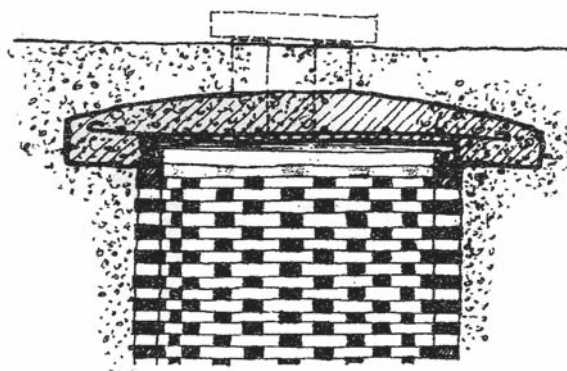
En esta etapa se procede a la **erradicación de árboles**, cuya permanencia no esté prevista en el proyecto. Es necesario extraer completamente las raíces por ser materia orgánica y proceder a rellenar el pozo resultante según se ha indicado.

Sobre todo en las obras públicas, el **cartel de obra** debe responder a lo establecido en el pliego, donde se indican dimensiones, forma, colores, materiales, ubicación en la obra, oportunidad para su colocación, etc. En las obras privadas, las reglamentaciones establecen también la obligatoriedad de su colocación.

Las características de los **cierres** de diversos tipos y para distintos fines, en la ejecución de obras, se establecen en los reglamentos o se deciden en cada ocasión atendiendo, entre otros, a los siguientes aspectos: ubicación, tamaño; edificios y terrenos vecinos; accesibilidad y visuales desde el exterior; ocupación de la vía pública; materiales de construcción; plazo de ejecución de la obra; necesidad de controles y seguridad interna y externa; molestias que ocasiona la obra; recursos económicos y elementos disponibles, etc.



+1.00 m sobre nivel de piso terminado (NPT)



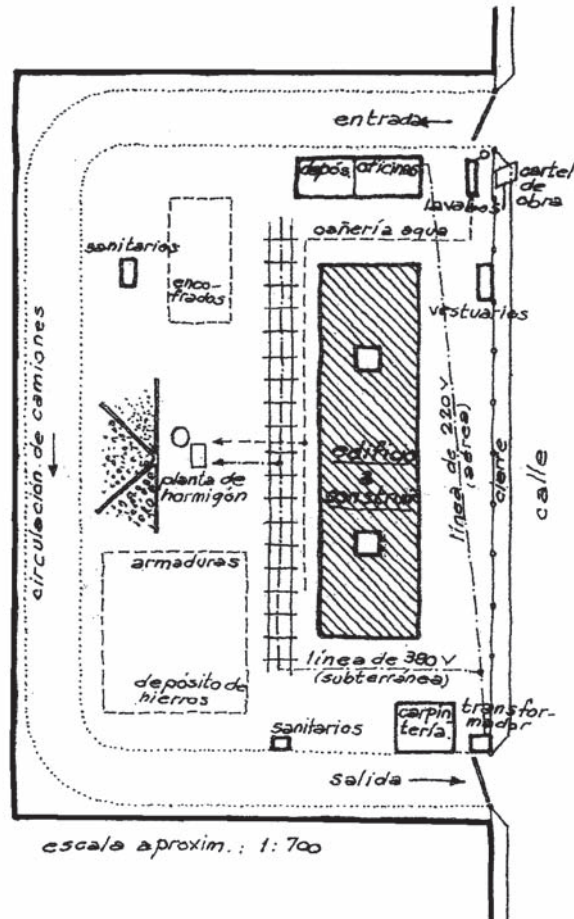
losa de hormigón armado sobre pozo negro existente

Tratamiento especial merece el cierre del frente, sobre todo cuando la obra está ubicada en zona urbana, donde las molestias y riesgos afectan a mayor número de personas e intereses.

En general se usan materiales livianos, de fácil colocación y desarmado o bien elementos modulares adaptables a diversas situaciones. Este trabajo es ejecutado por el personal de la empresa contratista ocupando las herramientas corrientes de uso habitual en obras de construcción.

La conexión de servicios, pago de derechos y solicitud de permisos puede llevarse a cabo como primera acción concreta al decidir la ejecución de la obra y también postergarse hasta

• Obrador



la efectiva iniciación de los trabajos. Esta gestión puede ser realizada por el constructor o por el comitente con asesoramiento de aquél.

Los servicios necesarios varían con el tamaño y complejidad de la obra y comprenden: agua para construcción y potable para el personal; energía eléctrica para alumbrado y para el funcionamiento de maquinarias y equipos, cloacas, gas, teléfono, radio, etc. Cuando no se dispone de agua apta puede ser transportada de otro lugar u obtenida del subsuelo mediante perforación. La energía puede ser provista, según los casos, mediante la ampliación de las redes de provisión, instalación de transformadores y por medio de equipos generadores. La disponibilidad de agua y energía son indispensables prácticamente en todas las obras. Para el resto de los servicios es posible encontrar soluciones relativamente económicas. Y en algunos casos puede prescindirse de ellos, sin mayor dificultad.

En los casos de construcciones económicas conviene analizar la conveniencia de realizar conexiones que puedan ser utilizadas en la obra definitiva y permanente.

En cada caso deben realizarse las consultas referidas a derechos y permisos necesarios para realizar la obra, ya que las normas difieren a través del tiempo y para lugares distintos.

Salvo casos especiales, de obras muy pequeñas o cuando el plazo de ejecución es muy corto; es necesario dotar a la obra de un **obrador** con características propias en cada caso, definidas por la ubicación y tamaño de la obra; tiempo previsto para uso de las instalaciones; condiciones climáticas previstas; vecindad a núcleos poblados; personal técnico-administrativo y de obra que usarán las instalaciones, etc. Según los casos, pueden usarse instalaciones transportables, desarmables, prefabricadas, permanentes, reciclables, etc.; compuestas desde un pequeño local hasta otras más complejas que pueden constituir una obra en sí mismas.

Es necesario disponer de espacios -cubiertos o al aire libre- destinados a oficinas técnicas; depósitos de materiales, equipos y maquinarias; vestuarios y sanitarios para personal, estacionamientos para bicicletas y motos, automóviles y camiones, controles, planta de hormigón, acopio de madera de encofrado, hierros, etc. Hay que destinar espacios para apagado de cal, armado de estructuras de hierro, etc.; reservando libre de obstáculos los recorridos previstos para las maquinarias y equipos de la obra y los del personal de serenos y vigilancia de la obra. La iluminación nocturna también debe ser prevista al decidir sobre las instalaciones del obrador, al mismo tiempo que se asegure el desplazamiento del personal ocupado, para evitar accidentes y permitir el socorro rápido en caso de accidentes de trabajo. La legislación vigente establece condiciones para procurar la seguridad en el trabajo que deben ser respetadas por la industria en general, en las cuales está incluida la industria de la construcción.

La organización del obrador es un factor determinante para el correcto desarrollo de las tareas de la obra, con gran influencia en los costos. Su implementación es labor de especialistas en el tema y a ellos es conveniente recurrir en caso de duda, sobre todo en obras complejas.

Cuando está previsto usar cal viva en terrones, que suele resultar la más barata en las zonas en las que se produce la misma; es conveniente realizar el **apagado de la cal** antes del replanteo, ya que en algunas ocasiones es usada para destacar puntos importantes, mediante blanqueo.

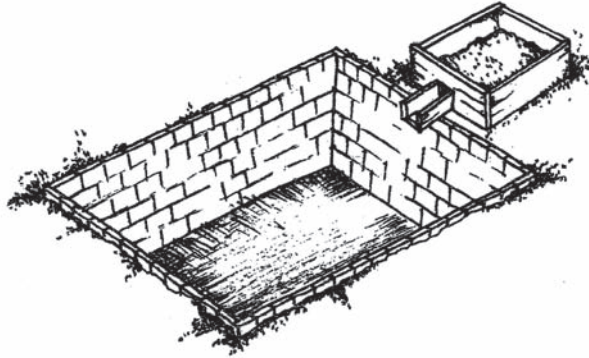
El apagado puede realizarse de diversas maneras: por fusión, inmersión, aspersión o en forma espontánea. La forma de realizar la operación depende del tiempo disponible, la posibilidad de contar con espacio en el terreno de la obra, la cantidad de cal a apagar, tipo de terreno, disponibilidad de agua, etc.

El apagado espontáneo requiere de mucho tiempo y es necesario además contar con una gran superficie cubierta suficientemente ventilada para que la cal viva vaya absorbiendo lentamente la humedad del ambiente.

El apagado por aspersión consiste en extender la cal viva en una gran superficie y regarla en forma uniforme con una cantidad aproximada de agua del 25 a 50% del volumen de cal. Esta operación se realiza por capas sucesivas, sin ningún tipo de movimiento de las capas. La humedad se va transmitiendo de una capa a otra con lo que se facilita el apagado.

Para apagar la cal por inmersión es necesario reducir el tamaño de los terrones para que el agua pueda alcanzar el núcleo, que se consigue cuando el diámetro no sobrepasa los 4 cm. En esas condiciones se sumergen en agua por espacio de un minuto. Después de ello se la amontona hasta que se reduce a polvo totalmente.

▸ Apagado de cal por fusión



El método más usado en obra es por fusión. Cuando la cantidad a apagar es reducida se usan tambores metálicos de 200 litros, en los cuales se echan alrededor de 3 partes de agua por 1 de cal viva, en ese orden. Cuando la cantidad es mayor, alrededor de 5 ó 6.000 kg. (una camionada) o más, hay que tener en cuenta que la cal viva de calidad rinde por tonelada entre 2 y 3 m³ de cal en pasta. El apagado se realiza en una piletta de madera o mampostería de alrededor de 1 m³ de capacidad vertiendo en la misma agua y terrones de cal. A medida que se van apagando se vierten a un pozo mayor, con tamaño adecuado para la cantidad de cal a apagar. El pozo, troncotrapezoidal, suele revertirse con ladrillo común de panderete que permite que el agua sea absorbida por el terreno. A la salida de la piletta de apagado se coloca un tamiz para impedir el paso de pequeños terrones sin apagar ("caliches") que perjudican la mampostería y sobre todo al revoque, cuando se hidratan durante el fraguado.

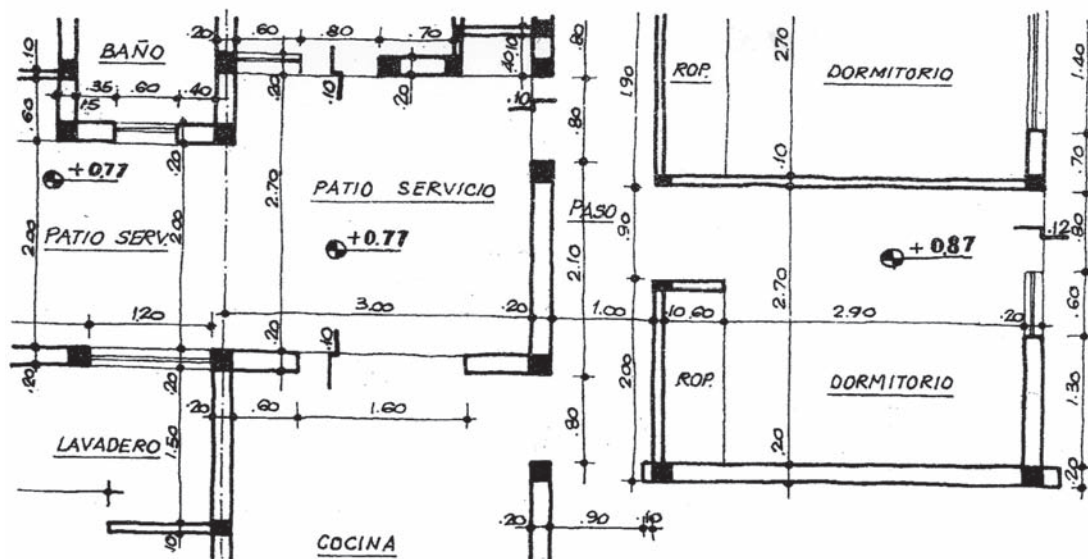
Se debe tener especial cuidado de verter SIEMPRE EL AGUA ANTES DE LA CAL. Durante el apagado se eleva considerablemente la temperatura del agua y se evapora una buena cantidad. En consecuencia puede ocurrir que la cantidad de agua, en algún momento, no sea suficiente y es cuando explotan los terrones, y pueden afectar las instalaciones y al personal encargado de la tarea.

En cada oportunidad hay que decidir el uso de cal apagada en bolsas, apagada en pasta o bien realizar el apagado en la propia obra.

Replanteo

La operación de replanteo consiste en trazar en el terreno el dibujo que, en el plano, representa la obra; trasladando las dimensiones horizontales (largos y anchos) y verticales (alturas). Para esta operación se usa el **plano de replanteo** preparado con ese objetivo, antes del comienzo de los trabajos. En algunos casos este plano forma parte de la documentación del proyecto de la obra a ejecutar. En este plano se indican las dimensiones de los locales; los espesores de las paredes, los entrepisos, los elementos estructurales, las aberturas y sus dimensiones, las alturas de cimientos, paredes, etc.

• Sector de plano de replanteo



Este plano se confecciona en una escala adecuada para el edificio que se desea representar y depende del tamaño de la obra; su complejidad, destino del plano (estructura, mampostería, aberturas, sanitarios), etc. Hay que asegurar además que el plano resultante sea cómodo para su manipulación en la obra. Cuando la obra es muy grande se deben ejecutar planos de replanteo en distintas escalas, destinados a representar: el conjunto; sectores; partes; detalles; para distintos niveles, etc. Para obras simples (vivienda de una planta) en lotes comunes (de alrededor de 10 x 30m) es habitual el uso de la escala 1:50. Para obras más complejas pueden usarse las escalas 1:25 ó 1:20 y para fijar ejes o alineaciones de elementos en edificios modulares pueden resultar útiles las escalas 1:100 ó 1:200.

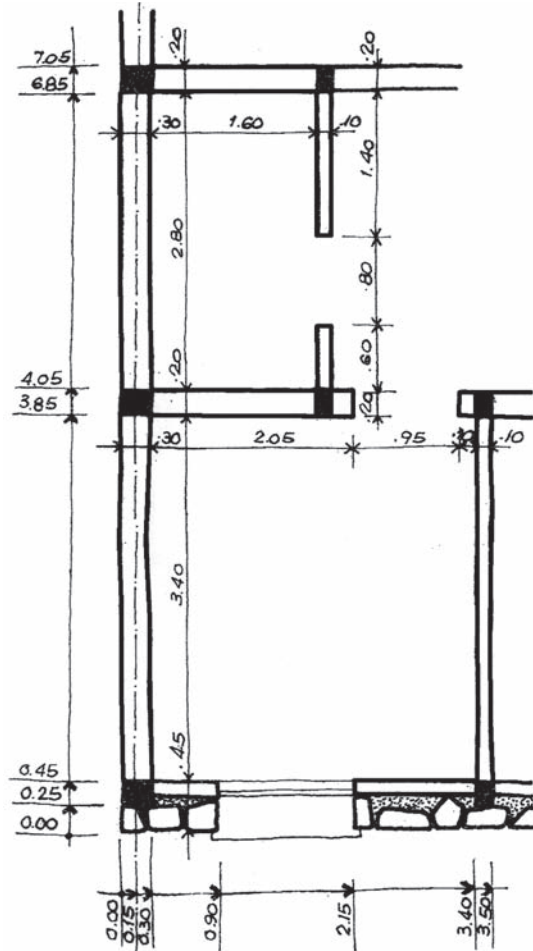
Es conveniente que las cotas estén todas referidas al mismo origen (0,00), en cada una de las direcciones que se establezcan para evitar el "arrastre" de errores. Suelen ser suficientes dos direcciones, perpendiculares entre sí, que se convierten así en ejes de coordenadas. En la medida de lo posible, es conveniente que la representación de la obra -generalmente sólo se dibuja la planta del edificio- esté completa en un solo cuadrante.

En este plano se suelen indicar las cotas correspondientes a los paramentos y ejes de los muros y las columnas de la estructura.

La confección de este plano es trabajo de especialistas y para ejecutarlo es necesario contar con el proyecto totalmente terminado.

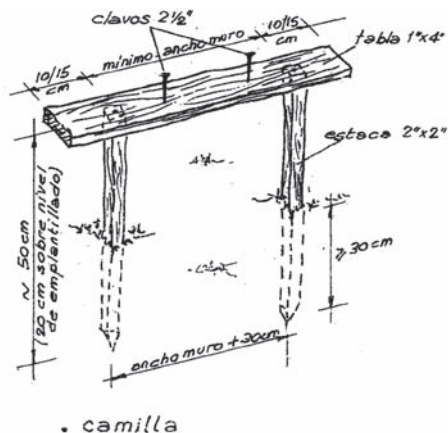
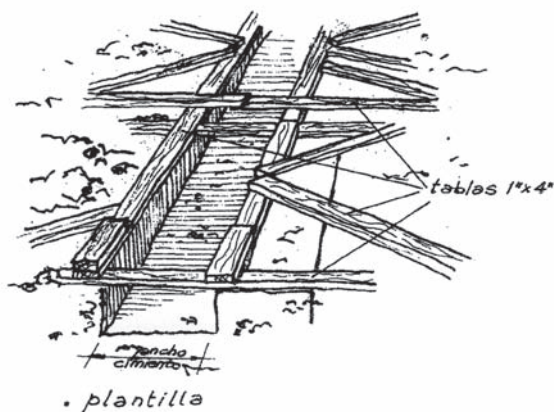
Para el replanteo de la obra se pueden emplear diversos métodos que dependen, entre otros aspectos, de: el tamaño, la complejidad, las características del terreno, los conocimientos del personal de obra, el número de veces que se repetirá la operación (barrio con viviendas repetidas), altura a la que se trabaja (sótano, planta baja, plantas altas, etc.), grado de precisión, etc.

► Replanteo con ejes de coordenadas (cotas acumuladas)

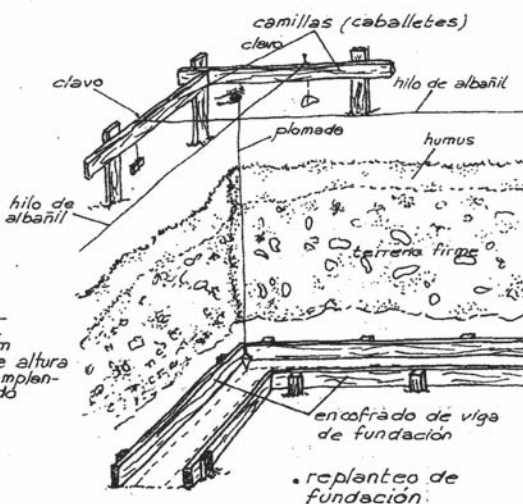
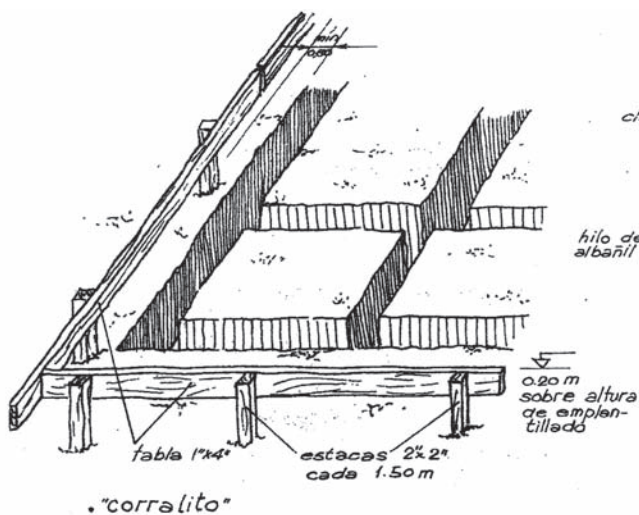


Los métodos más conocidos y usados son: por medio de camillas, plantilla y corralito (valla-do continuo).

Las "camillas" se usan en los casos sencillos y cuando hay que replantear un pequeño número de elementos. Resulta difícil detectar cuando alguna de ellas se ha movido, hecho que resulta habitual ante los impactos que pueden sufrir, al tratarse de elementos aislados sin vinculación entre sí. No obstante lo cual se usan con frecuencia, ya que la cantidad de madera necesaria en este caso es sensiblemente menor a la de los otros métodos indicados. En este método se usan "estacas" con sección de 5 x 5 cm (2" x 2"), con un extremo terminado en punta y diferentes largos, mínimos de 0,40 m y máximo de 1.00 m. Si fuera necesario un largo mayor habría que aumentar la sección, para evitar el pandeo en el momento del clavado. Los "travesaños" son de 2,5 cm (1") de espesor por 10 cm (4") ó 15 cm (6") de ancho y se clavan sobre las estacas con clavos de 6,25 cm (2 1/2"). Los clavos que señalan los elementos del replanteo son de 5 cm (2").



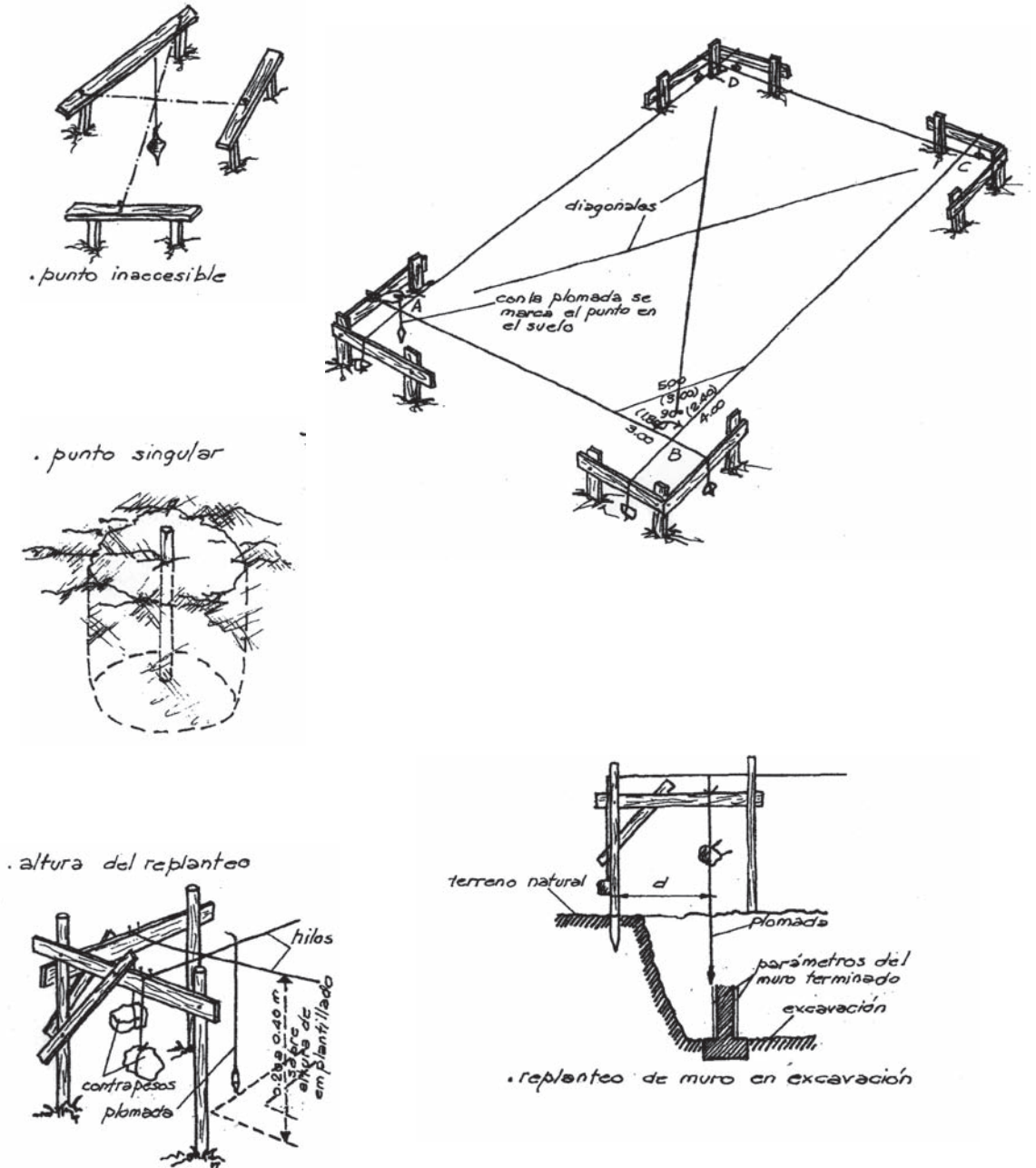
• camilla



Se debe colocar una camilla en cada uno de los extremos del elemento a replantear.

Las "plantillas" se usan cuando la operación debe ser repetida gran número de veces. La plantilla deja libre los espacios correspondientes al cimiento de la construcción. Se apoya sobre el terreno y se "copia" sobre el mismo, con las herramientas que se usan para la excavación. Una vez materializada la zanja la plantilla se traslada completa, a su nueva ubicación. Para las otras operaciones de la obra se debe recurrir a otro método.

El "corralito" está constituido por una tabla perimetral continua, clavada a estacas, separada alrededor de 0.80 m de las zanjas perimetrales de la obra, para permitir el paso de una carretilla y con alguna interrupción para la entrada al interior. Es más estable que las camillas al actuar todo el conjunto solidariamente.



La altura de las tablas, tanto en el caso de las camillas como el corralito debe ser tal que el replanteo pueda ser usado hasta el momento de ejecutar el emplentillado (alrededor de 20 cm por encima de éste).

Para replantear obras que se construyen en un sótano se ejecuta un replanteo mínimo a nivel del terreno en planta baja y desde allí; una vez ejecutada la excavación, se trasladan hasta



el piso de la excavación, por medio de la plomada, los elementos que sirven de apoyo al replanteo definitivo que se realiza directamente en el terreno excavado.

En los **pisos superiores** el replanteo ofrece algunas dificultades, ya que sólo disponemos de la superficie ya construida y no el resto del terreno, como ocurre cuando trabajamos en planta baja. Oportunamente cuando desarrollamos cada una de las operaciones haremos referencia al tema.

Cuando es necesario fijar un punto en un **lugar inaccesible** (o cuando se quiere reemplazar uno existente) se trazan dos alineaciones que se interceptan en el punto, para materializarlo más adelante.

Para realizar las tareas de replanteo de casos simples es suficiente aplicar algunos conocimientos elementales de geometría, tales como trazar perpendiculares y paralelas, aparte de medir distancias. En los casos más complejos o cuando se requiere mayor precisión se debe recurrir a los profesionales de la agrimensura y al empleo del instrumental respectivo.

VERIFICACIÓN:

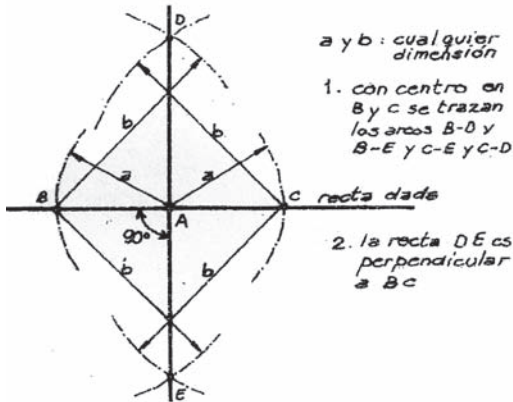
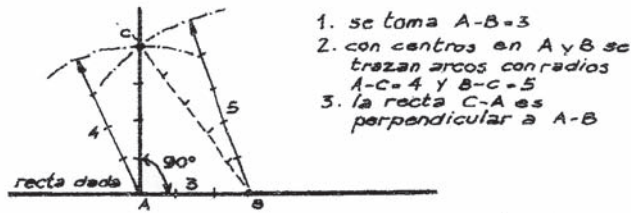
Para asegurarnos que los ángulos trazados por cualquier método son rectos materializamos un rectángulo (o un cuadrado) lo más grande posible, inscripto dentro del perímetro del replanteo y verificamos que se cumpla, simultáneamente, que : a) los lados opuestos, de dos en dos, tengan el mismo largo y b) las dos diagonales tengan el mismo largo.

En el caso D): a) $AB = CD$ y $AD = BC$ y b): $AC = BD$

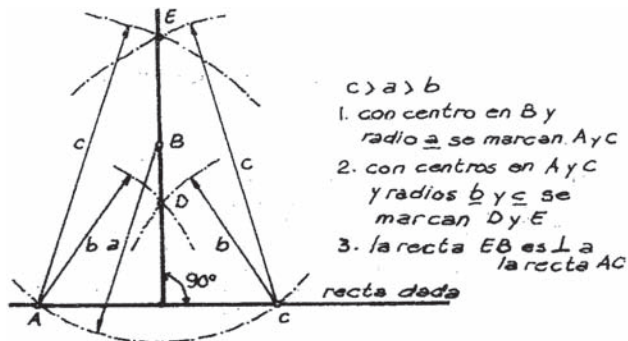
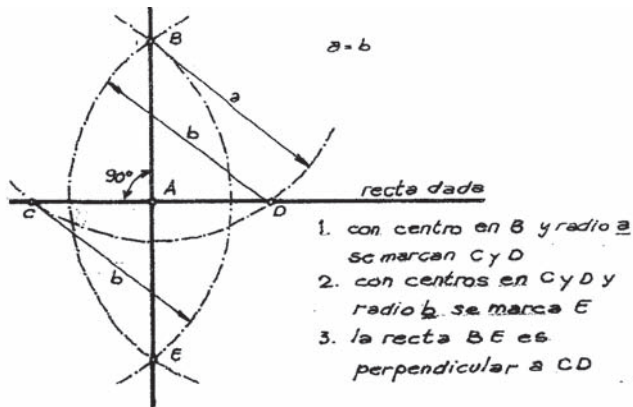
PRECAUCIONES:

- Es conveniente trabajar con cotas progresivas (acumuladas), determinadas antes del trabajo en la obra. Cuando se agregue o corrija alguna cota del plano se debe dejar constancia en el mismo.
- El hilo debe estar bien tenso, antes de realizar marcas sobre el mismo.
- No tensar el hilo después de haber marcado un punto sobre el mismo.
- Marcar los puntos sobre el hilo con un trozo del mismo. No realizar marcas con lápiz o tinta que pueden confundir en futuras operaciones.
- Es conveniente fijar algunos elementos singulares (ejes de coordenadas, origen de las cotas (0,00), etc.) con mojoneros fijos, constituidos por un hierro ubicado en hormigón.

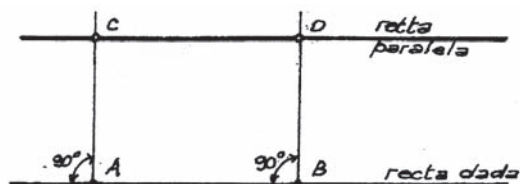
► Trazados geométricos con elementos disponibles en una obra sencilla



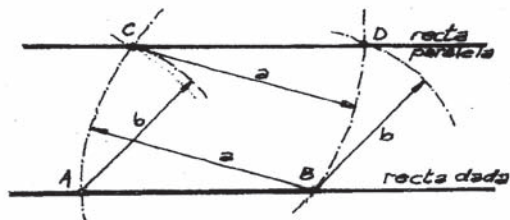
Perpendicular a una recta por un punto A de la misma



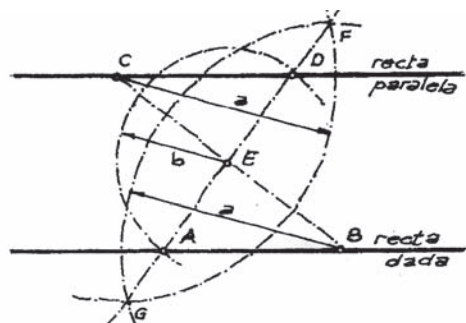
Perpendicular a una recta por un punto B exterior a la misma



1. por A se traza la perpendicular AC
2. por B se traza la perpendicular BD
3. se marcan $AC = BD$
4. la recta CD es paralela a AB

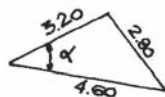


1. con centro en A y radio a se traza arco
2. con centro en B y radio a se marca C
3. con centro en C y radio b se traza arco
4. con centro en B y radio b se marca D
5. la recta CD es paralela a AB

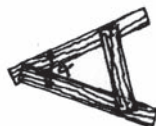


1. se toma A-B cualquier medida
2. con centros en B y C y radio a se trazan arcos para determinar F y G
3. se unen B con C y F con G para marcar E
4. con centro en E radio b se marca D
5. la recta CD es paralela a AB

Paralela a la recta AB por el punto C



1. se "copia" el ángulo por medio de un triángulo cualquiera.

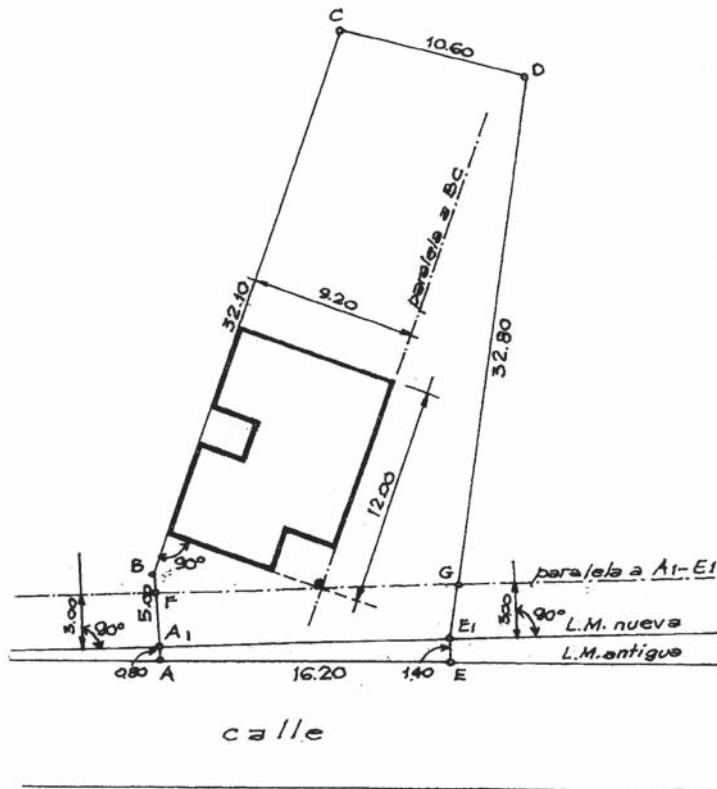


2. se "construye" un triángulo "copiando" el ángulo y se "copia" de nuevo.

"Traslado" de un ángulo

•Replanteo en lote irregular

*ejemplo: Se trata de replantear una vivienda en un lote irregular ubicado en una calle que se ensancha.
La construcción debe respetar un retiro mínimo de frente de 3.00 m. de la línea municipal nueva.*



- En el caso del "corralito" las estacas no deben sobrepasar la altura de la tabla horizontal. De esa manera no se impide el desplazamiento horizontal del hilo.
- Hay que tratar de ubicar el "corralito" con lados paralelos a las direcciones dominantes del edificio. De esta manera las cotas se pueden tomar sobre la tabla superior con suficiente precisión.
- Es conveniente que la tabla perimetral del "corralito" se ubique al mismo nivel en todo su recorrido, de manera de usarlo como plano de referencias para la profundidad de las excavaciones (bases, zanjas para cimientos, etc.).

- No es conveniente trabajar en días de vientos fuertes, cuando se lo haga con hilo de algodón. En esos casos puede usarse hilo de nylon o alambre que permiten aplicar mayor fuerza.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN:

Estacas, tablas, clavos de 2" y 2 1/2", maza, tenaza, azadón, pala, balde, martillo de carpintero, cinta métrica, hilo de albañil, nivel o manguera plástica transparente, alambre N° 14, cemento, ripio común, trozos de barras de hierro, agua.

Esta operación debe ser realizada por PERSONAL ESPECIALIZADO. Los ERRORES que se cometan en ella se detectan recién en el momento que se realizan las tareas de terminación (colocación de pisos), cuando resulta IMPOSIBLE CORREGIRLOS.

CAPÍTULO VI

Movimiento de tierras. Fundaciones

Movimiento de tierras

Las características del terreno, tamaño de la obra, plazo de ejecución, equipos y personal disponibles -entre otros- determinan la forma en que se ejecutarán los trabajos correspondientes a esta etapa de la obra. Incluimos en este ítem los trabajos correspondientes a desmontes, rellenos y terraplenes, que resultan de las posibles diferencias entre el nivel del terreno natural y los que se establezcan para la obra terminada, en cada punto.

Entendemos por **desmonte** los trabajos correspondientes al retiro del suelo natural que se encuentra por encima del nivel necesario para realizar la obra y **relleno** al agregado de material para alcanzar el citado nivel. **Terraplén** se puede considerar al relleno que permite alcanzar un nivel superior, en un sector del terreno, generalmente destinado a realizar sobre él, alguna obra, ya que se quiere destacar o preservar del efecto del agua, sea de lluvias, inundaciones o riego.

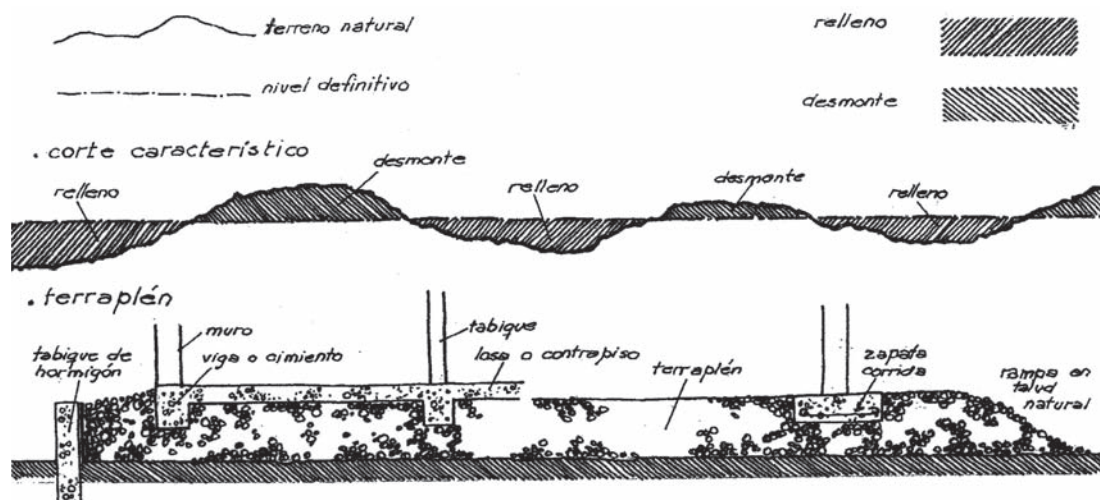
Cuando se realizan este tipo de tareas hay que tener en cuenta el "esponjamiento", que resulta más elevado cuanto más compacto es el material natural. Simétricamente, cuando el material suelto se compacta disminuye de volumen pero en menor medida.

Para terrenos blandos, obras pequeñas y plazos largos las tareas pueden ser manuales. En la medida que los terrenos sean más compactos, aumenta el tamaño de la obra y se acorta el tiempo disponible es necesario disponer de equipos mecánicos para realizar las tareas.

Cuando las operaciones son normales pueden ser realizadas por personal no especializado, siempre que se cuente con el asesoramiento y control de especialistas. Los equipos mecánicos siempre están a cargo de personal especializado.

PRECAUCIONES:

- Tener en cuenta el esponjamiento durante el desmonte y la reducción del volumen por la compactación para calcular la necesidad de transporte.

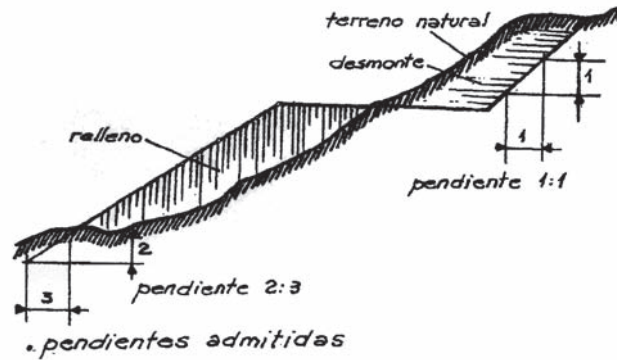


VALORES CARACTERÍSTICOS DE ALGUNOS TERRENOS				
NATURALEZA DE LAS TIERRAS	ángulo del talud natural	peso t/m'	esponjamiento	
			pasajero	permanente
ARENA FINA, SECA	10 a 20°	1,4	1,10	1,03
ARENA FINA, MOJADA	15 a 25°	1,6	1,20	1,04
GRAVA MEDIA, LIGERAMENTE HÚMEDA	30 a 40°	1,9 a 2,1	1,25	1,04
TIERRA VEGETAL HÚMEDA	30 a 45°	1,6 a 1,7	1,10	1,03
TIERRA MUY COMPACTA	40 a 50°	1,6 a 1,8	1,65	1,10
PIEDRA PARTIDA, ESCOMBROS	40 a 50°	1,5 a 1,7	1,50	1,15
MARGA SECA	30 a 45°	1,5 a 1,6	1,50	1,08
ARCILLA SECA	30 a 50°	1,6	1,50	1,15
ARCILLA HÚMEDA	0 a 20°	1,8 a 1,2	1,25	1,08
ROCAS DIVERSAS	50 a 90°	2,0 a 2,5	1,50	1,10 a 1,20

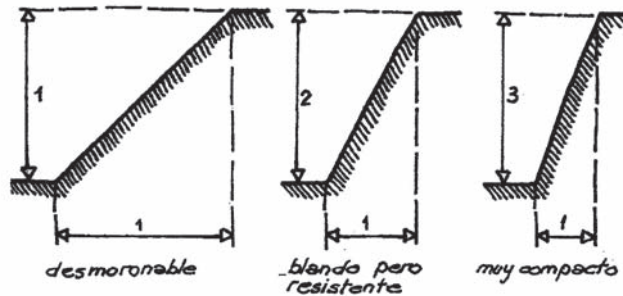
- Cuando se rellena, el agregado de material debe hacerse por capas sucesivas, de poco espesor (no mayor de 30 cm en el caso de la tierra), con material húmedo.
- El material de relleno debe estar exento de materias orgánicas que se descomponen con el tiempo y otras sustancias que modifican su estructura y producen oquedades o esponjamientos.
- Cuando se ejecutan terraplenes se debe asegurar la permanencia del perímetro, ya sea dándole el talud natural del material usado para su construcción o en caso contrario mediante la construcción de un elemento para resistir el empuje del material de relleno (cajón).

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN

- a) Para obras pequeñas y terreno blando: azada, pala, pico, barreta, carretilla.
- b) Para otras obras, se agregan:
camiones, cargadoras, excavadoras, retroexcavadoras, topadoras, escarificadoras, moto-



pendientes máximas según tipo de terreno



niveladoras, zanjadoras, compactadoras, palas mecánicas, etc. El personal necesario comprende desde ayudante hasta maquinistas especializados, según la extensión y complejidad de los trabajos a realizar.

EXCAVACIONES

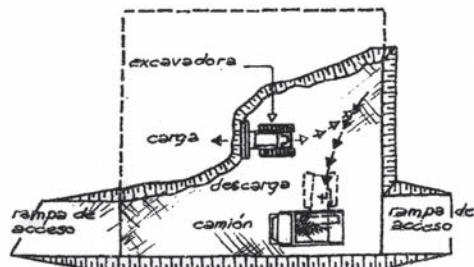
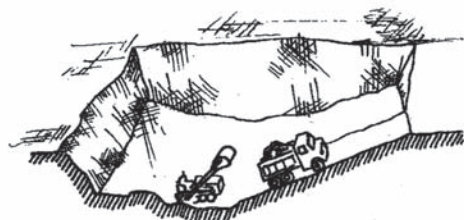
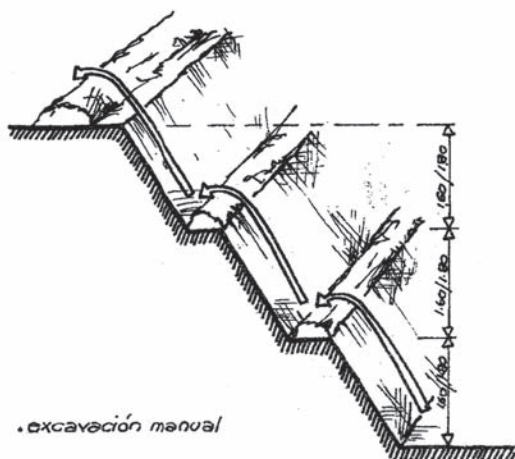
Las excavaciones están destinadas a alcanzar los niveles necesarios para ejecutar la obra: en el caso de los sótanos; para alojar las fundaciones (cimientos, zapatas, bases, etc.); o en la ejecución de pozos con diverso destino (tanques para líquidos, piletas, pozos absorbentes, etc.).

Repetimos aquí todo lo que dijimos en "movimiento de tierras" referido a "desmonte". Algunos autores consideran las excavaciones en el capítulo de movimiento de tierras. Los procedimientos y elementos necesarios para ejecutar el trabajo varían según los casos, si se trata de sótanos o pozos. También influyen las características del terreno, el tamaño de la obra y el tiempo disponible para el trabajo.

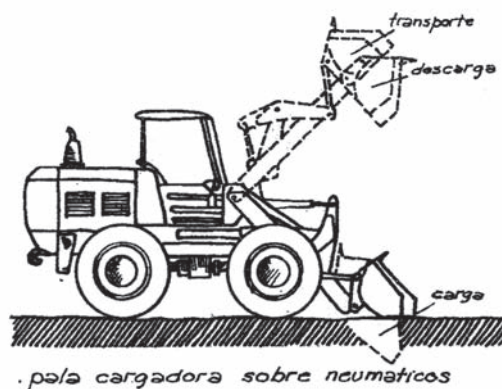
Para la mejor comprensión del tema analizaremos separadamente los diversos casos.

SÓTANOS Y SUBSUELOS

Para sótanos pequeños y terreno relativamente blando, el trabajo puede hacerse manualmente con el uso de pico y pala, con los cuales se puede alcanzar profundidades de hasta 3,00 m suficientes para los casos comunes.



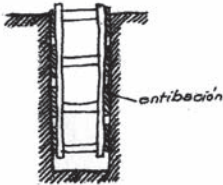
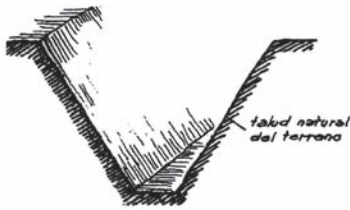
maniobras de palas cargadoras



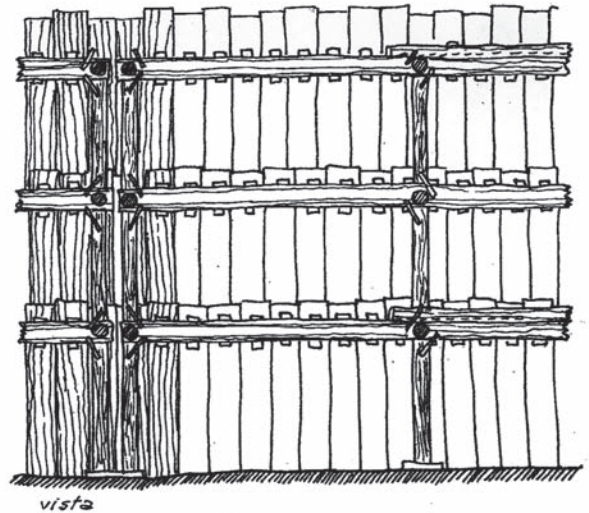
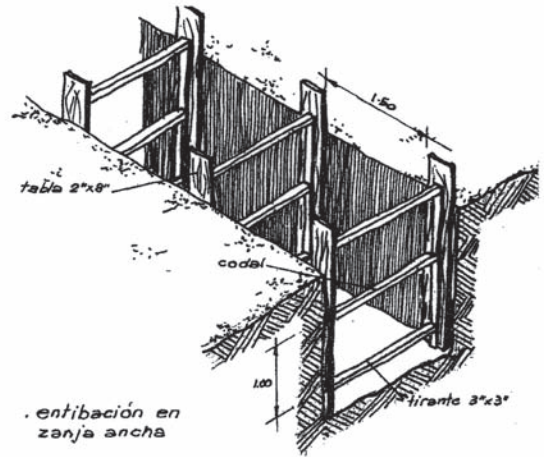
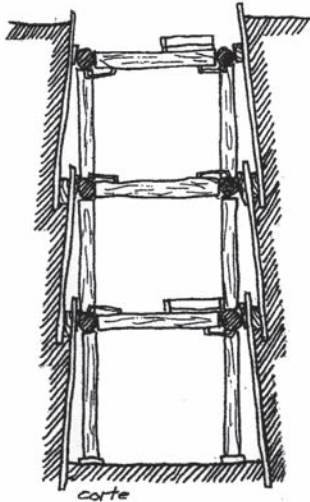
. pela cargadora sobre pneumáticos

Cuando aumenta el tamaño de la obra se debe recurrir al uso de elementos mecánicos tales como excavadoras, cargadoras, camiones, etc. En este caso las máquinas trabajan ubicadas en el propio sótano, llegando hasta el fondo de la excavación, ejecutando el trabajo por partes y manteniendo una rampa en el terreno natural que permita retirar la maquinaria cuando se terminan los trabajos, salvo las que puedan ser izadas mediante grúas o guinches. Con estos medios se puede alcanzar cualquier profundidad.

Mientras se realiza el trabajo hay que asegurar la estabilidad del perímetro de la excavación. Los terrenos compactos se mantienen naturalmente. Cuando son granulares con alguna cohesión se puede favorecer la situación con chicoteado de lechada de cal, de cemento o de mezcla de los dos materiales. En ocasiones es posible favorecer la situación apuntalando el contorno. Cuando las dimensiones del terreno lo permiten puede terminarse el perímetro adoptando el talud natural del



.apuntalamiento en zanja profunda



terreno. Ello no es posible cuando el sótano alcanza los límites del terreno, mucho menos si están contruidos. Cuando el edificio vecino tiene sótano no se presenta ninguna dificultad.

Cuando se excava un sótano lindero con un edificio construido conviene realizar el trabajo según se ha explicado, dejando sin excavar como mínimo la parte que delimita el talud natural del terreno, en una primera etapa. Esta parte se ejecuta luego por sectores alternados, hasta llegar al edificio construido, realizando las submuraciones correspondientes, como explicaremos más adelante.

El apuntalamiento del terreno natural (entibaciones) requiere un tratamiento especial y depende de las características del suelo y las dimensiones de la excavación.

Por otro lado, cuando el agua de infiltración o de lluvia pueda alcanzar la excavación debe extraerse provocando el descenso de la napa freática o por medio de bombas instaladas al efecto.

ZANJAS

Son las destinadas a alojar los cimientos, zapatas, caños de instalaciones de servicios, en donde predomina el largo sobre el ancho y la profundidad. El empleo de maquinaria suele estar restringido a las zanjas de las conducciones en las redes externas porque el uso resulta difícil dentro de terrenos de dimensiones relativamente pequeñas. Es por ello, que habitualmente esta labor se lleva a cabo en forma manual, usando herramientas adecuadas a la dureza del terreno. Para los más blandos es suficiente la pala. Cuando se trabaja en terreno arcilloso muy compacto se puede inundar la zanja en capas sucesivas, para facilitar la tarea. A medida que aumenta la dureza se debe recurrir a otro tipo de herramientas: pico, barreta, maza y puntas, barrenos, martillos neumáticos, etc. En el caso de rocas duras es necesario hacer voladuras, mediante el empleo de explosivos.

Las zanjas, salvo casos excepcionales, no superan la profundidad de 1,50 m. Las normas establecen que siempre debe alcanzarse el terreno firme, apto para fundar. En caso de duda deben realizarse ensayos para determinar el poder portante del terreno. Las dimensiones de las zanjas resultan de las de los elementos que van a alojar y de la necesidad operacional. Así, el ancho mínimo de una zanja es de 0.30 m, para permitir el uso de la pala.

POZOS

En este caso, la profundidad en general supera el largo y el ancho. Se incluyen aquí los destinados a bases de columnas muy cargadas; a piletas y tanques para depósitos de líquidos y los pozos profundos.

Cuando se efectúan excavaciones para **bases** de columnas muy cargadas hay que tomar especial atención para asegurar que el terreno ofrezca la resistencia mínima indicada en los planos. Si ello no ocurre se puede profundizar la excavación hasta encontrar la resistencia adecuada o aumentar las dimensiones de la base. Estas excavaciones habitualmente se realizan a cielo abierto, siguiendo las técnicas indicadas para las "zanjas". Cuando se debe alcanzar mayores profundidades se debe actuar de acuerdo a lo indicado para "sótanos".

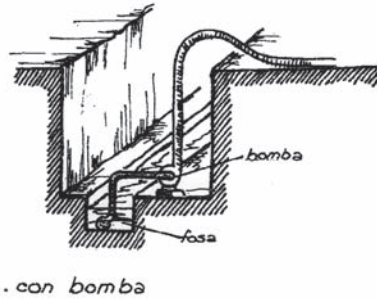
Las excavaciones para **piletas y tanques** de combustibles se ejecutan a cielo abierto en forma similar a lo indicado para "sótanos" pequeños. El tamaño de la excavación debe asegurar que el depósito, cuando es de chapa metálica; pueda ser recubierto en todo su contorno por una capa mínima de 25 cm de arena tamizada. El fondo debe estar libre de piedras, cenizas y escorias que pueden dañar el tanque. Es conveniente además que la parte superior del tanque se encuentre a un mínimo de 1 metro debajo de la superficie de circulación.

Si existe la posibilidad de ingresos de agua subterránea hay que tratar que el tanque esté por encima del nivel freático. Sin embargo, en caso necesario, se puede solucionar colocando lastres (de hormigón) solidarios con el tanque de manera de sobrepasar, cuando el tanque está vacío; una vez y media el empuje del agua.

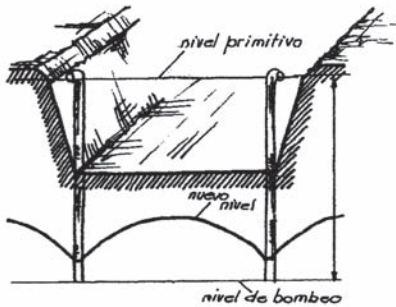
Los depósitos, metálicos o de fibra de vidrio, también pueden ser alojados en construcciones de mampostería o de hormigón ejecutados al efecto. En estos casos debe cuidarse especialmente la ejecución de la tapa del recinto, la que por otra parte conviene que pueda ser removida con relativa facilidad.

En los **pozos** la profundidad es la que predomina. En la excavación de **pozos poco profundos**

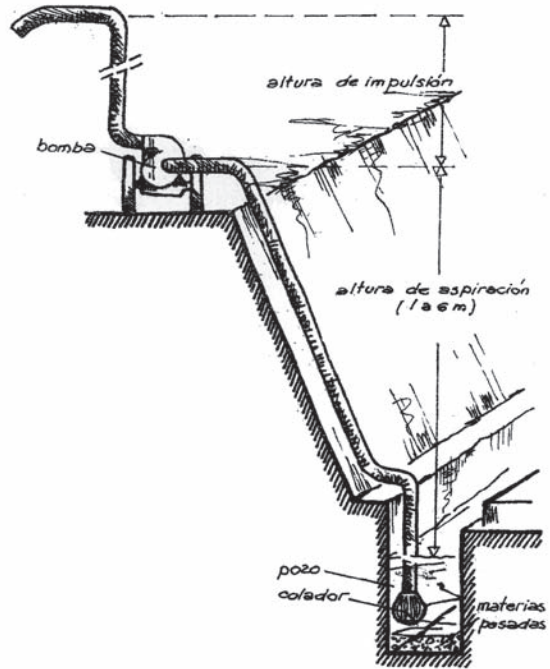
• Achicamiento



. con bomba



. por descenso de napa freática



. con bomba aspirante-impelente

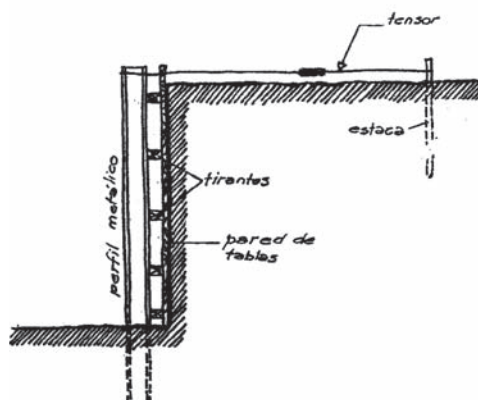
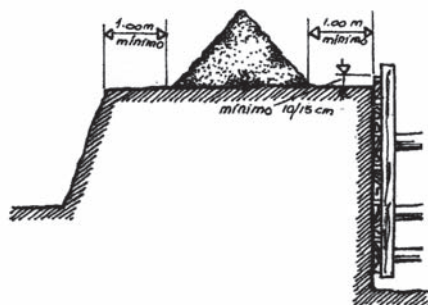
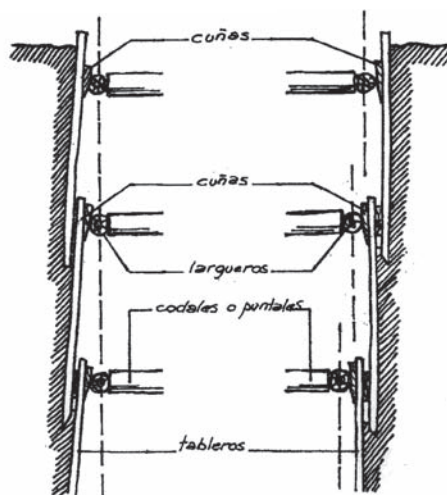
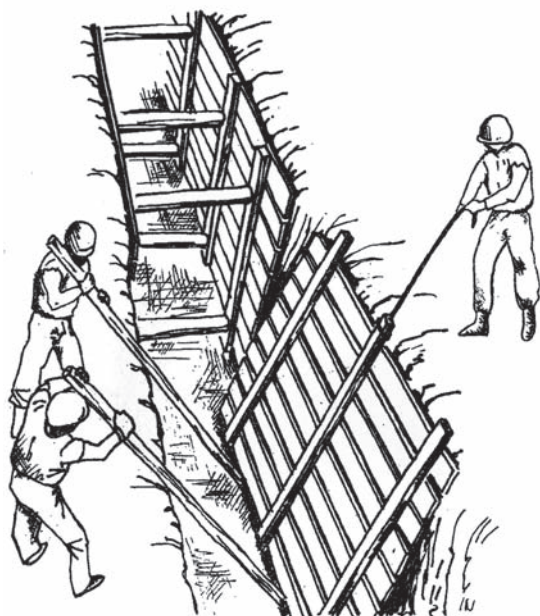
se procede como se indicó en "sótanos". Los **pozos profundos** en general requieren operaciones más complejas y el uso de equipos y maquinarias especiales.

Cuando el terreno es compacto, sin peligro de desmoronamiento, se puede operar por medio de un torno, manejado por una sola persona que levanta el recipiente que va llenando otra que se encuentra en el fondo de la excavación. En terrenos muy compactos se pueden alcanzar profundidades de hasta 100 metros.

El izamiento del recipiente con el material de excavación no puede realizarse por medios manuales, al aumentar considerablemente el peso del cordel o cable que sostiene el recipiente destinado al material de la excavación. Este debe ser de tela resistente -no metálico- por los riesgos que significa para el operario que se encuentra en el fondo de la excavación en caso de desprendimiento. Después de sobrepasar cierta profundidad es necesario, por otro lado, asegurar el suministro de suficiente aire puro a quien trabaja en el fondo de la excavación.

En el caso de terrenos con escasa cohesión con riesgo de desmoronamiento, la excavación se realiza por tramos cortos, con entibaciones sucesivas. Estas pueden ser temporarias o permanentes según el destino del pozo, usando en el primer caso elementos de madera o metálicos que se recuperan. Las permanentes pueden realizarse con hormigón, por tramos troncocónicos, con encofrado metálico.

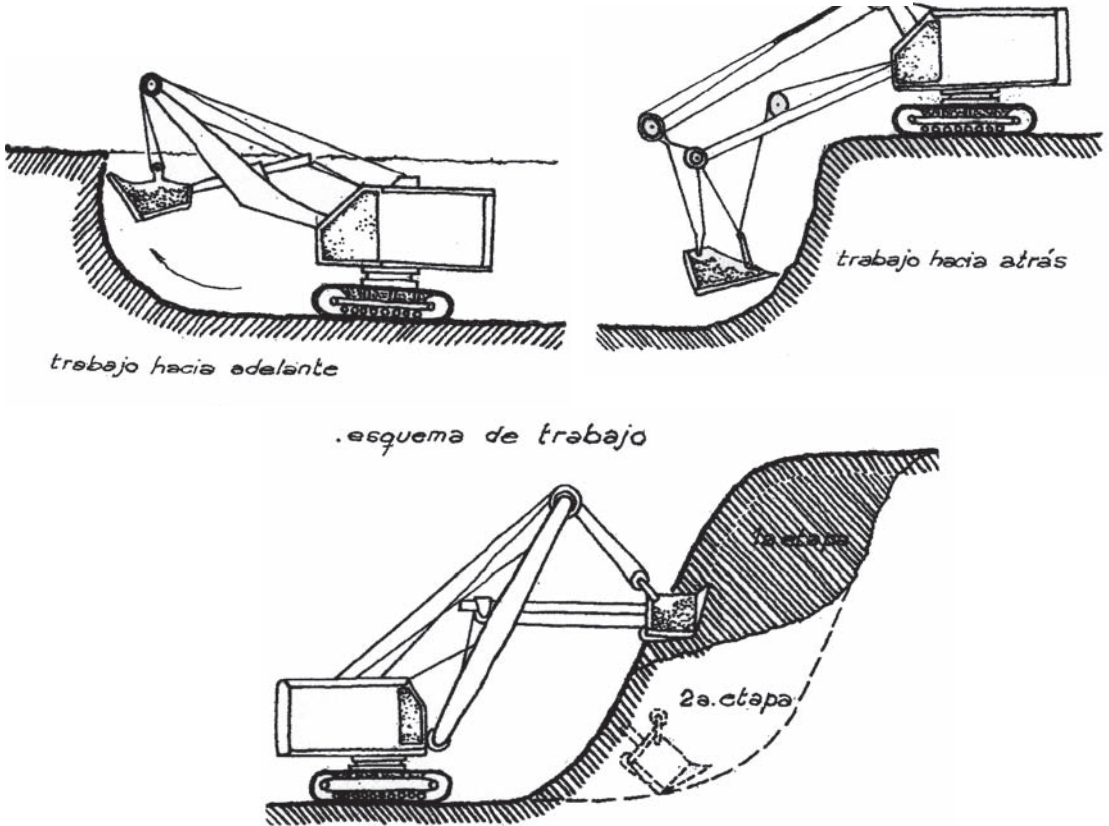
► Apuntalamiento



PRECAUCIONES:

- Cuando existan dudas sobre la capacidad portante del terreno deben realizarse los ensayos correspondientes.
- Es conveniente dejar muestras de las distintas capas de material del terreno natural, registrando los espesores de cada una de ellas; para futuras comprobaciones.
- Cuando se moja la superficie de la excavación por lluvia o inundación se debe profundizar hasta alcanzar el terreno seco.
- En caso de exceder la profundidad necesaria durante el trabajo se puede rellenar para corregir el error. La operación debe realizarse de acuerdo a lo indicado en "movimiento de tierras".
- La superficie de la excavación debe estar nivelada y el terreno compactado, antes del hormigonado de las estructuras.
- En terrenos accidentados, con desniveles, la excavación puede hacerse por tramos horizontales a distinta altura, respetando la profundidad mínima en todos los puntos.

▸ Excavadora de cuchara



ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN:

Se repite lo indicado en "movimiento de tierras"

MÁQUINAS MÁS USADAS

Son de dos tipos: a. estacionadas y b. en movimiento.

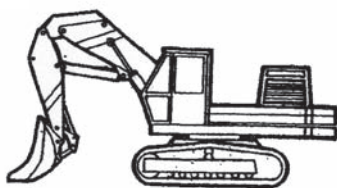
a. Máquinas estacionadas:

Realizan el trabajo sin desplazarse de su ubicación en el terreno. Son en general excavadoras universales con una máquina que no se modifica, a la cual se agregan implementos en su parte frontal: pala mecánica (1), retroexcavadora (2), cuchara bivalva (3) y pala de arrastre y grúa de izamiento (4). Estas máquinas empujan o hincan la pala o cucharón en el material a excavar; elevan la carga; giran el aguilón o pluma para colocar la carga en otro lugar y efectúan la descarga.

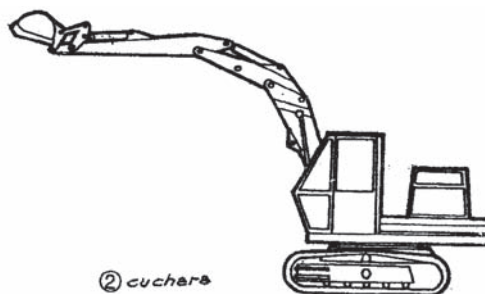
b. Máquinas en movimiento:

Realizan el trabajo desplazándose continuamente de un punto a otro del área de trabajo. Son los tractores (5) que sirven para remolcar otras máquinas o implementos; topadoras (6) para despejar el terreno, eliminar malezas y la capa superior de tierra vegetal, esparcido de tierra y materiales sueltos, excavación, compactación de terrenos, acopio y amontonamiento

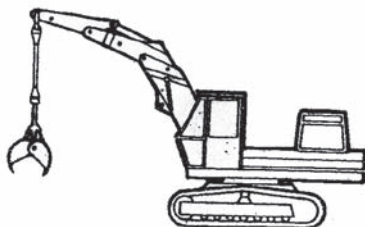
► Máquinas



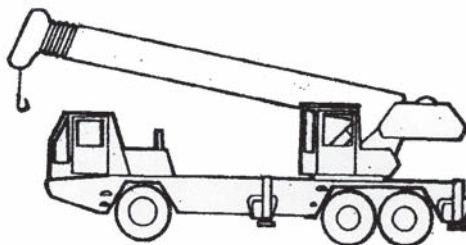
① retroexcavadora



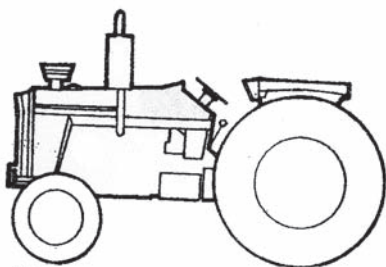
② cuchara



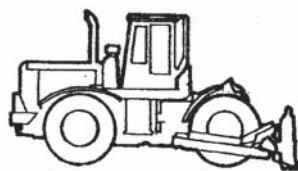
③ cuchara bivalva



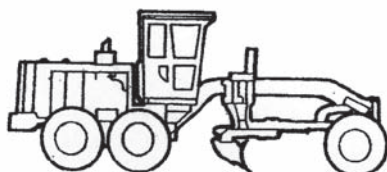
④ grúa de izamiento



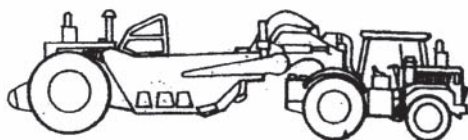
⑤ tractor



⑥ topadora

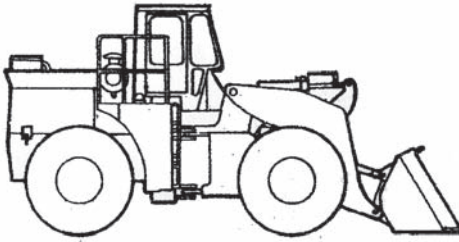


⑦ motoniveladora

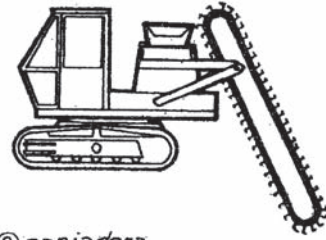


tractor-traila

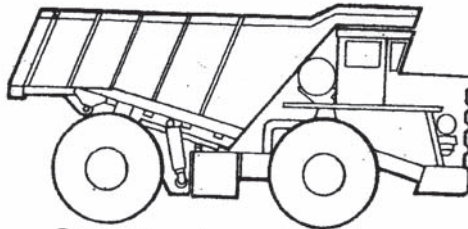
de tierra; motoniveladoras (7) destinadas a nivelación del terreno, después que ha sido trabajado por otras máquinas; palas cargadoras (8) que trabajan con el terreno aflojado de antemano, realizando pequeños movimientos de tierras y materiales sueltos, pero sobre todo para tomarlos del suelo y cargarlos en camiones u otros medios de transporte; zanjadoras (9) cavan zanjas para colocación de conductos y cañerías; escarificadoras (10) para aflojar y remover terrenos muy duros y para romper pavimentos y obras ejecutadas con materiales semiduros; camiones volcadores (11) que efectúan el transporte horizontal de materiales y los descargan mediante volcado; apisonadoras pata de cabra, de rodillo liso y de neumáticos en tandem (12, 13 y 14) para compactar el terreno previamente nivelado.



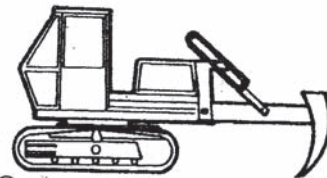
⑧. pala cargadora



⑨. zanjadora



⑪. camión volcador



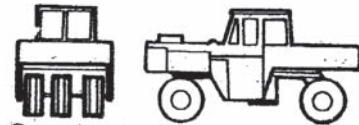
⑩. escanificadora



de rodillo
⑬. apisonadoras



⑫. pala de cabra



⑭. en tandem

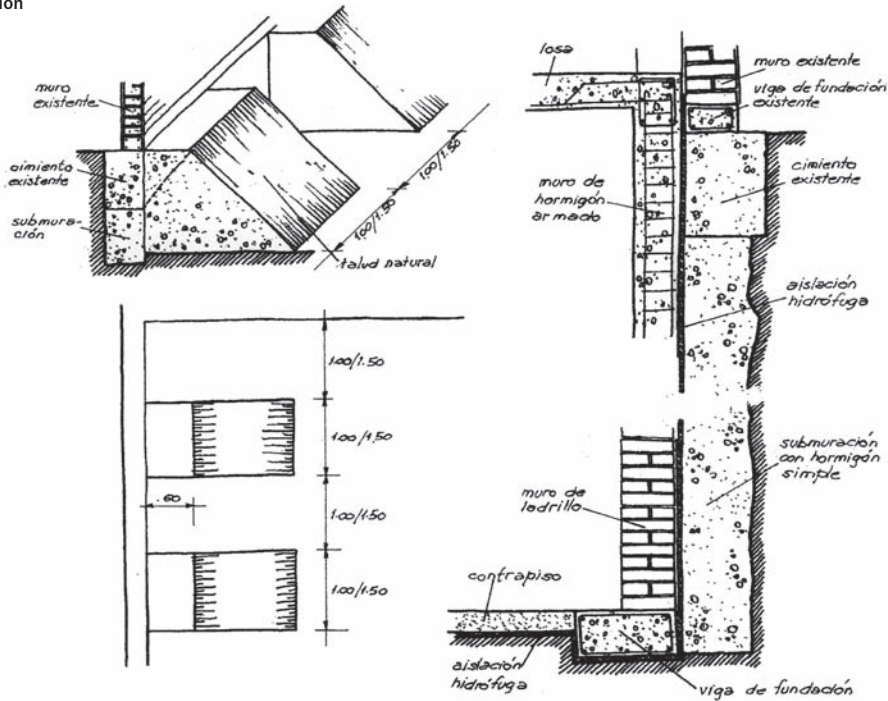
SUBMURACIONES

Al ejecutar excavaciones, sobre todo de sótanos o subsuelos; cercanas o en contacto con edificios vecinos cuya profundidad sobrepasa el fondo de sus cimientos es necesario prolongar éstos hacia abajo por lo menos hasta el nivel de la excavación que se ejecuta. Estos son los trabajos que constituyen las submuraciones.

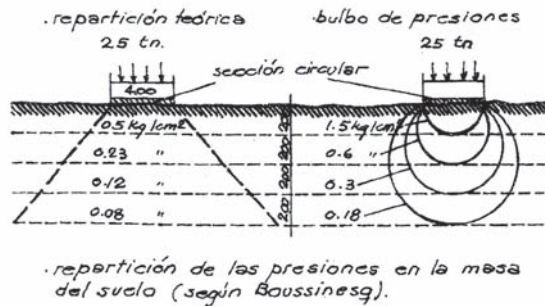
El trabajo debe realizarse por tramos separados, manteniendo porciones de terreno con el talúd natural y apuntalando el edificio vecino como medida de seguridad adicional, según las características del mismo. Habitualmente se trabaja por tramos de entre 1.00 y 1.50 m, separados entre sí por tramos de tres veces esa dimensión. En la segunda etapa se ejecuta el tercio medio de los tramos restantes. Finalmente se ejecuta el resto.

La obra puede ejecutarse con mampostería de ladrillos bien cocidos con mortero de una parte de cemento y tres de arena mediana o con hormigón simple de 200 kg. de cemento por metro cúbico. Cuidando el trabajo puede usarse el paramento de la submuración como soporte para la aislación hidrófuga, alisando la superficie o ejecutando un revoque sobre la misma. De esta manera se elimina el tabique de panderete.

► Submuración



► Repartición de las presiones



PRECAUCIONES

- Antes de ejecutar cada una de las etapas hay que asegurarse que haya fraguado la anterior.
- Entre el cimiento existente y la submuración que se ejecute debe existir perfecta continuidad, sin oquedades ni material compresible u orgánico; que pueden provocar asentamientos en el futuro.

COEFICIENTES DE TRABAJO DEL TERRENO (σ_t)

En general la carga específica que admite un terreno está establecida por las ordenanzas de cada localidad, pero es un dato de valor relativo. Para una profundidad inaccesible a las heladas y sobre estratos compactos se admiten los valores siguientes:

roca dura	20 a 50 kg/cm ²
roca blanda (toba, caliza, etc.)	7 a 25 kg/cm ²
gavilla	5 a 7 kg/cm ²
arena angulosa	4 a 5 kg/cm ²
arena fina	2 a 3 kg/cm ²
arena movediza	0 a 3 kg/cm ²
limo	2 a 3 kg/cm ²
arcilla seca o con humedad moderada	2 a 3 kg/cm ²
arcilla anegada	1/2 a 1 kg/cm ²
tierra virgen	1/2 a 1 kg/cm ²
fango	0 kg/cm ²

FUNDACIONES

Con el nombre genérico de fundaciones –o cimentaciones– se designa a las partes del edificio que están en contacto con el suelo y al cual transmiten las cargas.

El diseño de las fundaciones debe responder a **dos datos: las cargas** que transmite el edificio y el **coeficiente de trabajo** (o carga específica) del terreno sobre el cual se construye.

En rigor, con una adecuada fundación, es posible construir en cualquier terreno, incluso en el agua (un barco de pasajeros es un edificio). La resistencia del terreno aumenta a medida que aumenta la profundidad y en ello influye además el rozamiento periférico de la propia fundación. Para reducir el coeficiente de trabajo del terreno es necesario **ensanchar la base**.

En el momento de comenzar el proyecto es necesario conocer la calidad del terreno, por referencias de obras vecinas o por medio de calicatas o sondeos propios. En caso de duda deben hacerse ensayos de cargas, sobre todo en edificios de envergadura. El conocimiento de este valor puede decidir las características de los materiales (sobre todo el peso) que se usarán para ejecutar los distintos elementos, de manera de reducir el costo de la fundación y del edificio.

Los suelos pueden mejorarse mediante corrección superficial o profunda. En el primer caso por apisonado; compactación; sustituyendo una capa de suelo malo por materiales incompresibles (arena, grava, cascotes, hormigón pobre, etc.); estabilizando el suelo añadiendo cemento portland, aglomerante bituminoso, arcilla u otro material que fije la humedad. La corrección profunda se puede realizar por medio de inyecciones de cemento o arcilla, con pozos de arena, con drenajes por tuberías o capas filtrantes, por consolidaciones electro-químicas o electro-físicas. Los terrenos granulares sueltos pueden adquirir resistencia aceptable si se confinan, construyendo un perímetro estable alrededor del terreno destinado a la construcción (muro o tabique de mampostería u hormigón simple o armado).

TIPOS DE FUNDACIONES

El tipo de fundación, como habíamos dicho, debe responder al tipo de carga a sustentar. Para cargas distribuidas, que transmiten los muros, se emplean fundaciones **lineales**; para cargas concentradas, que transmiten en general las columnas, fundaciones **puntuales**; para grandes cargas o terrenos de poca resistencia fundaciones **de gran superficie**.

Por otro lado, se ejecutan fundaciones **superficiales y profundas**, según la profundidad del lecho donde se asientan.

FUNDACIONES SUPERFICIALES

Pueden alcanzar profundidades de hasta 1,00 m. Se adoptan profundidades menores de hasta 0,50 m siempre que exista la seguridad que el agua de lluvia o de riego o las heladas no alcanzarán ese nivel.

El **cimiento común** (o zapata corrida) se ejecuta generalmente con hormigón simple de 150 kg de cemento por metro cúbico, con agregado de hasta 30% de canto rodado de diámetro menor a la tercera parte del ancho de la zanja. Para terrenos corrientes el ancho sobrepasa 0,15 del ancho del muro que sustenta y la profundidad mínima alcanza los 0,60 m. Donde los áridos son escasos se ejecuta mampostería de piedra o de ladrillos recocidos. El ancho depende de la resistencia del terreno y la carga a soportar.

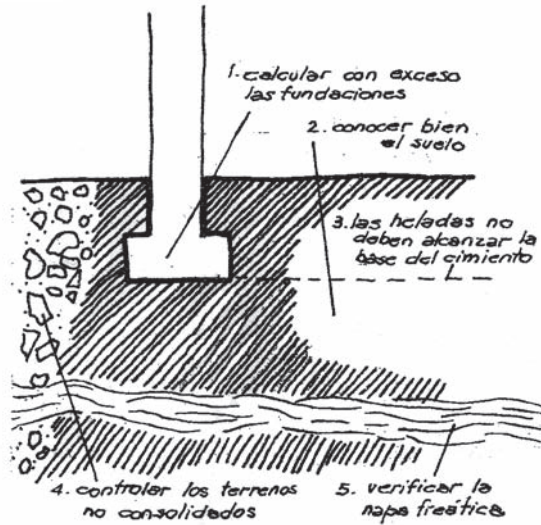
Si el terreno es de piedra puede reducirse la profundidad hasta 0,10 m rellenando los intersticios del lecho con mortero de cemento-arena. Si el terreno natural es inclinado puede procederse por escalones. Cuando el cimiento reciba cargas inclinadas o excéntricas puede variarse el ancho en forma escalonada para asegurar que la resultante de las cargas incida en el tercio medio en cada sección.

Para reducir el volumen de hormigón o mampostería del cimiento común pueden ejecutarse **zapatas**, elemento ancho de poco espesor de hormigón simple o armado. Excepcionalmente puede usarse madera o perfiles metálicos.

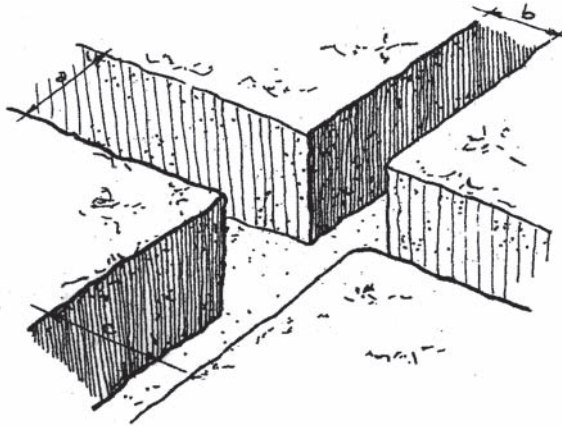
Puede ejecutarse corrida, por tramos o aislada. En el último caso llamada comúnmente **base**. Se ejecutan de diversas formas: circulares, rectangulares y sobre todo cuadrada; "centradas" en el caso común y "excéntricas" cuando se ubican sobre la línea municipal o terreno vecino; de altura constante o decreciente. En algunos casos se ejecutan zapatas para unir columnas o pilares aislados que actúan como vigas de arriostramiento; en otros casos sirven para alojar las vigas de encadenado reglamentarias.

Como hemos dicho, a medida que disminuye la capacidad portante hay que aumentar el ancho de la zapata. Así llega un momento en que las zapatas prácticamente cubren toda la superficie construida. Cuando la superficie de la fundación alcanza a las 3/4 partes de la superficie construida conviene recurrir a la **platea de fundación**, constituida por el conjunto de losas que actúan como un techo invertido; que puede ser resuelta por medio de bóvedas de cañón corrido o con superficie plana.

• Principios generales de las fundaciones



• Excavación para fundación

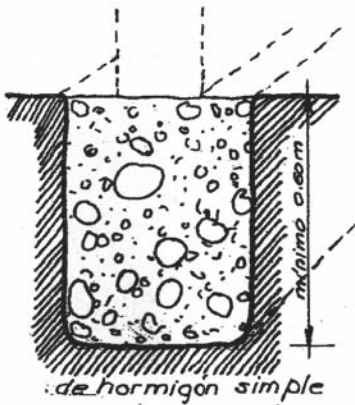
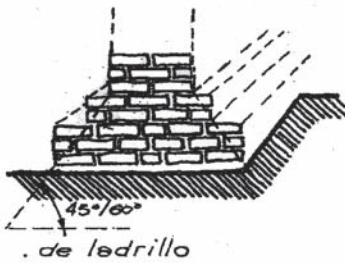
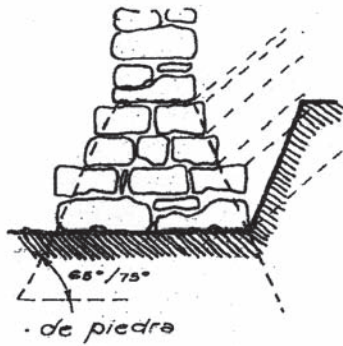


FUNDACIONES PROFUNDAS

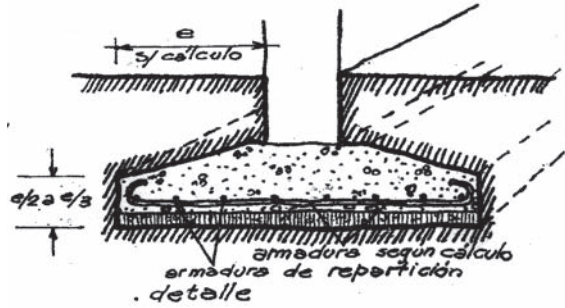
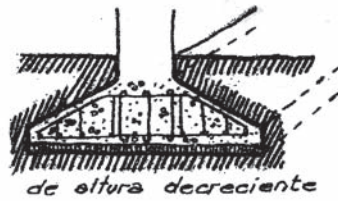
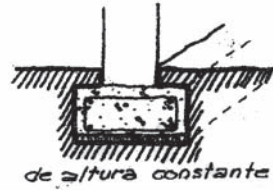
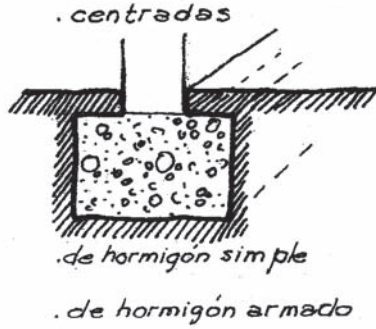
Cuando el terreno firme se encuentra a más de 3,50 m de profundidad las fundaciones comunes resultan muy caras. En esos casos conviene transmitir las cargas en puntos aislados, de gran sección suficientemente separados o de pequeña sección muy próximos o reunidos en grupos (pilotes).

Cuando la fundación se resuelve con pozos, éstos se ubican en las esquinas en los encuentros de muros y debajo de los puntos de cargas concentradas. Los pozos se unen después con vigas de hormigón encima de los cuales se construyen los muros. En general los pozos son circulares de 1,20 a 1,50 m de diámetro y la profundidad debe ser tal que el material de relleno del pozo

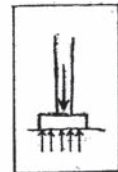
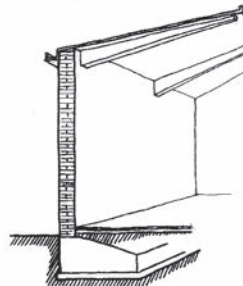
•Cimiento común



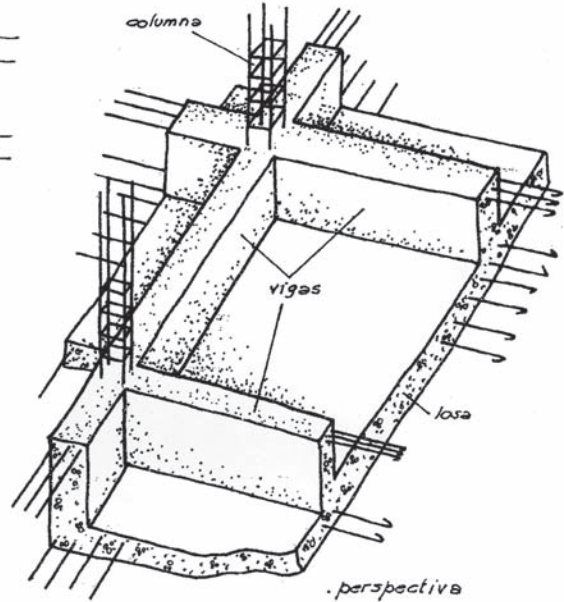
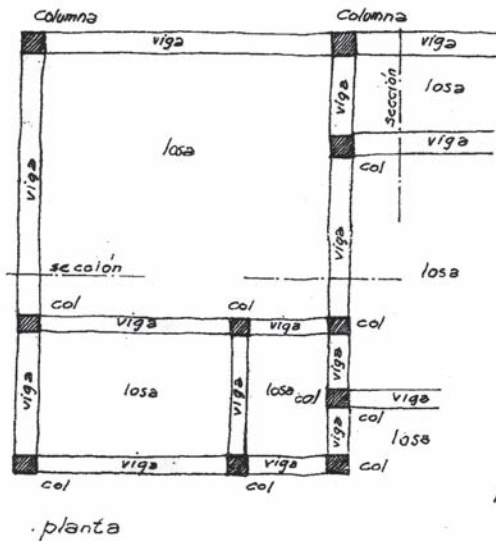
•Zapatas



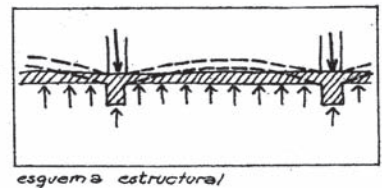
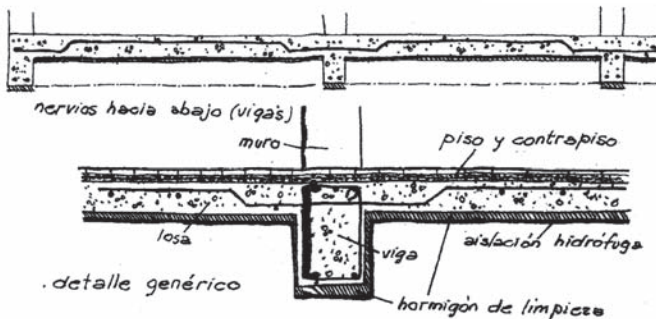
•excéntrica



• Platea de fundación



secciones



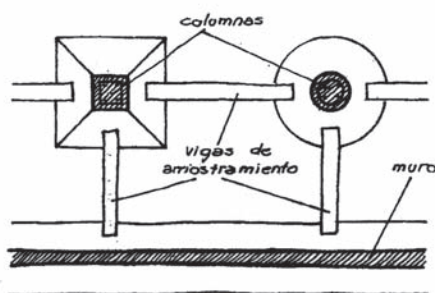
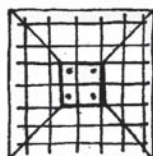
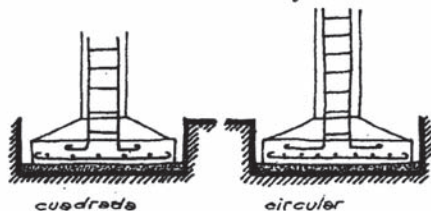
penetre por lo menos 0,20 m en terreno firme. La base puede ensancharse a medida que aumenta la profundidad para aumentar la superficie. Se rellenan con hormigón de 250 kg. de cemento por m³, en capas sucesivas de no más de 0,20 m de espesor. También pueden ejecutarse de forma cuadrada o rectangular y cuando están muy cercanos a unirse entre sí. La excavación de los pozos se realizan como se indicó en "excavaciones".

En lugar de alcanzar con el pozo el suelo resistente pueden ejecutarse pozos menos profundos; transmitiendo las cargas con grupos de "estacas" en los últimos 1,50 m, o taladrando el terreno y relleno los orificios con lechada de cemento.

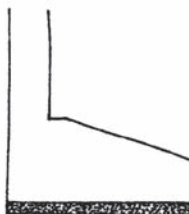
► Bases

. centradas

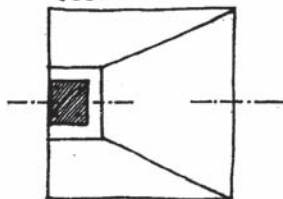
bases aisladas de hormigón armado



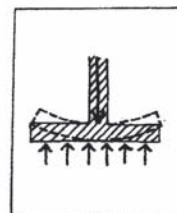
. excéntrica



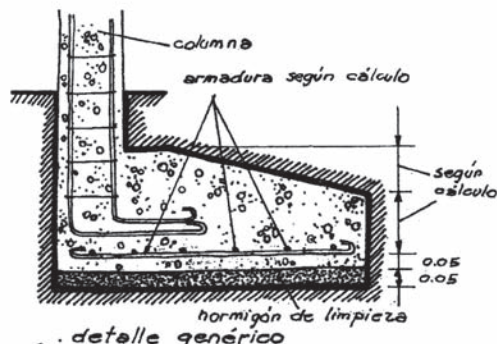
. sección



. planta



esquema estructural



. detalle genérico

PILOTES

Cuando el terreno firme está muy profundo se recurre al uso de pilotes. Son elementos de sección pequeña (entre 20 y 45 cm) de madera, metálicos o de hormigón. Los dos primeros prefabricados. Los de hormigón también pueden hormigonarse "in situ". Transmiten las cargas directamente al suelo firme o actúan por rozamiento periférico con el terreno. En este último caso también reciben el empuje vertical hacia arriba del volumen desalojado, según lo establecido por el principio de Arquímedes.

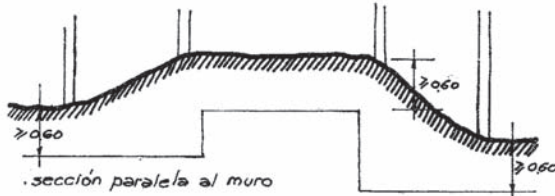
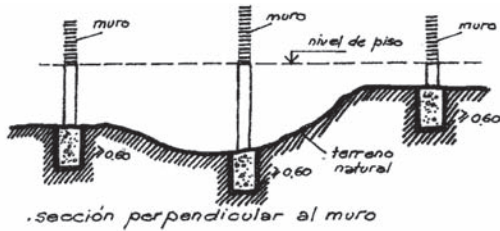
PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES:

"Las presiones que se ejercen sobre las paredes de un cuerpo sólido sumergido en un líquido en equilibrio se reducen a una fuerza vertical, de sentido ascendente, igual al peso del líquido desalojado por el sólido".

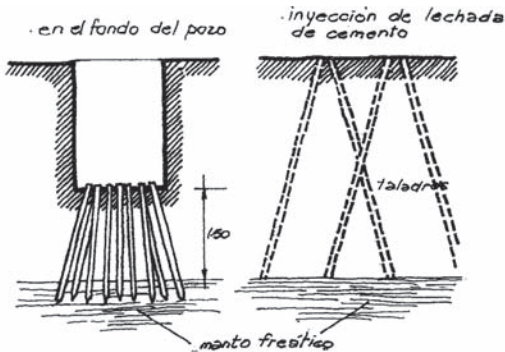
A. PILOTES PREFABRICADOS:

Los pilotes de madera se conservan muy bien cuando están sumergidos en forma permanente. Se usan para su fabricación maderas duras. La punta se termina con un azuche metálico

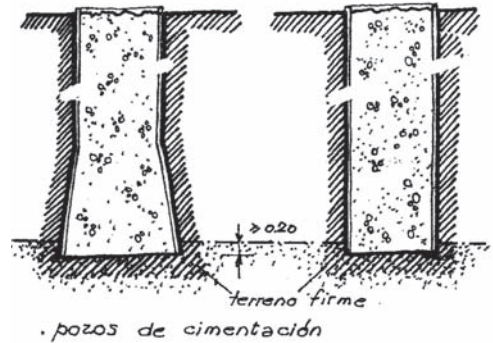
• Fundación escalonada



• Consolidación de suelos



• pozos de cimentación

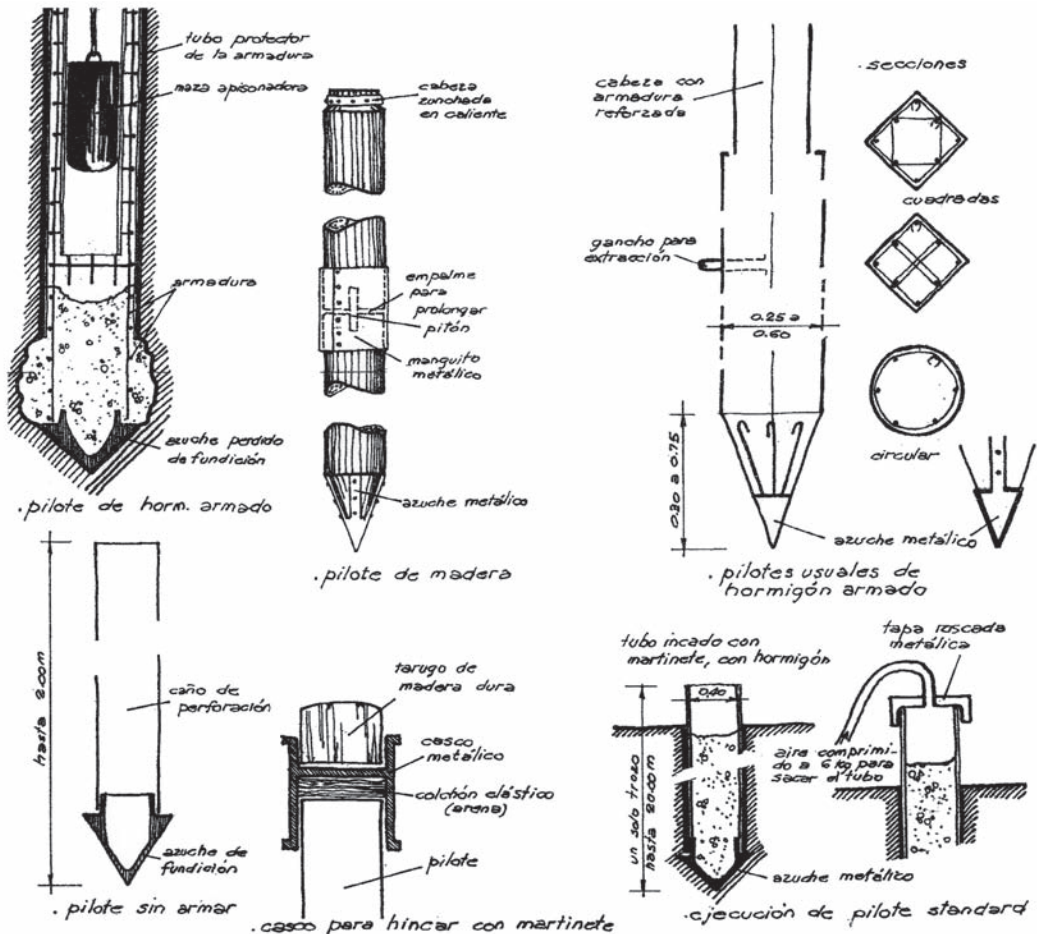


y la cabeza con un zuncho metálico, colocado en caliente, para protegerlo de los golpes en el momento del hincado. Se pueden empalmar a tope con manguitos metálicos.

Los de **hormigón** se fabrican de sección cuadrada, hexagonal u octogonal. La armadura debe resistir la carga axial y los movimientos de transporte desde la fábrica hasta el lugar de uso. La armadura se refuerza en la cabeza para recibir los golpes durante el hincado y en la punta se termina con un azuche metálico, similar a los de madera.

Los pilotes prefabricados se hincan por medio de martinete. La altura de caída de la maza debe ser reducida y su peso elevado. La cabeza de los pilotes de hormigón debe protegerse con un trozo de madera dura durante la operación. El hincado se realiza hasta que se produce el rechazo (absoluto por resistencia del terreno natural y relativo por rozamiento de las paredes). El valor comúnmente aceptado para interrumpir el hincado es cuando el pilote no se hunde más de 5 mm con peso de 1.000 kg. que cae desde 1,50 m de altura.

► Pilotes



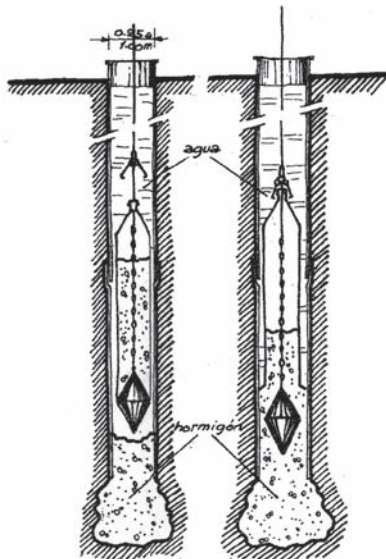
B. PILOTES HORMIGONADOS "IN SITU"

Se emplean tres tipos principales: 1) con camisa hincada, 2) perforados y 3) por explosión.

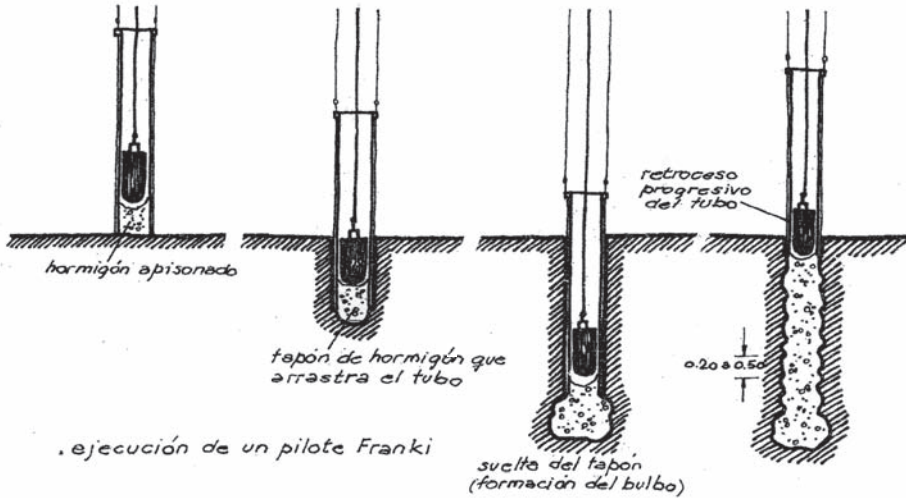
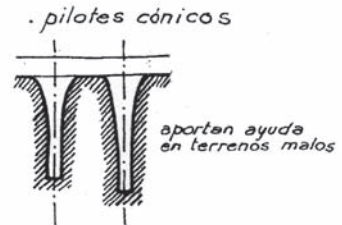
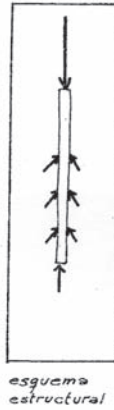
1) Con **camisa**, hincada por medio de martinete o por roscado. Una vez colocada la camisa en posición se vierte hormigón (armado o sin armar) en su interior. El tubo de la camisa termina con un azuche de fundición que se pierde en la operación. Cuando el pilote es de hormigón armado se coloca otro tubo interior, para proteger la armadura durante el apisonado; los dos se van izando a medida que avanza el llenado. Las camisas pueden alcanzar hasta 20 m de largo.

El más conocido es el pilote **Franki**. En este sistema la camisa está constituida por tubos de 3 a 6 m encajados unos en otros hasta obtener la profundidad deseada. Se coloca hormigón apisonado en el extremo del tubo apoyado en el suelo. Cuando comienza a fraguar se golpea el hormigón que arrastra al tubo. Una vez alcanzada la profundidad deseada se

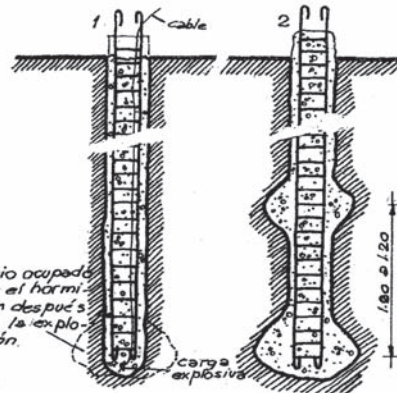
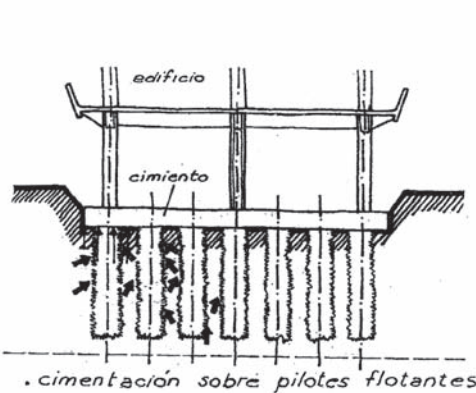
• Pilotes



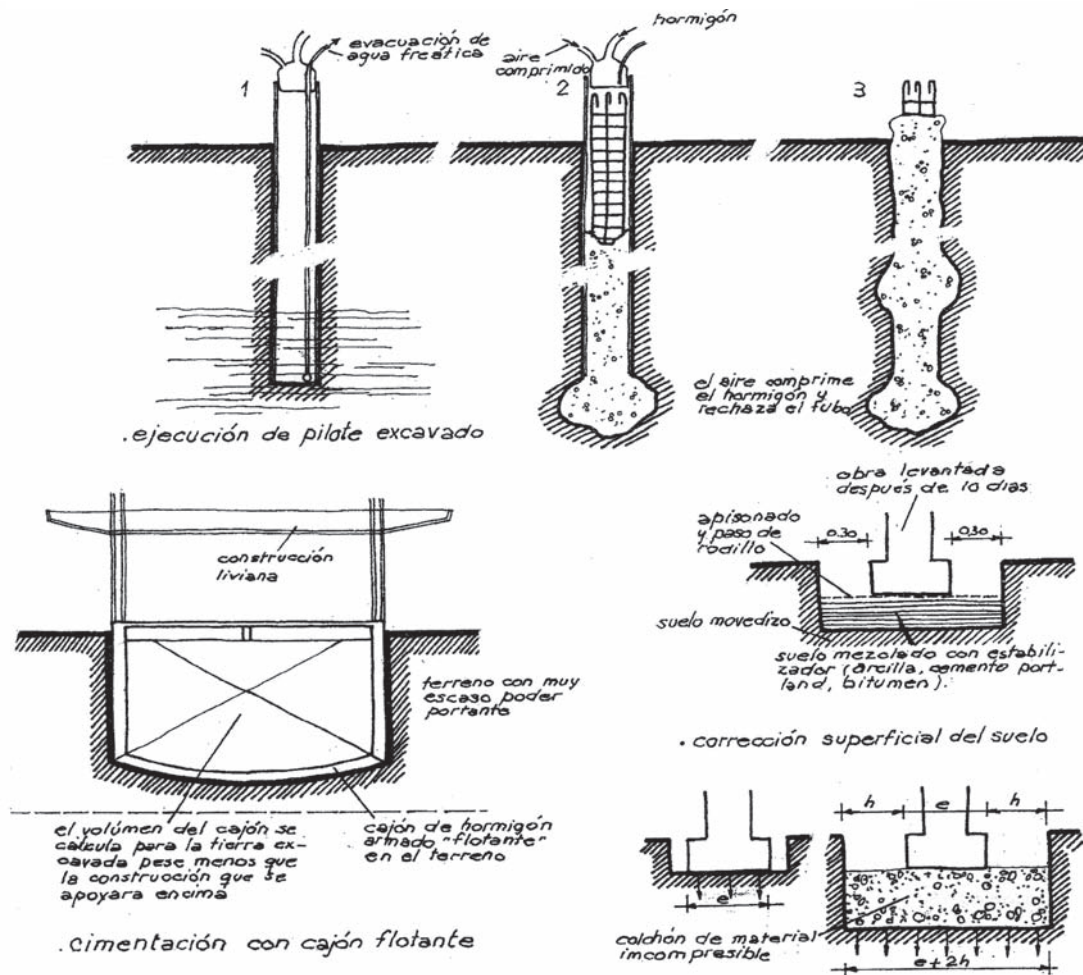
. ejecución de pilotes con tramos roscados



. ejecución de un pilote Franki



Pilotes

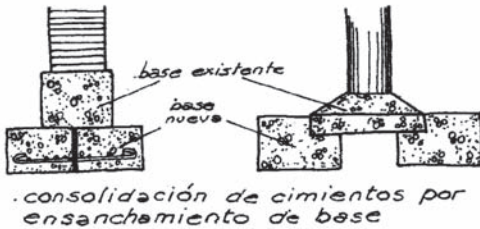


desprende el tapón mediante un golpe seco al mismo tiempo que se eleva levemente la camisa. El trabajo se completa por capas sucesivas de hormigón de 0,20 a 0,50 m de espesor, cuidando que el terreno no interrumpa la continuidad del pilote.

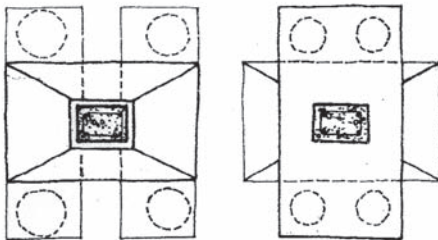
Otra forma de proceder consiste en hincar la camisa terminada con un azuche perdido por medio del martinete. Luego se coloca la armadura y se vierte el hormigón. La camisa se extrae inyectando aire comprimido a 5 ó 6 kg/cm² una vez colocada una tapa roscada. La presión del aire compacta el hormigón, impide la entrada de tierra y levanta la camisa.

2) Para ejecutar los pilotes excavados se hinka la camisa -constituida por segmentos roscados- por rotación helicoidal. El agua se extrae con sonda de cuchara y el hormigón se introduce con una cuchara especial. Puede procederse en forma similar colocando, después de introducir la armadura, una tapa roscada con tres tubos para introducir el hormigón, el aire comprimido y para extraer el agua del fondo de la camisa. El aire comprimido compacta el hormigón y permite recuperar la camisa.

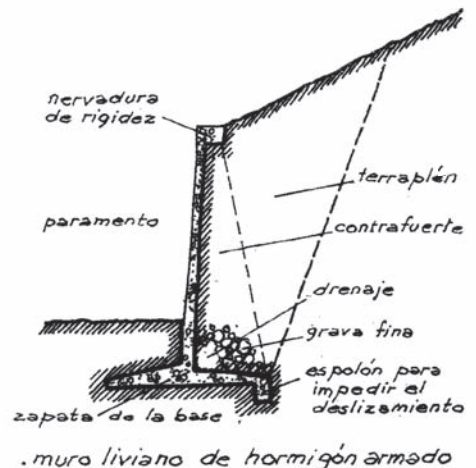
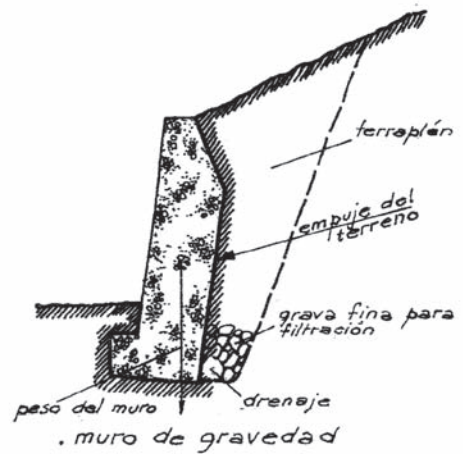
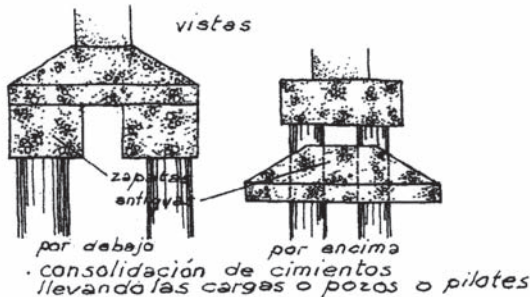
► Pilotes



plantas



vistas



3) Los pilotes de **explosión** se ejecutan por medio de una carga explosiva colocada en el extremo del tubo relleno con hormigón. Se levanta el tubo entre 1,00 y 1,50 m y se provoca la explosión. El vacío que produce ésta se llena con el hormigón del tubo formando un bulbo. La operación puede repetirse las veces necesarias.

Pueden usarse además, pilotes **flotantes** que actúan especialmente por frotamiento con el terreno o pilotes **cónicos** que pueden triplicar la posibilidad de carga de los cilíndricos con diámetro similar a la base del cono.

Para asegurar la repartición de las cargas sobre los pilotes es necesario unir entre sí las cabezas de los mismos por medio de vigas (zapatas corridas) o losas de hormigón armado.

OTROS TIPOS ESPECIALES

CAJONES FLOTANTES

Se usan para fundar en terrenos de muy escasa capacidad portante.

Una vez conocido el peso total de la construcción y las sobrecargas que recibirá por el uso, se construye un cajón estanco de hormigón armado, lo más liviano posible. El volumen del cajón debe ser tal que el empuje hidrostático del terreno sea igual o mayor al peso total previsto. Si la edificación se realiza por etapas es necesario incorporar un "lastre" para estabilizar el conjunto, que de otra manera flotaría.

ASIENTO PREVIO DEL TERRENO

Puede realizarse reemplazando una parte del terreno (o agregando sobre el mismo) un macizo de grava o arena, con un peso algo superior al de la edificación prevista, en el emplazamiento de la futura construcción que provoca el asentamiento y estabilización del terreno. Después se retira el relleno y se funda sobre una platea de hormigón armado.

MUROS DE CONTENCIÓN

Se construyen para limitar el terreno que ocupará la construcción cuando se deben realizar trabajos de relleno o desmonte sin respetar el talud natural (ver "movimiento de tierras"). Están destinados a contener el empuje del terreno natural o del relleno.

Se distinguen dos tipos principales: a) de gravedad y b) livianos.

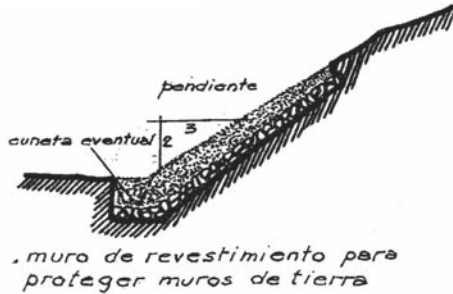
Los muros de **gravedad** resisten el empuje lateral por su propio peso, sin resistir esfuerzos de tracción. Deben ejecutarse con materiales pesados piedras, ladrillos u hormigón. Los **livianos** se construyen con hormigón armado y requieren especial cuidado en la colocación de la armadura resistente (en la zona fraccionada). En general con los muros livianos se obtiene economía de material pero requieren mano de obra especializada.

Salvo cuando priven razones estéticas, conviene adoptar la solución más económica, pero para ello es necesario analizar las soluciones alternativas. Los llamados muros de **revestimiento** sólo se usan para la superficie de los taludes naturales de tierra o roca friable.

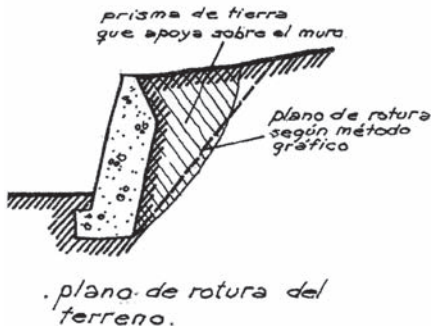
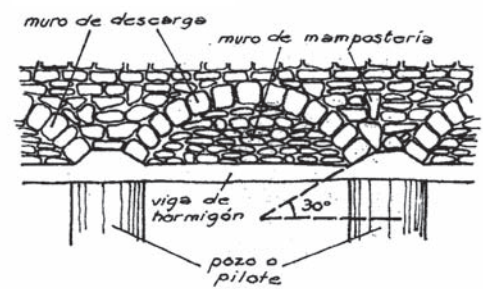
PRECAUCIONES:

- Dimensionar generosamente las fundaciones para subsanar las deficiencias del terreno. Una vez realizada la construcción es muy difícil modificarlas.
- Esmerar los cuidados en suelos no consolidados (rellenos, arcillas húmedas, etc.) o heterogéneos.
- Asegurar que las aguas superficiales debidas al riego o la lluvia no alcancen el fondo de la fundación, porque modifican las características mecánicas del suelo.
- Tener en cuenta las heladas. La base de la fundación debe estar por debajo de la profundidad que puedan alcanzar las mismas.
- Conocer la profundidad de la napa freática y las características del agua, que puedan atacar a los componentes del suelo o a los morteros u hormigón de la construcción.

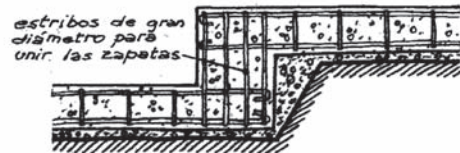
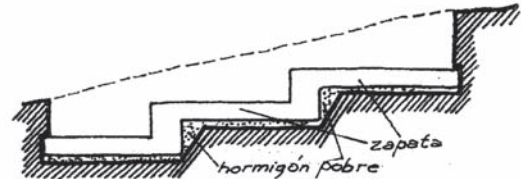
► Muros de contención



► Arco de descarga



► Fundación escalonada

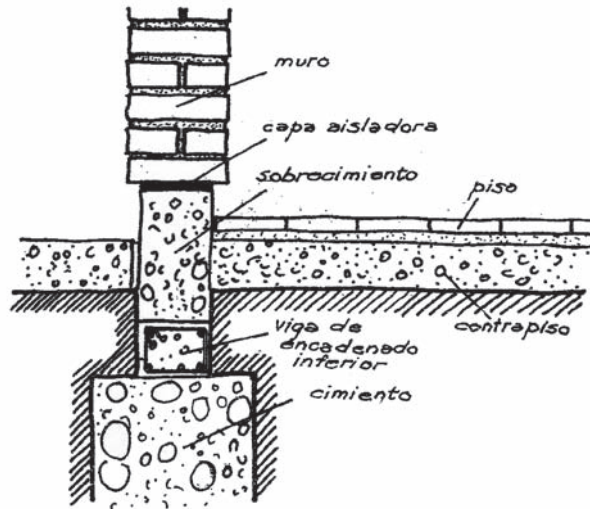


- Ante la primera duda realizar todos los ensayos que permitan conocer las características físicas y mecánicas del suelo de fundación.

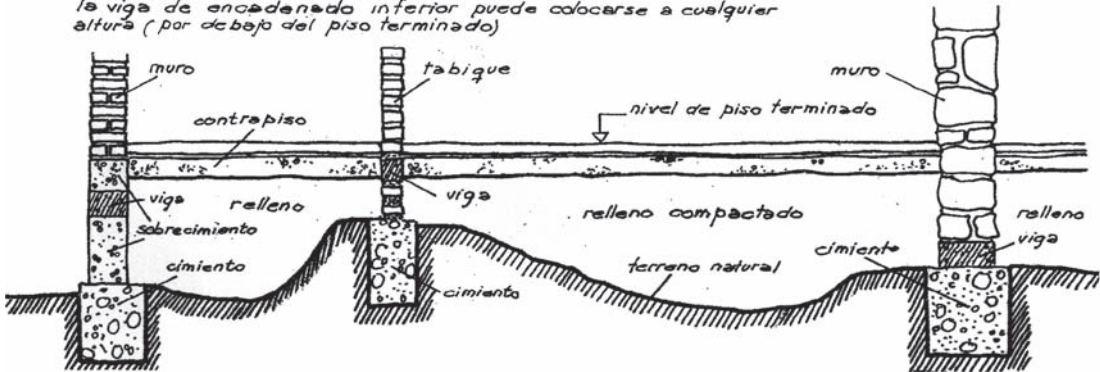
ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN:

Para fundaciones superficiales se usan los materiales, las herramientas, maquinarias y equipos que se indican en los capítulos respectivos ("mampostería", "hormigón", etc.). La mano de obra en general es ejecutada por el personal corriente.

Para las fundaciones profundas y especiales los materiales responden a lo indicado en el párrafo anterior. Los trabajos requieren de herramientas, maquinarias y equipos especiales y personal altamente capacitado. En general cuando la obra requiere de este tipo de fundaciones las tareas son ejecutadas por empresas especializadas en este tipo de operaciones. El profesional responsable de la obra es el encargado de prever la oportunidad de la ejecución de los trabajos respectivos en el momento de la programación.



la viga de encañonado inferior puede colocarse a cualquier altura (por debajo del piso terminado)



SOBRECIMENTOS

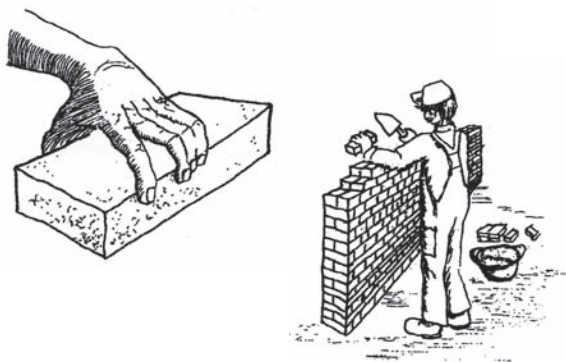
Como hemos dicho, los cimientos son más anchos que el muro que sostienen, para disminuir el coeficiente de trabajo del terreno.

Cuando la altura del cimiento terminado está por debajo del nivel adecuado para comenzar la mampostería se puede alcanzar el mismo por medio del **sobrecimiento**.

Se puede ejecutar con el mismo material u otro distinto del que se usó para el cimiento pero del mismo ancho del muro que habrá de soportar. En ocasiones, cuando se ejecuta de hormigón puede dejarse a la vista para cumplir la función de zócalo, en general rehundido con respecto a la vertical de la mampostería.

CAPÍTULO VII

Mampostería



Introducción

La mampostería es el conjunto constituido por **mampuestos** (piedra natural o artificial, que puede ser manipulada por un solo operario y puesta con la mano) unidos por un **mortero** (mezcla plástica de un aglomerante y agua, habitualmente con agregado de un árido, en general arena), que se comporta como elemento de construcción **unitario continuo**, usado para ejecutar paredes (muros) y tabiques.

Las características físicas y mecánicas de los componentes de la mampostería deben ser decididos por el profesional responsable de la obra, teniendo en cuenta las necesidades que surgen del destino del edificio.

El comportamiento de la mampostería está determinado por las características de los mampuestos.

El mortero cumple la doble función de unir los mampuestos y asegurar la repartición de los esfuerzos entre las capas sucesivas. Por ello su resistencia deber ser como mínimo la de los mampuestos ("la cadena es tan fuerte como el eslabón más débil").

El conjunto debe asegurar, separada o simultáneamente según la función que cumpla en la obra:

- La resistencia a la compresión, que es mayor cuanto más denso sea el material, aunque esta característica dificulta su empleo debido al peso.
- La aislación térmica. Se mejora usando materiales livianos y porosos, que alivianan la estructura pero son menos resistentes a la abrasión.
- El aislamiento acústico para evitar los ruidos transmitidos por el aire. Esto se puede conseguir con el uso de materiales densos, revestidos con una placa vibrátil hermética que encierre un material poroso en una cámara de aire intermedia.
- La resistencia a la abrasión. Asegura la permanencia del paramento. En el interior influyen los impactos provocados por el uso, mientras que en el exterior se agrega el efecto de los factores climáticos. En general los materiales más densos son los que ofrecen mayor resistencia.

Cualquiera sean las características de los materiales empleados, se debe cumplir;

- Los mampuestos deben colocarse de manera que reciban las cargas perpendicularmente a las juntas. Los mampuestos regulares (paralelepípedos) deben colocarse con los "tendeles" perfectamente horizontales, con lo cual las "llagas" (juntas verticales) resultan realmente verticales.
- Las llagas de las hiladas sucesivas deben desplazarse al máximo posible, para facilitar la unión entre los elementos y la transmisión de las cargas.
- La misma situación debe asegurarse en la sección transversal, homogénea y trabada.

El material de las juntas (tendeles y llagas) debe llenar completamente el espacio y su espesor lo más uniforme posible.

Mampuestos

El material del mampuesto identifica a la mampostería, calificada por la terminación del paramento: bloque de hormigón a la vista ("visto"); ladrillo común bolseado; travertino martelinado; granito pulido, etc.

La disposición de los elementos se denomina aparejo, con reglas implícitas para su colocación y con identificación propia para cada tipo (de sogá, de cabeza tizón, gótico, inglés, holandés, etc., con mampuestos regulares).

Morteros

Antes de analizar los diversos tipos de mampostería hacemos referencia a los morteros.

Como dijimos el mortero es el material intermedio "complementario" que une los mampuestos entre sí, para formar una estructura capaz de resistir esfuerzos. En otros casos cumple función "estructural" (en revoques) o "adhesivo" (asiento de pisos, revestimientos, etc.).

EJECUCIÓN DE LA FÁBRICA DE LADRILLO

Para levantar un muro de ladrillo, se señalan primero las trazas de sus paramentos sobre el cimientto enrasado proyectando con el perpendicular las alineaciones de los cordeles correspondientes, para asentar cuidadosamente la primera hilada según dichas líneas y con perfecta horizontalidad; al efecto se sitúan en primer lugar los ladrillos de las esquinas o de los extremos del muro y se tienden entre ellos cordeles incidentes con uno y otro haz a fin de colocar con toda exactitud los restantes ladrillos de la hilada. Para que el muro suba verticalmente se establecen **miras** o **reglones**, bien aplomados y afirmados con tientos y a ellos se fijan cordeles directores a la altura conveniente; la distancia entre paramento y cordel ha de conservarse constante, lo cual exige que el albañil tenga buen ojo para bornear, así como para asegurar la horizontalidad de los tendeles. En dichas miras se señalan también las alturas de puertas y ventanas, las de apoyos de envigados o de arranque de bóvedas, bocas de chimeneas y otros puntos singulares.

Las hiladas se empiezan siempre por los extremos, asentando los ladrillos a tortada y a restregón; con el palustre el albañil extiende la tortada de mortero sobre la hilada inferior, con espesor uniforme, coge el ladrillo con la mano izquierda y lo coloca sobre el tendel con la cara más lisa hacia abajo, golpeándolo y restregándolo para que rebose el mortero sobrante, el cual recoge con el palustre para introducirlo en la llaga y luego verter el resto en el cuezo. Cada metro o cada dos metros se verifica la altura del muro a fin de poder corregir con adecuado grueso de los tendeles toda eventual diferencia. Antes de su puesta en obra han de mojarse los ladrillos para que no apropien agua del mortero, necesaria para su normal fraguado. Si se emplean ladrillos de derribo, se rascarán y descafiarán previamente, eliminando además polvo y suciedad que perjudicarían la adherencia del mortero.

Conviene tener en cuenta que la fábrica de ladrillo tomado con argamasa experimenta asiento más notable que los órganos resistentes ejecutados con los morteros de cemento. Los tendeles no deben tener grueso superior a 1,2 cm pues de lo contrario la fábrica sufre asiento excesivo. A veces la tortada no llena totalmente el tendel sino que queda retrasada obra de 2 cm, con el objeto de que el revoque adhiera mejor al muro; esta fábrica se dice **degollada**. Pero si la fábrica ha de quedar vista, es preciso rejuntarla con palustrillo y mortero fino.

Cuando se fabrica con ladrillo santos, hay que recibirlos con buen mortero de portland. La unión con el resto de las fábricas de ladrillo común, ha de asegurarse con adarajas, teniendo en cuenta la diferencia de asientos.

del *Tratado Moderno de Construcción de Edificios*
Schindler-Bassegoda, 1940.

COMPONENTES:

Mínimo:

- ▶ aglomerante
- ▶ agregado fino (árido)
- ▶ agua

Otros (según destino):

- ▶ aglomerante principal
- ▶ aglomerante/s secundario/s
- ▶ agregado fino principal (árido)
- ▶ agregado/s fino/s complementario/s (áridos)
- ▶ agregado/s especial/es

- aglomerantes: cemento; cal grasa; cal hidráulica; yeso, etc.
- agregados finos: arena fina, mediana y gruesa; polvo de ladrillo, etc.
- agregados especiales: hidrófugos modificadores de fragüe, endurecedores, etc.

FUNCIONES DE LOS COMPONENTES:

El **aglomerante** y el **agua**, mediante procesos físico-químicos, producen el fragüe y endurecimiento de la mezcla. El **aglomerante** es quien une los materiales.

El **agregado fino** sirve como relleno, soporta los cambios de volumen del aglomerante evitando las fisuras, realiza el trabajo mecánico y reduce el costo de la mezcla. La arena debe estar limpia, lavada, sin arcilla ni materiales orgánicos.

El **agua** comunica plasticidad a la mezcla y provoca el fragüe. Debe estar limpia, sin impurezas (potable) ni sustancias que afecten al aglomerante.

Los **agregados especiales** modifican las características de la mezcla.

CUALIDADES DE LOS MORTEROS:

El mortero debe cumplir con las siguientes condiciones:

- ▶ Resistencia mecánica
- ▶ Mínima retracción
- ▶ Absorción uniforme de la humedad
- ▶ Resistencia a los factores climáticos
- ▶ No contener sales que provoquen eflorescencias

Resistencia: Se asegura con una adecuada compacidad (relación entre llenos y vacíos). Depende de la cantidad y actividad del aglomerante; de la relación agua-cemento, de la uniformidad de la pasta, de la calidad de la arena.

Impermeabilidad: Disminuye con el tiempo y depende de la porosidad. Para mejorarla se agregan al mortero productos químicos impermeabilizantes (en polvo, líquidos y en pasta).

Adherencia: Depende de la calidad del aglomerante, de la naturaleza y superficie de los elementos y la extensión de los mismos.

Dosificación: Puede realizarse por unidades de volumen, por peso o por la combinación de estos. En obra es más fácil realizarla por el primer método, pero se obtiene mayor precisión por peso. Se denomina "básica" a la proporción 1:3 (1 de aglomerante y 3 de árido). La cantidad de agua depende de la humedad de la arena y varía según el clima del lugar. Además, a mayor cantidad de arena fina y aglomerante hace falta más agua. (En las tablas se indican los morteros más usuales para las distintas operaciones de la obra). Ver **Apéndice**.

Rendimiento: Es la relación entre el volumen aparente de los componentes sueltos y el de la pasta resultante. La mezcla tiene menor volumen que los componentes sueltos. Los vacíos de los agregados gruesos son llenados por los agregados finos y los de éstos por el aglomerante. (En las tablas se indican los valores respectivos). Ver **Apéndice**.

Mamposterías

Analizamos en este capítulo los tipos más usados, adoptando las denominaciones habituales.

DE PIEDRA

La piedra constituye en algunas zonas el único material de construcción disponible, en donde se usa habitualmente aplicando tecnologías tradicionales que aprovechan las características de cada una de las rocas. Existen muy variados tipos, con composición, textura, color, resistencia, tamaño, etc., perfectamente diferenciados que pueden ser aprovechados por el profesional en la medida que sean conocidos. El uso de la piedra como mampuesto tiende a disminuir debido al costo del transporte y la falta de mano de obra especializada. En climas rigurosos presenta además el inconveniente de ser poco aislante térmica, salvo que se aumente el espesor de la pared o se haga doble.

Diferenciamos dos tipos: a. de piedra natural y b. de piedra trabajada (o labrada).

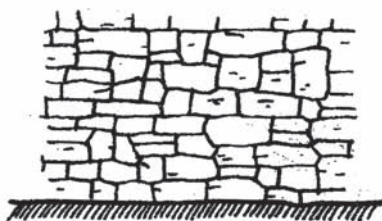
a. de piedra natural:

Cuando hablamos de piedra natural suponemos que se usa tal como se obtiene de la naturaleza. Sin embargo, siempre es necesario efectuar algún trabajo –aunque rústico– para adecuar o mejorar los mampuestos. En rigor sólo en la vivienda espontánea (o natural) se usa la piedra sin trabajarla.

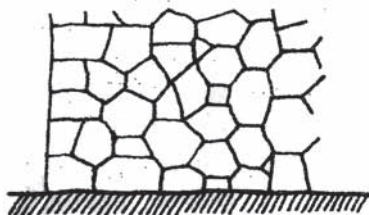
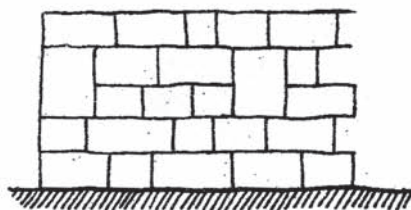
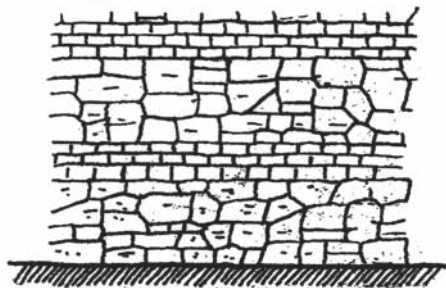
La mampostería de piedra natural puede ejecutarse, **sin mortero**, concertando los mampuestos entre sí de manera que se produzca el mayor contacto posible entre las caras de los distintos elementos. Constituye la comúnmente llamada **pirca**. Puede resistir, escasamente, cargas verticales y no se puede usar en zonas con riesgo sísmico. Además presenta el inconveniente de facilitar el alojamiento de insectos y alimañas (sobre todo arañas y vinchucas). Con la misma terminación puede usarse como "revestimiento", con un alma de mampostería estructural de otro material. Este tipo de mampostería puede usarse también para ejecutar muros de contención. En este caso la pendiente mínima es de 1:3.

Con mortero, puede usarse la piedra natural con diversos aparejos y terminaciones. Estos dependen de las características del material y de la calidad de la mano de obra disponible.

► Aparejos



con piedra desbastada

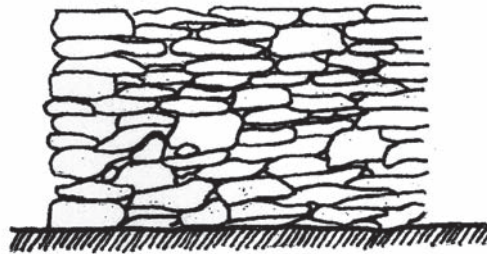
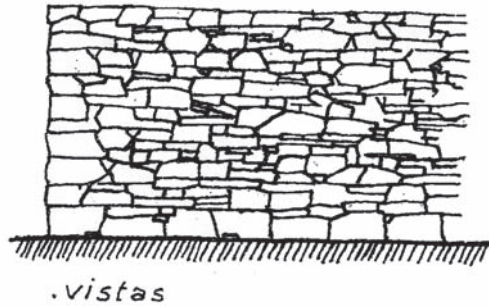
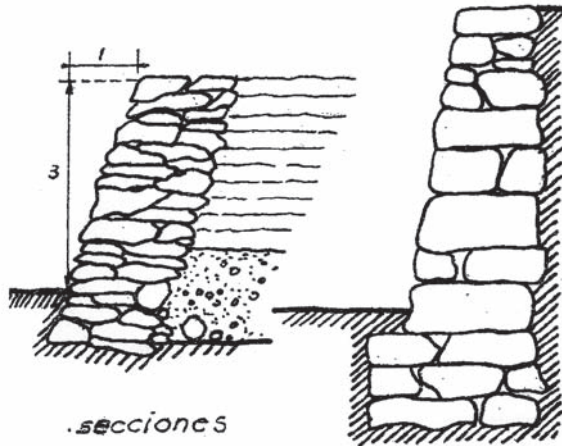
con piedra trabajada
irregularcon piedra trabajada
regularcon piedra y ladrillos
combinados

El último aspecto es determinante en todos los casos. Sólo con obreros especializados ("picapedreros") el profesional puede asegurar la calidad del trabajo. En caso contrario es necesaria la presencia permanente del mismo durante la ejecución, de manera de resolver la situación de cada momento al mismo tiempo que puede aprovechar las variadas posibilidades de este excelente material.

Cualquiera sea el aparejo que se use se deben tomar, entre otras, las siguientes precauciones:

- Cuando se emplean piedras estratificadas los lechos de cantera deben resultar horizontales,

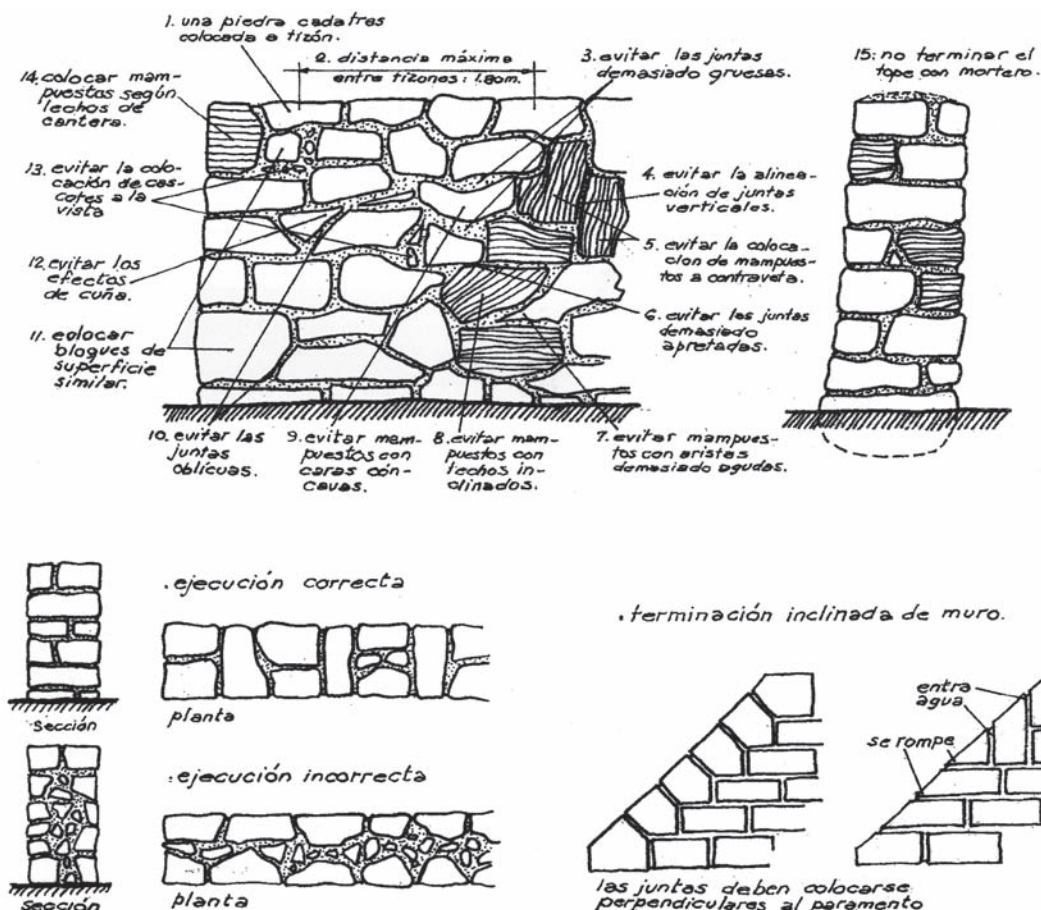
► Pircas



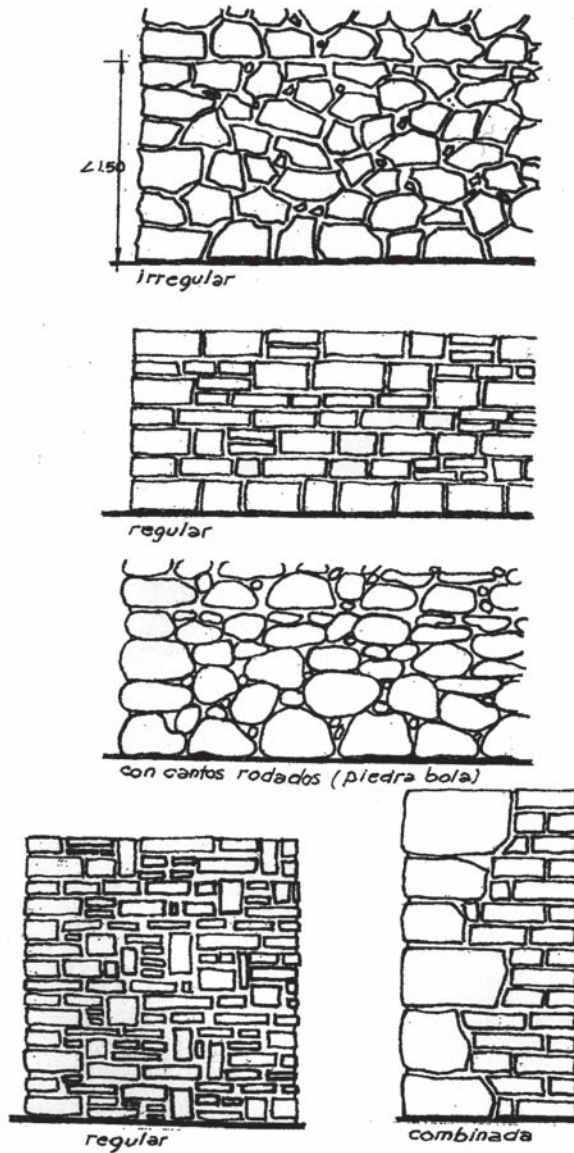
evitando las posiciones inclinada y vertical. Cuando se ejecuta mampostería sin mortero es conveniente dar al paramento (o los paramentos) algún talud para favorecer la resistencia.

- El espesor de las juntas debe ser lo más uniforme posible –máximo de 3 cm (este valor depende además del tamaño de las piedras)– asegurando que los mampuestos no se junten, ni que resulte demasiado grueso.
- Evitar las juntas inclinadas y sobre todo asegurar la traba entre "hiladas" sucesivas.

► Precauciones



- Cuando la mampostería es exclusivamente de piedra conviene usar el máximo de elementos a "tizón" ("de cabeza") en la medida que se asegure la traba. Esta precaución debe tomarse en cada una de las hiladas y entre hiladas sucesivas.
- Evitar el uso de piedras con aristas agudas (se rompen fácilmente), con superficies cóncavas (se fisuran por efecto de las cargas). Las piedras colocadas a tizón conviene que tengan la misma superficie en las dos caras vistas. La mejor forma es la de un paralelepípedo.
- Sobre todo cuando las piedras quedan a la vista hay que reducir el uso de piedras muy pequeñas o "escallas" (pequeños trozos que resultan de la rotura natural o provocada).
- La terminación superior de los muros "suelos" (sobre los cuales no apoya ningún elemento) deben terminarse en lo posible con piedras a tizón con la cara superior inclinada o convexa para asegurar el escurrimiento del agua.
- El espesor de los muros depende del tamaño de las piedras pero conviene evitar los menores de 30 cm.



- Cuando la mampostería está expuesta a los elementos climáticos deben usarse piedras sanas, sin tendencia a exfoliarse asegurando además que no serán afectadas por las heladas.
- La piedra puede colocarse "de placa" sólo cuando se incorpora a la obra como revestimiento. Es conveniente además que esta situación se exprese especialmente.

b. de piedra trabajada

En este caso las piedras son trabajadas para responder al aparejo deseado. Esta labor la debe ejecutar personal especializado (picapedreros) mediante el uso de herramientas especiales para esta tarea y siguiendo reglas precisas.

La forma y tamaño de cada piedra son precisos y pueden responder al plano que al efecto confecciona el arquitecto o, cuando el picapedrero conoce muy bien el oficio y está en condiciones de interpretar las instrucciones del profesional y responsable de la obra sin necesidad del citado plano. Esta mampostería debe ser ejecutada con precisión y cuando ello ocurre se constituye en un excelente elemento, capaz de soportar muy importantes esfuerzos de compresión. Como habíamos dicho, la resistencia del conjunto –mampuesto y mortero– dependerá de la resistencia del primero ya que –repetimos– el mortero en cada uno de los casos debe responder a las características de la piedra.

El trabajo (labrado) de las piedras, cuando responden a un plano puede hacerse en la cantera cuando las piedras son suficientemente **duras**, para no gastar en fletes, transportando más material del que se usará en la obra. Si las piedras son **blandas** el trabajo debe hacerse en la obra porque las aristas se rompen fácilmente durante las operaciones de carga, transporte y descarga del material. En el primer caso es imprescindible numerar las piedras, de acuerdo a lo indicado en el plano; para posibilitar la colocación en la obra.

En el segundo caso no es necesario, pueden colocarse las piedras en el suelo, respondiendo al plano, y desde allí trasladarlas a la pared. Tampoco es necesario preparar la totalidad de las piedras antes de comenzar la colocación sino que se pueden ir colocando a medida que se van trabajando. La colocación puede hacerse con o sin junta.

Cuando se emplean piedras trabajadas **con junta**, es fundamental mantener el espesor de la misma uniforme para la cual las caras adyacentes de la piedras deben estar perfectamente terminadas. El color del mortero influye en gran medida en la terminación final. El mismo puede usarse para unificar las piedras y valorizar el conjunto (con mortero de mismo color que la piedra) o destacar cada una de ellas (con un color distinto).

La mampostería de piedra **sin junta** requiere una terminación más acabada de las caras adyacentes y por otro lado asegurar la posición de los elementos, que están sueltos entre sí. Este tipo de mampostería puede usarse para revestimiento o para paredes mixtas (junto a otro material: ladrillo, hormigón, bloques, etc.) siempre que se asegure la unión entre los elementos. Esta precaución es especialmente importante cuando la construcción está ubicada en zona sísmica.

Se repiten las precauciones indicadas para las piedras naturales.

La piedra es un material especialmente indicado para ejecutar pilares; dinteles rectos (de una o más piedras) o en arco; antepechos; escalones; umbrales; cordones; etc.

PRECAUCIONES:

Además de las indicadas anteriormente –de orden técnico– es conveniente tener en cuenta que:

- ▶ Las piedras, visualmente; se asimilan a un material pesado, mucho más cuanto más oscuro sea el color.
- ▶ Es conveniente que el "pañó" (superficie de un mismo material) resulte apaisado (más ancho que alto) porque de esa forma es más "estable".
- ▶ La mampostería de piedra debe colocarse en las partes bajas del edificio, sobre la

cual pueden apoyarse otras estructuras de materiales más livianos (ladrillos, bloques, carpintería, cristales, etc.).

- ▶ Las formas puras, con lados rectos sin recortes; favorecen la sensación de elemento portante fuerte. Las aberturas no conviene que alcancen el perímetro para favorecer el efecto.
- ▶ La terminación superficial del paramento -lisa o texturada- depende, aparte de las intenciones formales del proyectista; de la exposición a los impactos, los elementos de clima, orientación, etc.. Esto es especialmente importante en el exterior.
- ▶ Una buena terminación superficial es la que no presenta rastros del uso de herramientas durante la ejecución del trabajo.
- ▶ Hay que tener especial cuidado para evitar que el mortero ensucie las superficie de las piedras inferiores, a medida que se eleva la mampostería, sobre todo si la superficie es rugosa.

DE LADRILLOS

El ladrillo es la piedra artificial de mayor uso en la construcción, desde la civilización babilónica. Desde esa época se han agregado diversos tipos, con incorporación de otros materiales a la arcilla primitiva y procesos de fabricación que brinda la tecnología. El profesional de la construcción puede obtener de este material las más variadas posibilidades de aplicación, atendiendo a los tipos; formas de colocación; aparejos; terminación del paramento, color, etc.

a) Ladrillo común:

Se obtiene a través de un proceso físico-químico, a partir de la arcilla (silicato de alúmina hidratada), caolines y fundentes, y colorantes.

CUALIDADES DE LOS LADRILLOS:

- ▶ **Aspecto:** Debe ser homogéneo, con color uniforme, y depende de la calidad de la tierra, temperatura de cocción, amasado del barro.
- ▶ **Dimensiones:** Para asegurar la traba y conseguir los aparejos más comunes debe cumplirse que:

1 largo = 2 anchos + 1 junta y

1 ancho = 2 espesores + 1 junta

Las dimensiones más corrientes son: 6 x 13 x 27 cm.

El tamaño permite un fácil manipuleo de las piezas. Con estas dimensiones la cantidad de ladrillos para ejecutar 1 m² de mampostería es:

de 0,15:52; de 0,20:76; de 0,30:104; de canto: 25.

Para ejecutar 1 m³ son necesarios 330 ladrillos. Con esas dimensiones el peso por unidad alcanza los 2,3 a 2,4 kg y con ellos se obtiene mampostería de:

1.600 a 1.800 kg por m³.



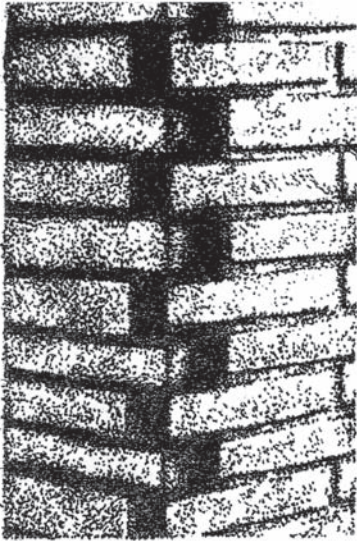
cortado (moldeo)



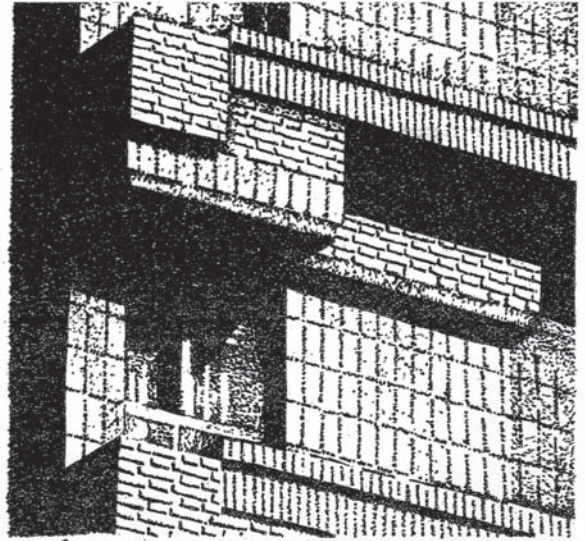
- ▶ **Resistencia:** Se verifica a la compresión (o aplastamiento). Según la calidad del ladrillo puede alcanzar valores de 70 a 120 kg/cm².
- ▶ **Aislación térmica:** Depende de la compacidad del ladrillo y aumenta con el espesor del mismo. El muro de 0,30 m de espesor tiene una conductividad térmica estimada de $K = 1.34$.
- ▶ **Contracción y dilatación:** Es escasa en condiciones normales, debido a la temperatura que alcanzan durante la elaboración (800°C).
- ▶ **Porosidad:** Determinada por la absorción de agua en relación al peso en seco del ladrillo y alcanza valores del 18 al 20%.

Sintéticamente, el proceso de fabricación es el siguiente:

- ▶ **Extracción de la tierra:** Es conveniente usar la tierra (colorada o negra) que está cerca del horno. En realidad lo que ocurre es que el horno -sobre todo el "de campaña"- se instala en el lugar donde hay tierra disponible. Rara vez se traslada la tierra hasta cercanías del horno. En todo caso se trasladan los "adobes" cuando están secos. A la tierra excavada se le rompen los terrones y se le agregan materias orgánicas (virutas de madera, aserrín, pasto seco, estiércol, etc.) para facilitar el amasado posterior. En estas condiciones es conveniente dejar reposar el material (proceso de pudrición) expuesto a los elementos climáticos; con lo que se obtienen ladrillos de mejor calidad.

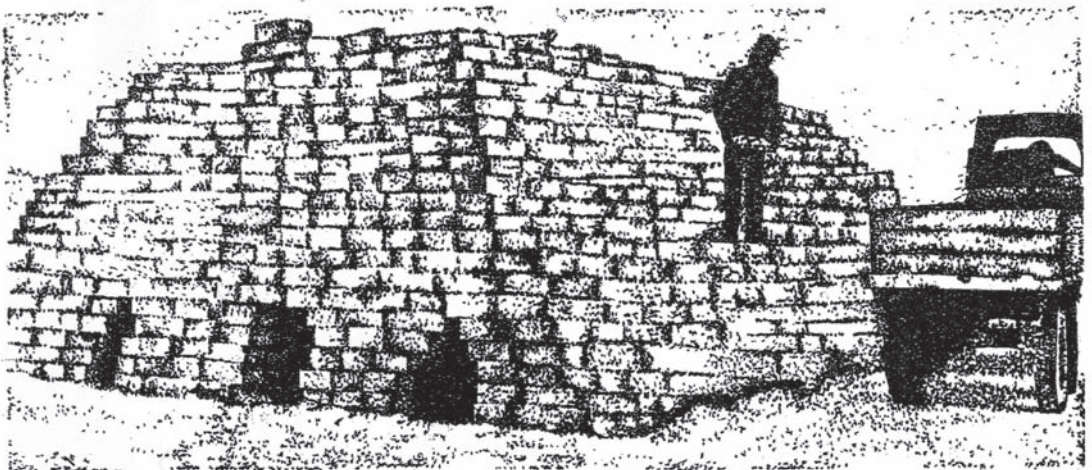


esquina



Edificio Plaza Colón - Córdoba. - J. I. Díaz

horno "de campaña"

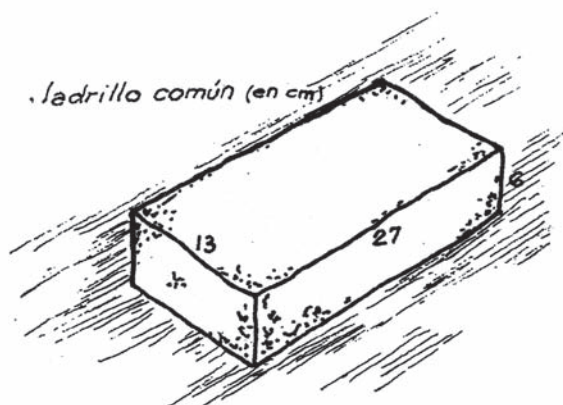
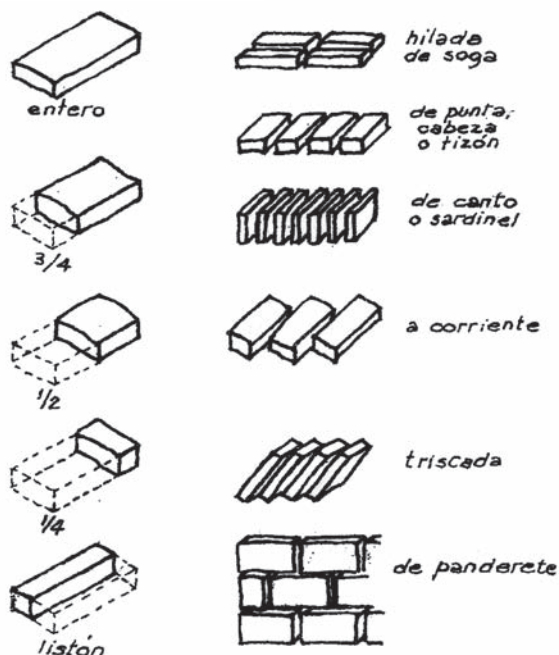


► Preparado y pisado del barro:

Se realiza en el **pisadero**, de distinto tamaño y forma (ej.: 15 m de diámetro y 0,45 a 0,50 m de profundidad), delimitado de alguna manera; cuando se emplean ruedas "pisabarro" fraccionados por animales o tractores y en pisaderos de 3 a 4 m de lado cuando el trabajo es manual.

Durante el pisado se le agregan los ligantes (viruta, aserrín, estiércol, etc.). El tiempo de esta operación varía con el método que se aplique: entre 2 y 4 días.

► Piezas y formas de colocación

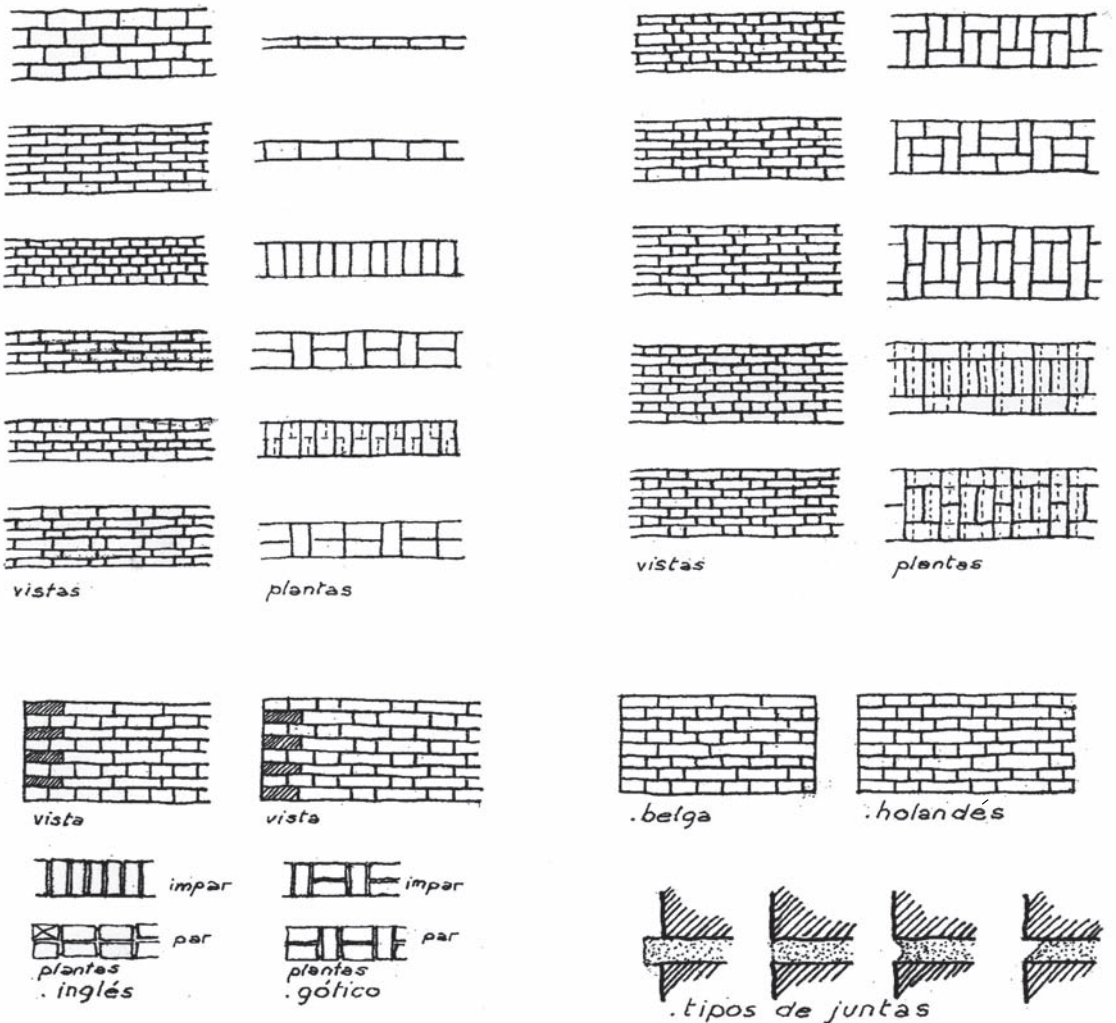


► Cortado (o moldeo)

Puede realizarse a mano o a máquina. En el primer caso con la "adobera", molde sin tapa ni fondo el cual se llena con el barro retirando el sobrante con una tablilla lisa ("rasero"). Se levanta el molde, se lava y se vuelve a repetir la operación. Cuando se usa máquina, ésta se desplaza sobre la "cancha" permitiendo el "cortado" de 10 a 12 adobes por vez.

En los dos casos el barro se acarrea desde el pisadero en carretillas. Se obtienen ladrillos de mejor calidad con el moldeo a mano porque el barro se puede compactar mejor. Cuando se usa la máquina el barro debe ser más blando.

► Aparejos



Un operario puede cortar hasta 300 ladrillos por jornada y con la máquina se pueden alcanzar los 600 por hora.

En la cancha el adobe se oreo, durante 2 o 3 días (este tiempo depende de la cantidad de agua y las condiciones climáticas del lugar)

► Secado:

Para que se complete el secado definitivo se apilan los adobes oreados de manera de permitir el paso del viento y un secado parejo. Durante esta etapa hay que asegurar la protección de la lluvia. El tiempo de secado depende de las condiciones climáticas en el lugar (entre 3 y 5 días).

► Armado del horno:

Actualmente se usan los hornos "de campaña" en lugar de los antiguos que estaban constituidos por un local sin techo, con entradas por las cuales se introducían los adobes y se retiraban los ladrillos una vez quemados.

Los hornos de campaña se arman en el lugar con los propios adobes. Son de forma troncopiramidal, de base rectangular con altura máxima de 4 m y tamaño que varía de acuerdo al número de ladrillos que se desee obtener: de 30 a 100.000 ladrillos. Sobre el terreno se colocan ladrillos cocidos de baja calidad. Las "fogoneras", espacio por donde se introduce la leña se construyen paralelas al lado mayor, que conviene ubicarlo paralelo a la dirección del viento para mejorar la combustión.

Los adobes se colocan de canto, en capas sucesivas separadas por carbonilla. El horno se termina con adobes de mala calidad colocados de plano, que sirven de techo. Las caras laterales se cubren con ladrillos de "rafa" (panderete). Finalmente se cubren con barro para tapar las juntas y evitar que escapen los gases de la combustión.

La cantidad de carbonilla es fundamental para asegurar un buen quemado de los ladrillos y sólo puede ser establecida por personas con experiencia. El tiempo de armado depende de la cantidad de ladrillos. Para armar un horno de 50.000 ladrillos, 3 operarios demoran entre 6 y 8 días.

► Quemado

Para el quemado se usa leña de quebracho, algarrobo, eucalipto, etc., y el tiempo de quemado depende de la calidad de ella.

La leña se introduce por las boquillas de las fogoneras mientras dura la combustión de la carbonilla (alrededor de 80 horas). A partir de ese momento se tapan para permitir la combustión lenta (alrededor de 70 horas). En consecuencia el tiempo total dura entre 6 y 7 días. Esta es la **etapa más delicada** de todo el proceso de fabricación del ladrillo y debe ser dirigida por expertos en este tipo de tareas.

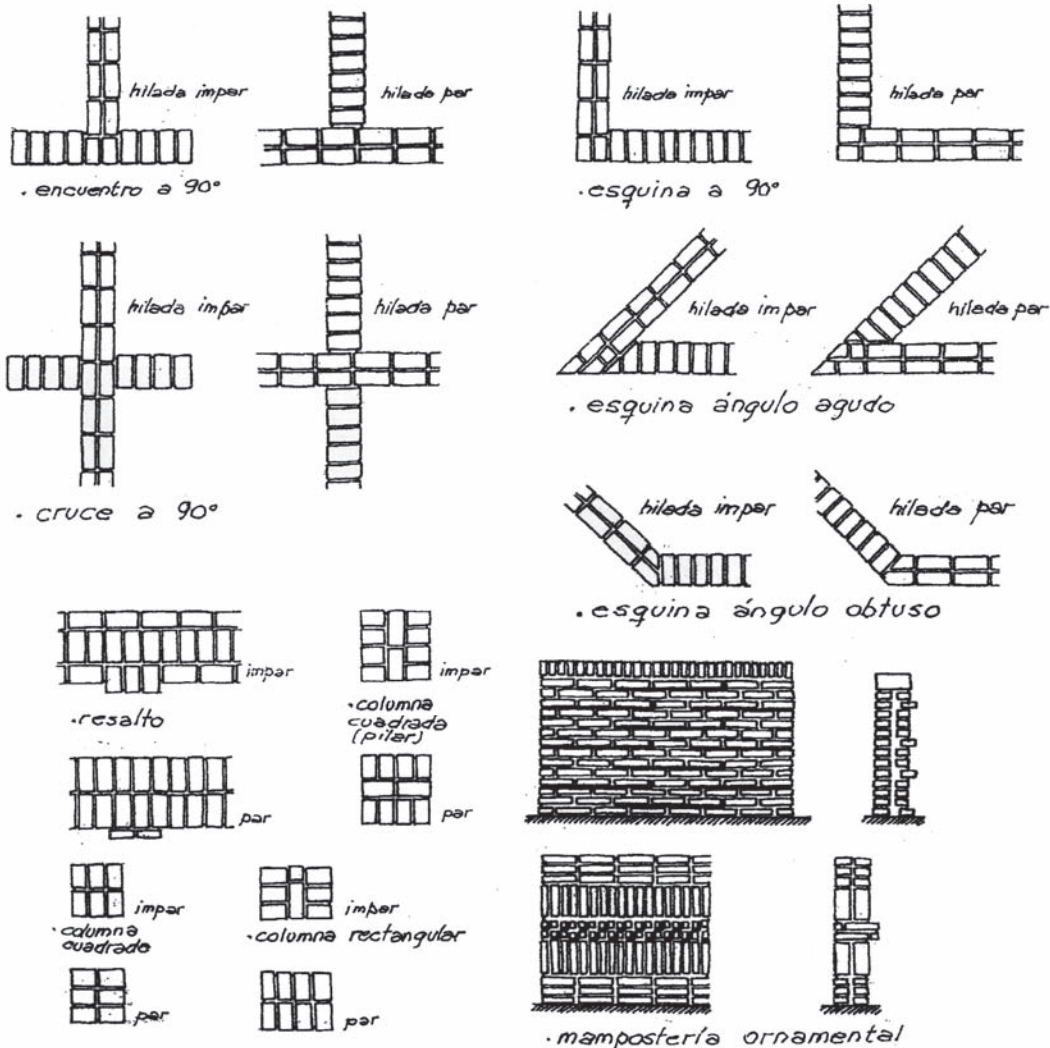
► Enfriamiento:

Dura entre 2 y 3 días, según la época del año y una vez finalizada recién se procede a "destapar" el horno, comenzando por la rafa. A partir de este momento los ladrillos están en condiciones de ser incorporados a la obra.

Por la forma del horno, la variada colocación de los adobes, la desigual cantidad de carbonilla y leña para el quemado, las diferentes tierras usadas, la tarea diferente de pisado del barro y moldeo de los adobes por el hecho que las tareas son ejecutadas en forma manual; los ladrillos resultan desparejos, sobretodo en color y dimensiones.

Son los llamados "de primera" ("de cal"); "de segunda" ("media cal") más débiles y los recocidos ("recochos" o "vitrificados") que se comercializan a diferente precio y que se destinan a diversos fines.

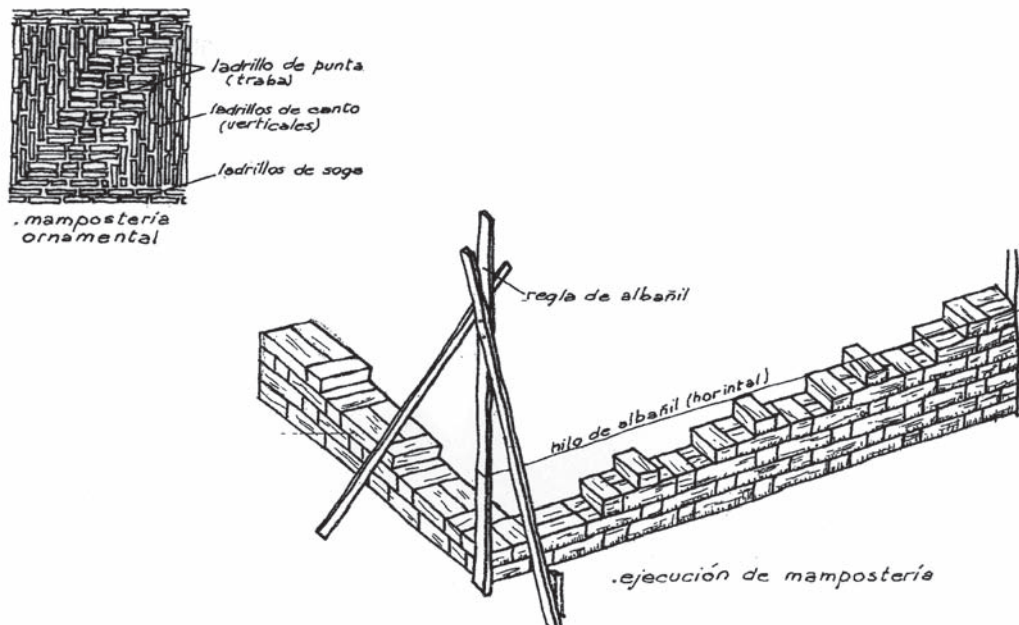
► Mampostería de ladrillo común



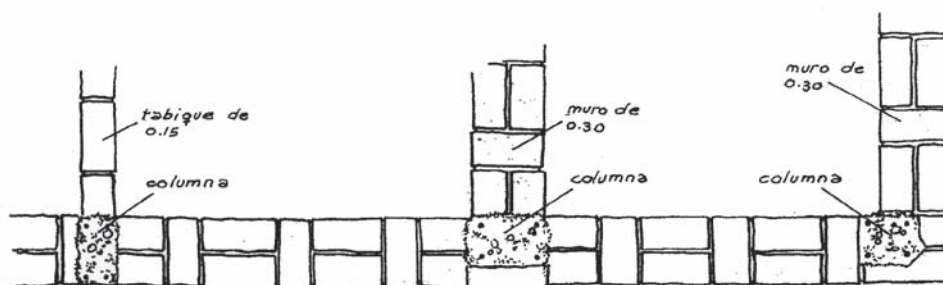
EJECUCIÓN DE MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS:

Las diferentes disposiciones de los ladrillos con respecto al paramento y el uso de ladrillos enteros o fracciones de los mismos permite obtener diversos aparejos.

- Piezas usadas: entero, tres cuartos; medio; un cuarto o cuarterón; listón o listel.
- Forma de colocación: de sogá o media asta; de cabeza o tizón, de punta o de asta; de canto o sardinell; a corriente; triscada y de canto o de panderete.
- Aparejos más usados: gótico, inglés, belga, holandés.
- Espesores de paredes más usados: 0,60; 0,45; 0,30; 0,20; 0,15; 0,10; expresados en cm. Los espesores son aproximados y dependen de las dimensiones de los ladrillos y la terminación del paramento.



► Mampostería en zona sísmica



- Terminación del paramento: A la vista o visto; bolseado; revocado; salpicado.
- Esquinas, encuentros y cruces: En la resolución de estos puntos singulares de la mampostería la tecnología a usar debe respetar las llamadas "reglas del arte". Estos puntos se resuelven con el empleo de columnas en zonas sísmicas.
- Aparejos ornamentales: Se obtienen usando ladrillos en forma no tradicional y permiten obtener diversos efectos formales. Se emplean para ejecutar mampostería de diversos espesores y pueden aplicarse en uno o ambos paramentos de la pared; en muros macizos o perforados (calados).

COLOCACIÓN DE LOS LADRILLOS (PUESTA EN OBRA):

Los ladrillos se mojan antes de su colocación para evitar que absorban el agua del mortero de asiento. El trabajo se comienza desde los extremos o esquinas, con la ayuda de la plomada. Conviene marcar la altura de la hiladas en reglas verticales, con ayuda de las cuales se man-

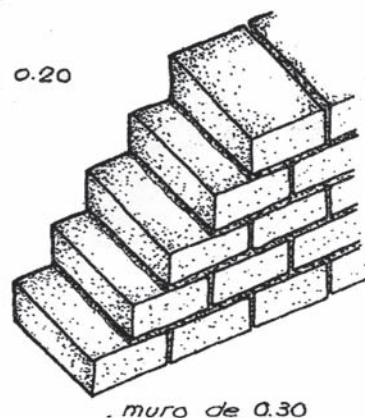
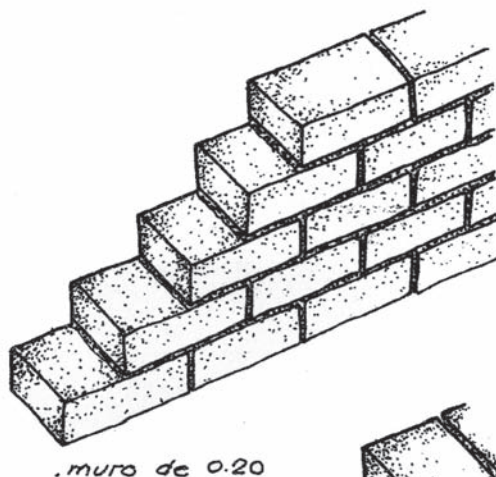
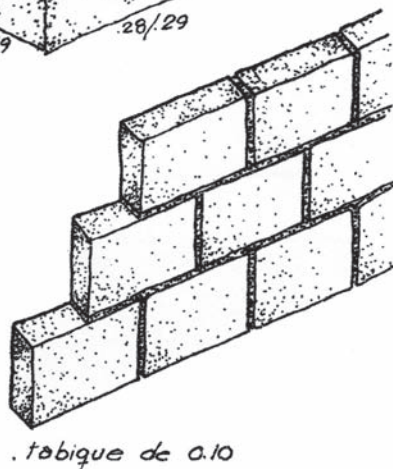
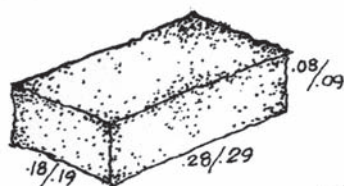
tiene la horizontalidad y alineación de la mampostería, por medio del cordel o "hilo de albañil" (de algodón o nylon). La operación, habitualmente, se realiza como sigue:

- a. Se coloca el mortero, contenido en un balde o canasta, por medio de la cuchara, extendiéndolo sobre la hilada inferior (cimienta en la primer hilada).
- b. Se coloca el ladrillo sobre el mortero, apretándolo mientras se desliza; golpeándolo con el mango de la cuchara; con la cara que estuvo en contacto con la tierra en la cancha hacia arriba.
- c. El mortero que rebalsa en los paramentos se retira con la cuchara y se usa para rellenar las llagas o juntas verticales.

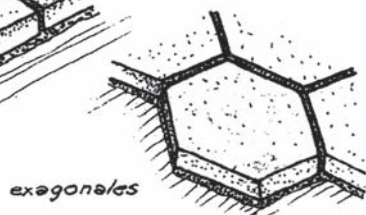
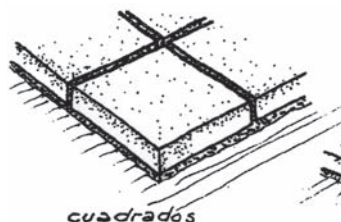
PRECAUCIONES:

- ▶ Para asegurar la traba y los aparejos es necesario que **todos** los ladrillos sean **iguales**, independientemente de su dimensión; siempre que se respete lo indicado en Dimensiones ("cualidades de los ladrillos").
- ▶ Disminuir al máximo el manipuleo de los ladrillos, desde que se retiran del horno hasta su colocación en la obra, para evitar la rotura de las aristas. Conviene descargarlos a mano, lo más cerca posible del lugar donde se van a usar.
- ▶ La operación de mojado antes de la colocación debe realizarse con cuidado y la cantidad de agua depende de la calidad del ladrillo y las condiciones atmosféricas. La mampostería debe mojarse hasta asegurar el fragüe del mortero y debe iniciarse cuando éste se haya endurecido. Con altas temperatura y/o viento la operación debe repetirse con más frecuencia.
- ▶ La ejecución de cada hilada se comienza por los extremos, con 3/4 de ladrillo (o entero, según la hilada) en paredes de 0,30 cm o más de espesor.
- ▶ Antes de asentar los ladrillos con el mortero, es conveniente colocarlos en seco ("presentar la traba") para asegurar el aparejo, evitando el uso de trozos de ladrillos, mediante variaciones del espesor de la junta. Esta posibilidad se reduce a medida que disminuye la longitud de la pared.
- ▶ Cuando se colocan columnas en los encuentros (obligatorias en zona sísmica) hay que resolver la traba en toda la extensión de la obra en la primer hilada, sin ningún tipo de interrupción. El ancho de las aberturas (puertas y ventanas) debe fijarse de manera de respetar el aparejo, sin usar trozos de ladrillo menores de 1/ 2 (medio ladrillo), cuando se trabaja con ladrillo a la vista.
Siempre que sea posible, es conveniente levantar la mampostería con los marcos colocados para evitar las roturas posteriores, usando además el marco como guía para asegurar la verticalidad de la moqueta.
- ▶ Para favorecer la unión de las columnas con la mampostería el extremo de ésta debe ser irregular.
- ▶ Las esquinas que forman ángulo distinto a 90° pueden ejecutarse cortando los ladrillos o usándolos enteros, con lo cual se pueden conseguir distintos efectos.
- ▶ En ladrillo visto hay que evitar que queden a la vista las marcas del uso de las herramientas usadas en las tareas de ejecución de la mampostería.

► Mampostería de ladrillón

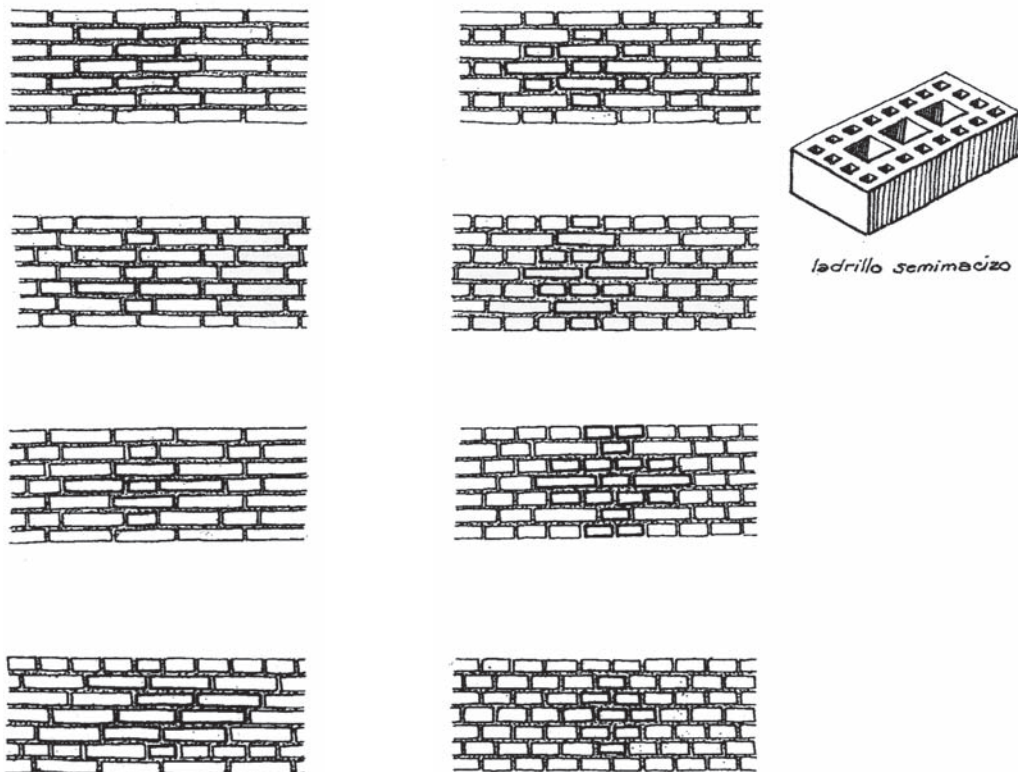


► Ladrillos especiales



- Los ladrillos que se rompen o se trizan no deben usarse.
- El mortero debe prepararse con mezcladora mecánica, elaborando sólo lo que se usará en el día cuando es de cal y durante las dos horas siguientes cuando es cemento. (Los albañiles prefieren que el mortero de cal se prepare con mayor antelación para asegurar la "liga" (adherencia a los ladrillos).
- Cuando se coloca armadura en las hiladas (mampostería armada), por lo menos en esa hilada el mortero debe ser de cemento, sin cal.
- El espesor de las juntas horizontales (tendeles) y verticales (llagas) debe ser uniforme, entre 1 y 1,5 cm.

▸ Aparejos



- La uniformidad del espesor de la juntas horizontales puede asegurarse colocando una barra de acero de 12 mm de diámetro sobre la hilada ya colocada.
- Para realizar cualquier trabajo en las juntas hay que esperar que la mampostería esté oreada. Lo mismo ocurre con el "bolseado".
- La terminación superior de los muros libres (no cubiertos) conviene ejecutarlos con ladrillos de canto o de plano, salientes o en la vertical ("el plomo") del paramento, con pendiente para facilitar el escurrimiento del agua de lluvia.
- Cuando se ha previsto dejar el ladrillo a la vista y con el color natural se debe tener especial cuidado para que no choree el mortero de la juntas ya que la mancha sólo se puede eliminar lijando la superficie y esta operación es muy difícil de disimular.
- Para decidir la terminación superficial de la mampostería, lisa o texturada; se debe tener en cuenta la orientación (incidencia del sol); presencia de lluvia, de viento, polvo y tierra en el aire, etc..
- Cuando no se dispone de ladrillos de buena calidad el paramento debe terminarse bolseado y en casos extremos, revocado.

b) Ladrillón:

Se ha convertido en un material de uso cada vez más frecuente. Se obtiene siguiendo el mismo proceso de fabricación del ladrillo común. Tiene las mismas características de éste y en la ejecución de la mampostería se aplica la misma tecnología. Se aplica especialmente en la ejecución de la totalidad de la mampostería en viviendas económicas y en paredes interiores de todo tipo de construcción. Formalmente, no se adapta bien a la mampostería a la vista ya que las dimensiones del elemento "deforman" la escala. La "memoria visual", acostumbrada al ladrillo común "achica" la dimensiones reales de la obra. Las dimensiones del ladrillón (aproximadamente 9 x 18 x 28 cm) permite ejecutar tabiques de 10 cm de espesor (de canto) y paredes de 20 cm (de sogá) y de 30 cm (de cabeza o tizón) de espesor, aplicando tecnología más simple que la del ladrillo común.

Tiene aplicación todo lo que hemos dicho para el ladrillo común, con las correspondientes adecuaciones.

c) Ladrillos especiales:

Agrupamos aquí piezas especiales, obtenidas por el mismo proceso de fabricación del ladrillo común, usados casi exclusivamente para revestimiento. Se fabrican de diversos tamaños y formas, las más comunes: cuadrada, hexagonal y octogonal; con espesores que varían de 3 a 5 cm.

d) Otros ladrillos macizos y semimacizos:

► Ladrillos de máquina: moldeados mecánicamente con máquina ladrillera –a partir de arcilla con tratamiento similar al indicado para el ladrillo común– por extrusión. El "chorizo" continuo se corta en largos adecuados para obtener ladrillos y ladrillos comunes, que resultan siempre más compactos que los ejecutados en forma manual. Es muy difícil conseguir las aristas vivas continuas.

Con el mismo proceso de fabricación de los ladrillos cerámicos huecos –que explicaremos más adelante– se obtienen ladrillos macizos y semimacizos. Estos últimos se pueden usar con los agujeros horizontales y verticales. Con ellos se obtienen paredes que alivianan la estructura y favorecen la aislación termo-acústica. Todos presentan en dos de sus caras las huellas del corte.

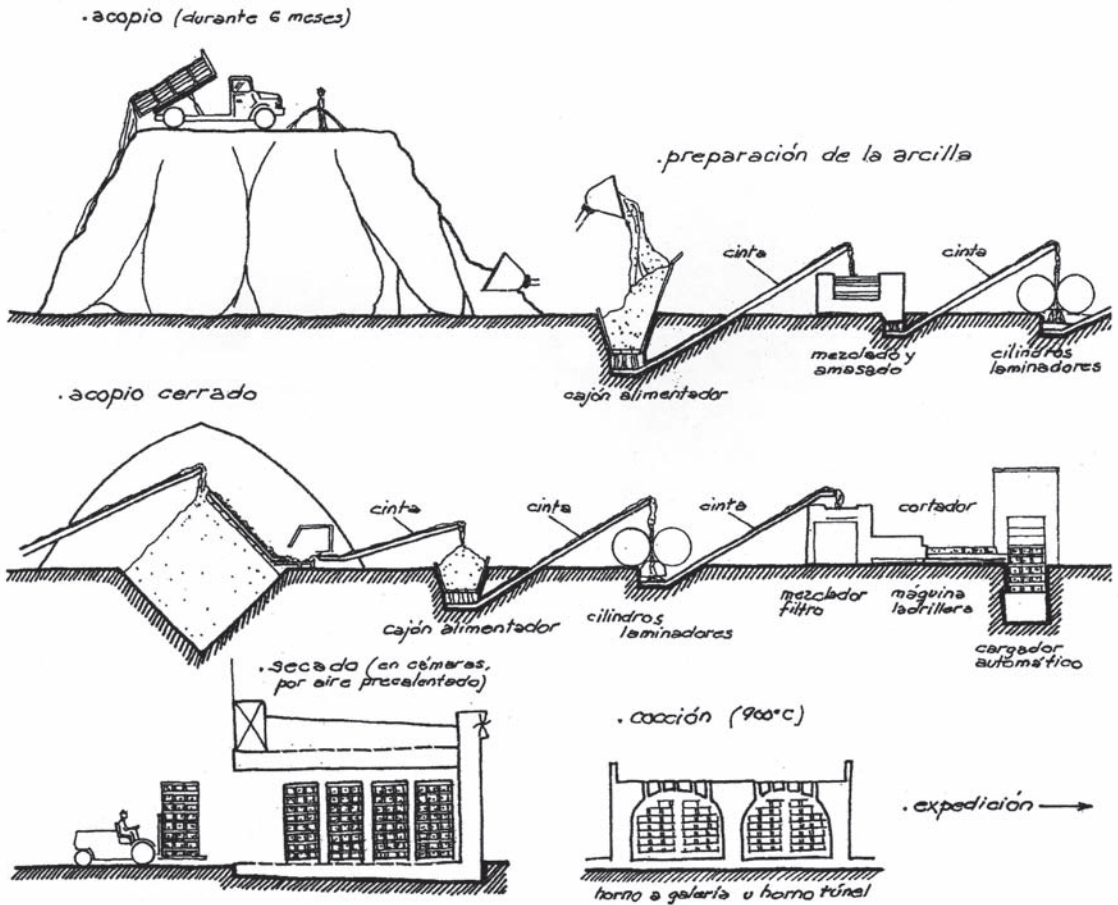
► Ladrillos prensados: La arcilla seleccionada se somete a presión con prensa hidráulica en molde de acero con lo que se obtienen ladrillos con todas las aristas y caras lisas, con aristas vivas o redondeadas, macizos y semimacizos.

De dimensiones y formas diversas pueden usarse para ejecutar la mampostería o como revestimiento.

► Ladrillos refractarios: Resisten bien altas temperaturas, fuertes variaciones de la misma, y exigencias mecánicas y químicas; sin modificar sus propiedades iniciales durante bastante tiempo, compuestos por óxidos inorgánicos, especialmente sílica y alúmina, y a veces metales y carbón.

Se fabrican en forma de ladrillos, bloques y formas especiales para permitir su empleo en diversas aplicaciones. Se asientan con "tierra refractaria", compuesta por los mismos materiales.

• Fabricación de ladrillo cerámico (cerámica roja)



El componente sólido resiste la temperatura y los poros actúan como elemento aislante (con agregado de vermiculita, amianto o diatomea).

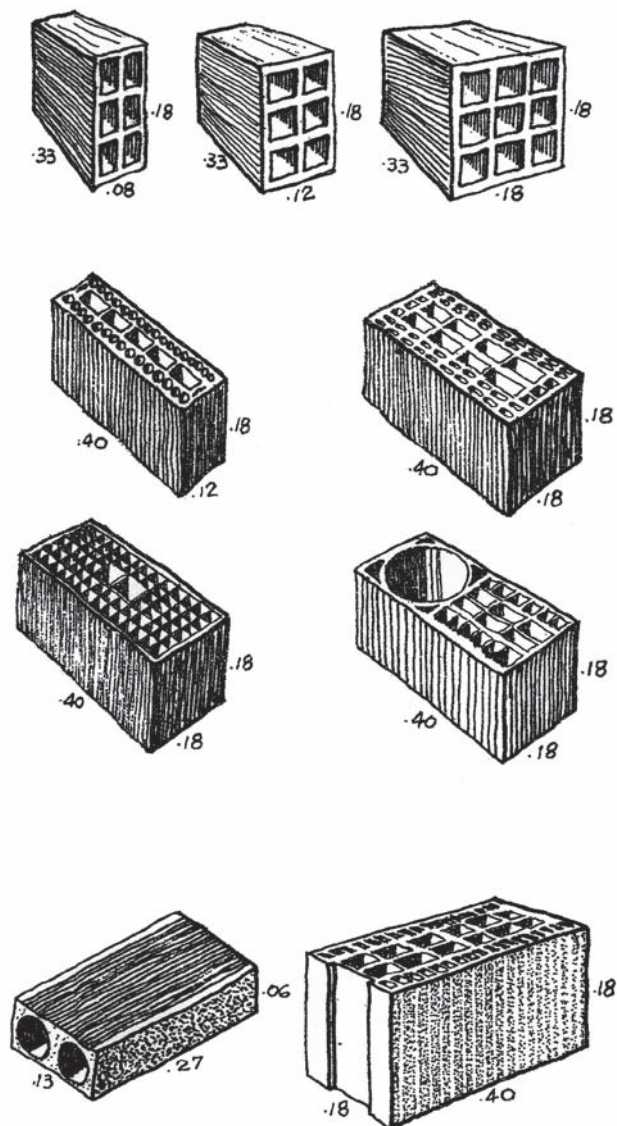
e) Ladrillo cerámico hueco:

Se obtiene a través de un proceso de fabricación que hace uso del avance tecnológico en cuanto al uso de maquinarias, al conocimiento de la materia prima y al manejo y funcionamiento de la diversas etapas del proceso de elaboración. Junto con los ladrillos de máquina, prensa-da y las tejas forman la industria llamada "cerámica roja".

PROCESO DE FABRICACIÓN:

Sistemáticamente se puede dividir en 4 etapas sucesivas: extracción y acopio de las arcillas; preparación de la materia prima; elaboración de los ladrillos y cocción de los ladrillos.

► Ladrillos huecos



► **Extracción y acopio de las arcillas:** Se obtiene de canteras mediante excavaciones mecánicas y de sedimentos arcillosos producidos por las lluvias. El material debe homogeneizarse mediante mezclado en "montañas" artificiales formadas por el material que acarrear los camiones y lo vuelcan desde lo alto por los bordes, mientras la estiba se riega constantemente, expuesta a la intemperie durante varios meses; manteniendo constante el volumen de material almacenado.

► **Preparación de la materia prima:** Desde la estiba a cielo abierto la arcilla se lleva hasta un silo de acopio cerrado, mediante cintas transportadas pasando por un

mezclador filtro donde se amasa, se humecta y se extraen los cuerpos extraños y por cilindros laminadores separados entre sí 2 mm. En el silo se mantiene durante varios días.

► **Elaboración de los ladrillos:** Del silo la arcilla se extrae con cinta transportadora con cangilones y pasa nuevamente por rodillos laminadores para romper los terrones. Con la humedad que tenía en el silo llega al mezclador filtro que amasa la arcilla y le agrega la humedad necesaria mediante vapor de agua y la entrega a la máquina extrusora, lista para conformar el ladrillo.

La pasta arcillosa pasa a presión por la boquilla intercambiable de la máquina que permite obtener ladrillos de diversas formas y dimensiones. El "chorizo" se secciona del largo requerido por la cortadora incorporada a la propia máquina extrusora. Mediante cinta transportadora se lleva a la estanterías, que una vez llenas se llevan a los "secaderos": depósitos calefaccionados (80° C) que eliminan la humedad, endurecen las piezas y los dejan secos, en condiciones de ingresar al horno.

► **Cocción de los ladrillos:** Se puede realizar en dos tipos de horno: "a galería", donde circula el fuego y "horno-túnel" donde los que circulan son los ladrillos. En el "horno de galería" los quemadores están ubicados por encima a intervalos regulares. Las estibas de ladrillo se colocan entre fuego y fuego. Los quemadores se alimentan desde el techo de la galería en forma secuencial, cada 40 minutos aproximadamente, elevando la temperatura entre 350 y 1.000° C. El horno es continuo y la carga y descarga de los ladrillos crudos y cocidos, respectivamente; se realiza en el punto opuesto al del fuego. De esta manera el aire que entra va enfriando los ladrillos cocidos hasta alcanzar el fuego. De ahí en adelante los gases de la combustión van calentando los ladrillos crudos y salen al exterior por la chimenea. La interrupción de la circulación del aire en la galería se consigue con un diafragma combustible, ubicado antes de la cámara de carga; que se quema cuando lo alcanza el fuego. Sucesivamente se van descargando las cámaras con ladrillos cocidos y se cargan con ladrillos crudos.

En el "horno túnel" el fuego tiene una posición fija en el centro del túnel y son los ladrillos los que se desplazan.

Entran crudos por un extremo y salen cocidos por el otro. En el centro del horno la temperatura es constante y disminuye hacia los dos extremos. Las vagonetas que transportan los ladrillos ingresan la túnel, una cada 40 minutos y empujan todo el tren (alrededor de 30 vagonetas).

Una vez terminado el proceso, que dura entre 16 y 24 horas, en cualquiera de los casos; los ladrillos se acopian y están listos para su despacho a la obra. El mismo procedimiento se aplica para la fabricación de ladrillos huecos para losas alivianadas.

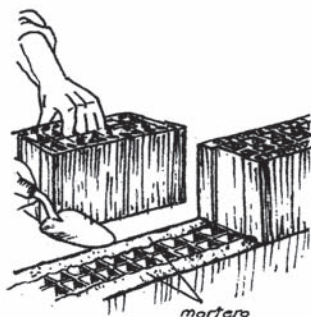
CUALIDADES DE LOS LADRILLOS CERÁMICOS HUECOS:

► **Aspecto:** Debe ser homogéneo. Esta característica es realmente fácil de conseguir, ya que el proceso de fabricación es mecánico y con controles más estrictos que el ladrillo común. Pueden presentarse con caras lisas o estriadas para facilitar la adherencia del revoque.

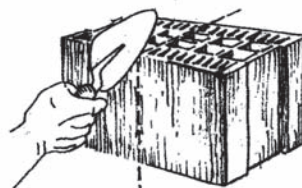
► Ejecución de mampostería de ladrillos cerámicos



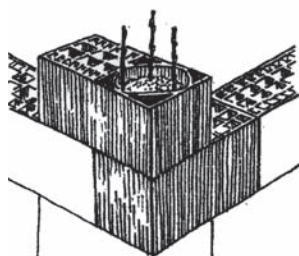
. colocación en el muro



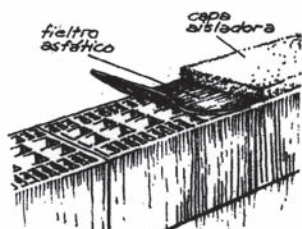
mortero



. corte con cuchara de albañil



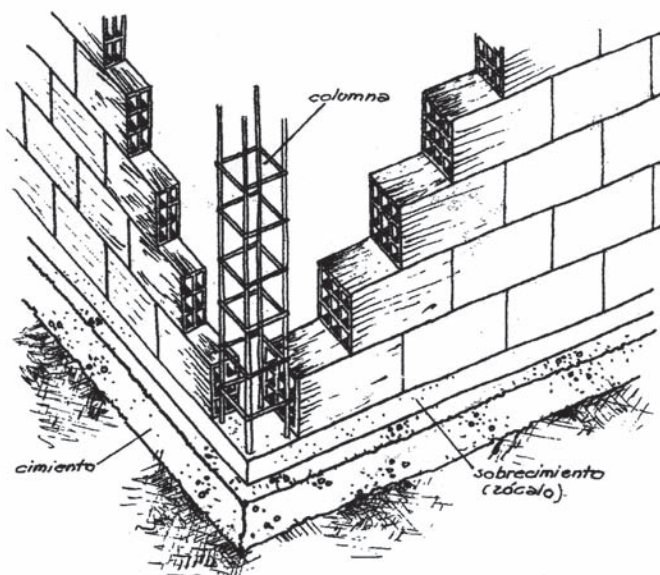
. esquina con ladrillo "columna"



fieltro
estético

capa
aisladora

. aislamiento hidrófuga



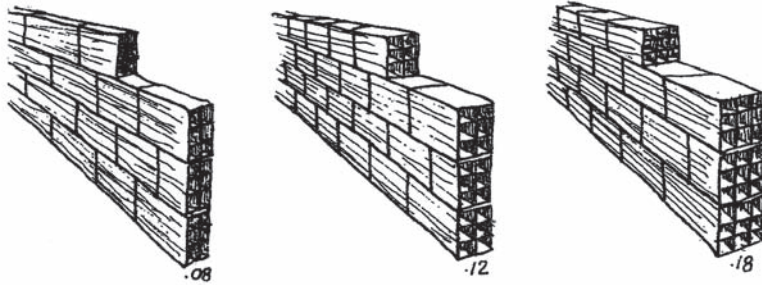
columna

cimiento

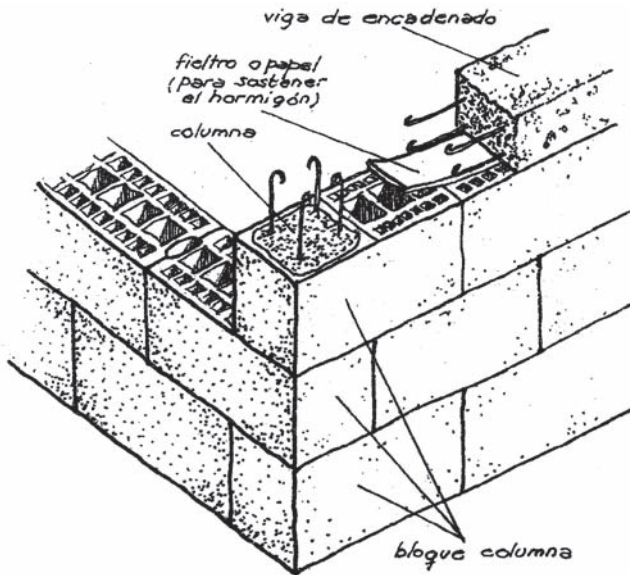
sobrecimiento
(zócalo)

- **Dimensiones:** Se fabrican para conseguir tabiques y paredes que una vez revocadas, alcanzan 10,15 y 20 cm de espesor. Para ello, los ladrillos tienen 8, 12 y 18 ó 19 cm de espesor respectivamente, 18 ó 19 cm de altura y largos de 33 y 40 cm. Para conseguir la traba se fabrican "medios", con la mitad del largo respectivo. Excepcionalmente se fabrican con espesores de 4,5 y 6 cm y largos de 20 ó 25 cm. Se pueden obtener otras dimensiones cortando los ladrillos paralelamente a los agujeros, a mano.
- **Resistencia:** Se verifica a la compresión y alcanza de 95 a 120 kg/cm².
- **Aislación térmica:** El muro de 20 cm de espesor tiene una conductividad térmica de $K = 1,3$ a 1,6; según la calidad del ladrillo.
- **Porosidad:** Alcanza valores similares al ladrillo común; alrededor de 18%.
- **Contracción y dilatación:** Es muy escasa. Hay que tener en cuenta que en el proceso de fabricación se alcanzan de 850 a 1000° C.

► Mampostería de 0,08, 0,12 y 0,20 m.



► Esquina con ladrillo "columna"



EJECUCIÓN DE MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS CERÁMICOS HUECOS:

Los ladrillos pueden colocarse con los agujeros horizontales (paralelos al muro) o verticales; para ejecutar muros portantes o de separación y cerramiento. Por la incorporación de los huecos se puede conseguir simultáneamente aislación térmica y acústica. Esta mampostería puede usarse, teniendo en cuenta las reglamentaciones referidas a capacidad portante y aislación térmica; para muros interiores y exteriores.

En **zonas sísmicas** se permite la construcción de hasta dos plantas, con 2,80 m de altura cada una; con muros portantes de ladrillo cerámico hueco de 20 cm de espesor. En **otros zonas** pueden edificarse más plantas, sin necesidad de agregar vigas ni columnas. Se fabrican ladrillos especiales que permiten alojar la columna en uno de los huecos, eliminando de esta manera la necesidad del encofrado.

En la ejecución debe respetarse lo que habíamos indicado para el ladrillo común. En este caso resulta más fácil la operación por la uniformidad en las dimensiones de los ladrillos.

Con esta mampostería se consigue mayor rapidez en la ejecución de la obra, economía de mano de obra y de mortero (hay que tener en cuenta que las caras son planas y no se coloca mortero en las juntas verticales). La aislación térmica aumenta en la medida que disminuyan las dimensiones de los agujeros y el espesor de las paredes intermedias.

Con estos ladrillos también puede ejecutarse mampostería armada, similar a la de ladrillos comunes. Cuando se usan los ladrillos con los agujeros horizontales se facilita la unión de la mampostería con las columnas, necesarias en zona sísmica. Cuando los agujeros son verticales las uniones entre mampostería y columnas deben ser dentadas. Los reglamentos establecen las áreas y dimensiones máximas de los "paños" (paneles), ubicación de vigas y columnas de encadenado y vinculación, dimensión y armaduras mínimas; para ejecutar la mampostería en zonas sísmicas.

PRECAUCIONES:

En general son de aplicación las que indicamos para la mampostería de ladrillos comunes. Agregamos aquí las siguientes:

- ▶ Los ladrillos deben mojarse abundantemente previo a su colocación y durante el fragüe de las juntas.
- ▶ Cuando se ejecutan cortes en los ladrillos hay que colocar mortero en las respectivas juntas verticales.
- ▶ En muros exteriores debe protegerse para evitar la rotura de las paredes del ladrillo por los impactos.

f) Bloque hueco de hormigón:

Se fabrican de diversos tipos y tamaños, destinados a paredes y techos; con piezas especiales para dinteles, encadenados, carpintería, antepechos; con mitades para facilitar la traba.

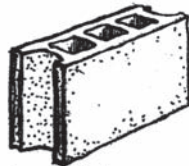
FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES:

Los bloques de hormigón se fabrican con moldes de acero, con procedimientos manuales o en forma industrial, lo que permite obtener elementos de dimensiones constantes. Resultan económicos cuando se usan áridos de la zona, ya que el cemento se emplea en pequeña proporción. Es relativamente sencillo controlar la calidad y uniformidad de la mezcla, la instalación no requiere grandes inversiones y la fábrica puede instalarse en cualquier lugar. En rigor, es suficiente contar con una máquina bloquera y una mezcladora de capacidad reducida, o realizar el trabajo manualmente siempre que se respeten normas mínimas de calidad.

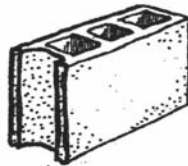
Se pueden obtener bloques de características uniformes siempre que se asegure:

- ▶ Cuidadosa selección de los agregados (inertes).
- ▶ Correcto estudio de la dosificación.
- ▶ Adecuado diseño del bloque.
- ▶ Construcción precisa del molde.
- ▶ Perfecto mezclado, moldeo y compactación del mortero.
- ▶ Curado y estacionamiento adecuados del bloque.

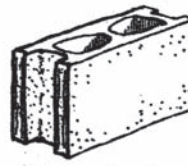
▸ tipos de bloques para raredes



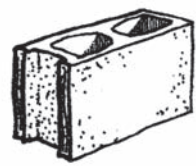
tres agujeros
20x20x40



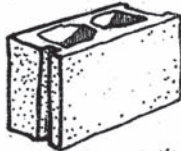
esquina
20x20x40



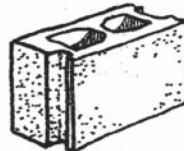
dos agujeros
20x20x40



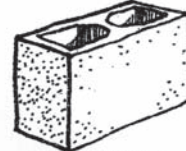
esquina
20x20x40



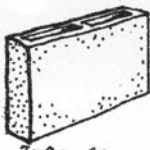
para marcos metálicos
20x20x40



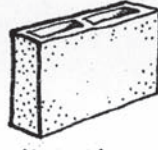
para marcos de madera
20x20x40



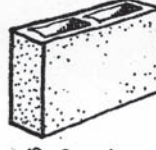
para pilares
20x20x40



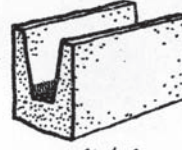
7x20x40



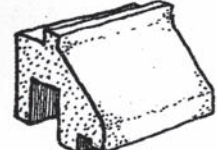
10x20x40



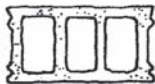
12x20x40



para dinteles y
encadenados
20x20x20 y 20x20x40



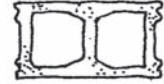
para antepechos
20x20x40



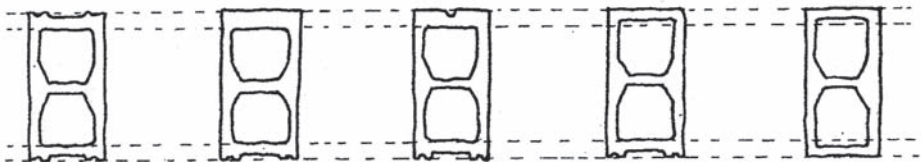
de tres agujeros



de tres agujeros reforzado



de dos agujeros



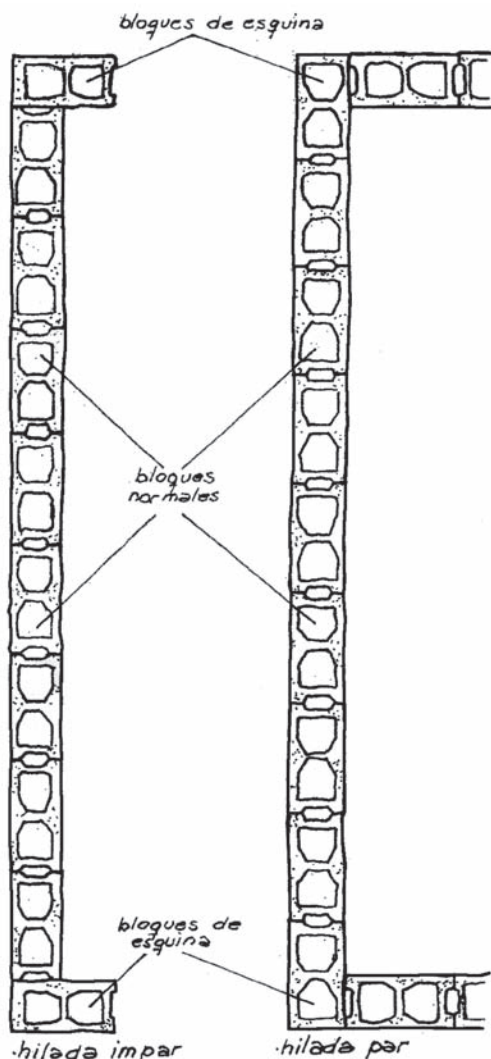
distintos tipos de bloques normales (20x20x40)

Los agregados pueden ser: piedra partida (de origen granítico o cuarcítico) o canto rodado; a los que se pueden agregar granulado volcánico, escorias de alto horno y arcillas expandidas. Tanto la dosificación, como la granulometría de los agregados y la relación agua-cemento se determinan mediante ensayos de laboratorio.

Los mejores bloques se obtienen cuando se combinan en la fabricación la compactación con la vibración de la mezcla.

El curado del bloque es fundamental. Requiere una temperatura superior a los 4°C y la presencia de humedad permanente. Cuanto mayor es la temperatura es menor el tiempo de endurecimiento. Por eso se aconseja el curado a vapor. Este puede ser a temperatura ambiente

► Mampostería con bloques normales



y presión ordinaria; llegando hasta el uso de autoclaves, con presión de 8 a 10 Kg/cm², temperatura de 160°C y 100% de humedad (en 12 horas se consigue la resistencia de 28 días de curado normal). Finalmente, después de terminado el curado los bloques deben almacenarse para el secado, operación en la que hay que tener en cuenta las condiciones climáticas imperantes, para evitar las tensiones que se pueden producir, que pueden fisurar las paredes del bloque.

Con el mismo procedimiento se fabrican bloques para ejecutar losas alivianadas, tabiques calados y revestimientos de paredes.

Habitualmente se usa el bloque de mortero de cemento-arena. Pero este bloque en paredes de 20 cm de espesor no reúne condiciones mínimas de aislación térmica por lo que su uso se va abandonando en construcciones destinadas a vivienda o alojamiento de personas. No así en

talleres, fábricas, depósitos, etc. Con el agregado de materiales livianos (aislantes) pueden mejorarse las características térmicas y darle mayor aplicación ya que resulta económico, impermeable, resistente al fuego, durable y capaz de resistir grandes cargas. Con la tecnología adecuada se pueden conseguir interesantes efectos plásticos. Aunque el bloque de hormigón es más grande y pesado que el ladrillo común y más pesado que el ladrillo hueco, su tamaño permite un fácil manipuleo, transporte, almacenamiento y colocación en las obras. La puesta en obra no requiere equipos especiales por lo que está al alcance de cualquier empresa con equipo corriente.

Con adecuado tratamiento se pueden modificar la textura exterior de los elementos y es posible por otro lado incorporar color al mortero.

Según la forma y tamaño los elementos reciben distintas denominaciones: normal, medios bloques o medio normal, de esquina, columna, media columna, en forma de U, especiales para jambas y antepechos, etc. Los bloques "normales" para diferentes usos son de 20 x 20 x 40 cm y los "medio normal" 20 x 20 x 20 cm. Se fabrican también con espesores de 7, 8, 10 y 12 cm de alto y 40 cm de largo. Con estas dimensiones se pueden conseguir la traba adecuada en la mampostería.

El diseño de los bloques permite que los agujeros se correspondan verticalmente, de hilada en hilada, lo que permite la formación de conductos continuos que se pueden destinar a la colocación de armadura y cañerías o bien al agregado de materiales aislantes para mejorar las condiciones térmicas de la mampostería.

Combinando bloques de distintas dimensiones pueden obtenerse diversos aparejos, tanto para mampostería como para revestimiento.

EJECUCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUES:

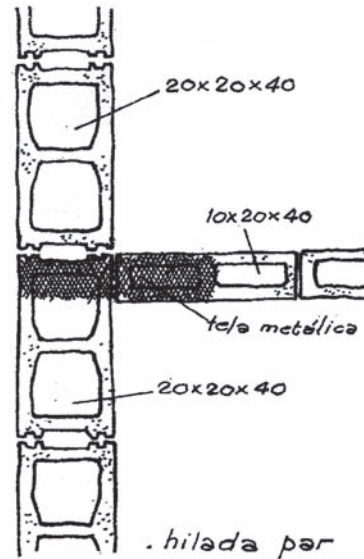
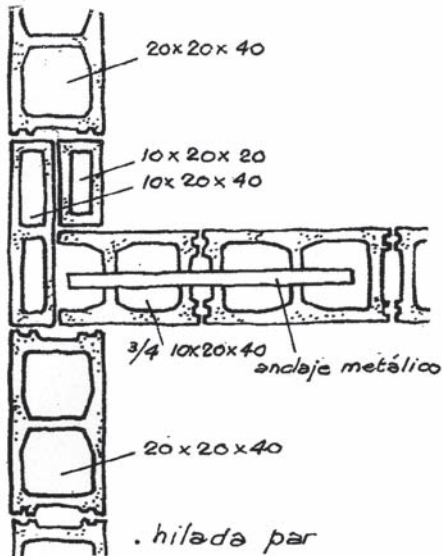
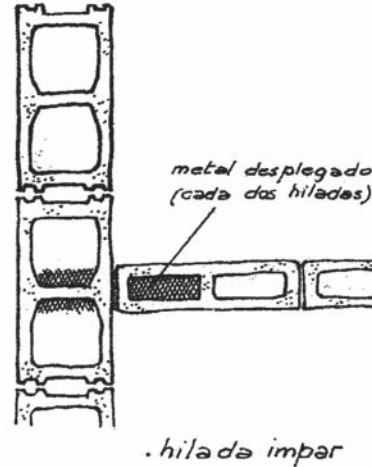
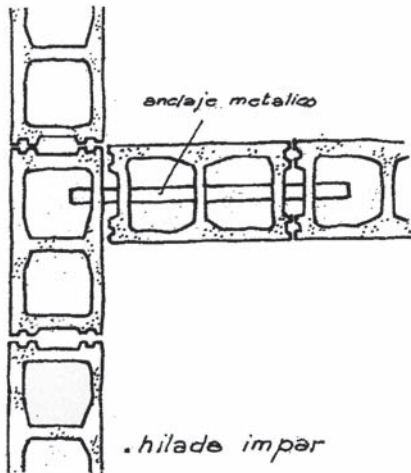
Con el uso de bloques se puede reducir la mano de obra hasta una 80%, usando sólo el 10% del mortero de la mampostería de ladrillos comunes. Para ello es necesario que:

- El proyecto se adecue a las características del material.
- Los bloques y demás elementos respondan a la calidad requerida.
- Se cumplan las normas y especificaciones propias de este tipo de mampostería.
- Se disponga de las piezas especiales, adecuadas cada una de ellas a su fin específico.
- Se hayan estudiado previamente todos los detalles.
- Las dimensiones de los elementos constructivos, en largos y altura; se **modulen** teniendo en cuenta las dimensiones de los bloques, sobre todo si se ejecutan construcciones en serie.

Las columnas y vigas pueden ejecutarse usando los propios bloques como encofrado o si no interrumpiendo la mampostería el lugar donde deben colocarse las columnas. Una vez alcanzada la altura necesaria se encofran y se hormigonan. En todos los casos las columnas y vigas deben solidarizarse entre sí. En zonas sísmicas o de vientos huracanados, o en construcciones expuestas a vibraciones excesivas o grandes cargas puede ejecutarse mampostería armada, similar a la de ladrillos.

Un problema grave de la mampostería de bloques es el **agrietamiento** que se presenta con frecuencia en las juntas; producido por la mayor rigidez de los elementos y la mayor distancia

► Anclajes de paredes



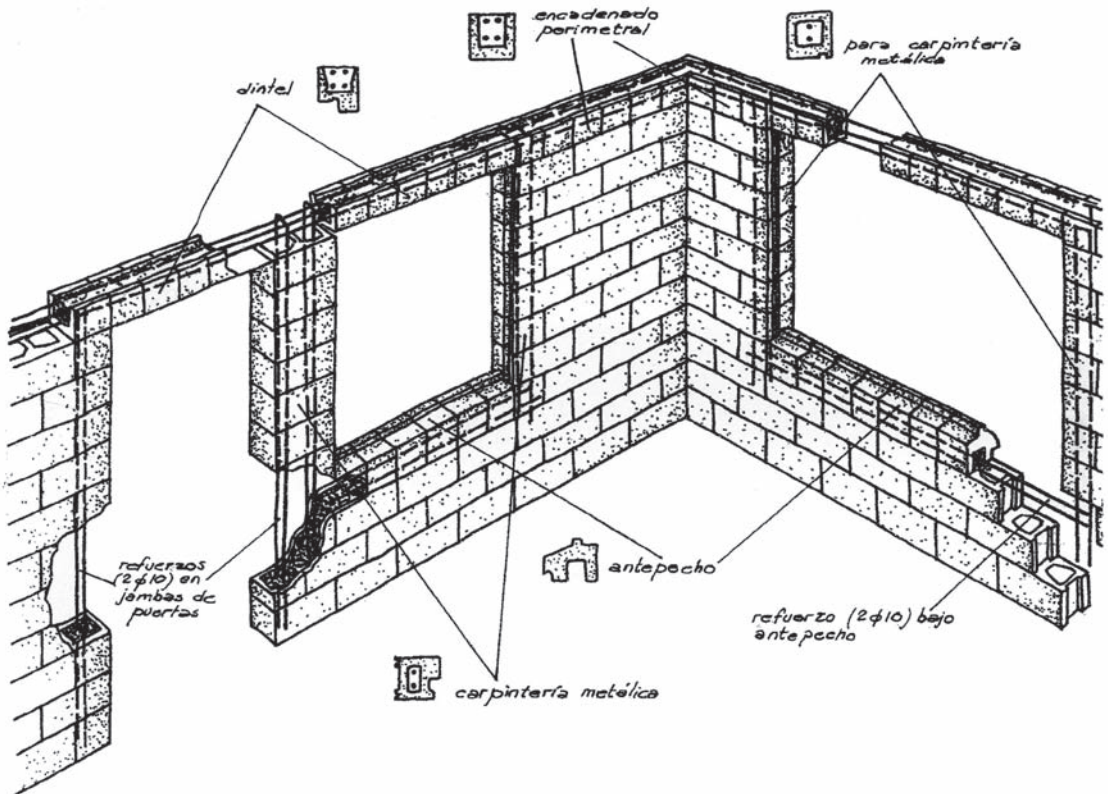
entre juntas las que se definen con mayor nitidez que cuando se usan elementos cerámicos (más pequeños). Las grietas eventuales no afectan la estabilidad y alivianan las tensiones al actuar como junta de control. Pero desde el punto de vista estético y aún psicológico es conveniente usar una técnica que, en lo posible, elimine la posibilidad que se formen grietas.

Las fisuras se producen por diversas causas;

a) Proyecto o ejecución incorrectos, tales como:

► fundación sobre terrenos de bajo poder portante, sin tomar adecuadas precauciones.

► Refuerzos en mampostería de bloques



- empuje o fuerzas laterales provocadas por la estructura de techos, entrepisos, vigas, etc.
- planos de debilitamiento, en general en coincidencia con las aberturas.
- falta de juntas de control, cuando sean necesarias.

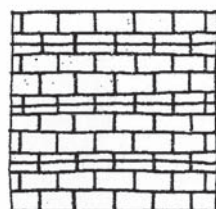
b) Deficiente calidad de los materiales:

- uso de bloques de mala calidad, fisurados o con humedad superior a la adecuada.
- deficiente colocación, ya sea por mortero inadecuado o mano de obra inexperta.

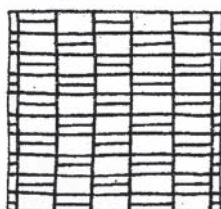
Para evitar el agrietamiento se recomienda la incorporación de encadenado (vigas o columnas) y juntas de control.

Los **encadenados** horizontales mínimos son uno a la altura de la fundación y otro en la parte superior de la pared, el que además sirve para apoyo de la cubierta. Cuando existe encadenado de dinteles, separado o no más de dos hiladas del encadenado superior se puede suprimir este último. Cuando los paños son muy largos, sin aberturas; conviene agregar un tercer encadenado a media altura, vinculados los tres con refuerzos verticales, armados o sin armar.

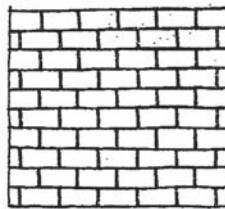
▸ Aparejos con bloques $20 \times 20 \times 40$ y $10 \times 20 \times 40$ cm



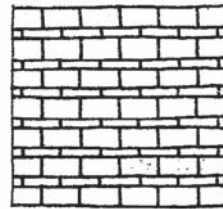
$20 \times 20 \times 40$ y $10 \times 20 \times 40$



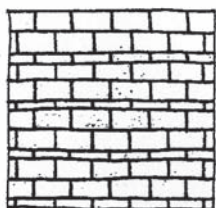
$20 \times 20 \times 40$ y $10 \times 20 \times 40$



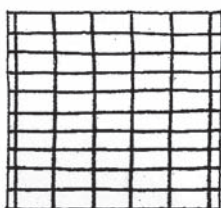
$20 \times 20 \times 40$



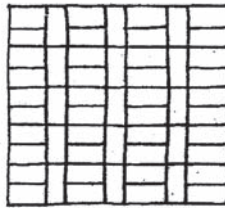
$20 \times 20 \times 40$ y $10 \times 20 \times 40$



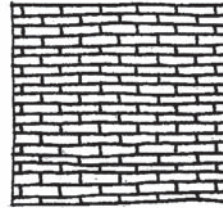
$20 \times 20 \times 40$ y $10 \times 20 \times 40$



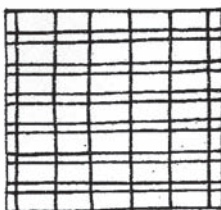
$20 \times 20 \times 40$



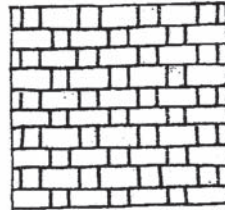
$20 \times 20 \times 40$



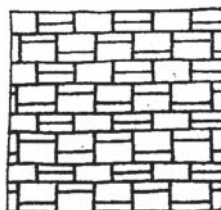
$10 \times 20 \times 40$



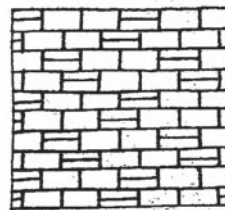
$20 \times 20 \times 40$ y $10 \times 20 \times 40$



$20 \times 20 \times 40$ y $20 \times 20 \times 20$



$20 \times 20 \times 40$ y $10 \times 20 \times 40$



$20 \times 20 \times 40$ y $10 \times 20 \times 40$

Para materializar las armaduras de los encadenados se pueden usar barras o malla de acero perimetrales con empalmes mínimos de 25 cm. Hay que agregar refuerzos en los antepechos de las ventanas que sobrepasen como mínimo 20 cm de cada lado del vano.

Los vanos deben reforzarse además verticalmente, como mínimo sobrepasando el dintel por encima y el refuerzo del antepecho por debajo.

Las **juntas de control** permiten ligeros movimientos y en realidad son juntas de contracción que previenen el agrietamiento. Se ejecutan verticalmente, continuas en toda la altura de la pared. Se aplican diversos sistemas procurando que se asegure la transferencia de cargas y la traba entre las partes adyacentes cortadas por la junta.

Las juntas deben rellenarse con mortero plástico de cemento, que permite pequeños movimientos sin fisuración.

La ubicación y distancia entre juntas depende de la disposición en planta del edificio y la altura y longitud de las paredes. La distancia está comprendida entre 6 y 12 m.

No pueden establecerse reglas fijas ya que la solución depende en cada caso de las condiciones particulares del proyecto; ya sea que la mampostería actúe como relleno cuando el edificio tiene estructura resistente de hormigón o cuando, junto con los encadenados horizontales y columnas, constituye la estructura resistente, solución habitual en edificios sometidos a acciones sísmicas o fuerzas laterales producidas por vientos intensos.

PRECAUCIONES:

En la etapa de **proyecto** hay que tener en cuenta las dimensiones de los bloques y medios bloques, ya que **no se pueden cortar**; por lo que deberá respetarse el **módulo de 20 cm**.

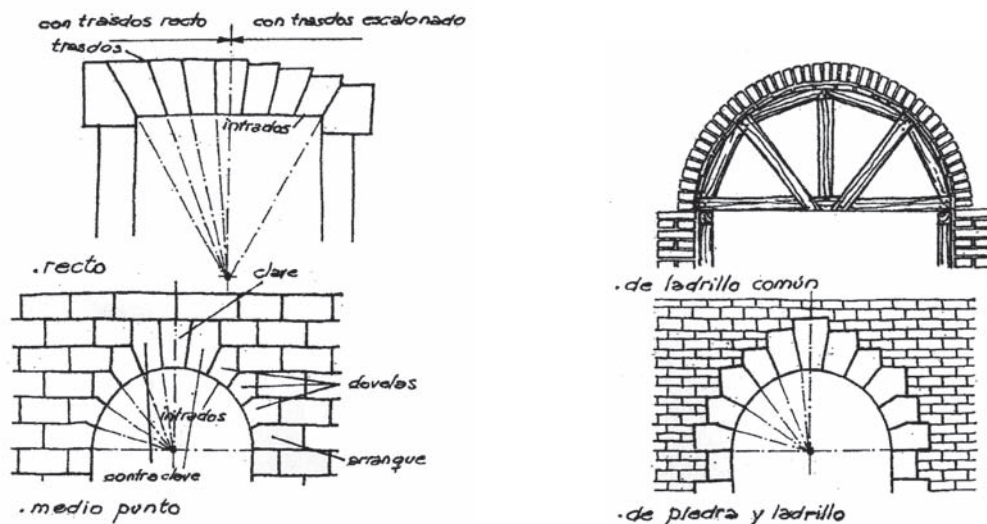
- ▶ Antes de decidir las dimensiones de los elementos se deben verificar el largo que resulta después de colocados los bloques. Hay que sumar al largo del bloque el espesor de la junta (en general 41 cm).
- ▶ Es conveniente que las juntas, que deben tener todas el mismo espesor; no sobrepasen los 10 mm (1 cm).
- ▶ El tomado de juntas, cualquiera que sea la forma - a ras, en V, rehundida o cóncava- que se adopte; debe realizarse una vez que el mortero se haya endurecido. Para esta operación debe usarse mortero de buena calidad, con humedad adecuada para que no chorree el paramento. Un buen tomado de junta favorece el aspecto estético, asegura la impermeabilidad del muro y la duración de la mampostería. Esta operación debe ser realizada por personal idóneo, con herramientas adecuadas. Puede optarse por "descarnar" todas las juntas o solamente las horizontales, según el efecto que se quiera lograr.
- ▶ Hay que considerar especialmente la acción de los agentes climáticos (humedad, lluvia, vientos, insolación, etc.) para decidir la terminación -lisa o texturada- del paramento del muro; tanto en muros macizos como calados.
- ▶ Es fundamental, para evitar las grietas, que los bloques tengan la misma humedad que la del ambiente en el cual se van a colocar, antes de la incorporación a la obra, para que "no se muevan". Si existe el peligro de ser alcanzados por la lluvia se deben cubrir con material impermeable y separar del terreno (sobre tablonos o ladrillos secos). Al contrario de los ladrillos, **NO ES CONVENIENTE MOJARLOS EN EL MOMENTO DE LA COLOCACIÓN** en la obra.
- ▶ Una vez ejecutada la mampostería hay que conseguir el fraguado del mortero de las juntas. Para ello, hay que asegurar la adecuada relación agua-cemento en el momento del amasado y el mojado posterior al endurecimiento.

Aplicaciones de la mampostería

En distintas partes y etapas de la obra se usan diversos tipos de mampostería.

No se pueden establecer de antemano las características de la mampostería para un tra-

» Arcos de mampostería



bajo determinado. Es necesario analizar previamente la situación de tiempo y lugar, referida a : disponibilidad de material; capacidad profesional del personal encargado de los trabajos; características climáticas; aspectos estéticos; accesibilidad al lugar de emplazamiento de la obra; plazo de ejecución; recursos económicos; riesgo sísmico; cargas a soportar; posición (interior o exterior), etc. Hay que analizar en cada caso cual de estos aspectos –o la combinación de ellos– es la más importante a tener en cuenta. Pero en definitiva, es el **destino** del edificio el que determina las características de la mampostería que usamos en cada caso concreto; llegando ocasiones en que prácticamente este aspecto es el que condiciona la decisión final.

EN SUBMURACIONES:

En este aspecto deben tenerse en cuenta, especialmente; las cargas a soportar y la presencia permanente o eventual de agua en el terreno. Los mampuestos deben ser compactos, característica que está asociada directamente con la capacidad de resistir esfuerzos de compresión; propia de las piedras naturales (sobre todo graníticas); los ladrillos comunes bien cocidos (recochos); los bloques macizos de hormigón y otras piedras artificiales de base cementicia. El mortero de asiento de uso corriente es el de cemento-arena gruesa o mediana (1:3), sin cal; eventualmente con agregado de hidrófugo (10% en el agua de amasado).

EN CIMIENTOS:

Las consideraciones son similares a las indicadas en submuraciones y en consecuencia también las soluciones.

Los cimientos son más anchos que el muro que sostienen y su dimensión depende de la carga que soporta y se establece de manera de no sobrepasar el poder portante del terreno.

Como hemos dicho, se puede ejecutar con piedras naturales y artificiales, ladrillos macizos bien cocidos, bloques macizos de hormigón, etc. En todos los casos es conveniente colocar, previo a comenzar la mampostería; un lecho de hormigón de por los menos 0,20 m de espesor.

Repetimos aquí lo que hemos dicho con referencia al mortero. Excepcionalmente, cuando se descarte la posibilidad de presencia de humedad puede incorporarse al mortero cal hidráulica para obtener una dosificación de: 1/8 de cemento, 1 de cal hidráulica y 4 de arena gruesa o mediana. También, en caso de duda, cabe el agregado de hidrófugo en la cantidad indicada, siempre que no se use cal.

EN ELEVACIÓN:

Esta denominación se refiere a paredes y tabiques ubicados por encima del terreno natural o del piso construido, expuesto al aire; en interior o exterior. Es en esta situación cuando el análisis debe ser más completo, cuando deben tenerse en cuenta más aspectos; a partir de lo que se indica en cuanto a la terminación superficial del paramento, "a la vista" o con revoque o revestimiento posterior. Es donde se presenta el más amplio campo de posibilidades. Cuando el material no recibe revoque ni revestimiento las tareas deben realizarse con mayor esmero; hay que prever las canalizaciones para los servicios; evitar que chorree el mortero; decidir las dimensiones de los elementos a partir de los mampuestos, etc. Es donde se usa la más extensa variedad de materiales, piedras naturales y artificiales, ladrillos de todo tipo; bloques prefabricados, etc., cada uno de los cuales requiere el uso de morteros adecuados.

OTRAS APLICACIONES:

También se ejecutan con mampostería de diversos materiales, con la aplicación de la tecnología respectiva: tanques subterráneos, superficiales y elevados, piletas subterráneas o superficiales; pilares y columnas; arcos; arcos de descarga; bóvedas y cúpulas, etc.

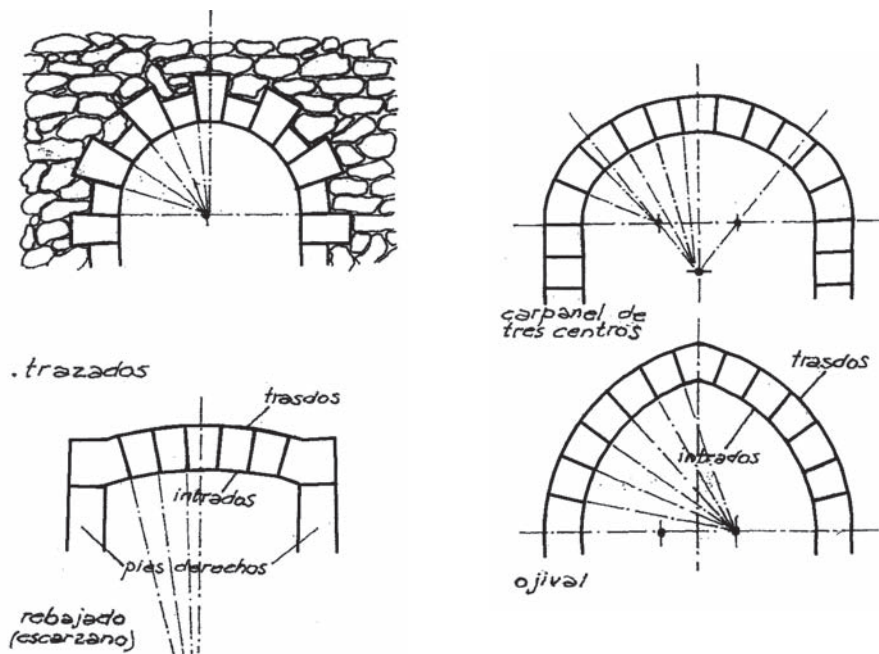
ETAPAS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA:

En la mayoría de los casos, cuando se trabaja con elementos regulares (ladrillos o bloques) el aparejo se define en las primeras hiladas y la ejecución del resto de la mampostería se reduce a repetir lo hecho en ellas.

A la primera hilada se la denomina **emplantillado** y es la que requiere mayor cuidado de ejecución ya que en las siguientes prácticamente lo único que debe tenerse en cuenta es mantener la traba; salvo en los casos que la primer hilada se ejecute con un material más resistente a la humedad; distinto al resto de la mampostería. En este último caso el emplantillado que guía la traba es el primero que se ejecuta con el material del resto del muro.

A partir del emplantillado se ejecuta la mampostería en elevación hasta llegar a los dinteles, si estos existen; o hasta la altura que servirá de apoyo a la viga de encadenado o el techo. Cuando el edificio es de más de una planta la operación se repite en cada uno de los pisos como hemos indicado precedentemente. La única diferencia entre todas ellas se presenta en planta baja, cuando incorporamos la capa aisladora horizontal, según veremos más adelante. Los muros suelen terminarse con una o más hiladas distintas, en su coronamiento.

► Arcos



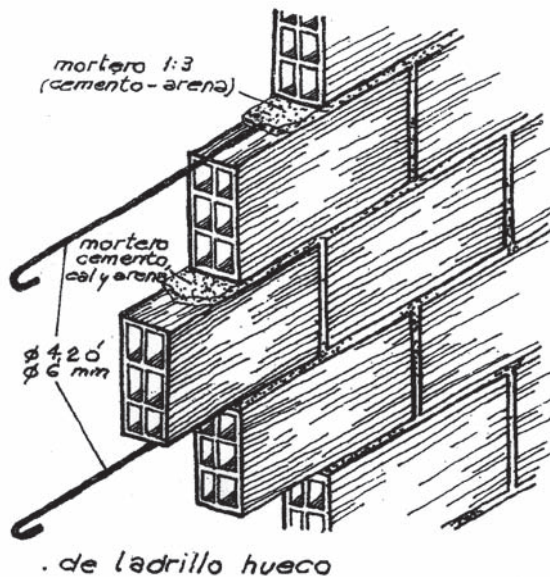
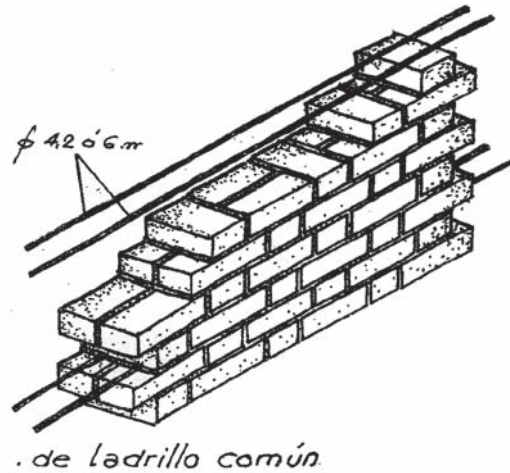
TIPOS ESPECIALES DE MAMPOSTERÍA:

Agrupamos aquí algunos tipos en los cuales la mampostería debe reunir características especiales que le permiten responder a solicitaciones particulares (viento, sismo, impactos) o situaciones climáticas rigurosas (vientos, humedad, temperatura), en cuyo caso deben tomarse precauciones y cuidados especiales que escapan a los casos comunes y que requieren por lo tanto la incorporación de elementos adicionales o procesos tecnológicos más rigurosos o ambas decisiones simultáneamente.

► **Mampostería armada:** Cuando la relación del largo o alto (o ambos simultáneamente) del "paño" de la mampostería con relación al espesor superan los valores habituales o la superficie está expuesta a la acción del viento o impactos frecuentes; se incorpora armadura longitudinal en las juntas horizontales, vinculada con los elementos resistentes verticales (columnas) de acuerdo a lo que establece las normas vigentes o lo que surja del cálculo respectivo.

► **Mampostería en zona sísmica:** En esta zona la mampostería debe estar enmarcada, en todos los casos; por medio de vigas y columnas unidas entre sí; tanto los muros portantes como los de separación y cierre. Las reglamentaciones establecen las características de los elementos estructurales que cumplen la función de encadenado. Establecen asimismo los casos en que deben agregarse además otros elementos: **enmarcados** (en aberturas, puertas y ventanas) y **encadenados** mínimos por superficie de

► Mampostería armada



muro y por superficie cubierta del edificio. En estas zonas, al contrario de lo que ocurre en las que no presentan riesgo sísmico; la mampostería se ejecuta **antes de hormigonar** las columnas. Una vez que la mampostería alcanza la altura de las vigas se encofran éstas y las columnas involucradas y se hormigonan simultáneamente. Para ello la **armadura de las columnas** se ha colocado **antes** de comenzar la mampostería.

Cuando la longitud y/o altura de los paños de mampostería sobrepasa los valores establecidos en las normas es obligatorio el uso de **mampostería armada**.

► **Mampostería en zona húmeda:** Más adelante, cuando hablemos de "aislación hidrófuga" haremos referencia concreta a la aislación de muros. Por ahora hacemos referencia a la ejecución de la mampostería. La solución habitual es, para los muros con un paramento que da al exterior; la ejecución de paredes o tabiques dobles separados, vinculados entre sí por medio de barras de acero; procediendo como sigue: sobre la capa aisladora horizontal se levanta el tabique interior en el cual se dejan las barras de acero (de 6 u 8 mm de diámetro) que unirán ambos tabiques, retirando el mortero saliente de las juntas, a medida que se ejecuta la mampostería. La cara expuesta, en este momento; al exterior se revoca con mortero 1:3 (cemento-arena mediana) con agregado de hidrófugo con espesor mínimo de 1,5 cm; unida con la capa aisladora horizontal. Otra posibilidad es revocar sin hidrófugo y pintar el revoque con pintura asfáltica, brea, asfalto caliente, etc. Antes de levantar el muro exterior puede aprovecharse para colocar algún tipo de aislación térmica (lana de vidrio, poliestireno expandido, etc.). El muro exterior puede levantarse inmediatamente o si no después. En rigor se puede esperar hasta tener el techo terminado. En este caso el paramento exterior actúa como revestimiento, el que puede recibir inclusive algún tratamiento posterior para aumentar la aislación hidrófuga.

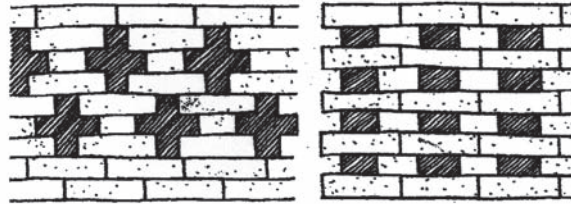
► **Mampostería en zona fría**

Analizamos aquí las medidas que hay que adoptar para trabajar en épocas frías y obtener buenos resultados del trabajo. Se trata de conseguir que el mortero adquiera suficiente resistencia para resistir los efectos dañinos de la congelación para permitir que los mampuestos y el mortero conformen una estructura monolítica, base fundamental de la mampostería. El trabajo puede realizarse al aire libre o bajo cubiertas provisionarias.

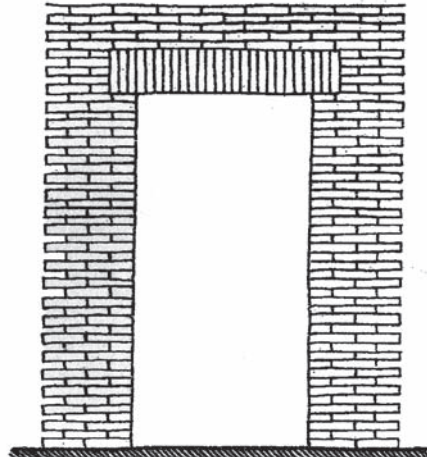
En el primer caso se puede trabajar con temperaturas de hasta -10°C . Si la temperatura media es de -5°C hay que usar calefactores y si el viento llega a 25 km/hora se deben usar protecciones rompaviento. La cubierta provisoria se recomienda cuando se presentan temperaturas por debajo de -7°C . Pueden usarse folios plásticos traslúcidos o lonas; calentarse el ambiente con calientadores o cubrir la obra con estructuras inflables.

En cuanto a los materiales se refiere son válidas las siguientes recomendaciones:

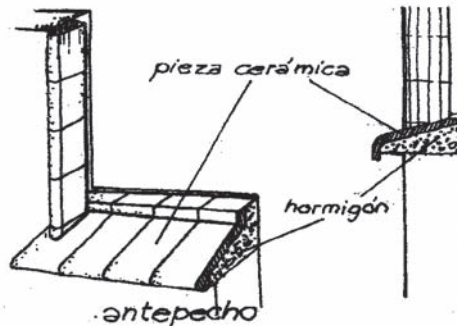
- **Mampuestos:** Deben mantenerse secos, separados del piso y cubiertos. Si se van a usar en ambientes calefaccionados se deben almacenar en el ambiente 24 horas antes de usarse.
- **Arena:** Debe protegerse desde que ingresa a la obra con cubiertas impermeables y si fuera necesario mantas aislantes; separadas de 5 a 15 cm de la arena, para mejorar la aislación.
- **Morteros:** a) 1 de cemento portland y 5 ó 6 de arena, con un agente incorporador de aire; b) 1 de cemento, 1 de cal aérea y 5 ó 6 de arena y c) 1 de cemento de albañilería y 4 1/2 de arena.



paredes caladas



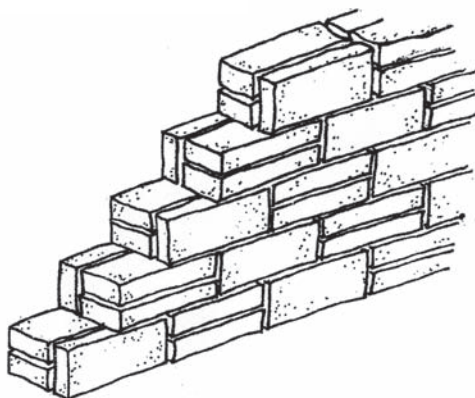
dintel recto de ladrillo



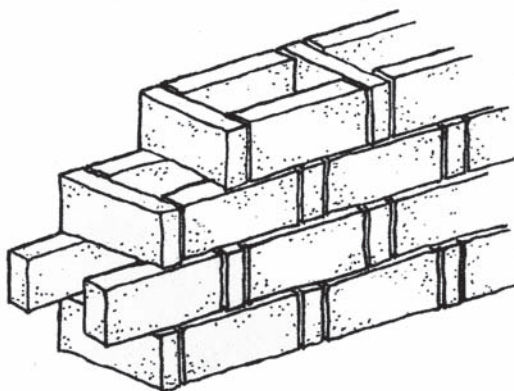
antepecho

Los ladrillos no deben sumergirse en agua antes de la colocación. Si están muy secos es preferible agregar más agua al mortero, pero sin exceso. El mortero debe mantenerse a una temperatura de entre 20 y 40°C. Cuando la temperatura se mantiene por debajo de -4°C es necesario calentar el agua; para mantenerla entre 60 y 70°C. En períodos de heladas fuertes y continuas puede hacer falta calentar la arena a 20-25°C; con serpentines con vapor insertos en la arena o dentro de una cubierta protectora calentar el ambiente. Cuando es poca la cantidad necesaria de arena puede calentarse sobre chapas colocadas encima de un calentador.

► Mampostería con ladrillo común



. de 0.20 de espesor



. de 0.30 de espesor, hueca

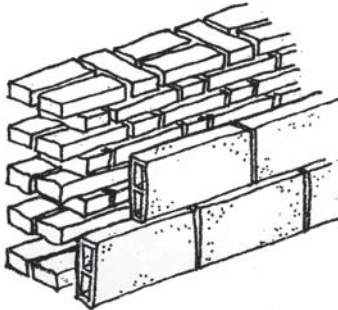
El mortero debe usarse inmediatamente de preparado porque se enfría muy rápido, sobre todo si corre viento. Para que no se produzca el fragüe instantáneo del mortero **no deben calentarse ni el cemento ni la cal**. Cuando se ha escamado la junta por congelamiento se retira el mortero, hasta encontrar el sano; y se reemplaza por mortero con dosificación rica en cemento. Protección de la obra ejecutada: Debe realizarse inmediatamente durante periodos que varían de 3 a 7 días según las condiciones climáticas (sobre todo frío y viento).

Puede hacerse protegiendo la mampostería con folios plásticos, separados 5 cm del paramento; en ambos lados. En caso necesario puede agregarse algún tipo de aislación térmica adicional, por debajo de la cubierta impermeable.

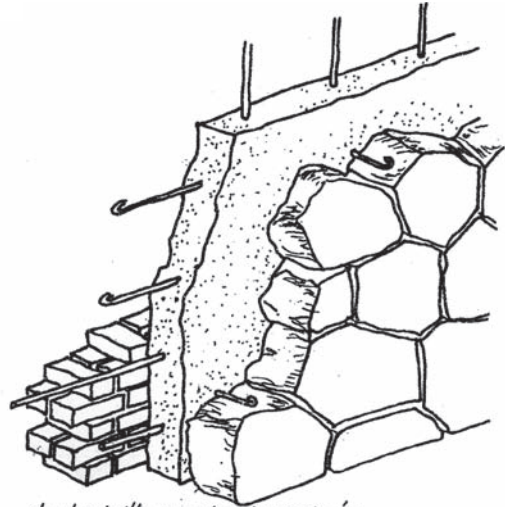
PRECAUCIONES:

A lo largo del capítulo se han ido indicando, para cada uno de los casos; las recomendaciones destinadas a mejorar la ejecución de los trabajos.

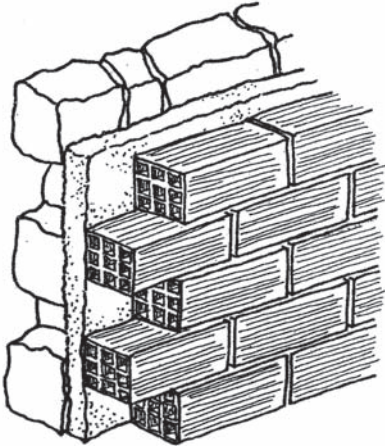
► Mamposterías combinadas



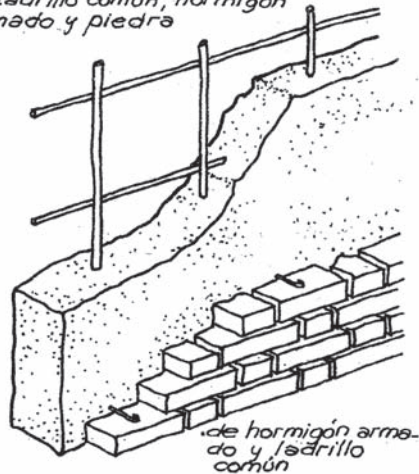
. de ladrillo común y hueco



. de ladrillo común, hormigón armado y piedra



. de piedra, hormigón simple y ladrillo hueco



. de hormigón armado y ladrillo común

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN

Se excluyen los elementos necesarios para la fabricación de los materiales descriptos: ladrillos comunes y cerámicos y bloques de hormigón. Sólo se indican los que se emplean en la obra, excluyendo los que se usan en operaciones previas, fuera de la misma.

- Para preparar mortero: pala, azadón mezclador, balde, canasta, hormigonera.
- Para mampostería de piedra: maza, martelina, bujarda (herramientas de picapedrero).
- Para mampostería de ladrillos: sierra de disco, para los cortes.
- Para todas la mamposterías: martillo de albañil, tenaza, martelina, cuchara, reglas, hilo de albañil, nivel de burbuja, manguera plástica, clavos, clavos de albañil, carretilas, tablones.
- Para las vigas y columnas, incluidos en el texto; ver capítulos "hormigón" y "estructuras".
- Para mampostería en zona fría: ver texto.

► A continuación haremos referencia a los **andamios**, necesarios cuando la mampostería sobrepasa alrededor de 1.00 m de altura.

Con referencia al personal necesario hay que diferenciar la mampostería de piedra de la del resto de los mampuestos. El trabajo de piedra lo realiza personal especializado: los "picapedreros", con la asistencia de ayudantes.

Para las otras mamposterías se emplean oficiales, medio oficiales y ayudantes, con la supervisión del capataz o encargado de obra, con el asesoramiento del profesional arquitecto, según sea la complejidad de la obra y la capacitación del personal disponible.

CAPÍTULO VIII

Aislación hidrófuga (pisos y paredes)

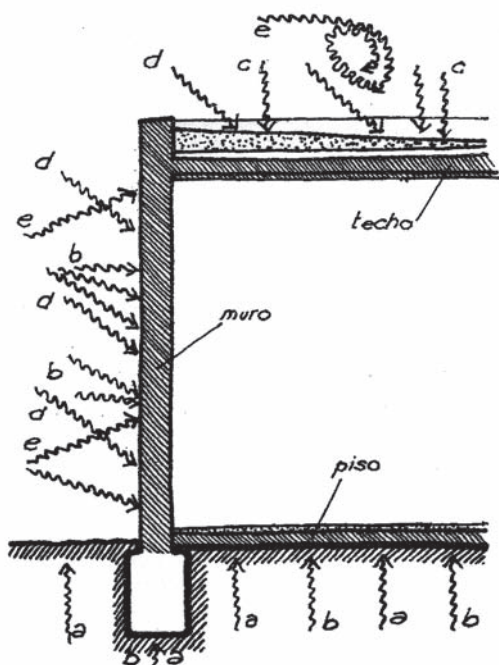
Está destinada a evitar los efectos que produce la humedad exterior, tanto de la atmósfera como del terreno; en los materiales y en los ambientes de los edificios.

La humedad, que se manifiesta a través de eflorescencias, moho, hongos, manchas, expansión del contrapiso, grietas, caída de revoques, pérdida de aislación térmica o directamente ingreso de agua; son consecuencia de la humedad ascendente del suelo, por la filtración de la humedad o por filtración de agua. Estos efectos se producen en muros (sobre el nivel del piso); en muros exteriores en elevación sobre todo cerca de las aberturas; en los cielorrasos y pisos en unión con la mampostería y en las uniones de caños de ventilación, chimeneas, etc., con paredes y pisos.

Los ataques exteriores provienen de:

- a. Presión hidrostática (presión que ejerce una masa de agua). Se presenta principalmente en los cimientos por la presión del agua del terreno y en los cielorrasos, en caso de acumulación de agua de lluvia.
- b. Acción capilar: Ocurre cuando el desplazamiento del agua se produce horizontal o vertical en contra de la gravedad, provocado por la tensión superficial que permite que el agua adhiera y penetre en los intersticios del material. Se produce en materiales porosos y en las grietas de materiales impermeables.
- c. Gravedad: El agua penetra en el material por efecto de su propio peso, cuando encuentra por donde desplazarse.
- d. Energía cinética: En caso de lluvia las gotas que llegan con velocidad penetran en el material. Es el caso de la paredes exteriores y los techos.
- e. Acción del viento: Al establecerse diferencia de presión entre el exterior y el interior se produce la infiltración del aire, al cual acompaña el agua.

En este capítulo analizamos la aislación hidrófuga en pisos y cimientos, (conocidas como "capa aisladora"), dejando para el capítulo de "Cubierta de techos" la aislación hidrófuga en los techos de las construcciones.



Capas aisladoras:

Se conoce como **capa aisladora** a la aislación hidrófuga que se ejecuta en los muros y contrapisos para impedir el ascenso de la humedad del terreno natural. **Capa aisladora vertical** es la que se ejecuta en el paramento de los muros. Según los casos, pueden ejecutarse separada o complementándose entre sí.

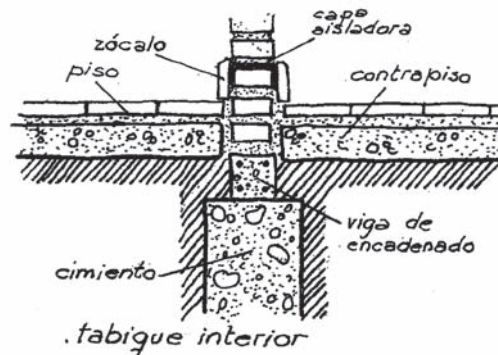
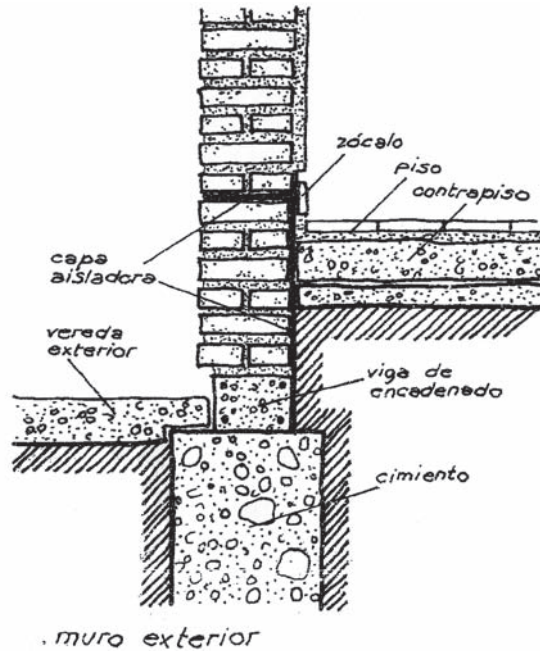
Las capas aisladoras en pisos y cimientos están expuestas a sollicitaciones propias de la estructura del edificio y las que produce el terreno. Comprenden las que provocan los cimientos, zapatas, plateas de fundación y las características del material en el primer caso y la humedad, los movimientos que generan tracciones en la capa aisladora y la presencia de presión hidrostática en el caso del terreno.

Se trata de constituir una **barrera continua**, capaz de resistir el paso del agua por capilaridad y que al mismo tiempo asegure adherencia, elasticidad, plasticidad y resistencia al punzonamiento. Analizamos a continuación la aislación hidrófuga de: contrapisos, muros exteriores, muros interiores y muros de sótano; en las situaciones habituales.

A. CONTRAPISOS

En los casos comunes se ejecuta la capa aisladora con morteros de cemento-arena en proporción 1:3 con el agregado de 10% de hidrófugo en el agua de amasado. La capa debe tener un espesor uniforme de 1,5 a 2 cm, bien compactada; colocado sobre el contrapiso limpio, libre de polvo y bien húmedo. Antes que la capa se seque se debe extender la capa final del contra-

▸ Capa aisladora horizontal



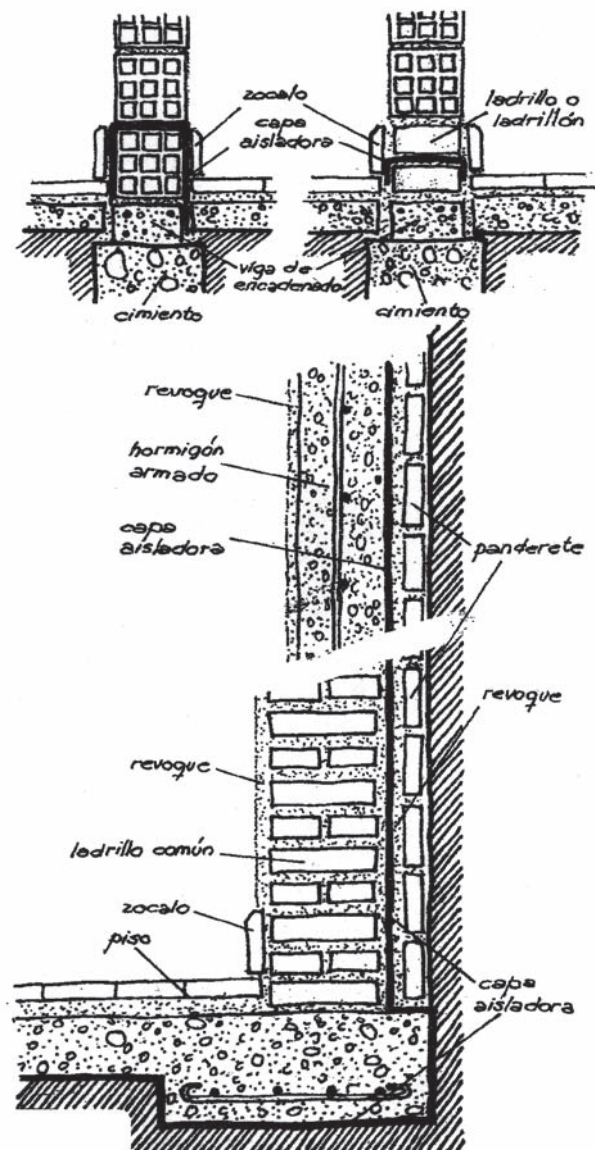
piso o en su defecto espolvorear mortero seco del mismo tipo (sin hidrófugo) para asegurar que los materiales que se coloquen después se adhieran (una buena capa aisladora es impermeable y sobre ella **no adhieren** los morteros de cemento o de cal). Cuando se esperan deformaciones o presiones de cierta magnitud deben usarse membranas asfálticas o elastoméricas. Es conveniente además ejecutar doble contrapiso.

Como medida de precaución es conveniente ejecutar aislación hidrófuga debajo de los pisos de locales sanitarios cuando se trabaja en edificios de más de una planta.

B. MUROS EXTERIORES

Como en todos los casos de muros, la ubicación de la capa aisladora depende de las alturas de los pisos contiguos. En los muros exteriores es habitual que el nivel del piso interior esté

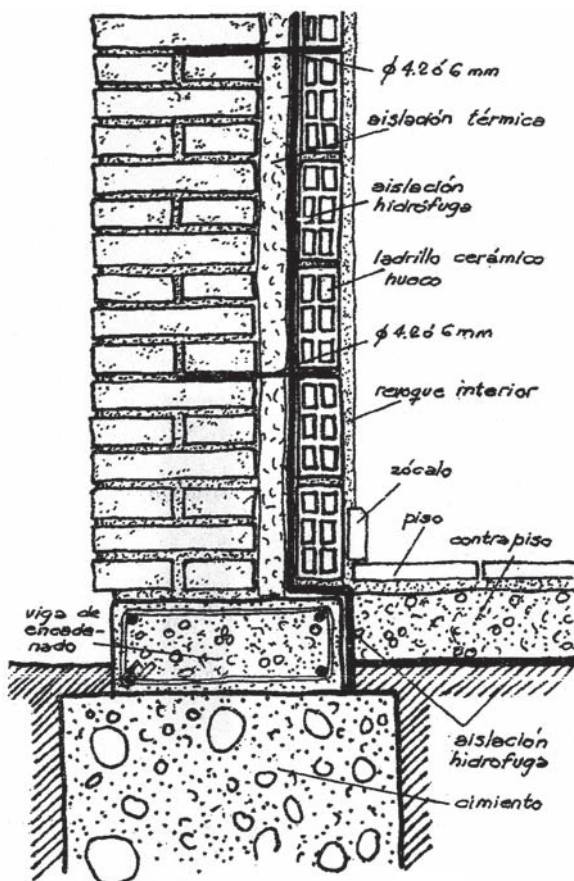
▸ Muro de 0,20 de ladrillo cerámico hueco



por encima del piso exterior. La mejor ubicación de la capa aisladora horizontal es cuando está a la mitad de la altura del zócalo.

Cuando la diferencia de altura entre los pisos interior y exterior sobrepasa ciertos límites es imprescindible ejecutar dos capas aisladoras que cumplan las condiciones indicadas anteriormente unidas con una capa aisladora vertical o un sellado vertical con el mismo material, de manera de conseguir la barrera continua que habíamos indicado.

» Muro exterior en zona húmeda



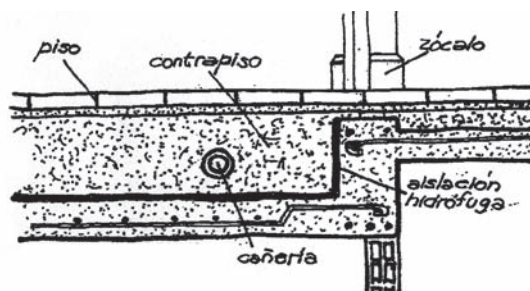
La capa aisladora puede ejecutarse con el mismo mortero indicado para los contrapisos o con membranas de diversos materiales (asfálticos, elastoméricos, membranas, etc.) En algún momento se usaron para este fin chapas de plomo, cobre, cinc, aluminio y otros metales.

Se usa también con frecuencia alquitrán o breá en caliente, con espesor mínimo de capa de 1,5 cm, colocada con brocha o escoba. Para facilitar la tarea se puede agregar al material líquido gas-oil (lejos del fuego).

Cuando se ejecuta azotado o revoque impermeable en el muro, estos deben unirse con la capa aisladora asegurando la continuidad. El mayor riesgo se presenta en los puntos de unión.

El aspecto más difícil de solucionar es el de la **continuidad de la mampostería**, ya que una buena capa aisladora, si no se adoptan precauciones adecuadas; impide la adherencia del mortero. Esta circunstancia es especialmente grave cuando se construye en zona sísmica. Con el fin de disminuir este inconveniente se pueden adoptar algunas soluciones: ejecutar **toda la mampostería** hasta alcanzar la altura adecuada, con mortero de cemento-arena con hidrófugo o bien agregar sobre la superficie de la capa aisladora arena gruesa antes que endurezca el mortero o se enfríe el alquitrán, según el caso.

► Aislación en local sanitario



C. MUROS INTERIORES

Podemos repetir prácticamente todo lo expresado en "muros exteriores". En cierto modo la solución se simplifica, ya que generalmente los pisos contiguos se encuentran a la misma altura y en consecuencia también los zócalos (salvo que el material de terminación del piso sea distinto). En ese caso es suficiente con una sola capa aisladora (horizontal).

D. MUROS DE SÓTANO

Se plantean dos situaciones perfectamente diferenciadas: cuando se puede acceder al paramento exterior del muro y cuando ello resulta imposible. En el primer caso puede ejecutarse la mampostería, enrasarse la superficie y sobre ésta la capa aisladora, en este caso **vertical**, según hemos indicado. En la mayoría de los casos los muros están más expuestos a solicitaciones y en consecuencia deformaciones, por lo cual es conveniente usar materiales flexibles y elásticos (asfálticos en general). Cuando resulta imposible (o no es necesario) acceder al paramento exterior del muro ya sea porque el muro es lindero con otro terreno o las características del terreno permiten asegurar que no se producirán desmoronamientos; se construye en el perímetro de la excavación un tabique de ladrillo de panderete y sobre éste se ejecuta la aislación hidrófuga. En los casos que es necesario ejecutar submuraciones el trabajo puede ejecutarse sobre el paramento de las mismas, convenientemente tratado.

Siempre es conveniente terminar la superficie con pintura bituminosa para tapan posibles grietas o fisuras imperceptibles.

Como últimos recursos puede optarse por ejecutar un muro de hormigón hidrófugo o tratar el paramento interior como hemos indicado. Pero estas soluciones sólo deben adoptarse en casos extremos. En los sótanos es imprescindible ejecutar la aislación hidrófuga en el contrapiso.

La eliminación de la humedad en el interior de los edificios comprende otros aspectos; tales como disminuir la condensación del vapor de agua; los sistemas electro-osmóticos o inyección de productos en construcciones existentes; las barreras de vapor; los selladores de siliconas; los revestimientos y pinturas impermeables, etc.; a los cuales solamente hacemos referencia para que sean tenidos en cuenta en caso necesario.

La industria de la construcción, cuenta con empresas especializadas en asesoramiento y ejecución de este tipo de trabajos a las cuales se puede recurrir cuando la circunstancia así lo aconseje.

Formas de operar

El mortero se mezcla en la hormigonera y se transporta hasta la obra en baldes o canastas. Allí se coloca con la cuchara, se extiende con cuchara o fratacho y se alisa la superficie con la llana. Cuando se realiza el sellado o revoque impermeable en paramentos verticales se procede en forma similar al "revoque" grueso.

Cuando la capa aisladora se ejecuta con material asfáltico éste se derrite en tambores metálicos de 200 litros, se transporta en baldes y se extiende sobre la superficie con brochas, escobas, secadores, etc. Para facilitar esta operación se puede agregar (alejado del fuego) hasta un litro de gas-oil o querosén por cada balde de alquitrán derretido, antes de extenderlo.

Precauciones

Las aislaciones hidrófugas, sobre todo en contrapisos y sobre cimientos de muros; constituyen una de las operaciones más delicadas de las obras. Si no están bien ejecutadas son prácticamente **imposibles de corregir**, aún con costos elevados.

- ▶ Asegurar la continuidad de la aislación, cuidando especialmente los puntos de unión de los trabajos que se ejecuten en forma discontinua y en distintas partes de la obra (pisos, muros, techos, etc.).
- ▶ La superficie sobre la cual se aplica la aislación debe estar limpia de polvo, salitre, manchas de aceite o grasa y lo más lisa posible.
- ▶ Cuando se trabaja con hidrófugos el mortero no debe contener cal ni cemento de albañilería.
- ▶ Cuando se ejecuta aislación con mortero de cemento hay que asegurar el fragüe completo del mismo para evitar la aparición de grietas.
- ▶ Si se producen grietas o la capa aisladora se cuarteas es conveniente rehacer el trabajo.
- ▶ Es conveniente usar hidrófugos de origen mineral.
- ▶ La altura de la capa aisladora horizontal debe estar definida en el proyecto original, lo que significa establecer con precisión las características del piso previsto. En caso de sustitución de éste se debe contemplar esta situación.
- ▶ Sobre todo en zona sísmica hay que tratar que las capas aisladoras no interrumpan la continuidad de la construcción (muros, techos, estructuras).
- ▶ En el momento de ejecutar las aislaciones hay que preservar las armaduras de la estructura de hormigón para posibilitar la adherencia futura.
- ▶ Cuando se trabaja con materiales "a la vista" hay que cuidar que la aislación no quede expuesta o tratarla en forma adecuada.
- ▶ En los sótanos es imprescindible la aislación del contrapiso.
- ▶ Cuidar los efectos de las fuentes de calor en las cercanías de la aislación, durante la ejecución y a posteriori.

Elementos y personal necesarios para la operación

- ▶ cemento portland; arena mediana y fina; hidrófugo; agua (en lo posible potable); alquitrán, asfalto o brea; membranas asfálticas o elastoméricas; pintura bituminosa; ladrillos comunes (para tabique panderete); combustible (leña).
- ▶ mezcladora (hormigonera), baldes, canastas, cuchara, fratacho, llana, tambores para derretir asfalto, brochas, escobas, secador, reglas.

Andamios

Están constituidos por estructuras temporarias, más o menos complejas; destinadas al uso del personal de la obra que realiza las tareas de ejecución o mantenimiento de la misma. Comprenden desde los más simples que pueden usarse en una construcción corriente de planta baja hasta los más complejos, propios de un edificio en torre y que permiten llegar a todos los puntos de la obra.

Se emplean para realizar las tareas más diversas: ejecución de mampostería, revoques, revestimientos, estructuras, colocación de paneles, carpintería, vidrios, pintura, limpieza y mantenimiento de edificios, etc. Se usan cuando el trabajo a ejecutar está ubicado por encima de la altura que podría alcanzar el personal apoyado directamente sobre el terreno. Desde el punto de vista de su comportamiento estructural podemos diferenciar los tipos siguientes: apoyados, volados y colgados.

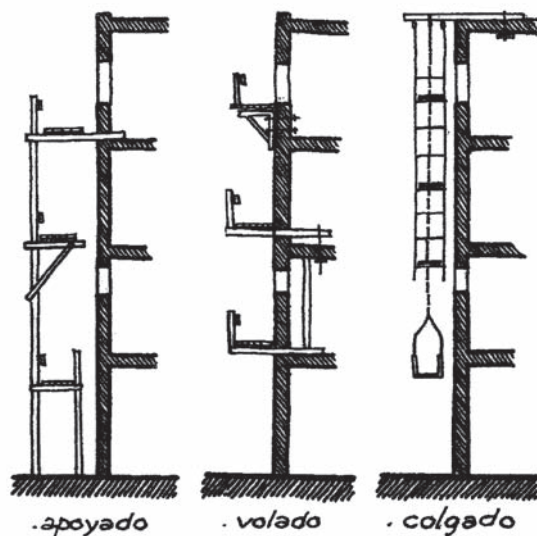
Los **apoyados** son lo que se sostienen en el piso, sea éste el terreno natural u otro piso artificial que pueden actuar como apoyo. Pueden ser independientes de la obra o apoyarse en ella.

Los **volados** se soportan en estructuras permanentes (la propia obra) o provisionales, que sobresalen del perímetro de la obra.

Los andamios **colgados** se suspenden de su parte superior, sin apoyarse en elementos intermedios o inferiores.

Para el armado se usan madera o elementos metálicos, separada o conjuntamente. Cualquiera sea el material usado para su ejecución o el tipo adoptado se debe procurar:

- ▶ Seguridad y solidez adecuada al tipo de trabajo a ejecutar y los elementos y materiales a soportar.
- ▶ Facilidad y rapidez en la tareas de montaje y desmontaje en obra.
- ▶ Aprovechamiento máximo, en una nueva obra, de los elementos recuperados en el desmontaje.
- ▶ Mínimo peso para economizar en gasto de transporte.
- ▶ Facilidad de conservación en condiciones normales, eliminando al máximo las reparaciones y el mantenimiento.



- Flexibilidad en el uso y adaptabilidad a las situaciones cambiantes en la misma o en distinta obra.

A. ANDAMIOS APOYADOS

Se pueden distinguir dos tipos: apoyados en caballetes y en armazones.

Los **caballetes** están constituidos por dos pies en forma de V, unidos entre sí; sobre los cuales se apoyan los tablones que sirven de superficie sobre la cual se desplaza el personal de la obra. Cuando se usa madera; ésta se une por medio de clavos. Con madera sólo pueden ejecutarse caballetes fijos o rígidos (no regulables). Con metal pueden ejecutarse de los dos tipos. También se fabrican caballetes regulables que permiten variar la altura y el ancho, dentro de ciertos límites; para ser adaptados a las distintas necesidades de la obra y en los más complejos se agrega la posibilidad de plegarlos para facilitar las tareas de almacenamiento y transporte.

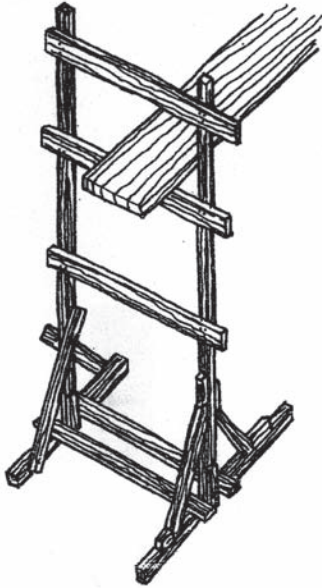
Otro tipo de caballete, regulable ("telescópico" o "a cremallera") está constituido por un trípode metálico, que resulta muy práctico cuando hay que realizar trabajos en espacios de pequeñas dimensiones, en donde el cabezal permite colocar solamente un tablón o tirante (para apoyar tablones). En general los caballetes se usan para realizar trabajos que no sobrepasen los 2.00 a 2.50 m de altura. Cuando se debe superar esa altura deben reemplazarse por los armazones.

Los **armazones** están constituidos por parantes (pies derechos) y travesaños que conforman una estructura resistente para soportar una o más plataformas de trabajo. Pueden ser fijos (o inmóviles) o desplazables.

Los armazones fijos de **madera** pueden estar "adosados" o "independientes" (separados) del edificio.

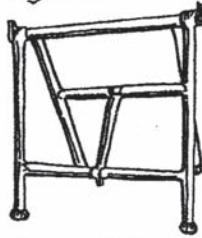
Los armazones adosados están constituidos por una sola hilera de parantes (montantes) unidos entre sí por vigas longitudinales (correderas) y por travesaños unidos al edificio. Los tra-

► Andamios apoyados



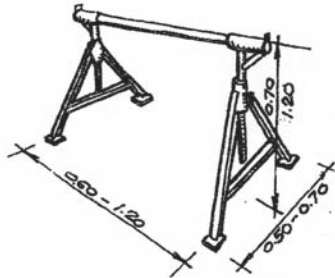
.cabelletes de madera

.plegable

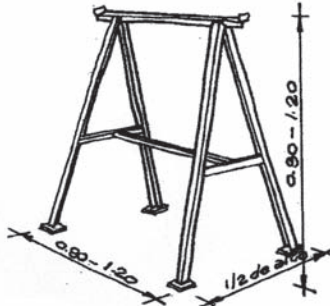


alturas : 0.75, 1.00
1.30 y 1.50

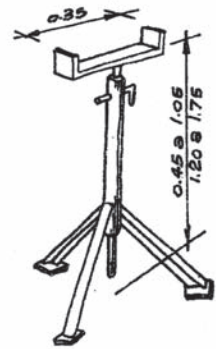
.telescópico plegable
(abatible)



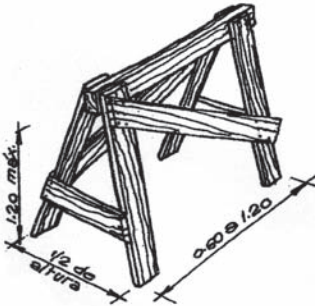
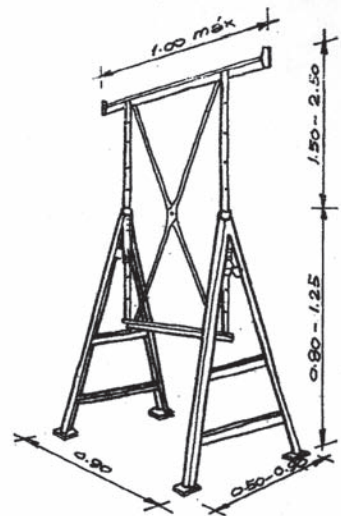
.cabelleto de metal



.telescópico
de tripode



.telescópico plegable

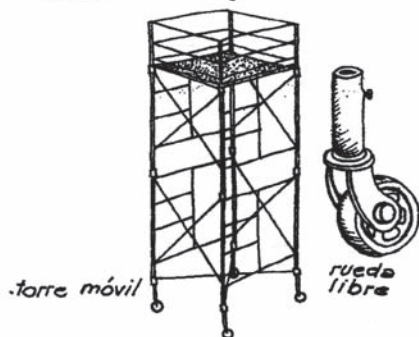
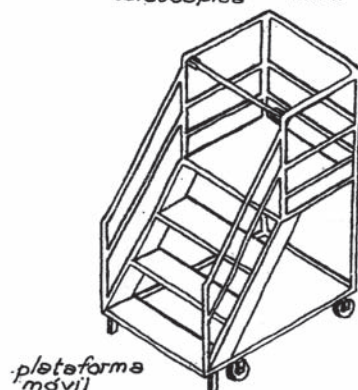
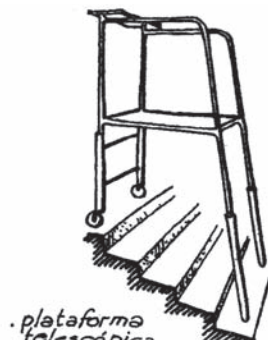
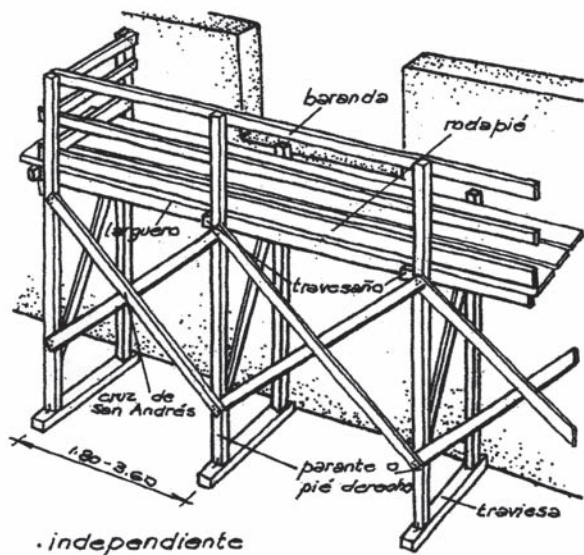
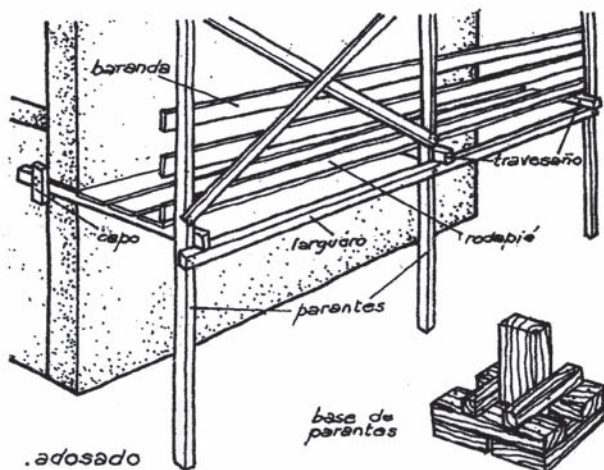


vesaños atraviesan la mampostería y se ajustan en el interior con riostras o cepos. Si el travesañ coincide con una abertura se apoya en puntales o parantes afirmados convenientemente.

Los armazones independientes se conforman con dos hileras de parantes unidas entre sí por vigas longitudinales y travesaños y arriostrados por medio de cruces de San Andrés. Los parantes pueden apoyar sobre travesaños o empotrarse en el suelo, por lo menos 0,50 m; sobre zapatas. Como elemento de seguridad para el personal se agregan barandas (superior, intermedia y rodapié). El ancho de la plataforma tiene que guardar relación con las tareas que se tiene previsto realizar (entre 0,60 y 0,80 m, máximo 1,50m).

La distancia entre parantes puede variar de 1,80 a 3,60 m. Para luces mayores es necesario realizar el cálculo respectivo. Los parantes pueden alcanzar los 8,00 m de altura de una sola

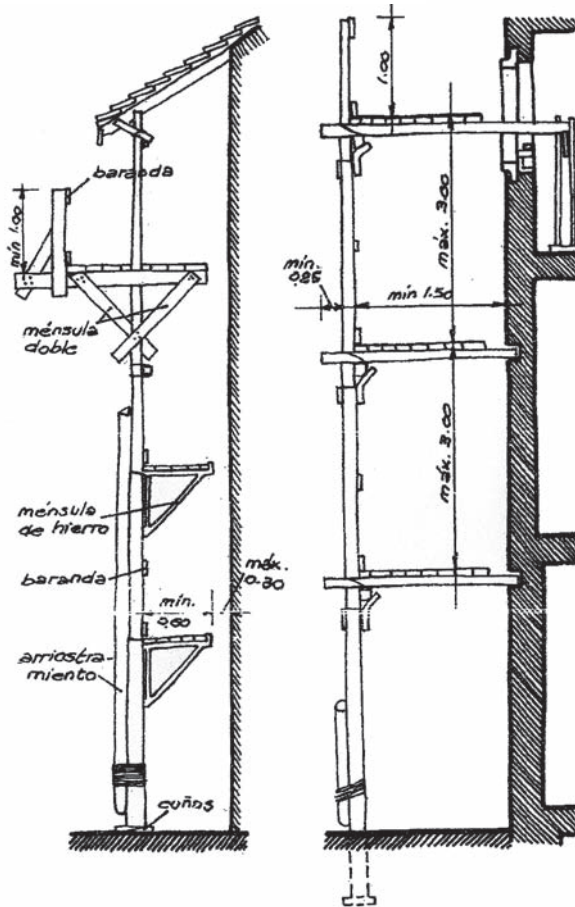
► Andamios apoyados



pieza. Para alturas mayores hay que efectuar empalmes. Para obras pequeñas o cuando es abundante, se usa la madera. Este material requiere mayor trabajo de armado y desarmado, debiéndose seleccionar con cuidado los elementos. En general se producen desperdicios por los sucesivos cortes y siempre se presenta la posibilidad de presencia de clavos después del desarmado, con riesgo de lastimaduras para los operarios.

Los armazones fijos de metal presentan mayor facilidad de armado y desarmado. Son especialmente indicados para obras de gran altura; son más fáciles de transportar y almacenar y no presentan desperdicios. Se pueden combinar con el uso de tabloncillos de aluminio o chapa de acero doblada, que resultan más livianos y fáciles de manipular. Requieren un mantenimiento permanente para evitar el deterioro y oxidación. El costo inicial es considerablemente mayor

► Andamios apoyados



pero su duración y economía en el uso justifican la inversión. También pueden alquilarse. Se distinguen dos tipos: de "tubos de armar" y de "bastidores prearmados".

Los tubos para armar" se unen mediante "nudos" o "cuñas".

En el caso de los **nudos** los caños se unen mediante "bridas" y "espigas". Consiste en un conjunto de piezas que ajustan los tubos por presión de tornillos y tuercas.

En el sistema de **cuñas** el acople de montantes, largueros y diagonales (riostras) se realiza a golpes de martillo. Para apoyar los parantes se usan distintos tipos de bases (regulables o fijas), que deben colocarse sobre piso firme o zapatas para distribuir mejor las cargas y evitar hundimientos. Para los dos casos la industria ofrece diversos sistemas, patentados la mayoría de ellos.

Fuera de los casos simples es conveniente verificar la resistencia de los diversos elementos mediante el cálculo respectivo, previo al armado y uso. El montaje debe ser realizado por personal especializado, cuidando especialmente el apriete de los tornillos y la fijación del andamiaje a alguna parte del edificio suficientemente estable.

Los "bastidores prearmados" fijados se ejecutan de tubos de metal y la industria ofrece varios tipos de ellos. Consisten en chasis modulados de tubos de metal que se puede superpo-

ner mediante el encastre simple. Para asegurar la estabilidad y mejorar el uso se refuerzan con largueros y diagonales. El ajuste de las piezas, según el sistema; se realiza con tornillos, perno y chaveta elástica, cuña, brida o abrazadera o pestillo de fijación. El sistema tiene previsto la incorporación de barandas, escaleras y otros elementos para diversificar el uso.

Estos andamios pueden usarse tanto en terrenos horizontales como inclinados. Tienen la ventaja de mantener la distancia entre parantes. Como en el caso anterior requieren personal especializado para las operaciones de montaje y desmontaje.

Los andamios **desplazables** o móviles son estructuras, generalmente de metal; apoyados sobre ruedas para permitir un desplazamiento rápido hasta los distintos lugares de trabajo.

Hay dos tipos: las "plataformas" con una altura fija que puede ser distinta para cada plataforma; y las torres" que pueden variar la altura por el hecho de ser conformadas con elementos modulares que se superponen.

Las plataformas tienen barandas fijas, en todo el perímetro, excepto en el acceso que es móvil. Tienen cuatro ruedas, dos libres y dos con traba. La superficie de trabajo debe ser antideslizante; de 0,50 m² por persona; con baranda de 0,80 de altura. Pueden ser conformadas, salvo las ruedas; con los elementos descritos anteriormente. El mantenimiento es el mismo.

B. ANDAMIOS VOLADOS

Se presentan en dos tipos: volados sobre vigas y sobre ménsulas.

En los andamios volados **sobre vigas** la plataforma de trabajo apoya sobre elementos horizontales (vigas, "parales" o "machinales") que sobresalen del paramento exterior del edificio. Las vigas pueden ser de madera o metal.

Cuando se usa madera conviene que ésta no sobresalga más de la tercera parte de su longitud (para un voladizo de 1,50 m hace falta un viga de 4,50 m). La viga debe apoyar sobre la parte resistente de la construcción y estar anclada con abrazaderas de hierro redondo. La separación entre vigas oscila entre 1,20 y 1,80 m y la plataforma de trabajo puede tener un ancho de 0,60 a 1,50 m.

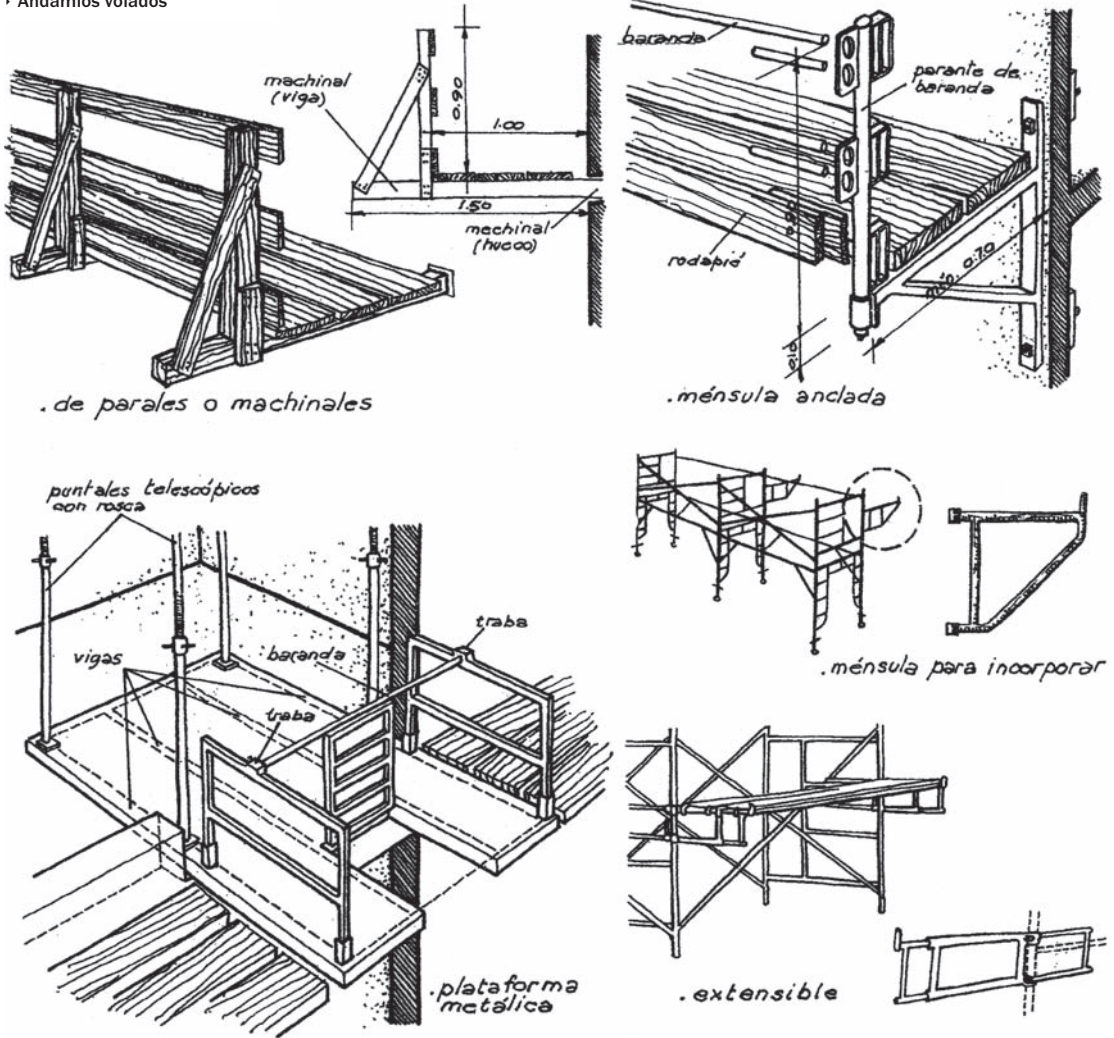
La baranda de la plataforma debe tener entre 0,90 y 1,00 m de alto y sostenida de la viga con un sistema triangulado que resista el empuje de las personas que se apoyan en forma normal sobre ella; con pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Para facilitar el trabajo suele colocarse, interrumpiendo la plataforma de trabajo; una plataforma de **carga y descarga** frente a alguna abertura para permitir la llegada de materiales y elementos que se usan en la obra; con elementos de protección adecuados. Una vez finalizada la descarga este trozo de plataforma se incorpora al resto para realizar los trabajos.

Los andamios volados **sobre ménsulas** son plataformas de trabajo que apoyan sobre un bastidor metálico en forma de triángulo rectángulo que actúa como cartela. Pueden ser ancladas o desfasadas.

Las ménsulas **ancladas** se fabrican con perfiles o tubos metálicos y se usan para trabajos pequeños donde no se requiere acumulación de materiales, equipos o personas. En casos especiales se ejecutan ménsulas de mayor tamaño que deben ser verificadas mediante el cálculo estructural respectivo. El ancho habitual no pasa de 0,70 m y la separación entre ménsulas de 3,50 m.

• Andamios volados



La baranda generalmente se apoya en dispositivos que tiene la propia ménsula y debe ser de las características indicadas en los casos anteriores descriptos. Las ménsulas **desfasadas** son un complemento de los "bastidores prearmados" en los cuales se insertan. En realidad son un "suplemento para construir un voladizo". En estos casos es fundamental que el sistema de unión sea seguro y que el bastidor de apoyo esté perfectamente apoyado y en condiciones de resistir los esfuerzos que provoca la carga excéntrica que se agrega.

En algunos casos se usan plataformas desfasadas, como prolongación de otras; para acceder al paramento en las partes rehundidas. Pueden solucionarse con soportes fijos o por medio de bastidores que se desplazan usando como guías correderas elementos del andamio principal.

Asimismo, las ménsulas pueden apoyar en una estructura independiente del edificio, compuesta por parantes metálicos o de madera; fijados en algún punto a la construcción, estables en sí mismos.

C. ANDAMIOS COLGADOS

Los andamios colgados pueden ser fijos o móviles.

Los colgados **fijos** no modifican su ubicación durante el transcurso de los trabajos y están constituidos por vigas (casi siempre metálicas), ubicadas en las partes superiores del edificio; que sostiene un conjunto de elementos, siempre metálicos; sobre los que apoyan las plataformas de trabajo. Pueden ser "prearmados" o "de escalerillas".

Los andamios colgados fijos **prearmados** están formados por la viga superior con orificios ("ojales"), desde los cuales se "cuelgan" los bastidores de tubos de acero que, por medio de "peldaños", permiten apoyar las plataformas de trabajo a la altura deseada. Los bastidores tienen en los extremos dispositivos de enganche que permiten acoplarlos y alcanzar alturas de hasta 18,00 m. Para rigidizar el conjunto los bastidores se arriostan entre sí ("tijera" o Cruz de San Andrés).

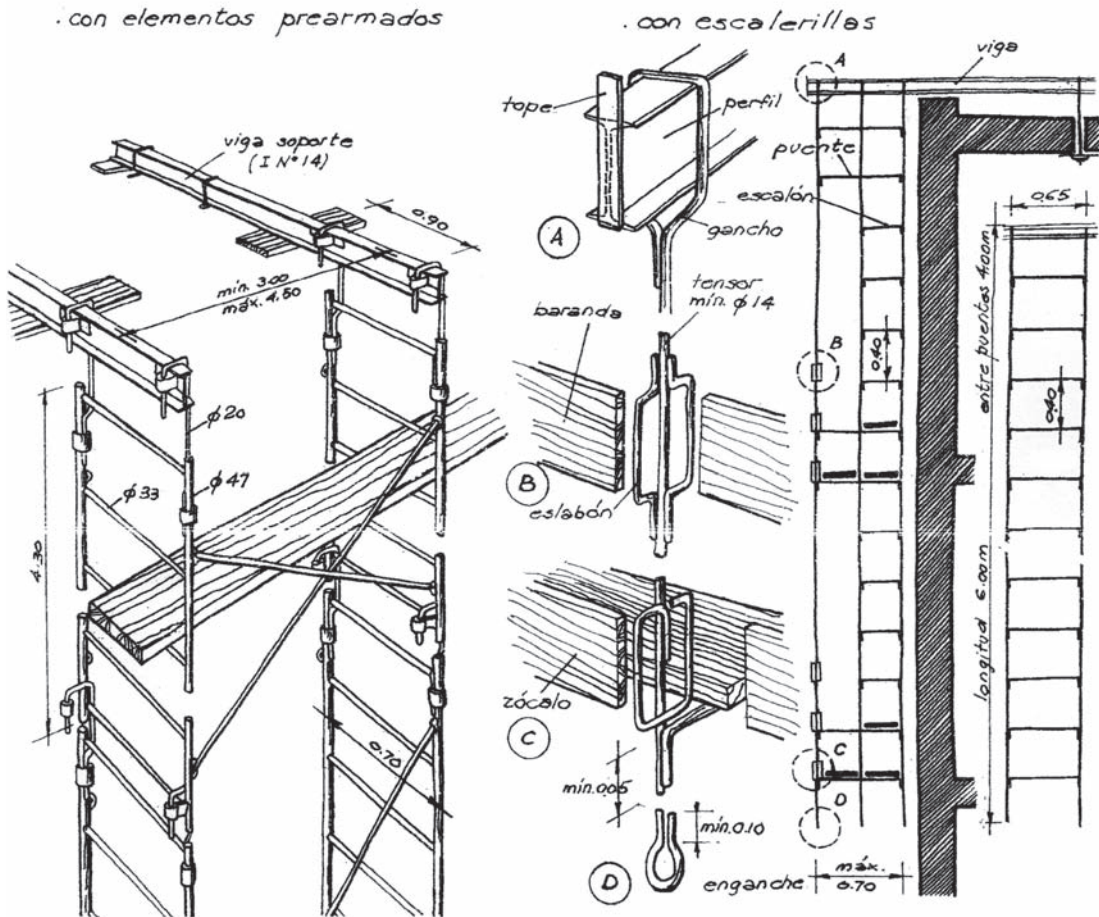
Los colgados fijos de **escalerilla** están formados por estructuras ejecutadas con barras redondas de acero de construcción sostenidas de perfiles de acero ubicados en las partes superiores del edificio. Sobre estas armaduras se colocan las plataformas de trabajo y los elementos de protección.

Tienen la ventaja de prepararse con los medios de la misma obra y son especialmente indicados para los casos de grandes superficies (sin salientes ni entrantes), pudiendo alcanzar los 36,00 m de altura. Estas estructuras deben ser calculadas por especialistas, con coeficientes de seguridad mínimo 3. Deben estar ancladas con tornillos pasantes a partes estructurales firmes del edificio. La escalerrilla debe ser ejecutada con barras nuevas, rectas, sin defectos, dobladas de primera intención. En general se usan para su construcción barras de acero de 14 mm de diámetro (una o más, según cálculo). Los tensores verticales se unen por "puentes" y "escalones". En los puentes se colocan las plataformas de trabajo. En coincidencia con ellos deben preverse los apoyos de los elementos de protección. Los escalones se ejecutan con una sola barra y se unen a dos tensores contiguos; los puentes son de dos barras y apoyan en los tres tensores. Las escalerillas se ejecutan para sostener sólo dos tablones (0,60 m). La separación de la escalerillas no debe sobrepasar los 3,75 m.

Las escalerillas se "enganchan" entre sí, reforzadas con anillos de seguridad. La baranda se resuelve como en los otros casos, mediante "eslabones" especiales. Los andamios colgados **móviles** son los que, colgados mediante sogas o cables; pueden ascender y descender al nivel de trabajo con el uso de sistemas de tornos elevadores y poleas. También pueden desplazarse en sentido horizontal. Es decir que pueden ser uni y bidireccional ("balancines"). En los dos casos pueden ser "livianos" (para cargas de hasta 1.000 kg.) y "pesados" (hasta más de 2.000 kg.). La plataforma de trabajo puede estar constituida por dos tablones (0,60 m de ancho) o una "barquilla" prearmada, sostenida por un crique en cada bastidor. En los pesados pueden hacer falta dos criques por bastidor.

Las plataformas no deben exceder los 8,00 m de largo y cuando superan los 4,50 m deben sostenerse con tres sogas o cables. En los balancines livianos el ancho alcanza 0,60 m y en los pesados puede llegar a 1,50 m. El vuelo de los tablones no debe superar los 0,75 m de los bastidores. Deben tener baranda en todo el perímetro: de 0,90 m en los laterales y exterior y 0,70 m en el lado que enfrenta al edificio. Cuando los operarios trabajan de pie la separación entre la plataforma y el paramento es de 0,10 m y para operarios sentados 0,30 m. El accionamiento de

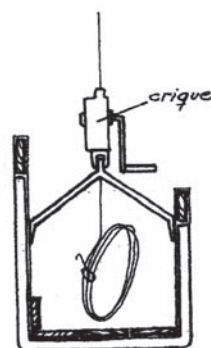
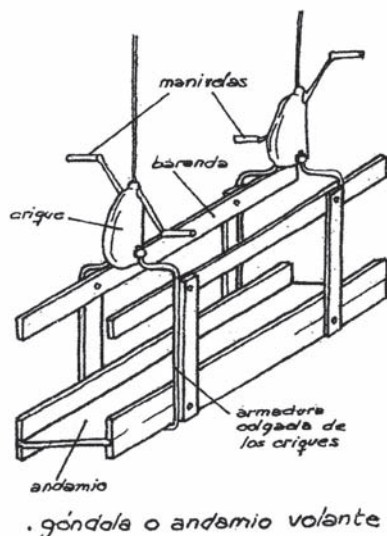
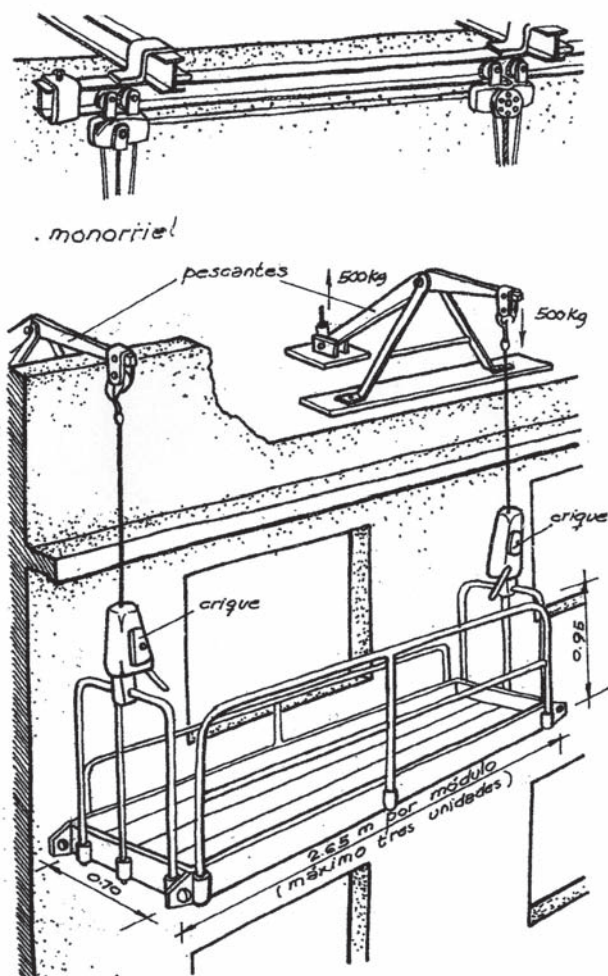
Andamios colgados



los criques puede ser manual o mediante motor, pero en todos los casos deben contar con dispositivos para asegurar la retención automática.

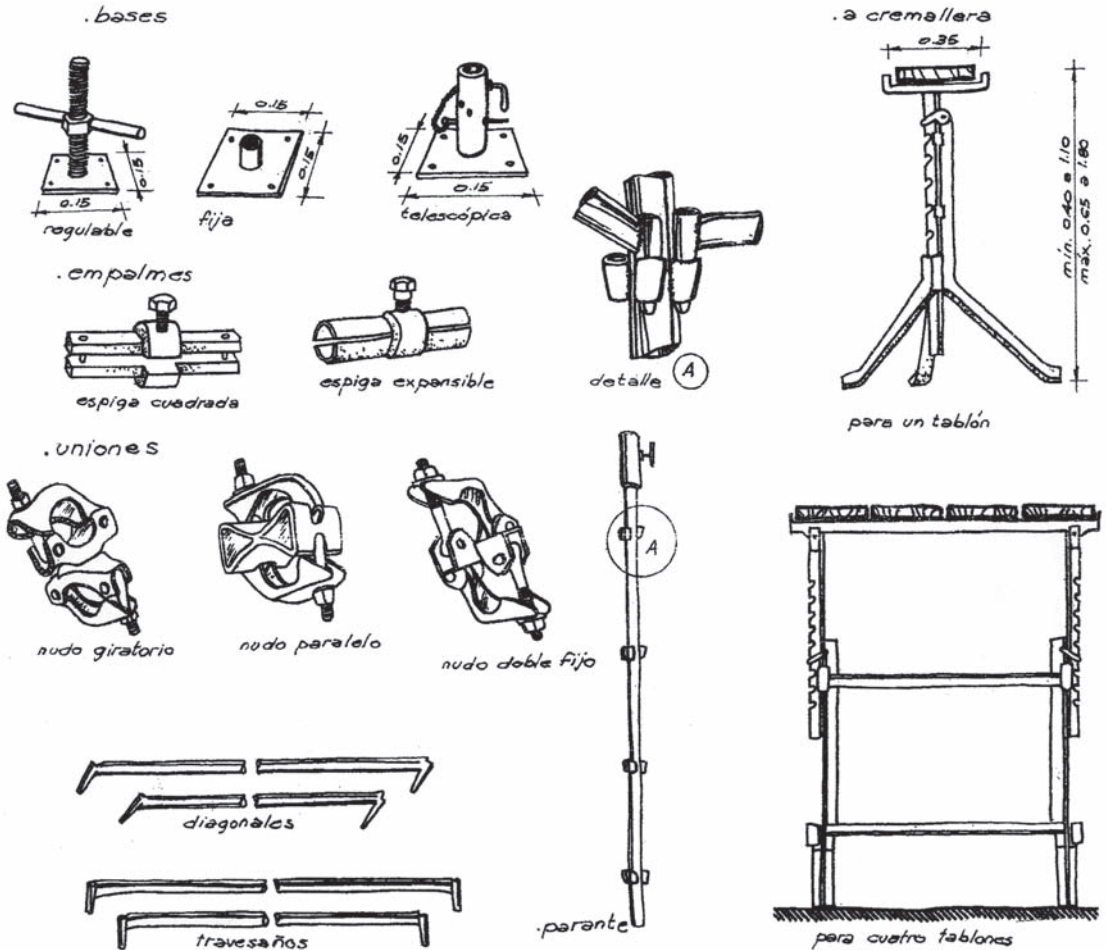
Los **bidireccionales** tienen la mismas características que los unidireccionales pero varía el sistema de apoyo en la parte superior. De las vigas superiores se "cuelga" (soldado, remachado o abulonado) un perfil transversal, paralelo al muro. El ala superior del perfil se une a las vigas y el ala inferior sirve de corredera para el sistema de rodamiento que sostiene los cables. Los "carritos" se mantienen separados por caños o barras y se desplazan por medio de un juego de poleas a lo largo del perfil, que termina con topes removibles que permiten sustituir los rodamientos en caso necesario. El "monorriel" puede ser incorporado en forma permanente al edificio para permitir otros usos (elevación de elementos durante la ejecución de la obra y muebles después de terminada y para trabajos de reparación y mantenimiento) y con un adecuado tratamiento puede incorporarse a la expresión formal de la obra.

► Andamios colgados



Obviamente, existe la posibilidad de usar andamios **combinados**. Por otra parte, el listado descrito no es exhaustivo; incluye los más usuales. En cada caso el profesional responsable de la obra debe decidir el tipo de andamio a usar, atendiendo a consideraciones de carácter técnico, económico, de oportunidad, de disponibilidad de elementos y personal, tamaño de la obra, plazo de ejecución, etc. El tema de los andamios, al igual que otras operaciones de obra es propio de especialistas, a los cuales conviene recurrir en caso de duda y cuando la característica del trabajo a realizar lo aconseje. En los casos simples, en obra de escasa magnitud, las tareas suelen ser ejecutadas por el personal que trabaja en "encofrados", actividad con la cual tiene alguna similitud.

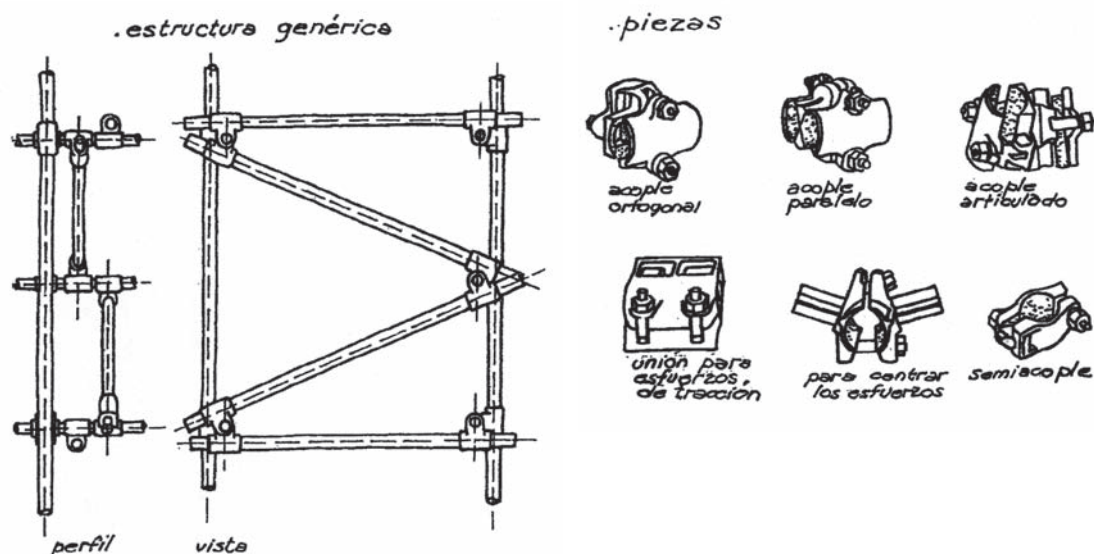
► Elementos constitutivos



Precauciones

Los andamios, como habíamos dicho, son construcciones temporarias que posibilitan la ejecución de trabajos en la obra. A pesar de su carácter provisorio debe cuidarse especialmente su ejecución ya que los operarios se encuentran permanentemente en movimiento, realizando tareas, manejando herramientas y materiales de diverso tipo y tamaño y deben moverse con la seguridad de no correr ningún peligro. Hay que procurar que los andamios aparte de serlo, den la "sensación" de no presentar ningún riesgo para el uso, para evitar la aprensión de los operarios para su utilización. En caso de duda debe hacerse la verificación estructural de los elementos. Pero no es suficiente. Debe complementarse con la asignación de las tareas a personal experto, dotado de los elementos de seguridad reglamentarios; en condiciones mentales y físicas adecuadas. Las medidas deben extremarse a medida que aumenta la altura del trabajo.

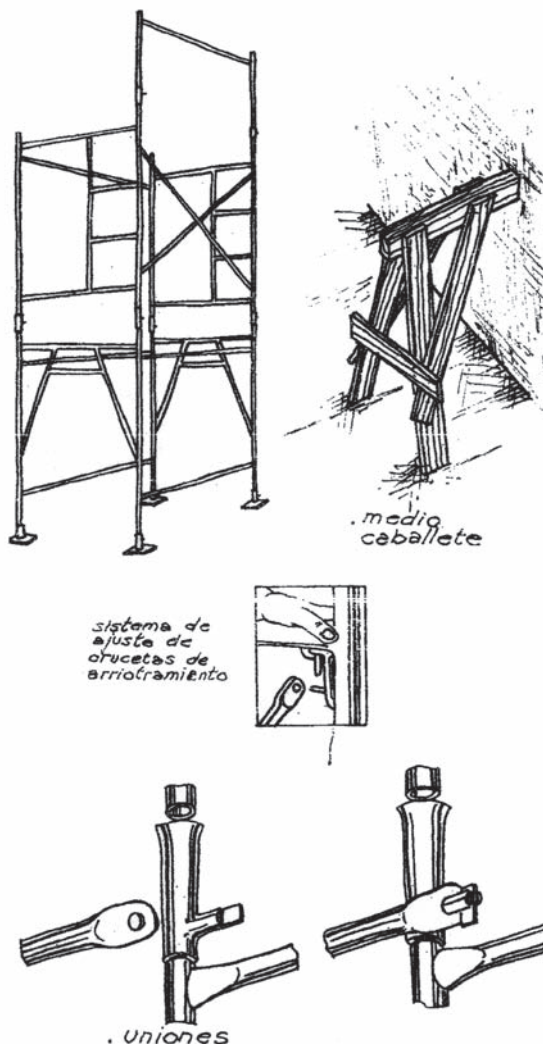
► Unión de dos elementos



De todas maneras hay que adoptar las siguientes precauciones:

- Los parantes deben apoyar sobre terreno (natural o construido) horizontal para evitar desplazamientos en los casos de apoyos independientes y mucho más cuando forman parte de una estructura solidaria.
- Los riesgos son para los operarios que están arriba, pero también para las personas que circulan abajo. Es conveniente determinar una "zona de seguridad" que no debe invadirse.
- Cuando los andamios se "vinculan" a la construcción hay que hacerlo a partes suficientemente estables, preferiblemente a estructuras de hormigón.
- Hay que respetar las características (anchos, separación entre apoyos, calidad de materiales, etc.) aconsejadas y no superar las cargas máximas establecidas.
- Después de haber interrumpido el uso de los andamios por algún tiempo es conveniente revisarlos en todas sus partes antes de usarlos nuevamente.
- Al terminar la jornada de trabajo deben retirarse todos los elementos sueltos depositados en las plataformas de trabajo.
- Los tabloncillos deben asegurarse en los apoyos y verificar permanentemente el posible corrimiento por efecto de los movimientos durante el uso.
- Cuando se coloca más de un tablón deben solidarizarse entre sí con travesaños, colocados por debajo para evitar tropiezos.
- Las barandas deben colocarse siempre en el lado **interior**, las correderas y riostras en el exterior.
- Las barandas deben materializarse con elementos rígidos. No usar sogas, cordeles ni cables.

► Otros tipos de andamios



- Es conveniente usar "bandejas" de protección para recoger los elementos que caen.
- Cuando se usa **madera**, ésta debe ser sana, con vetas rectas, sin nudos, sin pintar para que los defectos queden a la vista. Deben evitarse los empalmes y cuando esto no sea posible, hacerlos de 1.00 m como mínimo.
- Los andamios **metálicos** deben pintarse, previa mano de antióxido, verificando las uniones (soldadas, remachadas, abulonadas, etc.) y el pandeo de los elementos. Los extremos deben ser lisos, sin rebabas, para evitar los cortes al personal. El mantenimiento debe ser permanente.
- Cuando se trabaja con elementos metálicos hay que adoptar las precauciones que eviten el contacto con la instalación eléctrica.

Caballetes

- ▶ El ancho mínimo para colocar dos tablones es de 0,60 m.
- ▶ No se deben superponer. Cuando sea necesario aumentar la altura se debe "construir un piso" total y sobre éste colocar recién los caballetes.
- ▶ Para tablones de 4.00 m es necesario colocar tres apoyos.
- ▶ Los tablones no deben separarse más de 0,20 m y los voladizos extremos no deben sobrepasar esa medida.

Armazones fijos

- ▶ En el apoyo de los parantes sobre el terreno deben colocarse elementos para impedir que se hundan y/o deslicen.
- ▶ Los arriostramientos deben hacerse en elementos estables de la construcción.
- ▶ Al desarmar el andamio las partes no deben ser "arrojadas", para evitar deterioros (roturas, pandeos, etc.).

Armazones desplazables:

- ▶ Deben ser arriostrados, después de emplazarlos en el lugar de trabajo, inmovilizando las ruedas.
- ▶ La altura del andamio no puede ser mayor de cuatro veces el lado mínimo de la base.
- ▶ Para cambiarlos de ubicación se deben retirar todos los elementos sueltos apoyados sobre ellos.

Volados

- ▶ Las vigas superiores de apoyo deben atarse a la estructura del edificio. No deben usarse bolsas de arena, bloques u otros elementos "suelos" como contrapeso.
- ▶ Hay que alivianar al máximo las plataformas.
- ▶ Es conveniente anclar las ménsulas a elementos estructurales del edificio (de hormigón o metálicas).
- ▶ Los anclajes deben ejecutarse mediante pernos pasantes, con arandela, tuerca y contratuerca.

Colgados

- ▶ No se permite aclopar más de cuatro módulos.
- ▶ No superar la separación máxima entre apoyos.
- ▶ Las vigas superiores de sostén deben ser metálicas. No deben sustituirse por rollos o tirantes de madera.

- ▶ Es muy importante el arriostramiento, sobre todo cuando corre viento.
- ▶ Verificar especialmente el estado de sogas, cables y poleas.

Elementos y personal necesarios para la operación:

Madera:

tablas de 1"x4", 1"x6"; tabloncillos de 2"x12", rollizos de 0,12 cm de diámetro mínimo; tirantes de 2"x2"; 2"x3"; 3"x3" y 4"x4".

Metal:

clavos punta París de 2", 2 1/2" y 3"; alambre negro n°14; hierro redondo de 4,2; 6; 14 y 20 mm de diámetro; planchuelas de 1/4"x2" y 2 1/2"; perfiles de acero L y T de 2" y 2 1/2", doble T n°14; pernos de 12 y 14 mm de diámetro; tubos (caños) negros de 2", 2 1/2" y 3" de diámetro y piezas especiales de unión, según sistema; cables de acero de diversos diámetros.

Herramientas: serrucho, martillo de carpintero, maza, tenazas, pinzas, llaves de diversos tipos.

El personal debe actuar con la supervisión del profesional responsable de la obra.

En casos simples la tarea puede realizarla el personal adiestrado para este fin o el vinculado con los "encofrados".

En los casos más complejos hay que recurrir a personal especializado o encargar el trabajo a empresas dedicadas exclusivamente a este tipo de trabajos.

CAPÍTULO X

Hormigón

Se conoce con este nombre a la mezcla constituida por materiales inertes (agregados finos y gruesos) que se unen por medio de una pasta de cemento y agua, que actúa como elemento activo ligante; la que una vez endurecida adquiere consistencia pétreo. (En rigor es una roca sintética cuyo nombre sería "roca bioclástica").

La pasta recubre las partículas inertes, ligándolas entre sí, conformando un sólido cuyas principales características son la resistencia y durabilidad. Estas dependen de la relación agua-cemento, la calidad y cantidad de los materiales y también de la tecnología (preparación, colado y curado) empleada.

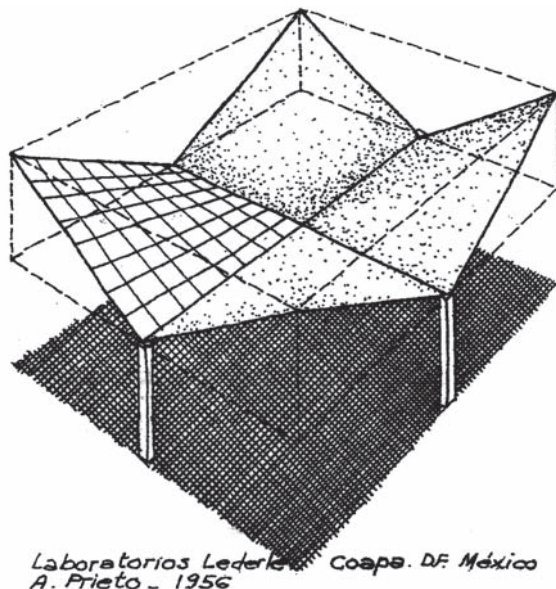
Podemos distinguir dos tipos de hormigón: **simple** y **armado** (incluidos el pre y el postensado). Este resulta de agregar armadura metálica de acero al hormigón simple.

Componentes del hormigón simple

Se denomina **dosificación** a la cantidad en que intervienen los componentes del hormigón, salvo el agua. Se expresa por medio de una proporción en peso de los mismos (Ejemplo: 1:2:3, significa que los componentes son: 1 parte de cemento, 2 de agregados finos y 3 de agregados gruesos). También se puede expresar 1: 2: 3 (cemento, arena gruesa, canto rodado)

La cantidad de cemento se expresa también por los kilogramos por m^3 de hormigón elaborado (Ejemplo: $250 \text{ kg}/m^3$, significa 250 kilogramos de cemento por cada metro cúbico de hormigón colocado en la obra). La cantidad de agua se expresa por la relación entre la cantidad de agua y el cemento de la mezcla. Se denomina **relación agua-cemento** (alrededor de 0,4 a 0,6). (Ver Apéndice).

- a. **Cemento portland:** Para estructuras corrientes se usan dos tipos fundamentales: cemento portland normal y de alta resistencia inicial, en los cuales varía el tiempo



en que el hormigón adquiere resistencia; aunque con el tiempo se igualan. Se fabrican otros tipos (ver Capítulo "Materiales de Construcción" (cemento portland)).

b. Agregados finos: Arenas naturales y artificiales, las que se encuentran en los lechos de los ríos, en costas marítimas o en yacimientos terrestres, con aristas redondeadas ("arena de cantera") y las que provienen de la trituración de rocas, con aristas vivas, en general de origen granítico; respectivamente. Se clasifican en finas, medianas y gruesas; de acuerdo a su "granulometría" (proporción de los distintos tamaños).

Para ser usadas las arenas deben estar limpias, libres de impurezas orgánicas, arcilla o limo y de inclusiones salinas. Es posible mejorar la calidad mediante el lavado, en caso necesario.

c. Agregados gruesos: Son de mayor tamaño que los anteriores y provienen del mismo origen. El tamaño máximo del agregado queda limitado por el espesor del elemento estructural a construir. En general no debe superar $1/3$ del espesor del elemento y cuando la armadura es muy densa no conviene que sobrepase a $1/4$ de dicha dimensión.

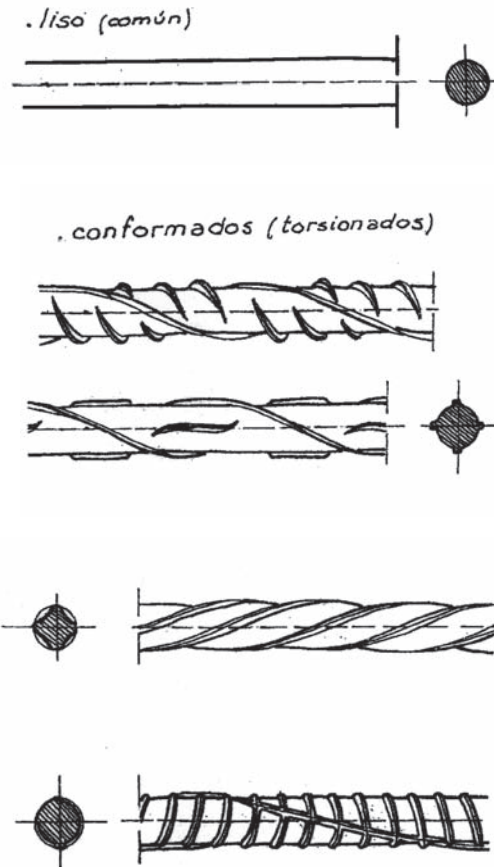
El agregado grueso debe ser sano, no friable, libre de impurezas (limo u orgánicas) y de forma poliédrica (no aplanadas).

En realidad los agregados finos y gruesos no son absolutamente inertes. En mayor o menor escala se producen reacciones químicas entre los áridos y la pasta de cemento.

d. Agua de amasado: Debe ser limpia, exenta de álcalis o sustancias orgánicas. En general el agua potable es apta para el amasado del hormigón.

Cuando existen dudas sobre la calidad del agua se pueden preparar probetas con ella y otras con agua de reconocida calidad. Si la resistencia de las probetas preparadas

▸ Barras de acero



con el agua cuestionada sobrepasa el 90% de las otras se puede usar sin inconveniente. Siempre se trata de incorporar el mínimo de agua, ya que la misma, al evaporarse, deja huecos que reducen la resistencia del hormigón.

A estos componentes se pueden agregar "aditivos" que permiten facilitar las operaciones y también mejorar el comportamiento del hormigón (ver capítulo "Materiales de Construcción" ["sika"]). Los aditivos pueden incorporarse en el momento del mezclado o en el propio cemento (en este caso se denomina cemento con aditivos).

Componentes del hormigón armado

El hormigón armado resulta de agregar "armadura" (barras de acero) al hormigón simple. El hormigón resiste bien a la compresión y las barras de acero a la tracción. La característica principal que permite considerar al hormigón armado como un sólido único es la **adherencia**.

Las **armaduras** están constituidas por barras redondas de acero con superficie lisa o conformada, con diversos límites de fluencia. Se fabrican en diámetros que van de 4,2 a 40 mm (de 2 en 2 mm, salvo algunos diámetros); para ser usados en las **barras longitudinales**, que absorben prácticamente todos los esfuerzos de tracción y las barras de **repartición** y **estribos** que permiten mantener la posición adecuada de las barras; de acuerdo a las necesidades surgidas del cálculo.

Las barras **lisas** son de dureza natural, maleables y soldables sin que se alteren sus características mecánicas. De acuerdo a las normas alcanzan una resistencia admisible (coeficiente de seguridad: 1,71, referido al límite de fluencia) de 1.200 a 1.600 kg/cm² (de superficie de la sección).

Las barras **conformadas** se fabrican con acero de alta calidad con las mismas características que las anteriores.

Por efecto de las asperezas o relieves que presentan, su superficie aumenta notablemente y en consecuencia su adherencia al hormigón, con lo que pueden alcanzarse resistencia a la tracción que según normas varían de 1.800 a 2.400 kg/cm².

Las barras de acero **torsionado** son de acero común que adquieren mayor resistencia por la deformación practicada. La industria ofrece diversos tipos, pero los más usados tiene un doble filete y relieves trefilados, con límites de elasticidad que varían de 4.000 a 6.000 kg/cm². Varían de diámetros 6 a 10 mm, de 1 en 1 mm y de 10 a 34 mm, de 2 a 2 mm.

Con destino a la producción de elementos (vigas, viguetas, losas, etc.) estructurales pretensados se fabrican aceros especiales de **alta resistencia** que alcanzan tensiones admisibles de 11.000 kg/cm². Se presentan en trenzas bi y trifilares, en rollos.

A medida que aumenta la tensión admisible del acero debe aumentarse la calidad del hormigón; sólo posible mejorando la calidad de los componentes, la relación agua-cemento, la cantidad de cemento por unidad de volumen y las tareas de elaboración.

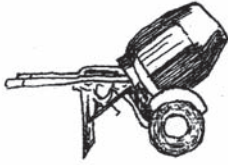
También se fabrican **mallas soldadas** de acero de alto límite de fluencia, que permiten sustituir las ataduras de las barras con alambres (ver capítulo "Materiales de Construcción" ["malla de acero"]).

El peso específico aparente del hormigón simple alcanza los 2.200 kg/m³ y el armado 2.400 kg/m³, con áridos habituales.

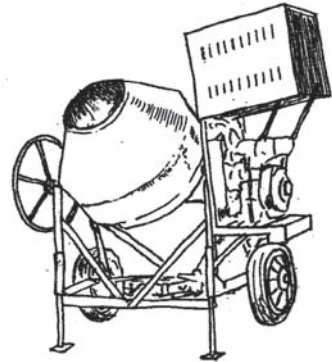
Elaboración del hormigón

Comprende las operaciones necesarias para la preparación del hormigón y su colocación en la obra. Sintéticamente son las siguientes (contando con la existencia de cemento, áridos y agua en la obra): a) medición del cemento; b) medición de los áridos, c) medición del agua; d) mezclado de los componentes; e) transporte y volcado en la obra (zanjas o encontrado); f) compactación de la mezcla y g) endurecimiento y curado. Las operaciones pueden desarrollarse en forma manual o con el empleo de máquinas, pudiendo llegar a automatizarse todo el proceso. Las características de la obra y las posibilidades técnicas de la empresa deciden en cada caso el método a seguir. Es posible también contratar la operación con empresas especializadas en este tipo de trabajo.

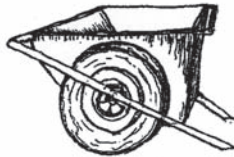
► Máquinas



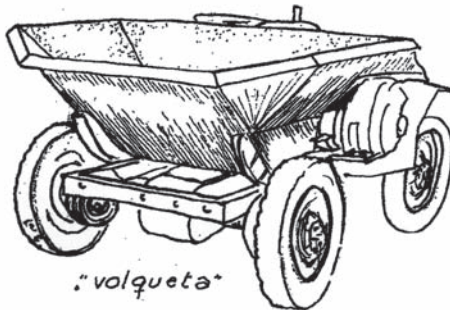
.hormigonera portátil



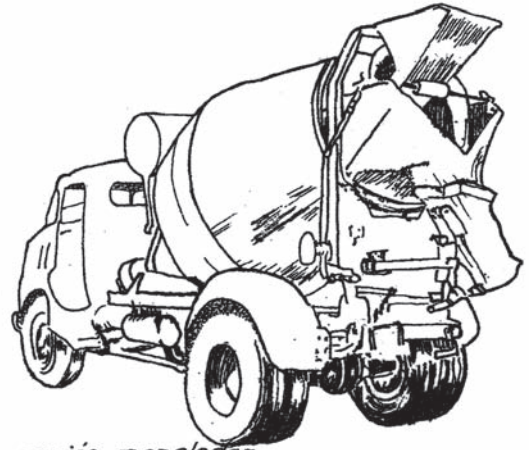
.hormigonera con tambor basculante



.carrito volcador



."volqueta"

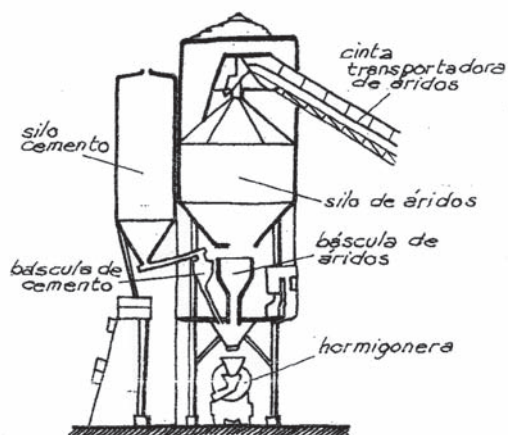


.camión mezclador

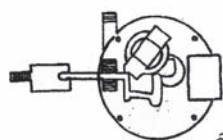
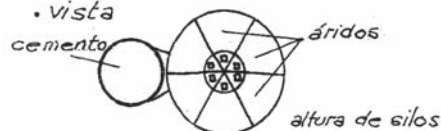
- a. Medición del cemento: Por peso o por volumen (baldes, canastas).
- b. Medición de áridos: Generalmente se hace por volumen (baldes, canastas, carretillas) y también por peso.
- c. Medición del agua: Por volumen (baldes).
- d. Mezclado de los componentes: Manual: con palas, azadones mezcladores, azadas. Mecánica: con hormigonera.
- e. Transporte y volcado en la obra: Depende de la distancia, pudiendo usarse baldes, carretillas, carritos volcadores, camiones, etc.; para el transporte. Para el volcado en general se usan los mismos elementos. Para terminar el colado se usan cucharas, fratachos, azadas, palas.
- f. Compactación de la mezcla: Golpeando los encofrados con el martillo o con vibradores.
- g. Endurecimiento y fragüe: A partir del vaciado el hormigón comienza a endurecer

• Plantas de hormigón

• central de hormigón

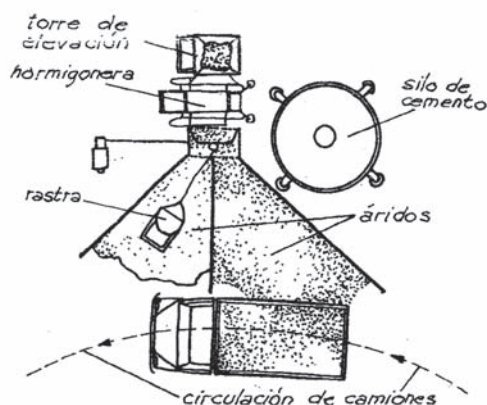
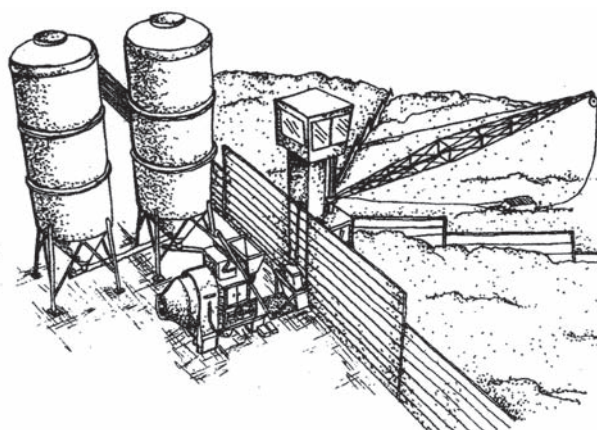


• vista



• planta

altura hormigonera

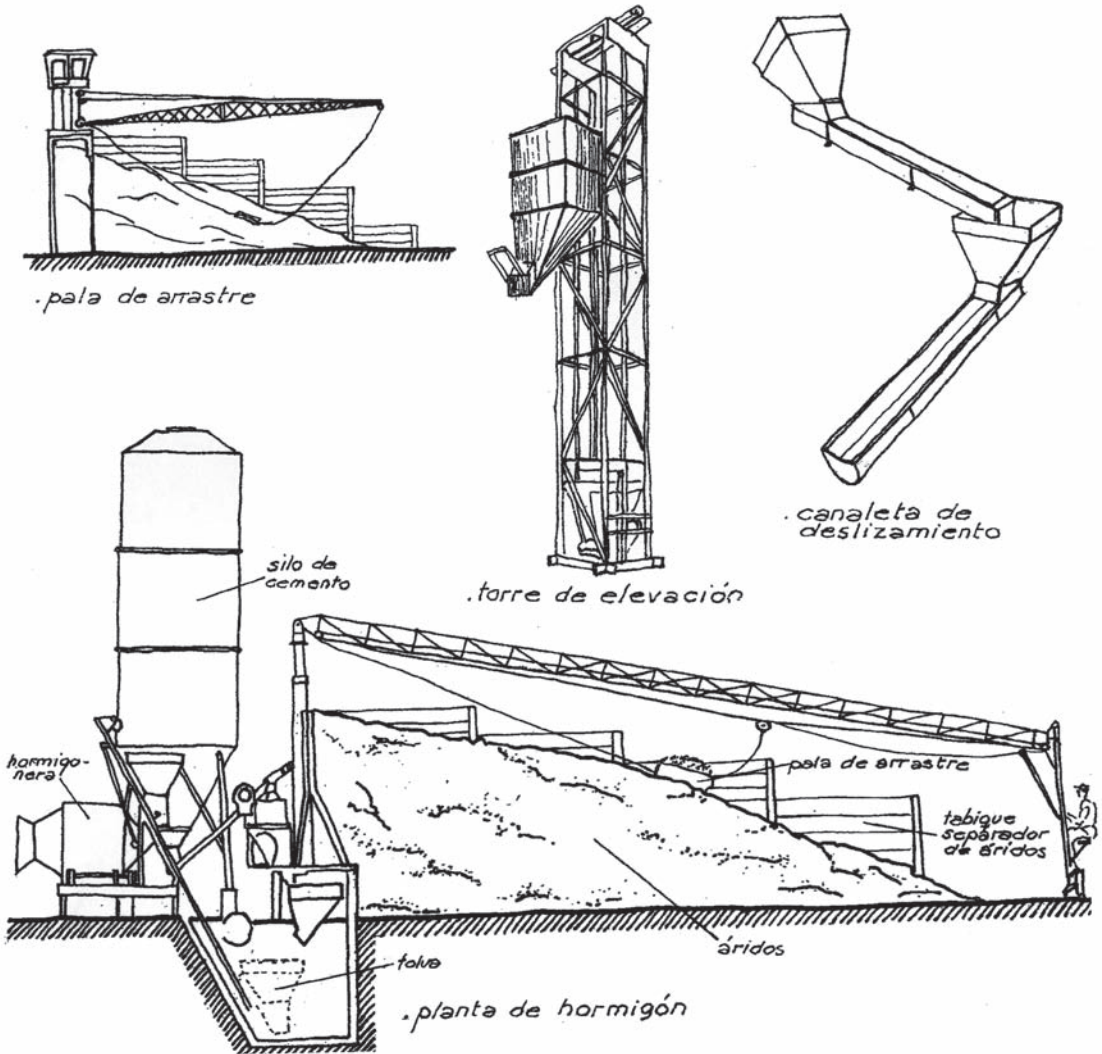


• preparación de hormigones

a los 45 minutos, terminando a las 6 horas. A partir de allí comienza el fragüe por tiempo prácticamente indefinido. Durante el proceso el hormigón debe mantener suficiente cantidad de agua por lo que es necesario el curado, protegiendo la superficie o inundándola. Durante el proceso de elaboración se eleva la temperatura de la mezcla. Cuando los elementos son de pequeña dimensión el calor es absorbido por el aire circundante. Cuando se trabaja con grandes volúmenes y sobre todo grandes espesores, este fenómeno no se produce, por lo que es necesario incorporar en la masa del hormigón cañerías por las cuales se hace circular agua fría para disminuir la temperatura y posibilitar el proceso de fragüe.

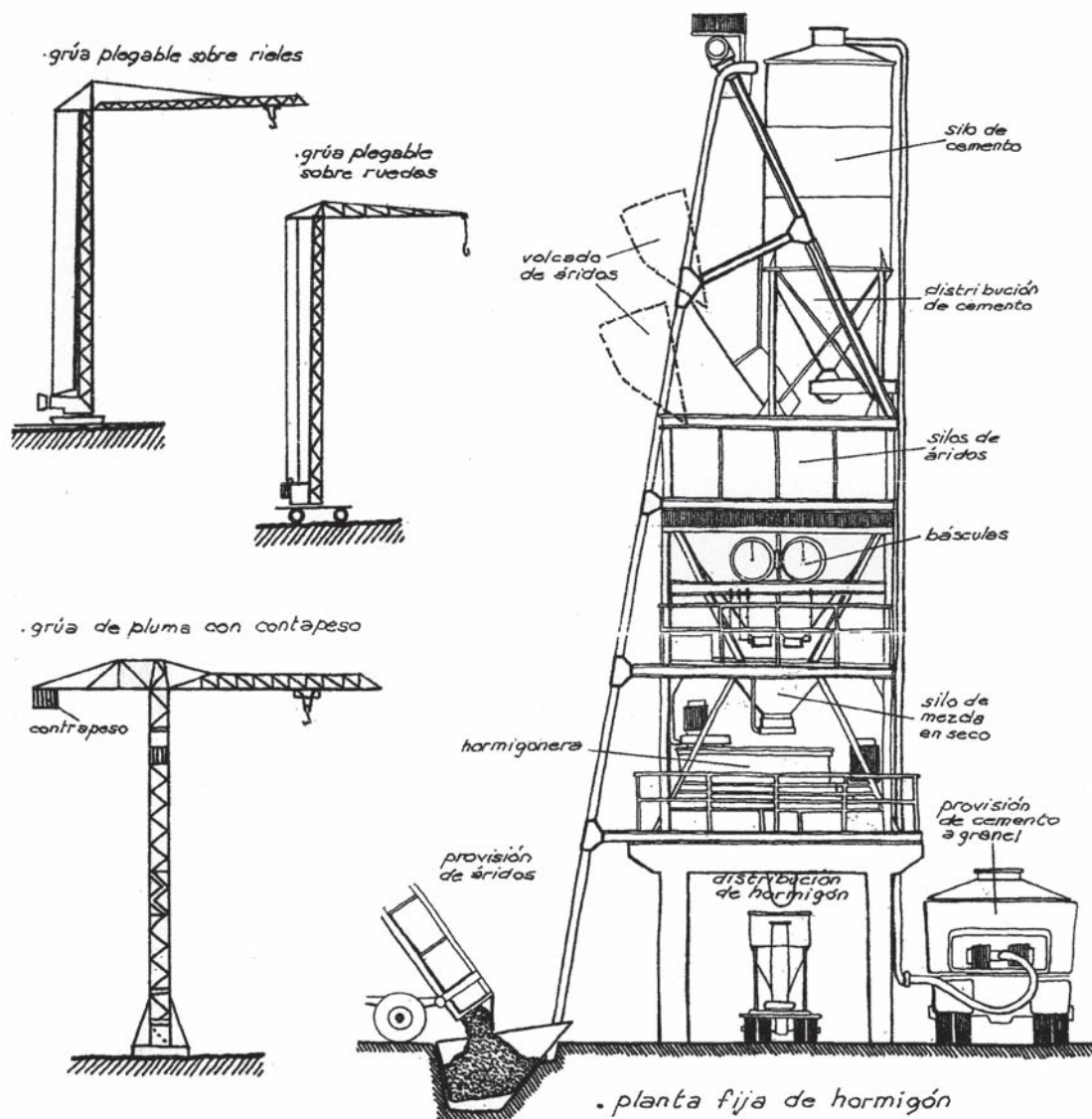
Los sistemas más complejos de elaboración de hormigón están integrados por "plantas de hormigón" con todas las operaciones de preparación incorporadas; transporte mediante "camiones

• Equipos



agitadores y mezcladores"; "motovolquetas"; "canaletas de deslizamiento"; "grúas y guinches"; "bombas de hormigonado"; incluyendo los "cañones de cemento" que transportan mediante aire comprimido, por tubos flexibles, una mezcla seca de cemento y arena hasta el punto de aplicación. El agua se agrega a presión en la extremidad del tubo. Con este procedimiento se pueden alcanzar distancias horizontales de 300 m y verticales de hasta 100 m (el hormigón obtenido por este procedimiento se conoce con el nombre de "gunita").

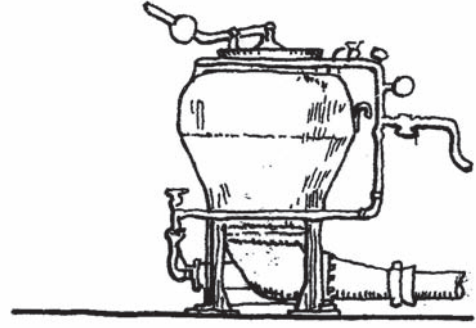
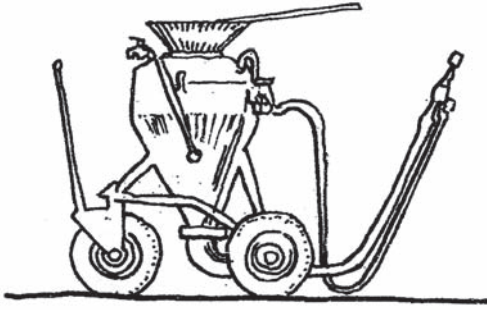
Con distintos procedimientos es posible elaborar hormigón "in situ" (en la obra) o prefabricar los elementos para ser incorporados a la obra con posterioridad. La segunda modalidad tiene mucho auge en el último tiempo. Mediante tecnología especializada es posible hormigonar también debajo del agua.



Usos predominantes del hormigón

El hormigón simple es un material especialmente indicado para resistir bien esfuerzos de compresión, mientras que la resistencia a la tracción alcanza sólo al 10% de aquélla.

Como habíamos dicho el **hormigón armado** resulta de la incorporación de barras de acero al hormigón simple, con lo que se consigue un material apto para resistir esfuerzos de tracción, de corte, de torsión; dada la capacidad que tienen las barras de acero para resistir los esfuerzos de tracción. El objetivo es obtener un material en el cual los esfuerzos de compresión sean absorbidos por el hormigón y las solicitaciones de tracción sean absorbidas por la armadura. Ello es



• máquina para proyección y transporte de hormigón

posible porque el hormigón adhiere muy bien al acero y ambos materiales tienen un coeficiente de dilatación muy parecido. La posición de la armadura en las piezas se determina en base a las deformaciones admisibles y probables del elemento o por lo que establecen las reglamentaciones vigentes en cada lugar.

El hormigón, tanto simple como armado, tiene muy extensa aplicación en la construcción de edificios. Con características diferenciadas se usa en pisos, paredes, techos, estructuras, (desde las más simples a las más complejas y delicadas), carpintería (sobre todo marcos y elementos fijos), revestimientos, elementos de protección, etc. (Hay que tener en cuenta que una de las primeras aplicaciones del hormigón armado fue la construcción de elementos dispares como macetas y barcos).

Hormigones livianos

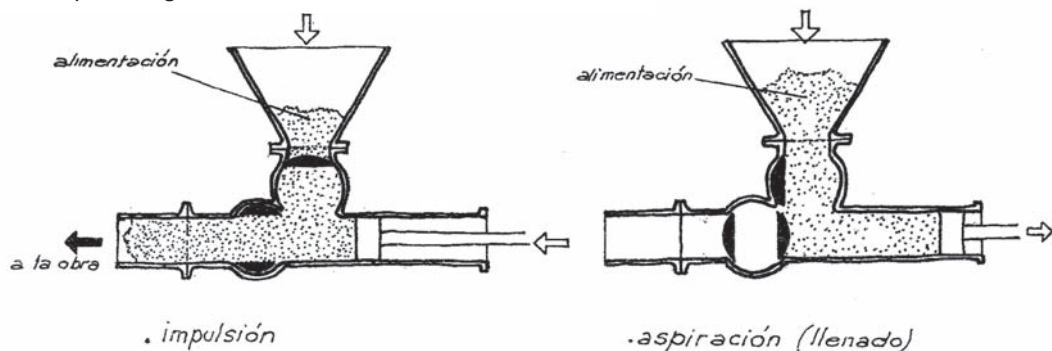
Estos hormigones se obtienen incorporando al hormigón que hemos descripto lo que podríamos llamar el "quinto componente": aire. Del mismo modo podríamos llamar "sexto componente" a los aditivos. Sin disminuir la resistencia del hormigón es posible incorporar, mediante diversos métodos, burbujas microscópicas estables hasta alcanzar un volumen del 3 al 6% del total. Por encima de este valor máximo la resistencia disminuye en forma marcada y pasamos a los llamados hormigones especiales (porosos, gaseosos o livianos).

Los hormigones livianos se pueden obtener mediante métodos mecánicos y químicos y por la incorporación de áridos porosos.

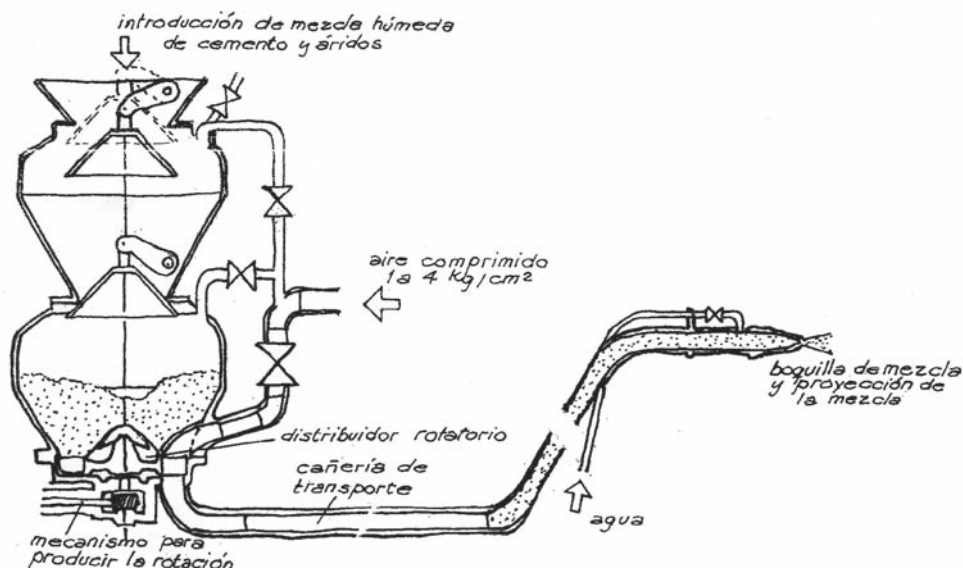
Pueden alcanzarse pesos específicos aparentes entre 50 y 1.200 kg/m³ (según la cantidad de celdas) insuflando aire directamente en el mortero, con algunas limitaciones ya que las celdillas se unen entre sí formando grandes burbujas, con lo que el hormigón se vuelve permeable.

El método químico consiste en mezclar elementos activos que producen gas. El más conocido es mezclar aluminio con óxido de calcio hidratado (cal apagada) que genera aluminatos de calcio e hidrógeno libre. Las burbujas de hidrógeno forman las burbujas. Pero el método, para conseguir mortero y hormigones de calidad es bastante complejo.

► Bomba para hormigón



► Cañón para morteros y hormigones



El método más simple consiste en incorporar áridos porosos (conocidos como "agregados livianos"), tales como poliestireno expandido, arcilla expandida, perlita, granulado volcánico, etc. El granulado volcánico no conviene usarlo en hormigón armado porque ataca las armaduras.

Estos hormigones pueden usarse como relleno, como portantes y aislantes y también como estructurales, usando diversos materiales naturales y artificiales y tecnologías adecuadas.

Hormigón en clima frío

Para no interrumpir el trabajo de hormigonado durante el invierno en zonas de clima riguroso (cerca de 0°C se puede paralizar la hidratación del cemento) se pueden tomar medidas que permiten controlar su temperatura y el proceso de fraguado.

La baja temperatura disminuye el rendimiento de la mano de obra, dificulta el manejo de elementos metálicos, congela los suelos, retarda el desarrollo de la resistencia, produce deterioros por congelamiento y deshielos sucesivos y tensiones de origen térmico en las estructuras.

Si el hormigón alcanza la temperatura de congelamiento en los primeros días, pierde resistencia y durabilidad en forma irreparable.

Para resolver los inconvenientes apuntados se pueden tomar algunas medidas: proteger los materiales, proteger el hormigonado y durante el desencofrado.

Los materiales se pueden almacenar en galpones o cubrir con materiales aislantes e impermeables. También se pueden calentar, salvo el cemento. Deben estar libres de hielo y escarcha en el momento de incorporarlos.

Hay que procurar que la temperatura del hormigón, hasta que adquiera una resistencia a la compresión de 50 kg/cm^2 , no descienda por debajo de 5°C . Se puede conseguir aislando térmicamente el hormigón o calentando artificialmente el hormigón (gas y electricidad) o el ambiente (radiadores).

La remoción de los encofrados y puntales sólo se lleva a cabo cuando se ha verificado que la resistencia del hormigón ha alcanzado el doble de tensión que soportará la pieza en la obra.

En los capítulos respectivos haremos referencia al uso del hormigón en las distintas partes y etapas de la obra.

El hormigón, al igual que otros materiales de construcción, presenta ventajas e inconvenientes que es necesario conocer de manera de optimizar su uso.

Sintéticamente las **ventajas** son:

- ▶ La extensa variedad de formas que puede asumir, dependiendo de la capacidad de preparar los encofrados respectivos, desde un sencillo dado hasta la más compleja superficie alabeada de doble curvatura.
- ▶ La facilidad de uso, siempre que se emplee la tecnología adecuada y el personal idóneo.
- ▶ La facilidad de conseguir estructuras monolíticas, sin necesidad de elementos de unión que vinculen las partes componentes.
- ▶ Relativa economía en el empleo de mano de obra ya que las tareas, con un adecuado asesoramiento de los profesionales responsables de las obras, pueden ser ejecutadas -en su mayor parte- por el personal corriente y disponible en la obra.
- ▶ Escasos gastos de mantenimiento de las obras una vez acabadas.
- ▶ Excelente respuesta a las agresiones del clima y el fuego.
- ▶ Con el uso de cemento blanco o el agregado de óxidos se pueden obtener diversas coloraciones.
- ▶ Posibilidad de usar el material en elementos prácticamente de cualquier dimensión (espesor, superficie y volumen) mediante el uso adecuado de materiales y tecnología.
- ▶ Mediante el uso de encofrado especial en el momento del vaciado o con operaciones posteriores se puede obtener una amplia variedad en la terminación de las superficies.
- ▶ Sobre todo en zonas de áridos abundantes y de calidad se consigue una notable

economía cuando se presentan solicitudes de compresión, para las cuales el hormigón presenta un comportamiento excelente.

Por otro lado, los **inconvenientes** puede resumirse en:

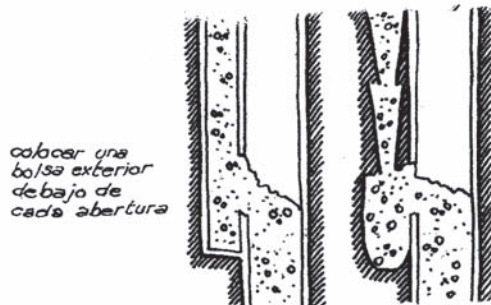
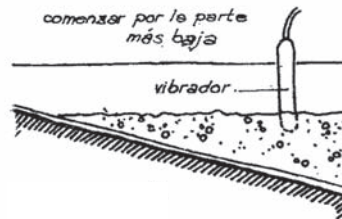
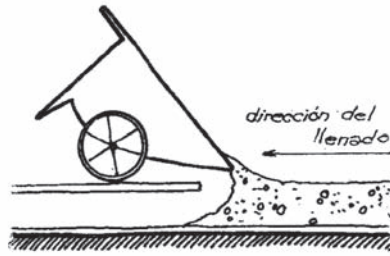
- ▶ Relativamente largo tiempo de endurecimiento (prácticamente sin límite) para que el material pueda adquirir el máximo de resistencia. Este inconveniente puede atenuarse con el agregado de "aditivos" pero conspira con el aspecto económico de la obra.
- ▶ Necesidad de contar con personal muy especializado para ejecutar los trabajos de encofrado y vaciado cuando es necesario contar con obras de dimensiones muy precisas.
- ▶ Escasa capacidad de aislación térmica cuando se emplean los componentes comunes. Especialmente importante en climas rigurosos.
- ▶ Elevado peso de los elementos salvo que se usen hormigones especiales livianos sin disminuir resistencia.
- ▶ Dificultad para realizar obras de modificación y ampliación en edificios existentes.

En la medida que los profesionales cuenten con conocimientos profundos sobre las posibilidades técnicas del material, se usen materiales de calidad y se apliquen tecnologías que ocupen personal y equipo de trabajo adecuados; se pueden obtener hormigones de excelente calidad. Los profesionales arquitectos disponen con el hormigón de un material con excelentes posibilidades para responder a necesidades estructurales, de resistencia, de formas, colores, texturas, calidades, etc.; limitadas exclusivamente por propia capacidad creativa.

Precauciones

- ▶ Debe usarse cemento "aprobado". Cuando haya que acopiarlo debe hacerse en locales ventilados, libre de humedad, sobre entarimados de madera separados del piso y no superponiendo más de 5 bolsas.
- ▶ Los agregados finos y gruesos deben responder a "granulometrías" apropiadas. La Norma IRAM 1627 establece los límites de las "curvas granulométricas" convenientes para diversos tipos de trabajos.
- ▶ La relación agua-cemento debe respetarse estrictamente. Hay que disminuir al máximo la cantidad de agua siempre que se asegure que el hormigón llene todo los espacios del encofrado y cubra las armaduras.
- ▶ Antes de volcar el hormigón, tanto el encofrado como cualquier material con el que entrará en contacto deben estar bien mojados. Es conveniente comenzar el mojado con suficiente anterioridad, según las condiciones climáticas.
- ▶ Los encofrados deben ser estancos, para evitar que se escurra el agua y pueda arrastrar el cemento y los agregados finos. Hay que evitar el agua libre.
- ▶ La barras deben estar limpias, sobre todo de sustancias que impidan la adherencia del cemento. El óxido puede limpiarse con cepillo de acero o chorro de arena.

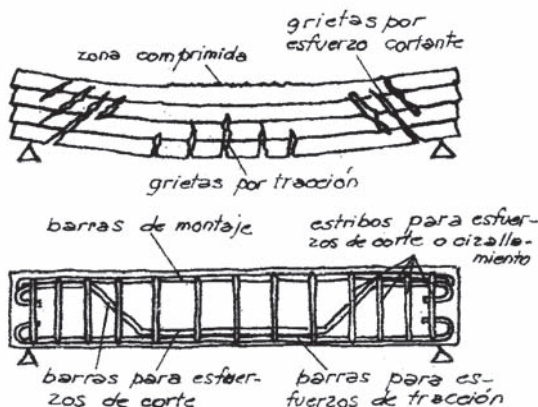
► Colocación del hormigón



Cuando se han producido las escamas el proceso es irreversible y las barras deben ser reemplazadas.

- No se deben mezclar aceros de distintas calidades en un mismo elemento estructural.
- El tiempo de mezclado debe ser el correcto. Cuando es escaso, los componentes no se mezclan correctamente y cuando se sobrepasa se segregan.

► Como trabajan las armaduras



- En el momento de la colocación del hormigón, la altura del volcado no debe sobrepasar de 1 m.
- En climas fríos: cuando se calienta el agua la temperatura no debe pasar de 80°C y los áridos de 50°C. Los encofrados no deben tener escarcha y el hormigón no debe colocarse a menos de 5°C. El hormigón colocado debe protegerse y por debajo de -10°C de temperatura del ambiente es necesario suministrar calor artificial.
- En climas cálidos: Hay que asegurar que la cantidad de agua no disminuya por debajo de lo necesario, remojando el encofrado durante la colocación y cuidando el curado posterior. Cuando se "quema" el hormigón hay que demoler lo ejecutado y sustituirlo.
- En instalaciones complejas es necesario "diseñar" la planta de hormigón, disminuyendo los recorridos y eliminando las trabas.
- Cuando el espacio libre en el terreno no es suficiente la preparación del hormigón debe realizarse fuera de la obra y transportarlo.

Elementos y personal necesarios para la operación

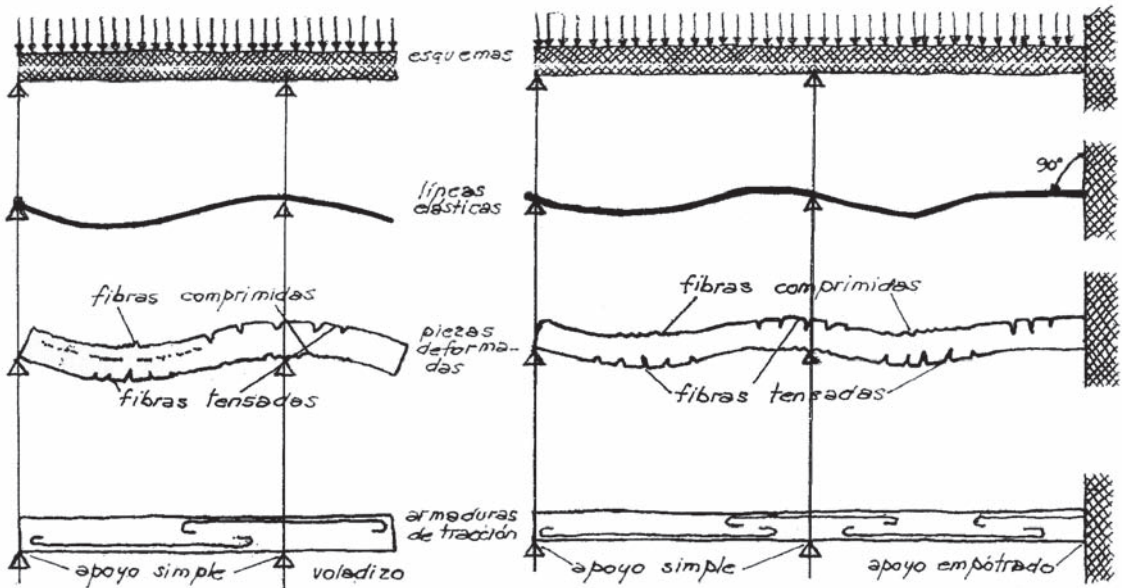
Los elementos han sido indicados en el texto.

El personal necesario depende, entre otros aspectos, de la forma de trabajo que se aporte: manual o mecánica, el tamaño de la obra, el plazo de ejecución y la altura a que se vacía el hormigón.

Para **obras pequeñas** comunes suele usarse sólo la hormigonera para el mezclado del hormigón, realizando el resto de las tareas en forma manual.

Para el aprovechamiento correcto de la hormigonera es necesario contar con un equipo mínimo integrado por un **operario** que maneja la hormigonera y mide el agua, un **operario**

• Deformaciones y armaduras teóricas



para medir los áridos y **uno o dos operarios** para cargar, a pala, las carretillas. El hormigón puede también descargarse directamente desde la hormigonera a las carretillas o carritos volcadores y en ese caso no es necesario contar con los operarios "cargadores" indicados.

Para el transporte horizontal hace falta **un operario por cada** carretilla o carrito. En la compactación, dentro de los encofrados, participa **un medio oficial**, que colabora también con el volcado de la carretilla o carrito.

El hormigón puede ser elevado por medios manuales o mecánicos. En el primer caso hay que armar una "cadena humana", con **un operario** por cada 1,20 a 1,50 m de altura (para 3.00 m de altura: **uno** en el suelo, **uno** intermedio y **uno** que recibe el hormigón a la altura deseada; que no se desplazan). Una vez que el hormigón alcanza la altura se puede proceder como si se actuara a nivel del suelo.

Cuando se emplean medios mecánicos hace falta un operario en el suelo que maneja el guinche y un operario que recibe el hormigón a la altura de colocación. Para los desplazamientos horizontales (en el suelo y en el nivel superior) se procede como hemos indicado.

Para **obras de gran tamaño** es conveniente mecanizar las tareas en la medida de lo posible. En estos casos la economía de tiempo puede amortizar los gastos de alquiler o compra de los equipos necesarios para la operación.

Se entiende fácilmente que cada caso particular requiere un análisis especial para decidir la metodología de trabajo más conveniente.

Para cada ocasión se puede determinar la **cantidad óptima de personas** que deben participar en la operación, número que conviene respetar.

Agregar más personas de las necesarias complica las tareas y ocasiona molestias mutuas. Si el personal disponible es insuficiente, se corre el peligro de interrumpir alguna operación en la "cadena de tareas" (un automóvil que con cuatro ruedas puede desplazarse a 100 km por hora, con un neumático que se desinfla comienza a disminuir su velocidad hasta que se detiene; no corre a 75 km por hora).

CAPÍTULO XI

Encofrados



Los encofrados son estructuras temporarias destinadas a recibir el hormigón de las obras. En consecuencia pueden considerarse como un "molde", relativamente rústico que, en general, se prepara en el lugar de la obra, con herramientas propias de un taller de carpintería de madera (los operarios reciben el nombre de "carpinteros" y en otras zonas, "encofradores").

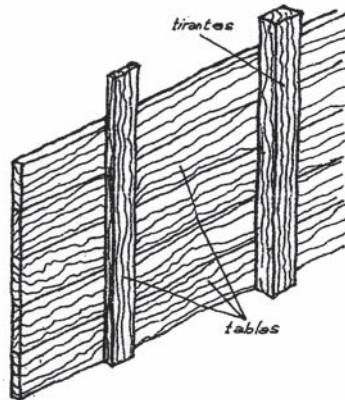
En edificios corrientes la operación no ofrece mayores dificultades. Para obras de mayor envergadura los encofrados constituyen una estructura que debe ser calculada como las permanentes.

La tecnología de ejecución de los encofrados difiere bastante si se construye en zona sísmica o en otras que no presente el citado riesgo.

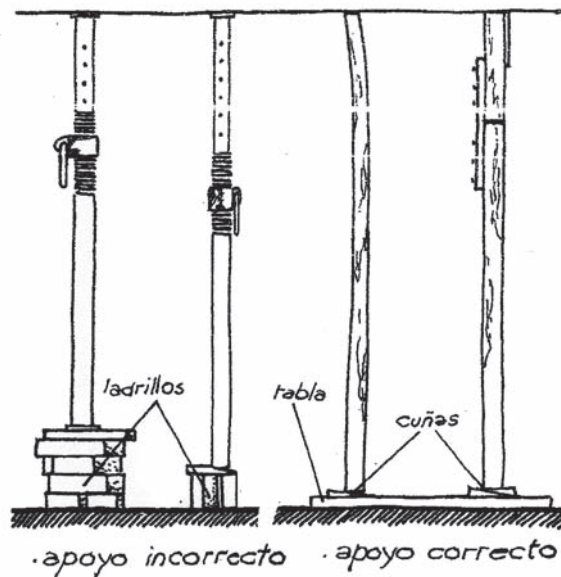
En el primer caso el vaciado del hormigón se realiza una vez que se ha ejecutado la mampostería y demás elementos que deben ser sostenidos ("encadenados" o "enmarcados") por la estructura del hormigón armado. O si no, al ejecutar la estructura deben preverse los elementos ("arranques", "pelos", "chicotes", etc.) que permitan unir las partes "a posteriori".

En zonas sin riesgo sísmico es posible terminar la totalidad de la estructura resistente y otros elementos de hormigón y desencofrarlos, antes de ejecutar otro tipo de obra, al no existir riesgo de desprendimientos de las partes, propio de los sismos. Trataremos, en la medida de lo posible, de analizar alternativamente las posibilidades de solución en los dos casos indicados.

▸ Tablero



▸ Puntales



Sintéticamente, los encofrados están constituidos por los "fondos" y "costados", los "puntales", que sostienen a los anteriores y los "arriostramientos", que aseguran la estabilidad del conjunto durante todo el proceso de ejecución de la obra de hormigón.

Para la ejecución de los trabajos se usa **madera** cuando las obras no se repiten. En construcción en serie (repetidas) y cuando es posible amortizar los mayores costos resultantes, suelen usarse encofrados **metálicos** y en algunos casos **plásticos**.

Material para los encofrados

Prácticamente todos los encofrados de madera para estructura de edificios corrientes pueden ser resueltos usando los siguientes materiales:

- ▶ tablas: de 1" de espesor; anchos de 4" ó 6" y largos adecuados, según la obra a ejecutar.
- ▶ tirantes y puntales: de 2" x 2"; 2" x 3"; 3" x 3" y 4" x 4" de diversos largos. Variante para puntales: rollizos de diámetro adecuado, según largo y carga a soportar, mínimo de 12 cm.
- ▶ clavos: de 2"; 2 1/2" y excepcionalmente de 3" y 4", alambre recocido N° 14 o barras de acero lisas, de 4,2 ó 6 mm de diámetro.

Los encofrados metálicos pueden ejecutarse con tableros de chapa doblada, con espesores adecuados al tamaño de los mismos o con tableros de madera "forrados" con chapa de acero. En general se usan en obras repetidas y se preparan con elementos modulados que facilitan el trabajo. Para unir los elementos se usan tornillos, clavijas o ataduras con alambre.

Los **tableros**, salvo casos excepcionales, se "arman" con tablas de 1" de espesor y anchos de 4" ó 6" según las necesidades de cada caso, si es posible de una sola pieza en el largo. Cuando resulta imprescindible empalmar, las uniones (empalmes) de las tablas deben desplazarse entre sí ("trabadas"). Es conveniente que la altura del tablero coincida con la terminación superior del hormigón, si la parte superior está libre, de manera de usarlo como guía para el llenado.

Las tablas se unen entre sí por medio de "travesaños" constituidos por las mismas tablas o tirantes, con clavos, de 2" ó 2 1/2" y de 3" x 3" ó 4" x 4", respectivamente.

Los tableros pueden revestirse con chapas de aglomerados de madera y las tablas sustituirse por laminado fenólico.

Pueden usarse indistintamente **puntales** de madera o metálicos para sostener cualquier tipo de encofrado.

Como puntales de **madera** pueden usarse rollizos de diámetro mínimo de 12 cm o tirantes de 3" x 3" ó 4" x 4". La sección depende de la carga y la altura de trabajo (cuidar el efecto de "pandeo"). Los puntales pueden empalmarse asegurando la continuidad y siempre que el empalme se realice dentro del tercio superior del puntal.

Los puntales **metálicos** pueden ser de largo fijo o variable. En el segundo caso pueden ser telescópicos o empalmarse con abrazaderas, clavijas o tornillos pasantes. En general se usan caños negros de acero similares a los que habíamos indicado en el capítulo "Andamios". La tecnología es similar.

El **arriostramiento** de los puntales se realiza con tablas cuando son de madera o caños cuando son metálicos.

Cualquiera sea el material usado para los puntales, aparte del **arriostramiento**, deben apoyar en terreno firme (en lo posible sobre una tabla o tirante), sobre dos cuñas para ajustar la altura y facilitar el desencofrado.

Las dimensiones libres del encofrado (molde) deben permitir la colocación de la armadura resistente, compuesta por las barras longitudinales y los estribos, además de asegurar la separación entre éstas y el propio encofrado, que ocupará el hormigón de recubrimiento que protege las armaduras del ataque de agentes externos (clima, fuego, impactos, sales, ácidos, etc.). Los

reglamentos establecen para cada caso el espesor mínimo el recubrimiento, a partir de 2,5 cm para los casos corrientes.

Para una mayor comprensión del tema, el análisis lo hacemos respondiendo a la secuencia habitual de los trabajos de obra.

A. BASES:

En pequeñas obras es el propio terreno el que hace las veces de encofrado. En este caso la base puede ser de hormigón simple y el volumen suele sobrepasar las necesidades de la estructura. Aunque el hormigón sea armado, el costo del encofrado y la mano de obra para encofrar supera la economía que podría reportar el menor volumen de hormigón. Si la obra se repite puede ocurrir que se justifique el gasto del encofrado.

A partir de ciertas dimensiones resulta conveniente encofrar las bases, aunque se ejecuten una sola vez.

En el caso de las bases es necesario encofrar los costados (el fondo apoya en el terreno y la parte superior, además de no necesitar encofrado, debe quedar libre para volcar el hormigón). Según las diversas situaciones que pueda presentar la obra puede ser necesario encofrar sólo algunos costados de la base y aprovechar el terreno u otras partes de la obra como encofrado.

Los "tableros" de los costados se ejecutan con tablas longitudinales unidas con travesaños o tirantes por medio de clavos. Según las dimensiones del tablero, las tablas se pueden clavar entre sí con clavos y los tirantes mediante clavos, alambre (simple o trenzado) o barras de acero, según el caso.

B. VIGAS DE ENCADENADO INFERIOR:

Reciben esta denominación las vigas de hormigón armado que se colocan sobre los cimientos (y debajo de las paredes o tabiques) que vinculan entre sí las columnas, de manera de conseguir "enmarcar" el muro (junto con otros encadenados) para que se comporte como un elemento unitario. Generalmente están constituidas por 4 barras longitudinales y excepcionalmente por sólo 2 barras.

Las vigas de encadenado solamente se encofran en los costados con tableros similares a los indicados en "bases".

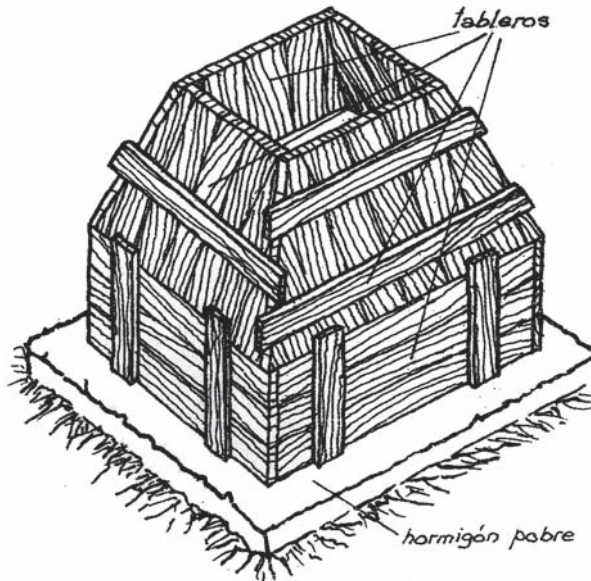
Para mantener la posición de los tableros, estos se arriostran con estacas clavadas en el terreno o a elementos fijos de la obra. La separación entre los tableros se puede fijar mediante tablas clavadas en el canto superior de los mismos. También pueden unirse mediante alambres que ajustan los tableros mientras se impide que se acerquen por medios de "separadores" constituidos por trozos de barras de acero de 12 ó 14 mm de diámetro, tubos (caños) u otro elemento de acero que pueda quedar incorporado al hormigón.

En vigas de poca altura (0,15 a 0,20 m) los tableros pueden mantenerse en posición por medio de barras de acero torsionado dobladas en forma de arco que actúan como mordaza ("perros").

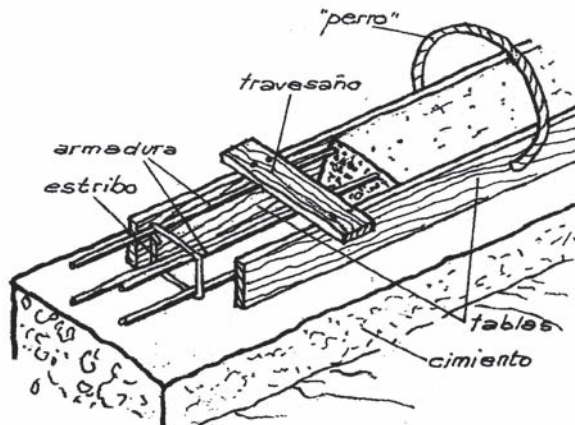
Las vigas de encadenado inferior son obligatorias en zona sísmica y los reglamentos establecen las características técnicas a las que deben responder.

En otras áreas pueden no ser necesarias, circunstancia que conviene verificar ante la autoridad respectiva, cuando se ejecuta el proyecto.

▸ Bases

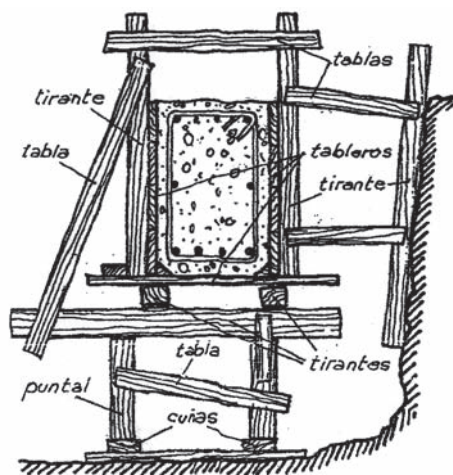


▸ Viga de encadenado inferior

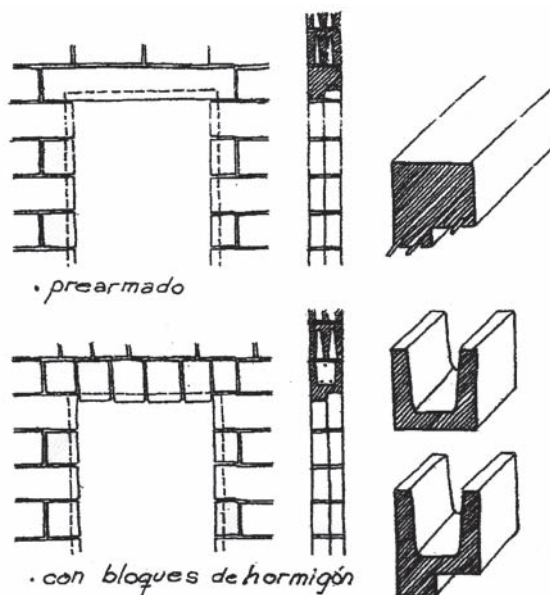
**C. VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO:**

Su colocación es obligatoria en zona sísmica cuando hay que encadenar columnas y no existe pared (y en consecuencia cimiento) en la ubicación que indica el plano para la viga. Las regulaciones establecen las características de estas vigas cuando unen columnas que soportan cargas relativamente pequeñas. Para columnas con cargas importantes las dimensiones del hormigón y las armaduras se determinan mediante el cálculo respectivo. Al no contar con cimiento en el cual apoyar, estas vigas pueden asentarse en el terreno convenientemente compactado o bien requerir encofrado en los costados y también en el fondo.

▸ Viga de arriostramiento



▸ Dinteles



Los tableros laterales son similares a los indicados anteriormente y el del fondo, si bien tiene las mismas características, debe estar soportado adecuadamente por tirantes y puntales (o sólo por éstos) para resistir la carga resultante del hormigón y de las personas que realizan las tareas durante el proceso de ejecución del trabajo. El apuntalamiento debe mantenerse hasta que se asegure la estabilidad posterior de la viga; mediante relleno u otro procedimiento adecuado.

Hay que cuidar especialmente el espesor mínimo del hormigón de recubrimiento para evitar la acción de la humedad del terreno sobre las armaduras de estas vigas.

D. VIGAS DE ENCADENADO DE DINTEL:

En zona sísmica es obligatoria la colocación de un encadenado a la altura del dintel en los muros con aberturas. Esta viga debe prolongarse hasta unirse con las columnas vecinas (de carga, encadenado o enmarcado), o bien estar "colgada" del encadenado superior.

En zonas no sísmicas es suficiente con que sobrepasen 0,30 m hacia cada lado del ancho de la abertura y pueden ser sustituidos por barras de acero colocadas en las juntas de la mampostería.

Existe la posibilidad de encontrar situaciones diversas: sobre paredes y tabiques; sobre aberturas, con o sin taparrollo y éste prefabricado o ejecutado en obra.

En el sector sin abertura es suficiente colocar los tableros laterales. En coincidencia con la abertura es necesario colocar también el tablero de fondo, sostenido por puntales u otro elemento que los sustituya.

Cuando es necesaria la colocación de taparrollo y éste forma parte de la estructura del dintel también tiene que hacerlo el encofrado. Cuando el taparrollo es prefabricado se "cuelga" de la armadura del dintel mediante los "empalmes" previstos al efecto.

E. VIGAS DE ENCADENADO SUPERIOR:

Se colocan sobre el coronamiento del muro para recibir el entepiso o el techo, siempre que el muro sea portante.

Al igual que los demás encadenados son obligatorios en zonas sísmicas y los reglamentos establecen las características técnicas a las cuales deben responder.

Cuando el elemento que apoya sobre la viga es también de hormigón el encofrado debe asegurar, en la medida de lo posible, que el llenado pueda ejecutarse simultáneamente, sin solución de continuidad.

Cuando sobre la viga apoyan estructuras de otro material es necesario prever en el hormigón de las vigas los elementos que permitan apoyarlas y anclarlas adecuadamente.

Las vigas de encadenado tienen el mismo ancho que el muro sobre el cual apoyan. En consecuencia es suficiente encofrar su costado externo, siempre que la altura pueda ser incluida en el espesor de la losa. Si la altura supera ese valor la viga puede sobresalir hacia arriba de la losa o hacia abajo y es necesario en esos casos colocar también tableros laterales.

Cuando el muro no tiene capacidad portante para recibir cargas extremas es necesario colocar "vigas de carga" y proceder como se ha indicado anteriormente.

F. VIGAS DE CARGA:

Destinadas a resistir cargas exteriores, sus características responden al cálculo estructural respectivo.

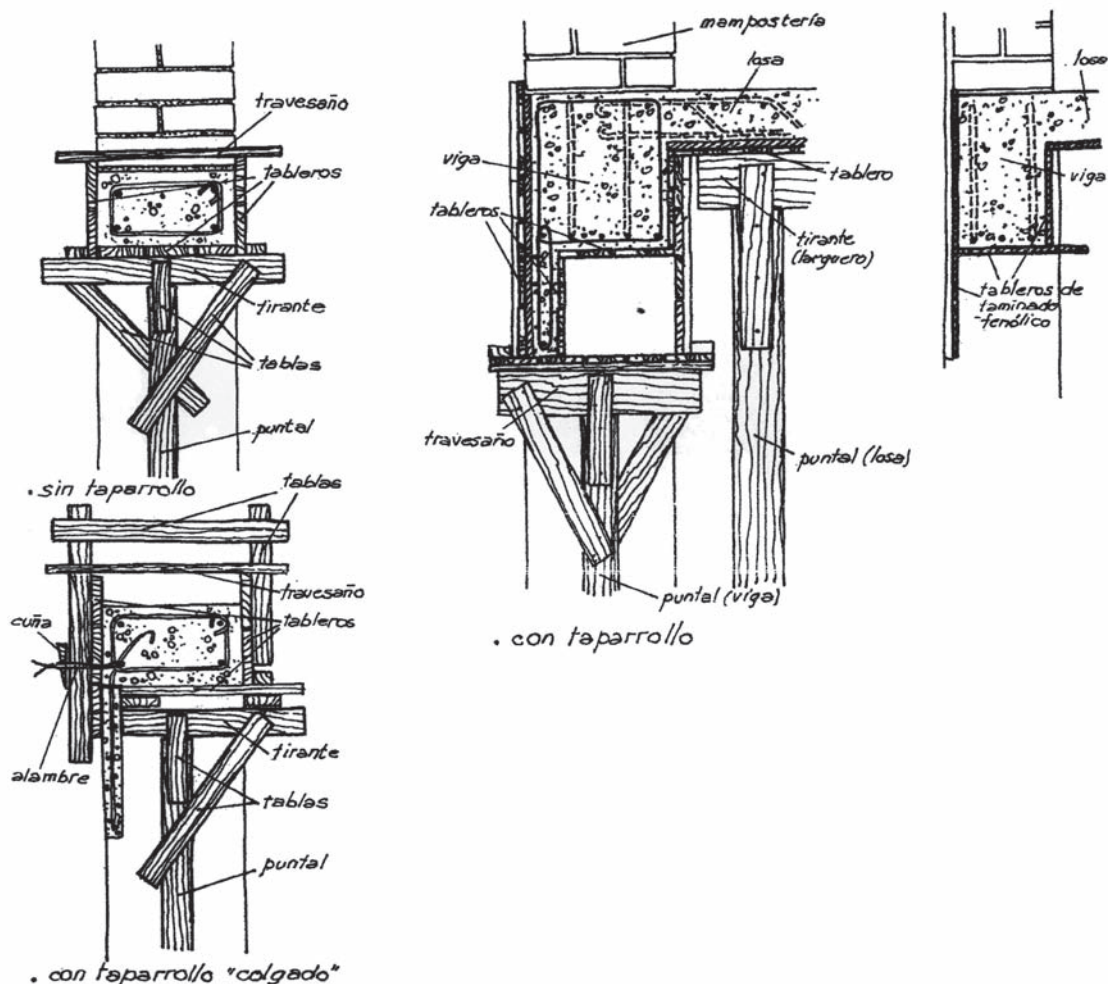
Pueden colocarse sobre muros o exentas, apoyadas sobre columnas. En el primer caso se procede como indicamos anteriormente. Cuando son exentas es necesario encofrarlas en ambos lados y también en el fondo.

El fondo, según el ancho y la carga que soporten pueden apoyarse sobre puntales o sobre uno o más tirantes que a su vez pueden apoyar sobre una o más filas de puntales.

Los puntales deben apoyarse sobre piso firme, la sección debe responder a las solicitaciones previstas y arriostrados para asegurar su posición hasta el momento del desencofrado.

▷ Dinteles

▷ Encadenado superior sobre pared



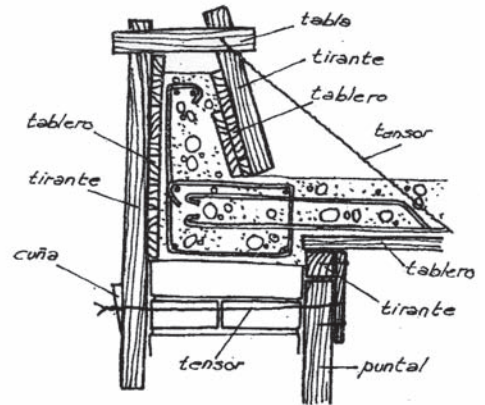
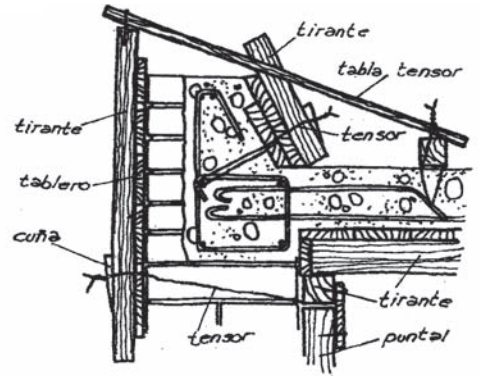
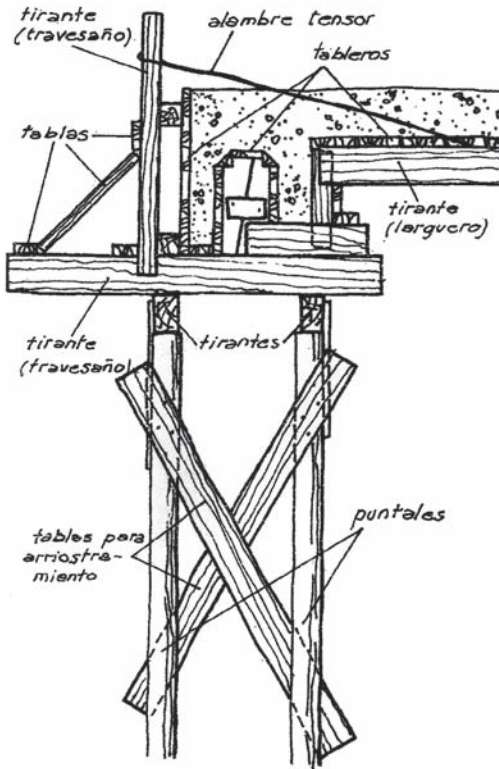
La operación de encofrado debe realizarse de forma que sea posible desencofrar el hormigón, manteniendo los puntales (en algún caso inclusive el tablero de fondo) hasta el momento en que el hormigón haya alcanzado la resistencia mínima prevista.

G. COLUMNAS:

En zonas sísmicas, como hemos dicho, es obligatorio colocar columnas en todos los encuentros de muros ("de encadenado") y al costado de las aberturas ("de enmarcado") cuando la "mocheta" supera 1,50 m. Estas mismas columnas u otras que se agregan al efecto pueden recibir cargas exteriores ("de carga").

Las columnas de **encadenado** y **enmarcado** deben encofrarse después de "levantar" la mampostería y en consecuencia ésta ocupa uno o más costados de la columna y hace de encofrado.

» Encadenado superior



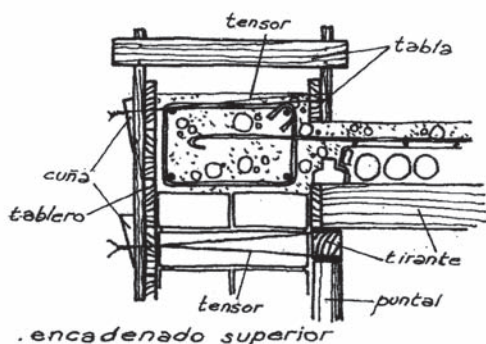
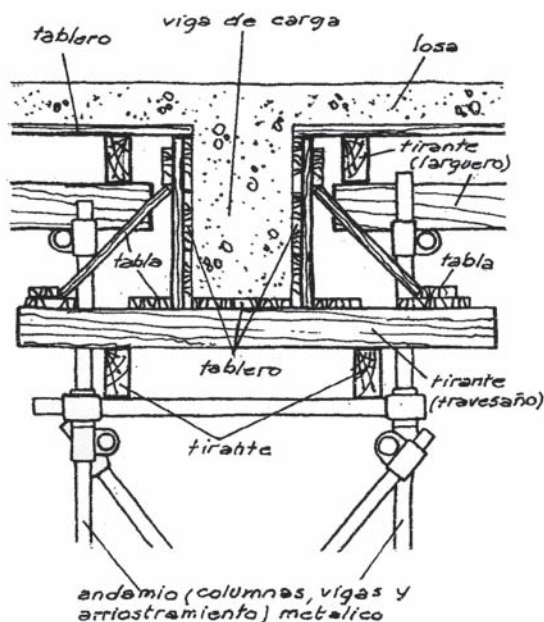
Hay que encofrar el resto con tableros similares a los indicados anteriormente. Como dijimos las armaduras han sido colocadas antes de comenzar la mampostería.

Las **columnas de carga**, con características técnicas que resultan del cálculo, responden en su ubicación al proyecto estructural y pueden coincidir con algunas de las indicadas anteriormente y en otros casos pueden coincidir con la alineación de los muros formando resaltos en la mampostería. En estos casos se procede como indicamos antes. Cuando las columnas son exentas deben ser encofradas en todo el perímetro. La sección geométrica (cuadrada, rectangular, hexagonal, octogonal, circular, en L, T o cruz, etc.), es la que define la menor o mayor complicación en la ejecución del respectivo encofrado.

Cuando es necesario cubrir luces y soportar cargas importantes se recurre a los pórticos, estructura continua formada por vigas y columnas. En este caso el encofrado responde a lo indicado anteriormente, salvo en el caso que la unión de la viga con la columna se resuelva con una "cartela" (chanfle).

En zona sin riesgo sísmico, donde se termina la estructura de hormigón antes de iniciar cualquier otro tipo de tarea se procede de manera diferente: a) se ejecutan, en obra u obrador

► **Viga de carga**



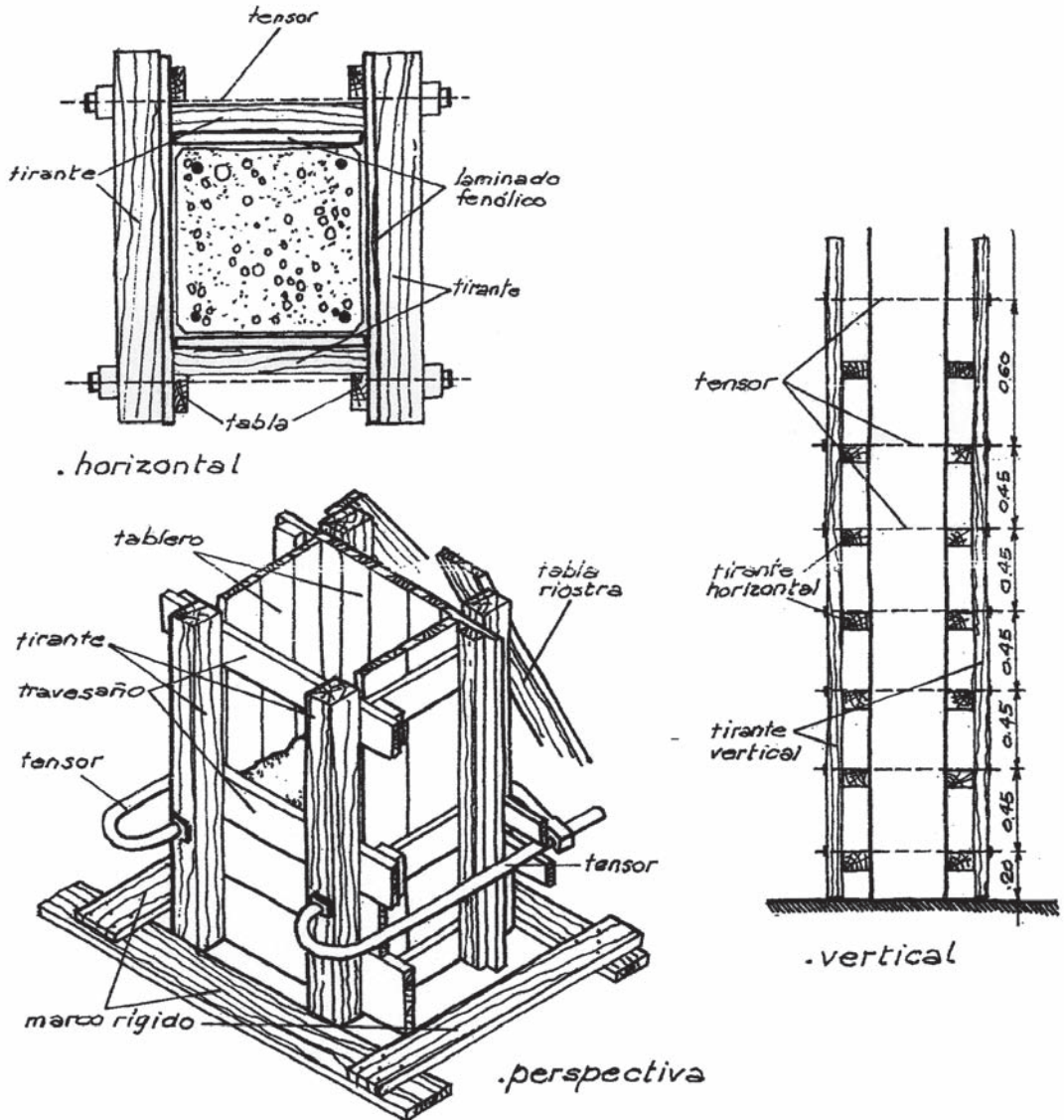
separado, la totalidad de los encofrados de columnas y vigas; b) se colocan en obra los encofrados de las columnas, convenientemente arriostrados; c) se colocan los encofrados de las vigas apoyadas sobre los respectivos puntales y a la altura adecuada; d) se ejecuta el encofrado de las losas (generalmente macizas) como explicaremos más adelante. Una vez terminado el encofrado se colocan las armaduras de columnas, vigas y losas y se hormigonan todos los elementos simultáneamente.

H. LOSAS:

El encofrado de las losas varía según el tipo de éstas.

Las losas macizas deben ser encofradas en toda su superficie de fondo y en algunas ocasiones en parte o en la totalidad del perímetro, lo que supone disponer de gran cantidad de material

► Columnas de hormigón visto

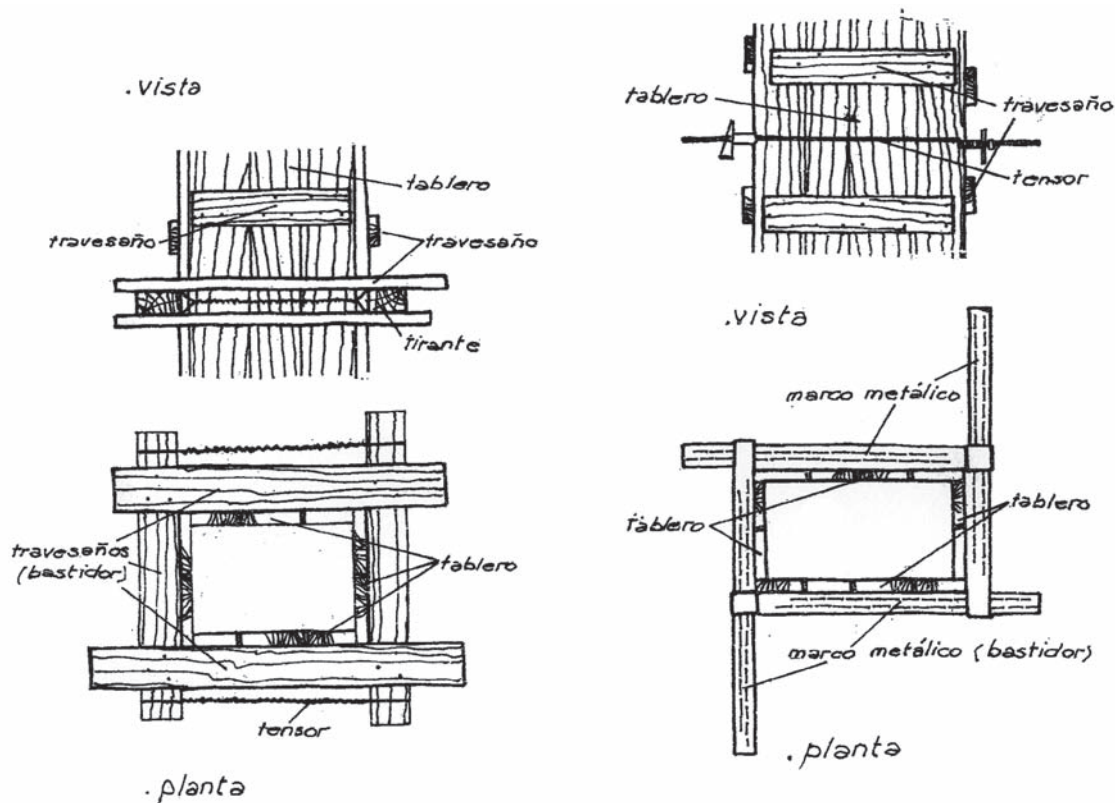


y mano de obra para tal fin. Es por ello que se han elaborado técnicas para economizar en este aspecto y en otras ocasiones para aliviar el peso de las estructuras, lo que simultáneamente ha modificado la tecnología del encofrado.

Para ejecutar losas **macizas** debe prepararse un "tablero inferior" en toda la superficie, que apoya sobre "tirantes" perpendiculares a las tablas; apoyados a su vez sobre "puntales". Conviene proceder como sigue:

- a) colocar un tirante perimetral, nivelado, sobre puntales; b) colocar el resto de los tirantes (con separación de entre 0,70 y 1,00 m) apoyados en puntales (separados de 1,20 a 1,50 m

► Columnas de hormigón visto



según sección y carga que soportan) y sobre tirantes c) clavar las tablas del tablero de manera de conseguir una superficie continua y estanca.

En las losas **nervadas** se procede en forma similar, pero en este caso las tablas se colocan solamente en las partes donde se volcará el hormigón.

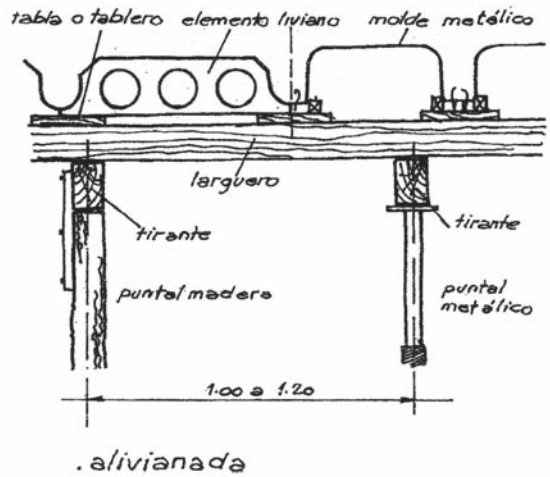
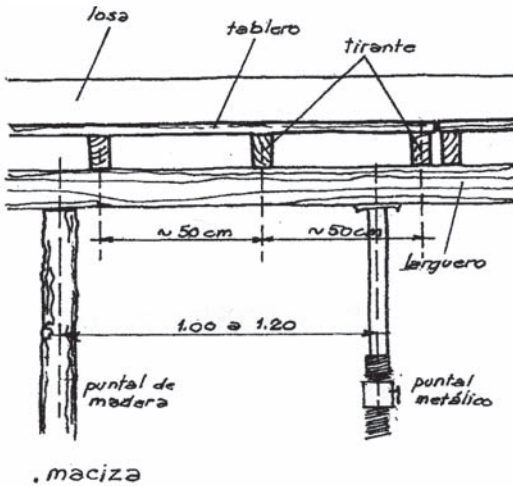
Las losas **nervuradas** requieren un encofrado similar al de las losas macizas, salvo que se usen moldes "recuperables" o "perdidos". En este último caso es necesario soportar los moldes por medios de tirantes que apoyan en puntales, según hemos dicho.

Cuando se opta por losas de **viguetas** armadas "in situ" o prefabricadas es posible economizar material y mano de obra ya que prácticamente sólo se requiere de tirantes y puntales y, en la mayoría de los casos, en menor número que para los tipos de losas indicados anteriormente. Este tipo de losas es especialmente indicado para zonas donde la madera es escasa y en consecuencia cara.

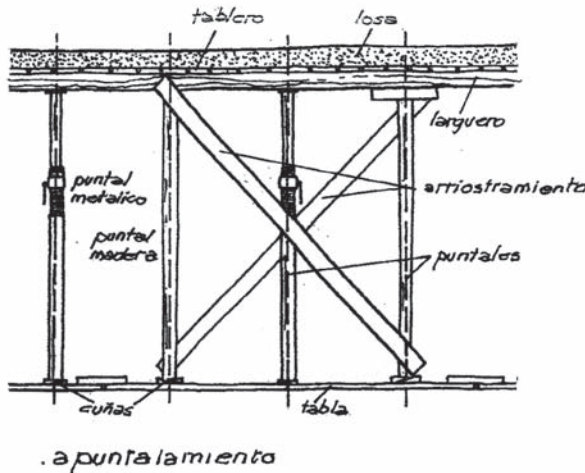
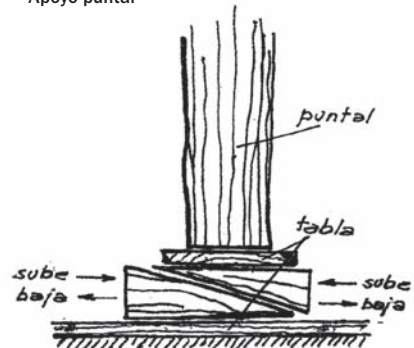
Otros tipos de losas permiten el uso de elementos de encofrados auto portantes (que no requieren puntales) apoyados perimetralmente.

Cuando es necesario encofrar los **bordes** (perímetro) de las losas se procede en forma similar a lo indicado para las vigas.

▸ Losas



▸ Apoyo puntal

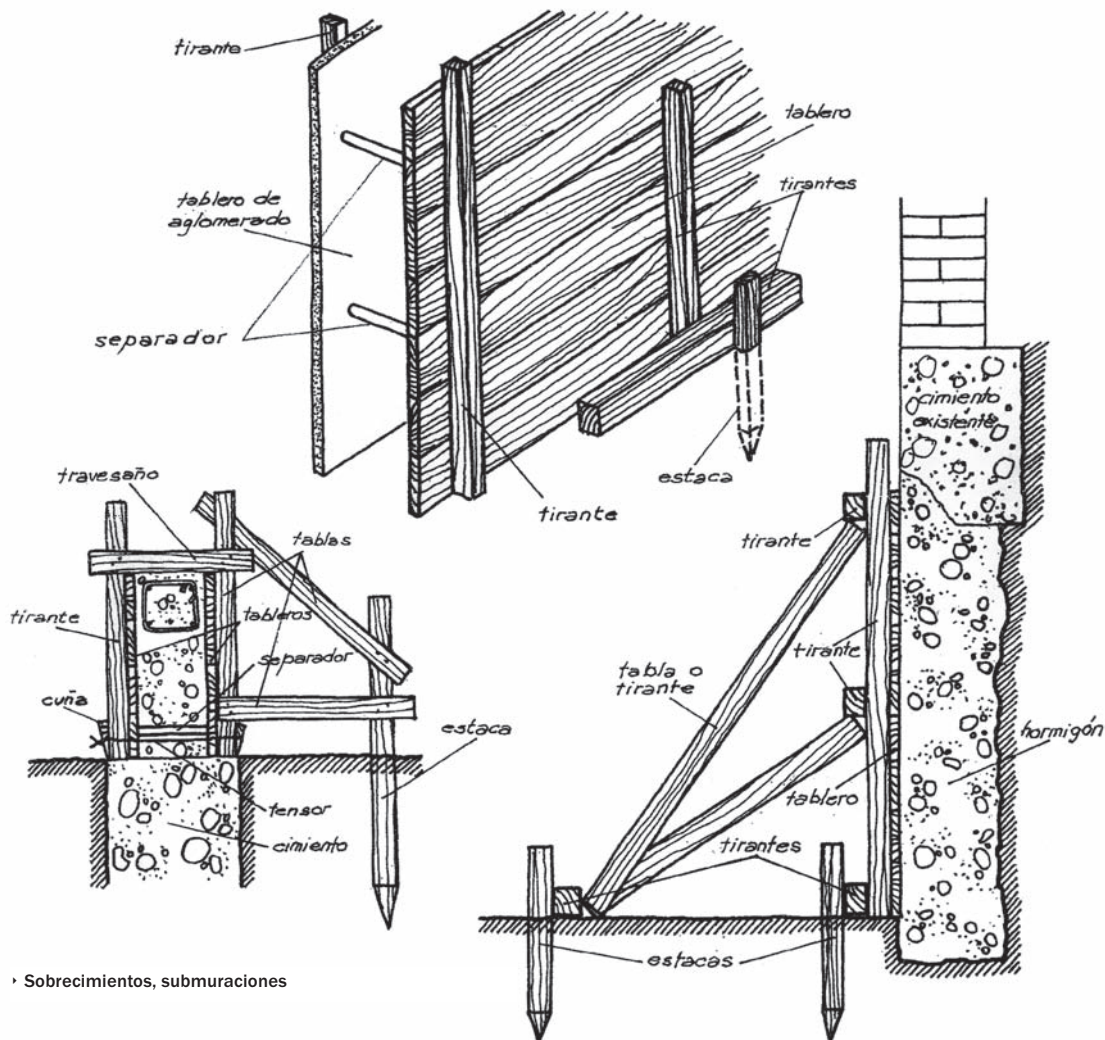


I. OTRAS OBRAS DE HORMIGÓN:

Los muros y tabiques de hormigón se encofran con tableros laterales convenientemente apuntalados y arriostrados para que mantengan la posición. Las características de los tableros, tirantes y puntales son similares a los indicados anteriormente y es conveniente incorporar "separadores" que aseguren el espesor del muro, cuando se vinculan entre sí los tableros con alambre, hierro redondo, tornillos pasantes, etc.

El encofrado de las **submuraciones** de hormigón es similar a la de los muros y tabiques y se reduce a la colocación de un sólo tablero vertical, correspondiente al paramento que quedará a la vista. El terreno natural se convierte en el "encofrado" del otro paramento. Para posibilitar el llenado, en la parte superior del tablero debe dejarse una abertura libre de entre 0,20 a 0,30 m por la cual se vuelca el hormigón. Para terminar el llenado de espacio libre, hasta alcanzar el cimiento

► Muros, tabiques, caja de ascensor



► Sobrecimientos, submuraciones

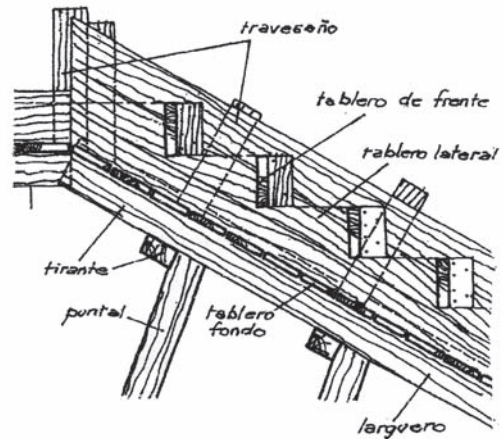
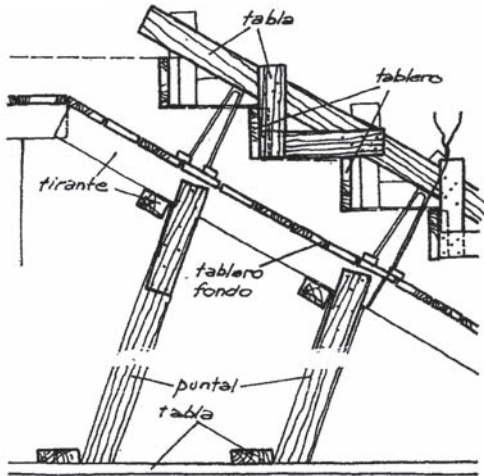
existente, hay que hacer uso de la cuchara de albañil, con la cual se arroja el hormigón, agregando tablas al tablero a medida que sube el nivel del hormigón.

Los **sobrecimientos** en general tienen el mismo ancho que las vigas de encadenado y a menudo estas últimas suelen estar incluidas en el sobrecimiento. En consecuencia el encofrado es similar al indicado para las vigas, con altura suficiente para alcanzar el nivel adecuado. Como aumenta la altura del tablero hay que asegurar su estabilidad por medio de puntales y riostras.

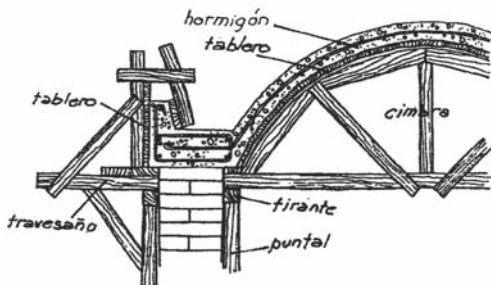
La **caja de ascensor**, constituida por tabiques de hormigón se encofra según lo indicado para los muros. El perímetro interior se apuntala entre sí y el exterior a partes fijas de la obra.

El encofrado de **escaleras** está formado por el tablero de fondo, plano o quebrado, tablero (o tableros) laterales y tableros que unen estos últimos en la parte correspondiente a las contrahuellas de los escalones.

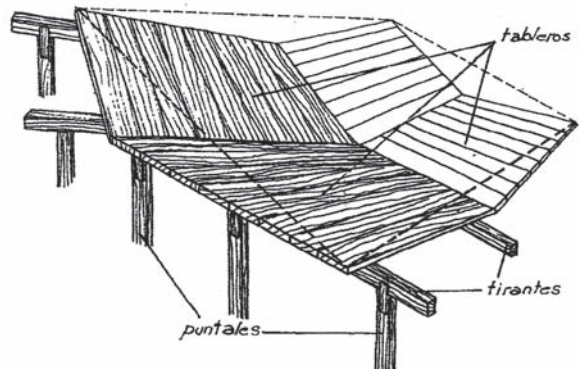
• Escalera



• Bóveda



• Doble curvatura



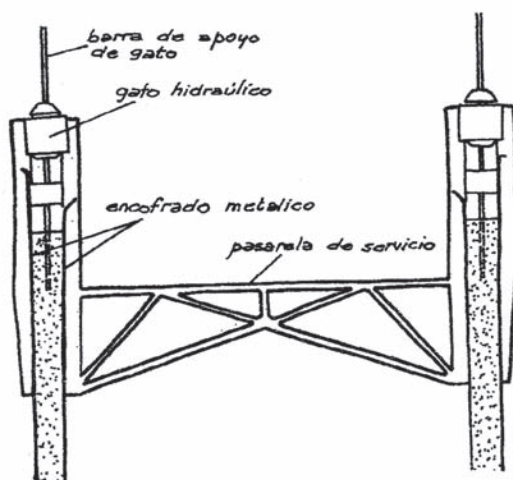
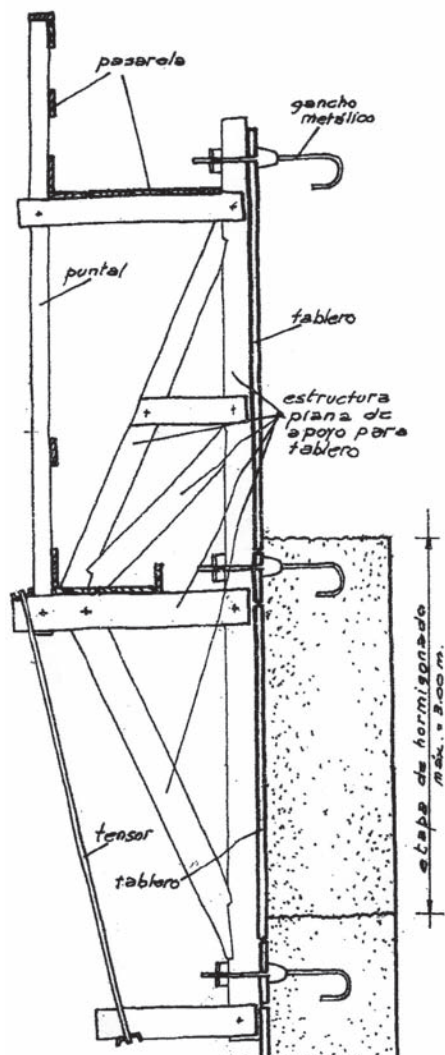
Para encofrar **bóvedas** de cañón corrido se preparan "cimbras", apoyadas sobre puntales (o tirantes y puntales), sobre las cuales se clavan las tablas. Cuanto menor sea el radio de curvatura, menor debe ser el ancho de las tablas para evitar una superficie "facetada".

Pueden encofrarse con facilidad las **superficies regladas** de cualquier tipo, pero las de **doble curvatura** requieren la participación de especialistas.

La industria incorpora al mercado permanentemente **elementos estructurales prefabricados** (columnas, vigas, losas, bóvedas, viguetas, etc.) elaborados con materiales de buena calidad y con tecnologías y encofrados que permiten disponer de elementos de dimensiones precisas y de excelente terminación. Cuando se usan estructuras de este tipo en zonas sísmicas se deben extremar las precauciones en los puntos de unión de los distintos elementos (hay que tener en cuenta que la principal condición de las estructuras antisísmicas es la continuidad).

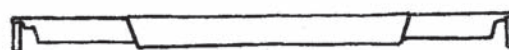
Entre los elementos de hormigón complementarios de las obras podemos citar: voladizos y marquesinas, balcones, barandas, antepechos, planteras, mesadas, parasoles, piletas de lavar y de

› Otros tipos

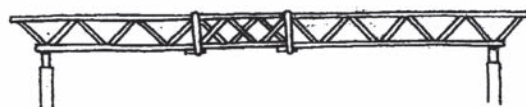


.deslizante

.apoyos (largueros) extensibles



con tubos telescópicos



con viguetas celosía telescópicas

natación, tanques de bombeo, de reserva, para combustibles, australianos, cordones de veredas, cajas para medidores, etc.; que se encofran siguiendo procesos similares a los indicados anteriormente.

OTROS TIPOS DE ENCOFRADOS:

Hemos analizado hasta ahora los encofrados de uso habitual en las obras. Además de ellos podemos hacer referencia a otros tipos de uso relativamente excepcional, tales como: perdidos, deslizantes, inflados y sin clavos y los que pueden obtenerse por medio de algunos revestimientos.

En losas nervadas y nervuradas suelen usarse elementos prefabricados de hormigón liviano que quedan incorporados a la estructura en forma permanente y que constituyen los encofrados

perdidos. Son de pequeño espesor, con superficie lisa o texturada precisa, provistos por la industria o fabricados en la obra. Pueden sostenerse por medio de tirantes y éstos apoyar sobre puntales como hemos indicado anteriormente. Permiten además alojar las luminarias de la instalación eléctrica.

Los encofrados deslizantes se usan exclusivamente para ejecutar paredes y están constituidos por moldes de alrededor de 1,20 m de altura, generalmente de chapa de acero, colocados en ambos paramentos de los muros. Los encofrados de las paredes contiguas se solidarizan entre sí por pasarelas o plataformas de trabajo. El conjunto se eleva progresivamente por tramos entre 0,25 y 0,30 m de altura, mediante gatos hidráulicos fijados al armazón que apoyan en el hormigón o en barras de acero (alojadas en vainas metálicas que permiten su posterior recuperación). Este sistema permite el trabajo ininterrumpido, avanzando de 2 a 5 m de pared por día. La velocidad de avance depende de la calidad y rapidez de endurecimiento del hormigón. Hay que cuidar especialmente la verticalidad y los niveles.

Este sistema es de especial aplicación para la construcción de silos, donde tuvo su origen. Una vez terminadas las paredes, las losas pueden ejecutarse mediante encofrado deslizante, de arriba hacia abajo, colgado de las paredes.

Para la ejecución de estructuras de hormigón de pequeño espesor (hasta 6 cm) y formas curvas pueden usarse encofrados **inflados**. Sobre este encofrado se pueden colocar mallas metálicas y colocar el hormigón por medio de lo que habíamos llamado "cañones de cemento*" para producir "gunita" (ver capítulo "Hormigón"). El "encofrado" se desinfla y se retira una vez fraguado el hormigón.

Además, sobre todo cuando se quiere obtener "hormigón a la vista", se pueden usar los encofrados **sin clavos**. Se aplican para elementos de sección reducida y están constituidos por un "marco" (bastidor o abrazadera) formado por tirantes de madera o caños o perfiles metálicos que "abrazan" al verdadero encofrado de tablas o placas de laminado fenólico. Estos encofrados son especialmente indicados para columnas.

Los revestimientos que resisten la acción del agua (ladrillos, piedras, metales, plásticos, etc.) también pueden ser usados como encofrado. Se ejecuta el revestimiento, se inmoviliza y se usa como molde para vaciar el hormigón.

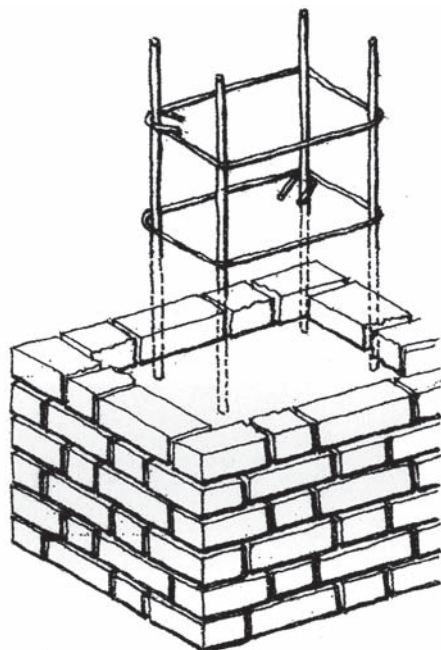
DETALLES DE TERMINACIÓN:

Para obtener el hormigón visto de buena calidad, incorporar superficies texturadas, proteger las aristas, agregar cañerías y cajas para instalaciones, grapas para fijación de marcos, etc., es necesario disponer de personal idóneo, material para encofrar de calidad y los correspondientes elementos complementarios.

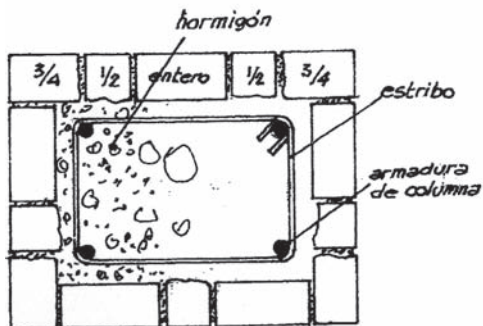
Las tablas de los encofrados de madera deben cepillarse para uniformar el espesor y evitar los resaltos. Es suficiente el cepillado de una sola cara. A partir de ahí puede usarse la cara cepillada o la aserrada para obtener superficie lisa o texturada. Visualmente, las superficies con la marca de las libras de la madera parecen "más resistentes". El arquitecto puede optar, de acuerdo al efecto que pretenda conseguir cuál es la cara de la tabla que queda en contacto con el hormigón.

Las superficies texturadas se pueden obtener agregando al tablero del encofrado de alguna forma (pegado, clavado, atado, atornillado) elementos que conforman el "negativo" de lo

► Columnas revestidas con ladrillo

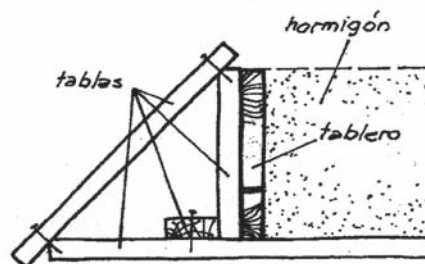
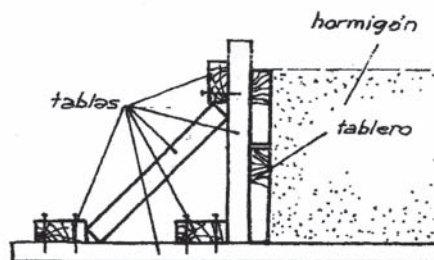
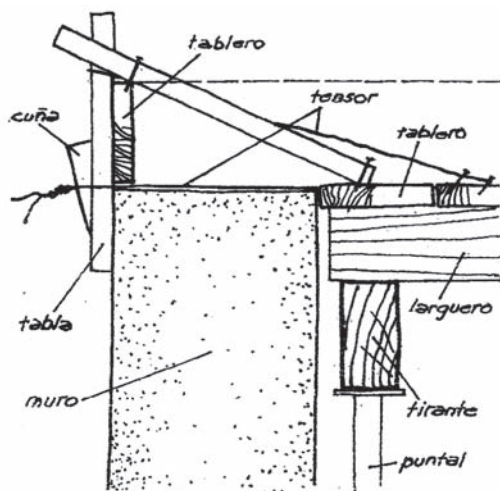


• Vista



• planta

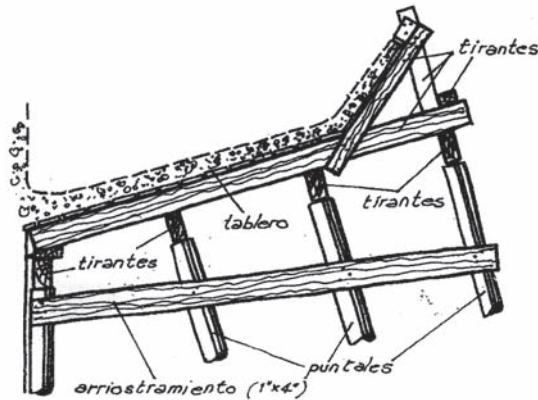
► Vigas de hormigón visto



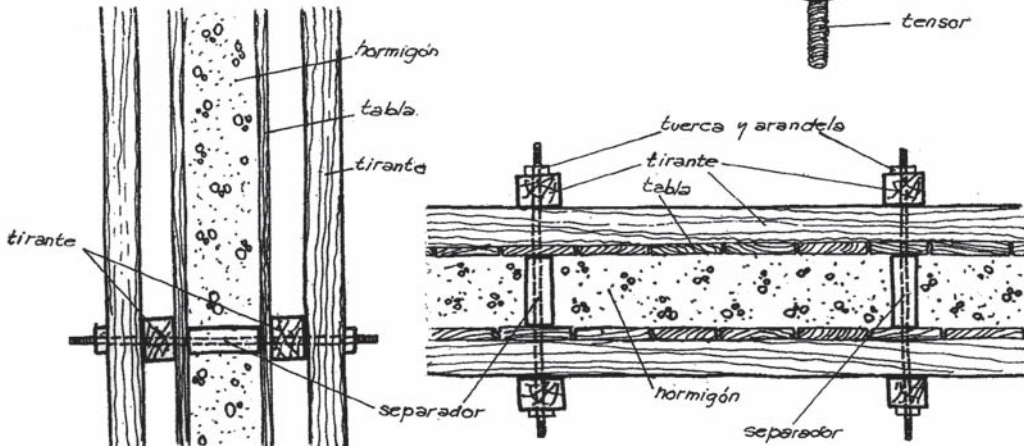
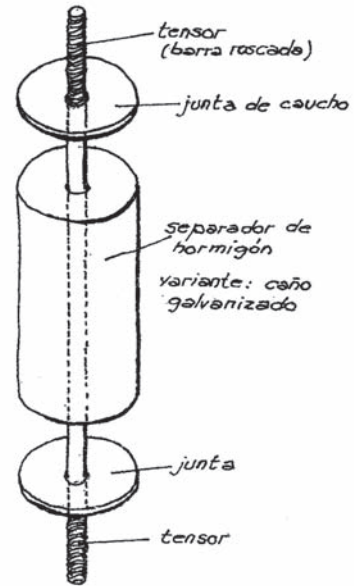
que se pretende. Cuando los elementos se retiran junto con el encofrado deben tener sus caras achaflanadas. También pueden ejecutarse con caras rectas y retirarse cuando el hormigón haya fraguado. Cuando son de madera, al secarse disminuyen su tamaño y se retiran fácilmente y en otros casos pueden ser destruidas. Las estrias ("buñas") pueden aprovecharse para hacer coincidir con su posición las etapas de ejecución del hormigón.

Las aristas pueden protegerse con la incorporación de "guardacantos" metálicos o terminándolas redondeadas, en chanfle o con uno o más ángulos entrantes.

• Voladizo



• Separador



Los caños y otras piezas de las instalaciones, sobre todo eléctricas, pueden atarse o soldarse a las armaduras y al encofrado según el caso, para conservar la superficie del hormigón prevista en el proyecto, después del desencofrado.

La misma precaución puede tomarse con las grapas, tarugos y tacos de madera, tornillos, tuercas, etc., destinados afijar elementos (marcos, paneles, artefactos, revestimientos, cañerías, etc.) en operaciones de terminación de obra.

Cuando el edificio es de más de una planta y se dispone de suficiente material para encofrar se pueden continuar los trabajos de los pisos superiores antes de desencofrar los inferiores. Esta posibilidad debe estar prevista de antemano para considerar las cargas resultantes de los materiales, el personal y las herramientas y equipos necesarios para ejecutar los trabajos, sobre todo en el cálculo de los puntales que sostienen el encofrado del piso inferior.

DESENCOFRADO

La operación comprende las tareas destinadas a retirar los elementos componentes de los encofrados (tableros, tirantes, puntales, etc.). Debe realizarse después que el hormigón haya adquirido la resistencia suficiente para las solicitaciones previstas en el proyecto.

Las estructuras sometidas a esfuerzos de compresión requieren menor tiempo, comparadas con las sometidas a flexión.

Como regla general, se puede comenzar retirando los tableros de vigas y columnas, especialmente si son de encadenado. Las vigas y columnas de carga requieren más tiempo de permanencia del encofrado.

Las tosas, como estructura típica de las sometidas a flexión deben mantenerse encofradas hasta tener la seguridad que han adquirido la resistencia mínima prevista. Pueden comenzar a desencofrarse en el perímetro, cerca de los apoyos, dejando apuntalada la zona central hasta último momento. Similar criterio hay que adoptar con las vigas de carga.

Como regla general podemos decir que, desde el punto de vista resistente, se comienza con los tableros laterales y se termina con los puntales.

Considerando al encofrado como elemento de protección de los factores climáticos, son los tableros el último elemento a retirar. Lo mismo ocurre cuando se ha previsto hormigón a la vista con superficie texturada. En este caso conviene esperar, en el caso de encofrados de madera, a que la misma esté suficientemente seca para que disminuya su volumen y se facilite la operación.

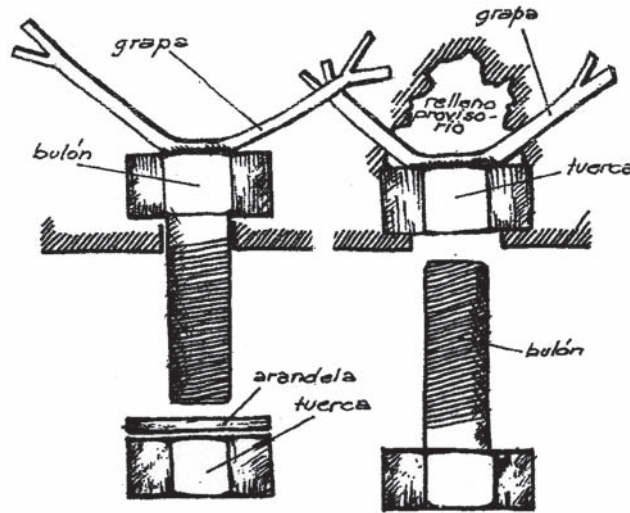
Las tareas de desencofrado deben realizarse sin golpes, comenzando por cortar alambres de las ataduras o aflojando los elementos de sujeción.

La operación de desencofrado debe estar prevista desde el momento en que se ejecuta el encofrado, tratando de colocar los elementos en una secuencia inversa a la del desencofrado previsto.

PRECAUCIONES

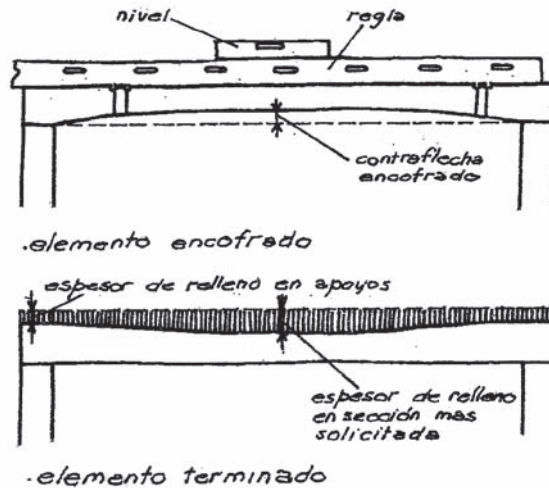
- ▶ Cuando la obra supera la magnitud corriente es conveniente calcular estructuralmente los encofrados con los esfuerzos que provocan el hormigón y las actividades de la operación.
- ▶ Previo al vaciado del hormigón hay que limpiar los encofrados de elementos extraños. En piezas verticales puede hacerse a través de una "ventana" ubicada en el pie.
- ▶ La principal condición de los encofrados es la estanquidad. Los orificios más pequeños pueden obturarse con trozos mojados de papel de las bolsas de cemento.
- ▶ Los encofrados de madera deben mojarse con suficiente anticipación para permitir el hinchamiento de la madera.
- ▶ Cuando los encofrados están expuestos al sol hay que volcar el hormigón antes de que se tuerzan las tablas.
- ▶ Cuando se ha previsto hormigón a la vista el ancho de las tablas de los tableros debe responder al tamaño de los elementos para no falsear la escala.
- ▶ Los encofrados de chapa metálica producen en general superficies alabeadas que se manifiestan con el sol rasante.
- ▶ Las dimensiones del encofrado deben asegurar el espesor mínimo de la capa de recubrimiento de las armaduras.

► Elementos empotrados

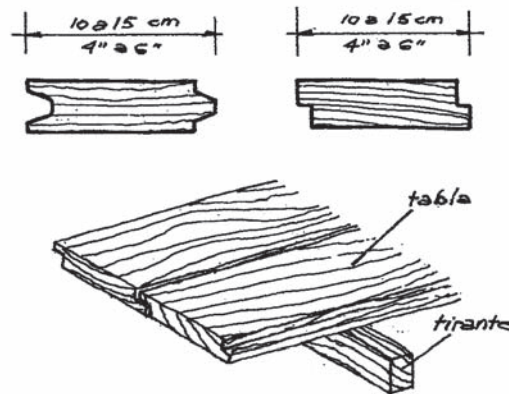


- En elementos expuestos a la acción del agua debe cuidarse especialmente la ubicación de las armaduras y el espesor de la capa de recubrimiento, dentro del encofrado.
- Las ataduras de los encofrados deben hacerse con alambre (N° 14) doble vinculando entre sí los travesaños de los tableros.
- Cuando se encofran las columnas después de estar ejecutada la mampostería hay que verificar la verticalidad del conjunto antes del vaciado del hormigón, apuntalando y arriostrando los encofrados.
- Cuando se usan los revestimientos como encofrado del hormigón el vaciado se puede realizar a medida que avanza aquél o bien estabilizarlo perimetralmente durante el vaciado y endurecimiento.
- Los elementos estructurales horizontales que apoyan sobre el terreno deben ser calculados a la flexión cuando se dude de la resistencia del terreno.
- Pueden usarse caños como separadores de los tableros y pasarse tornillos por su interior para vincularlos entre sí. En ese caso hay que cuidar la ubicación si los orificios quedaran a la vista como elemento formal.
- Las tareas de desencofrado deben realizarse sin golpear los encofrados, cortando o aflojando las ataduras y desclavando las parles con "uñetas". Para aflojar los puntales se golpean las cuñas de la base.
- Para facilitar las tareas de desencofrado la industria ofrece productos para aplicar en las superficies que entran en contacto con el hormigón.
- Una vez terminado el desencofrado se deben retirar todos los clavos, limpiar las tablas, agruparlas en atados de la misma dimensión, y depositarlas a la sombra, separadas del suelo, listas para su posterior utilización.

▸ Contra flecha



▸ Tablas



▸ Antes de cortar las tablas, tirantes o puntales, verificar la existencia del elemento necesario en la obra.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN

Los materiales han sido indicados en el texto.

Las herramientas indispensables: serrucho de mano o sierra eléctrica, martillo de carpintero, tenazas, pinzas, taladro, maza, uñeta.

Las tareas deben ser realizadas por personal especializado (los llamados "carpinteros" o "encofradores"). En general el trabajo lo realizan subcontratistas del contratista responsable de la obra o empresas especializadas en este tipo de tareas.

CAPÍTULO XII

Estructuras

Entendemos a la **estructura** como un **sistema** destinado a asegurar la **estabilidad** de los edificios y **trasmitir las cargas al terreno**. Los elementos constructivos pueden adoptar diversas características para responder, al mismo tiempo que resisten las fuerzas que actúan sobre ellos, a las necesidades y requerimientos del usuario y los condicionantes propios del tiempo y lugar en que se ejecuta la obra.

Fuerzas que actúan

Las fuerzas que actúan sobre las estructuras pueden considerarse en dos grandes grupos: **a)** el **peso propio**, que depende del peso de los elementos componentes de la propia estructura y que es invariable y permanente en cada caso y **b)** la **sobrecarga** que resulta de la acción de las personas que usan los espacios y los elementos que se incorporan para posibilitar el uso y otros tales como el viento, nieve, lluvia, sismo, etc., que lo hacen en forma intermitente. Las primeras pueden establecerse con precisión mientras que para considerar las sobrecargas se debe tener en cuenta el **destino** del edificio y a partir de allí las cargas que actúan, mientras no se varíen dentro de ciertos límites las condiciones de uso previstas.

Condicionantes de diseño

Como venimos señalando la estructura del edificio debe ser diseñada simultáneamente con el resto de los componentes del edificio por lo que debe estar presente desde el momento de programar la obra. En cada caso habrá que establecer el orden de prioridad de los condicionantes del diseño, algunos de los cuales pueden determinar la solución que se adopte, y entre los cuales se destacan:

A. EL COEFICIENTE DE TRABAJO DEL TERRENO (S T)

Si bien habíamos dicho que es posible fundar en cualquier tipo de terreno, es evidente que los materiales y tecnologías, y en consecuencia los costos, pueden sufrir variaciones tan importantes que justifican el estudio de soluciones alternativas. En general no se presentan mayores dificultades en terrenos con alto coeficiente de trabajo, pero a medida que éste disminuye por debajo de ciertos límites puede ser conveniente replantear la solución adoptada en el proyecto, tratando de disminuir el peso propio del edificio –mediante el uso de materiales más livianos– y eventualmente del mobiliario, ya que es prácticamente imposible hacerlo sobre otros componente de las sobrecargas. El caso extremo se plantea en terrenos donde "no es conveniente" construir.

B. LAS FUERZAS ACTUANTES

El peso propio del edificio –ya lo dijimos– se puede disminuir con el uso de materiales livianos, lo que implica que simultáneamente disminuyen las cargas sobre la estructura. Es posible además disminuir en alguna medida las sobrecargas. El viento produce presiones sobre las superficies expuestas, que resultan máximas cuando la dirección del mismo es normal a la superficie. Siempre que no perjudiquen otros aspectos del proyecto hay que evitar esta situación, variando la orientación, la forma del edificio, la calidad de la superficie, etc. Con una adecuada pendiente de los techos se facilita el escurrimiento del agua de lluvia, el granizo y la nieve, otra manera de disminuir las cargas. La fuerza sísmica es proporcional a las fuerzas gravitatorias actuantes y disminuye en la medida que lo hagan éstas.

C. EL DESTINO DEL EDIFICIO

Es relativamente poco lo que se puede actuar en este aspecto. La posibilidad consiste en analizar soluciones alternativas con: edificios extendidos o compactos, en planta baja o en altura, con forestación que atenúe los efectos del viento, etc., siempre que se asegure el desarrollo correcto de las actividades previstas. Interviene por otro lado el tiempo previsto para el uso. Los edificios de uso permanente requieren un análisis más preciso que los de uso temporario. La tendencia actual, aún en el caso de la vivienda, es procurar la "planta libre", que facilita el cambio de destino sin producir mayores modificaciones. Las condiciones de estabilidad, que aseguran la estructura del edificio, varían también según el destino previsto para el mismo. Se deben tomar mayores precauciones en los edificios donde se concentra gran cantidad de personas, en los destinados a la atención de la salud, a la educación, etc.; en comparación con los depósitos de materiales, construcciones temporarias, etc. Las estructuras de los edificios donde se manipulan materiales contaminantes, tóxicos, radioactivos, deben ser ejecutadas de manera de asegurar la estabilidad aún en casos de emergencia producidos por incendios, inundaciones, sismos y otros desastres naturales.

D. LA FORMA Y TAMAÑO DEL EDIFICIO

La estructura de edificios pequeños, aún de formas complejas, no ofrece mayores dificultades. Es necesario esmerar el diseño a medida que aumenta el tamaño y también cuando la obra será repetida. La forma puede condicionar en alguna medida el uso de un determinado

material. Formas rectas y simples se ejecutan fácilmente con perfiles metálicos y madera. Elementos curvos son más fáciles de ejecutar con hormigón.

Las grandes superficies requieren el uso de materiales livianos, fáciles de transportar y la posibilidad de ensamblar en obra elementos ejecutados en taller, aspecto estrictamente vinculado con el plazo de ejecución de los trabajos y las condiciones climáticas imperantes en el lugar en el momento de ejecutar la obra.

E. LA UBICACIÓN DE LA OBRA

La mayor o menor accesibilidad al emplazamiento de la obra, las condiciones climáticas imperantes en el lugar, la disponibilidad de materiales de construcción y mano de obra local, el tamaño del edificio y el plazo de ejecución, la presencia de agua apta para la preparación de hormigón, de energía eléctrica para las soldaduras son, entre otros, aspectos a tener en cuenta al definir la estructura.

F. EL USO DE TECNOLOGÍA APROPIADA

La tecnología apropiada reconoce como orientación principal la utilización del conocimiento tradicional, integrando los habitantes locales con los profesionales y científicos de los organismos técnicos. Sintéticamente, responde a: 1) las necesidades básicas de la población, 2) parte de la cosmovisión local, 3) usa principalmente recursos naturales y humanos de la zona, 4) introduce innovaciones en forma armónica y 5) necesita la participación de la comunidad para su generación. El concepto de tecnología apropiada es especialmente válido en los sistemas de autoconstrucción para los sectores de menores recursos económicos.

G. INSTALACIONES DE SERVICIOS

La complejidad, tamaño, características constructivas, calidad de los fluidos que transportan, evacuación de aguas servidas, gases, humo y desechos en general; de las instalaciones de servicio del edificio pueden condicionar en mayor o menor medida el diseño de los elementos estructurales y por lo tanto deben tenerse en cuenta desde la etapa de programación.

H. LOS ASPECTOS FORMALES Y DE SIGNIFICACIÓN

El tratamiento formal de la estructura puede constituirse en elemento preponderante del diseño del edificio y tiene especial significado en zonas sísmicas. La identificación de la estructura como la principal responsable de la seguridad de los edificios requiere destinar a su diseño una preocupación especial por parte del proyectista.

En el lenguaje popular algunas formas estructurales identifican el uso asignado al edificio y el proyectista, en cada caso, puede actuar en concordancia o con independencia de estos códigos. Lo que no puede hacer es ignorarlos.

I. LOS COSTOS

La materialización de la obra significa la transformación de los materiales mediante operaciones que insumen mano de obra, que requiere un aporte económico que podemos definir como costo de construcción, al que hay que agregar, en el transcurso del tiempo el costo de

mantenimiento. En general, podemos decir que cuanto más alto sea el primero menor será el segundo y viceversa. Habrá que decidir en cada caso la solución adecuada y posible, a partir de los recursos disponibles. En edificios públicos hay que adoptar soluciones con bajos costos de mantenimiento, para los cuales es difícil conseguir financiación.

La enumeración precedente no es de ninguna manera completa ni excluyente y es responsabilidad del profesional establecer, junto con el usuario, las prioridades a tener en cuenta en el diseño de la estructura. El profesional puede aportar soluciones alternativas a las necesidades del usuario que dependen de su conocimiento del tema, en su rol de diseñador. Lo que no puede hacer es cambiar el destino del edificio ni los recursos económicos del usuario. Puede, en algún caso, y motivado por las características del terreno, proponer cambios en la ubicación de la obra. Y es único responsable del mejor aprovechamiento de los recursos, del uso de materiales y tecnologías adecuadas, de la solución formal, del diseño de las instalaciones y en definitiva del diseño del edificio, del cual forma parte inseparable la estructura.

Construcción húmeda y en seco

Para la ejecución de los diversos elementos estructurales puede aplicarse el procedimiento **húmedo**, en el cual los materiales se unen entre sí con aglomerantes que otorgan resistencia al conjunto mediante el fragüe o endurecimiento para lo cual es necesario que transcurra cierto tiempo. En la construcción **en seco** las partes se unen mediante soldadura, clavado, atornillado, remachado, abulonado, etc. y las estructuras están en condiciones de ser usadas inmediatamente después de ser ejecutadas.

En el primer caso -construcción húmeda- la mayor parte de las tareas se realizan en la obra, mientras que la construcción en seco permite ejecutar la mayor parte de los trabajos en taller u obrador y proceder al "armado" de las partes en la obra.

La decisión de usar uno u otro sistema debe ser adoptada analizando los condicionantes de diseño indicados anteriormente y las posibilidades operativas de la empresa constructora.

En una misma obra puede -y así ocurre en la mayoría de los casos- ejecutarse la obra gruesa con construcción húmeda y las terminaciones en seco.

De todas maneras es muy difícil ejecutar la construcción de un edificio aplicando un solo procedimiento, salvo casos excepcionales, sobre todo si se usan materiales distintos en las diversas operaciones.

Elementos estructurales típicos de los edificios

En una edificación pequeña de una planta podemos diferenciar los siguientes elementos estructurales: fundaciones, paredes y techos, y en cada uno de ellos diversos tipos; cada uno de los cuales cumplen funciones específicas:

a) fundaciones: transmiten las cargas (el peso) del edificio al terreno, **b) paredes:** las portantes, reciben las cargas de los techos y las transmiten a las fundaciones y las no portantes

cumplen la función de cierre o separación de los ambientes y c) los **techos**: son la terminación superior. (En algunos casos se sustituyen paredes por **vigas** que apoyan en **columnas** para sostener los techos).

Existen múltiples posibilidades de combinación de los elementos citados precedentemente y la diferenciación se aplica a efectos didácticos. En muchos casos resulta muy difícil establecer donde termina un elemento y comienza el otro e inclusive sus respectivas funciones. A medida que aumenta la complejidad y tamaño del edificio lo hace también la estructura.

A partir de la primera planta alta que se agrega es necesario ejecutar un **entrepiso**, que hace de techo del nivel inferior y piso del nivel superior. En consecuencia, en edificios de más de una planta se ejecutan, sucesivamente: **una fundación, un entrepiso por cada uno de las plantas superiores y un techo**, con el cual culmina el edificio.

La verificación de la estructura se efectúa a partir del techo -hacia abajo- hasta terminar en la fundación. En áreas no **sísmicas** el cálculo estructural contempla la acción de las cargas verticales y eventualmente la acción del viento como fuerza horizontal. En áreas **sísmicas** en la verificación se tiene en cuenta la acción simultánea de las cargas verticales y la **fuerza sísmica**.

$$F_s = C_s.Q, \text{ en donde:}$$

F_s: fuerza sísmica; **C_s**: coeficiente sísmico que depende del riesgo del lugar, del destino de la obra, del sistema estructural y del suelo de fundación y **Q**: suma de las cargas gravitatorias (permanentes y accidentales).

Según los casos, se completa con el cálculo del sismo vertical (efecto susultorio) y la torsión en la estructura del edificio.

El cálculo de la estructura de los edificios en áreas sísmicas se ha convertido en una especialidad en permanente evolución. Es conveniente recurrir a los profesionales especializados cuando se trate de construcciones de relativo tamaño o complejidad.

Formas de ejecución

El proceso constructivo de las estructuras de los edificios ubicados en zonas sísmicas debe asegurar el encadenamiento de paredes y tabiques al entramado de vigas y columnas. Esto resulta relativamente fácil de conseguir cuando la estructura es de hormigón armado, pero se complica cuando es metálica o de madera. Cuando la estructura se resuelve con elementos prefabricados hay que cuidar especialmente los puntos de unión entre las piezas, si tenemos en cuenta que la principal característica que debe cumplir la estructura es la **continuidad** entre sus elementos constitutivos, situación que alcanza hasta las juntas que resultan de las imprescindibles interrupciones que se producen durante el proceso constructivo.

Paralelamente, hay que asegurar que los elementos que se agregan una vez terminada la estructura (carpintería, instalaciones, paneles divisorios, mobiliario, etc.) mantengan **indepen-**

dencia de ésta para que no se modifiquen las situaciones de cargas previstas en el cálculo estructural respectivo.

Las estructuras de edificios ubicados en zonas sísmicas deben verificarse de acuerdo a los reglamentos vigentes en cada lugar.

El proceso constructivo en zonas no sísmicas se simplifica, ya que las estructuras se verifican para resistir solamente cargas verticales. El efecto del viento se considera como fuerza horizontal, proporcional a la superficie expuesta y a la presión que ejerce el viento (depende de la velocidad). Este último efecto puede modificarse en alguna medida, a través de la orientación y forma del edificio.

Las estructuras resistentes de los edificios construidos en zonas afectadas por sismos requieren un tratamiento especial que contemple las tensiones y sollicitaciones, distintas de las habituales, que se generan durante la ocurrencia del movimiento. Los últimos sismos que afectaron a ciudades importantes con edificios construidos satisfaciendo prescripciones de normas sismo-resistentes vigentes, han demostrado que el solo análisis estructural no es suficiente para asegurar la estabilidad y objetivos de una construcción sismo-resistente. Ha quedado en evidencia la necesidad del **diseño estructural sismo-resistente** y su rol en el verdadero comportamiento de las construcciones frente al sismo. En tal sentido los especialistas en ingeniería sismo-resistente han elaborado una serie de recomendaciones para ser tenidas en cuenta en el diseño estructural y también arquitectónico. Sin embargo el tema así enfocado se reduce a limitadas recomendaciones tendientes a evitar determinadas situaciones que ponen en peligro el correcto comportamiento sismo-resistente de los edificios, pero sin considerar el problema en forma global e integral. Es decir, un enfoque totalizador de la respuesta de las construcciones a las acciones sísmicas, ya que de esta respuesta no sólo es responsable la estructura resistente sino todos los elementos que materializan el edificio.

La preocupación fundamental es crear conciencia entre los arquitectos que sólo a través del trabajo interdisciplinario de ingenieros y arquitectos podrán proponerse soluciones que aseguren un adecuado **diseño arquitectónico sismo-resistente**. En síntesis, el objetivo es que el arquitecto, como responsable fundamental en el diseño de los espacios urbanos y edificios, asuma la responsabilidad de sismo-resistencia en la instancia proyectual."

Arq. Nemecio M. NIETO
(del prólogo del *Diseño de Estructuras Sismo-Resistentes*,
del Ing. Hugo GIULIANI, San Juan, septiembre de 1986).

Requisitos que debe cumplir la construcción antisísmica

- ▶ Colocar columnas (de encadenado) en todos los encuentros de muros.
- ▶ Los "paños" de mampostería deben enmarcarse mediante vigas inferiores y superiores, y columnas en cada uno de los extremos, salvo los que tengan una longitud inferior a 1,50 m.
- ▶ Sobre las aberturas –puertas y ventanas– deben colocarse vigas de dintel arriostradas en sus extremos a columnas.
- ▶ Los extremos de las columnas deben terminar en vigas y las vigas en columnas.
- ▶ Las armaduras de vigas y columnas, en los encuentros, deben asegurar un anclaje mínimo de las barras de 50 veces su diámetro.
- ▶ Los empalmes de armaduras deben tener un solape mínimo de 50 veces el diámetro de la barra.
- ▶ Las bases de las columnas se arriostran entre sí, por lo menos en dos direcciones.
- ▶ Los muros deben contar como mínimo con una viga de encadenado inferior que apoya sobre la fundación y una de encadenado superior en el coronamiento.
- ▶ La aberturas deben contar con una columna de enmarcado cuando el paño de mampostería (mocheta) sea superior a 1,50 m.
- ▶ Hay que asegurar la continuidad de la estructura, reduciendo al mínimo posible las etapas de ejecución.
- ▶ La relación entre la altura del edificio y el lado mínimo de la base no debe ser superior a 15.
- ▶ La mampostería se considera portante hasta cierta altura que depende del espesor del muro (ej.: muro de ladrillo común de 0,30: 10,00 m de altura).
- ▶ La mampostería debe armarse horizontalmente cuando el muro tiene más de 3,50 m de altura.
- ▶ La longitud máxima de muro sin columna intermedia es de 5,00 m.
- ▶ Debe colocarse un mínimo de columnas por superficie cubierta construida.
- ▶ Los muros sueltos, cuando superan ciertos límites de altura, deben verificarse al vuelco.

El listado precedente de normas no es completo, y debe ser verificado en el Código de Edificación respectivo, donde se indican con precisión las dimensiones mínimas de los elementos y las características de las armaduras y hormigones a emplear en cada caso.

Las **normas** precedentes se complementan con algunas **recomendaciones** que favorecen el comportamiento de los edificios en la emergencia sísmica y están referidas especialmente al diseño estructural:

- ▶ Procurar que los elementos estructurales actúen simultáneamente para evitar la "rotura escalonada" de los mismos.
- ▶ Evitar las "columnas cortas" y los "pisos flexibles".
- ▶ Conocer las propiedades mecánicas del suelo de fundación (cuidar especialmente

la posibilidad que se produzca el fenómeno denominado "licuación del suelo", cuando el suelo se comporta como un líquido).

- ▶ Dotar a la estructura de capacidad de absorción de energía, favoreciendo la capacidad de deformación más que la de resistencia.
- ▶ Combinar en la construcción estructuras rígidas para sismos de menor intensidad con estructuras flexibles que actúan durante los sismos severos.
- ▶ Evitar las plantas bajas con estructura flexible, sobre las que apoyan plantas rígidas.
- ▶ Cuidar el efecto de "chicoteo" de las pequeñas estructuras que sobresalen en la parte superior de los edificios.
- ▶ Reducir al mínimo el peso del edificio, seleccionando materiales livianos para los muros, contrapisos, pisos, revestimientos y la propia estructura. En el diseño arquitectónico procurar que los locales destinados a elementos pesados se ubiquen en los niveles inferiores.
- ▶ Evitar las cuantías excesivas (de armaduras) en las secciones de los elementos estructurales de hormigón.
- ▶ Procurar la simetría en las plantas y en las estructuras, para evitar los efectos de torsión.
- ▶ Elección de tipos estructurales adecuados (pórticos, tabiques sismo-resistentes, tipo cajón, pórticos con diagonales).
- ▶ Reducir o eliminar los cuerpos salientes de los edificios (voladizos, marquesinas, balcones, cuerpos cerrados, etc.).
- ▶ Establecer juntas (de dilatación, de separación de cuerpos, entre edificios colindantes) de manera de evitar el "golpeteo".
- ▶ Cuidar la resolución de los detalles constructivos para asegurar que en la materialización de la obra se respeten los presupuestos establecidos durante la etapa de diseño.

Procesos constructivos

Sintéticamente, los procesos constructivos se desarrollan según las siguientes operaciones sucesivas (estructura de hormigón armado):

A. EN ZONA NO SÍSMICA:

1. fundaciones y arranques de columnas.
2. encofrado de columnas, vigas y losas.
3. armado y hormigonado de lo indicado en 2 y arranque de columnas del piso superior (en el caso de entrepiso).
4. para cada uno de los pisos superiores repiten las operaciones indicadas en 2 y 3.
5. encofrado de columnas, vigas y losas del último piso (si el techo es de madera o metálico se eliminan las losas).
6. armado y hormigonado de lo indicado en 5.

7. armado, encofrado y hormigonado de la estructura del tanque de reserva, sala de máquinas de ascensor y conductos (plenos, ventilaciones, chimeneas, etc.).

8. **mampostería** (esta tarea puede ejecutarse de abajo hacia arriba, de arriba hacia abajo o simultáneamente en todos los pisos). En planta baja deben ejecutarse las fundaciones de los muros, antes de comenzar la mampostería.

B. EN ZONA SÍSMICA:

1. excavación y hormigonado de cimientos, salvo los espacios destinados a las bases y arranque de las columnas.

2. armado y encofrado de bases y vigas de encadenado inferior y arranque de columnas.

3. hormigonado de bases y vigas de encadenado inferior y columnas hasta la altura de las vigas de encadenado inferior.

4. **mampostería** hasta base de viga de encadenado superior o de carga o hasta base de dinteles en los muros con aberturas.

5. armado, encofrado y hormigonado de dinteles (se pueden hormigonar hasta esa altura las columnas en las cuales apoyan los mismos).

6. **mampostería** hasta altura de entrepiso (o techo según el caso).

7. encofrado de columnas, vigas y losas.

8. armado de vigas y losas.

9. hormigonado de lo indicado en 8 y arranque de columnas de piso superior (en el caso de entrepiso).

10. para cada uno de los pisos superiores se repiten las operaciones indicadas en el 4 al 9.

11. **mampostería** del último piso según lo indicado en 4 al 6.

12. encofrado de columnas, vigas y losas del último piso (si el techo es de madera o metálico se eliminan las losas).

13. hormigonado de lo indicado en 12.

14. **mampostería** de la sala de máquinas del ascensor.

15. armado, encofrado y hormigonado de estructura de tanque, sala de máquinas, tanque de reserva y conductos (plenos, ventilaciones, chimeneas, etc.).

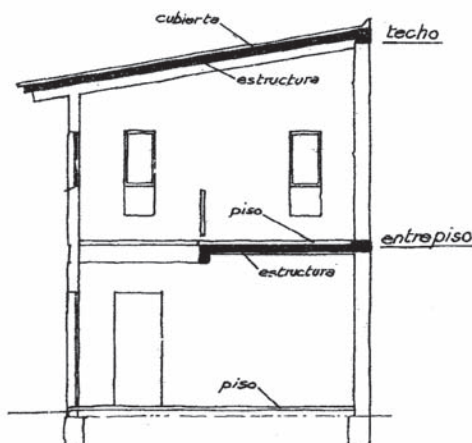
Variante

Ejecutar la obra según el proceso constructivo indicado para zona no sísmica, previendo en las columnas los elementos (arranques, "pelos", "chicotes", etc.) que permitan arriostrar a ellas la mampostería, que puede ejecutarse como última operación. Pero este procedimiento no es habitual, ni aconsejable, por cuanto es muy difícil evitar la aparición, en el momento del sismo, de fisuras o grietas entre las columnas existentes y la mampostería "agregada" al final.

El tema ESTRUCTURAS cuenta con abundante bibliografía a la cual se puede recurrir. La presente publicación abarca solamente los aspectos referidos al diseño estructural y su vinculación con el diseño arquitectónico y que deben ser tenidos en cuenta cuando se encara la construcción de los edificios; sobre todo en zonas sísmicas, tema sobre el cual la bibliografía es escasa.

CAPÍTULO XIII

Entrepisos y techos (estructuras)

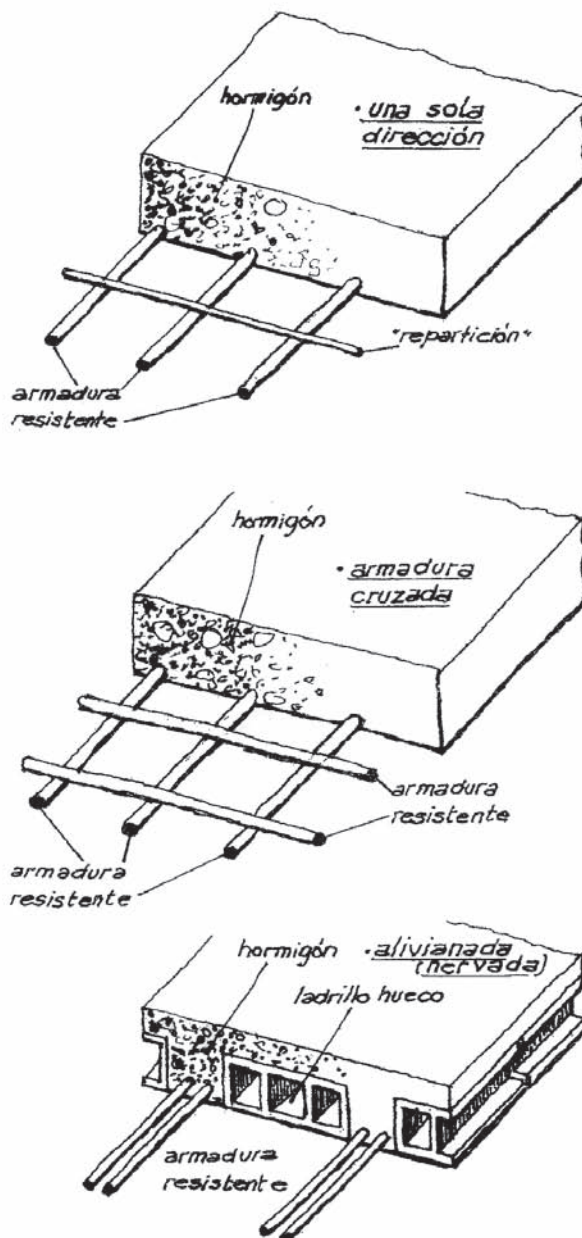


Constituyen, junto con las paredes, los elementos que delimitan los espacios interiores de un edificio de más de una planta.

Los **entrepisos** son estructuras **horizontales** que separan pisos sucesivos, sirviendo de techo del piso inferior y de apoyo del pavimento del piso superior. Sus características se definen teniendo en cuenta los condicionantes de diseño indicados en "Estructuras", a partir del destino (uso) asignado a los espacios que separan.

Los **techos** constituyen la culminación superior del edificio y en consecuencia están expuestos a la acción de los elementos del clima, de agentes mecánicos (tránsito de personas, tareas de mantenimiento, etc.), incidencia de edificios vecinos, etc. Son estructuras similares a las usadas en los entrepisos, pero en este caso con la terminación superior con pendiente, más o menos pronunciada, de acuerdo a las características climáticas del lugar de emplazamiento del edificio y del material de terminación de la cubierta. Este último puede definir en algunos casos la estructura de soporte del mismo. En los techos se presenta la mayor variedad de soluciones estructurales, donde se procura, en la mayoría de los casos, cubrir grandes luces con el mínimo de material.

▸ Losas



A menudo, es en esta parte de la obra donde el proyectista adopta soluciones formales de dudosa justificación técnica.

En el presente capítulo sólo haremos referencia al aspecto estructural, para entrepisos ejecutados con hormigón en sus diversas variantes, metálicos y de madera y techos con los mismos materiales y otras tecnologías.

Entrepisos

Los entrepisos son estructuras resistentes horizontales que separan dos pisos sucesivos, en edificios de más de una planta.

El entrepiso se completa con las aislaciones, el contrapiso y piso (superior) y el cielorraso (inferior). Los materiales y tecnologías disponibles brindan la posibilidad de responder a las más diversas alternativas que aseguren seguridad y confort a los usuarios.

Los antiguos entrepisos con estructura de hierro forjado y bovedilla fueron suplantados por losas de hormigón macizas y en etapas sucesivas fueron aparecieron las losas nervadas, nervuradas, alivianadas con elementos cerámicos armados, con bloques cerámicos o de hormigón apoyado sobre nervios armados cerámicos o de hormigón, listones pretensados de hormigón, placas huecas de hormigón pretensado y elementos de hormigón premoldeado; con el objeto de reducir al mínimo el encofrado, economizar en la mano de obra y favorecer la aislación térmica, en lo posible, simultáneamente.

Han comenzado a desarrollarse entrepisos metálicos que admiten grandes sobrecargas, se arman en seco y son recuperables.

Es posible al mismo tiempo un renacimiento en el uso de la madera a partir de la incorporación de nuevas técnicas de unión y encolados que permiten, a partir de pequeñas piezas, obtener elementos de grandes dimensiones.

A. DE HORMIGÓN MACIZO

Son las losas armadas en **una sola dirección**, donde la armadura resistente que resulta del cálculo, se coloca POR DEBAJO de la armadura de "repartición" (establecida en los reglamentos). La separación entre las barras "resistentes" no debe sobrepasar 1,5 veces el espesor del hormigón de la losa. El espesor está comprendido entre $L/36$ y $L/45$ donde L es la luz o distancia en los puntos de momento nulo (apoyos). Cuando la relación entre el largo y el ancho de la losa es menor a 2 se usan losas con **armadura cruzada** donde se calculan las dos armaduras. En este caso se coloca POR DEBAJO la armadura de mayor sección (generalmente la que apoya sobre la luz menor). La separación máxima de las barras es la misma que el caso anterior y el espesor está comprendido entre $L/45$ y $L/60$.

En los dos casos, por razones constructivas, el espesor del hormigón no puede ser menor de 5,5 cm. En todos los casos, sobre todo donde los áridos son abundantes, conviene aumentar el espesor para disminuir la armadura y evitar las vibraciones.

Las losas macizas puede apoyar directamente sobre la mampostería en zonas no sísmicas, pero en zonas sísmicas es imprescindible la colocación de viga de encadenado. En las dos zonas pueden apoyar también sobre vigas de carga (calculadas).

B. ALIVIANADAS

En las losas **nervadas** la armadura, en una sola dirección, se agrupa colocando entre las barras ladrillos macizos o huecos u otros elementos livianos. El hormigón rellena los espacios donde están colocadas las barras, además de extenderse sobre toda la superficie en una capa de compresión de espesor mínimo de 3 cm. El encofrado se reduce a la parte donde se colocan las

barras. En lugar de los ladrillos pueden colocarse otros elementos livianos, encofrados que se recuperan u otros elementos que actúan como "encofrado perdido".

Las losas **nervuradas** son similares a las anteriores pero con armadura cruzada. Son las también llamadas "casetonadas".

Tanto las losas nervadas como las nervuradas, al aumentar la altura de cálculo, permiten cubrir mayores luces y deben apoyar en su perímetro en vigas de encadenado o de carga.

C. DE BLOQUES CERÁMICOS ARMADOS (VIGUETAS ARMADAS "IN SITU")

Con el propósito de reducir –o eliminar en lo posible– el tablero inferior del encofrado de las losas la industria produce bloques cerámicos cuyos diseños permiten incorporar armadura resistente para conformar viguetas que, colocadas una junto a otra, conforman la losa y hacen innecesaria la colocación del tablero ya que apoyan en sus extremos y sobre tirantes intermedios, en número adecuado (separados entre 1,50 y 2,00 m). El diseño de los elementos cerámicos permite ubicar la armadura de tracción (inferior) y una barra en la zona de compresión (de "montaje") para permitir el manipuleo de la vigueta en la obra. La viguetas se arman con "contraflecha" que se rectifica una vez colocadas en su posición en la obra. Finalmente se vacía el hormigón en los espacios entre viguetas y en la capa de compresión, con espesor mínimo de 3 cm. Es conveniente además colocar en la capa de compresión "armadura de repartición" de cargas, normal a las viguetas y mejor aún malla metálica soldada. Para la armaduras se usan barras de acero lisas o torsionadas y se unen a los elementos cerámicos con mortero de cemento-arena (1.3), asegurando que las barras estén totalmente recubiertas con el mortero para evitar que las mismas puedan ser alcanzadas por la humedad proveniente de la operaciones de obra o de los elementos climáticos una vez terminada ésta.

Variante: Armar viguetas portantes con elementos cerámicos en forma similar a los indicados arriba y apoyar sobre los mismos bloques cerámicos sin armar. Las operaciones de encofrado y vaciado del hormigón son similares a las indicadas en el caso anterior.

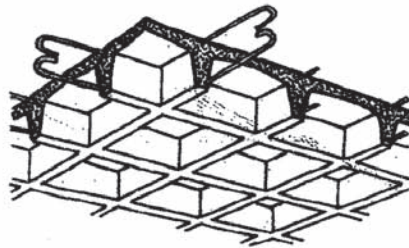
En estos casos los **ladrillos** cubren la luz libre entre apoyos y las **armaduras** sobresalen en los extremos lo suficiente como para anclarse en las vigas sobre las cuales apoyan y suelen terminarse con gancho, sobre todo si son barras lisas.

D. CON VIGUETAS (O LISTONES) PRETENSADOS

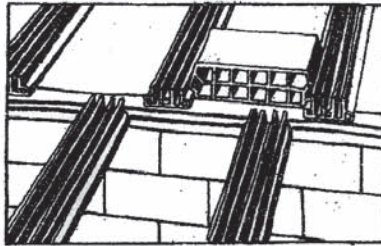
En este caso la **armadura de tracción** está constituida por la vigueta, formada por un listón de hormigón precomprimido por adherencia con aceros de elevada resistencia (de 12 a 20.000 kg/cm²), que se producen en "bancos de pretensado". Allí se tensan las trenzas y se rellenan los moldes (cerámicos o metálicos deslizantes) con hormigón de dosaje estrictamente controlado y se vibra. Cuando fragua el hormigón y se ha conseguido la resistencia prevista se procede al destensado y entonces se producen en la vigueta los esfuerzos de compresión previstos. A partir de este momento se pueden cortar las viguetas con los largos necesarios. Las viguetas se calculan de forma que las cargas que reciben en la obra en ningún momento anulan la compresión previa adquirida por el listón. De esta manera la vigueta **nunca** está sometida a **esfuerzos de tracción**.

Los elementos de relleno pueden ser bloques cerámicos huecos o de hormigón o bovedillas de este último material. También pueden colocarse encofrados recuperables de chapa de acero que apoyan sobre las viguetas.

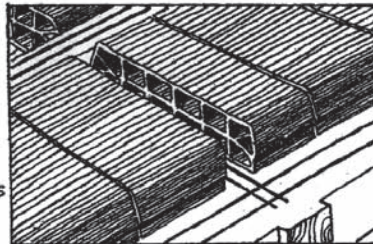
▸ Losas



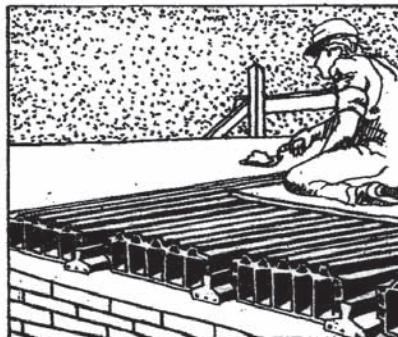
casetonada (nervurada)



*con "peines"
y bloques
cerámicos*



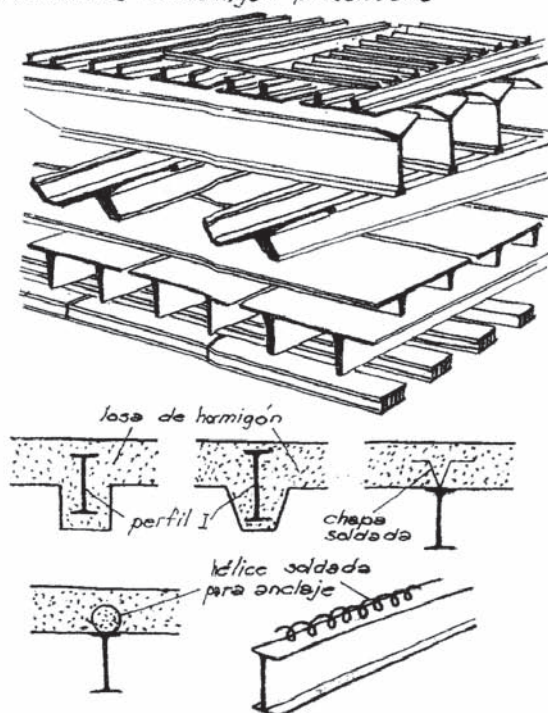
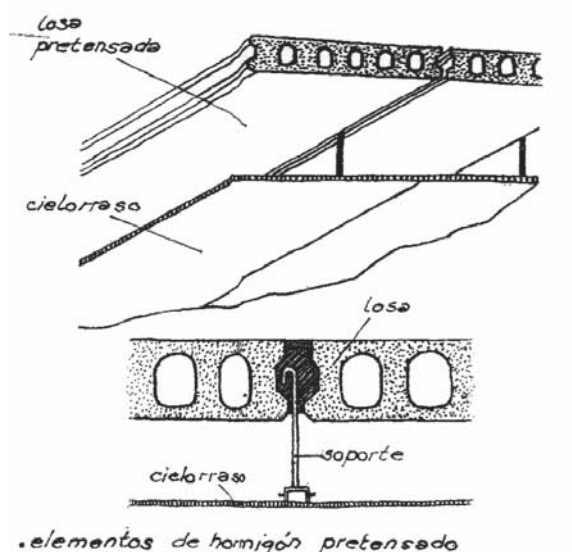
*con bloques
cerámicos y
refuerzas
transversales*



*con viguetas
prefabricadas
de hormigón
y bloques
cerámicos*

Las viguetas deben tener largo suficiente para permitir que entren completas (hormigón y armadura) en las vigas de apoyo. La VIGUETA actúa como ELEMENTO UNITARIO, ya que es imposible preparar en obra hormigón de calidad adecuada para conseguir el anclaje de la trenzas en el hormigón de las vigas. Los materiales y tecnología para el hormigón tienen las mismas características que las indicadas en los casos anteriores.

► Premoldeados



► Metálicos

E. CON PLACAS PRETENSADAS

Con procedimiento similar al usado para las viguetas se producen placas pretensadas macizas o huecas que, colocadas unas junto a otras, constituyen la losa que puede terminarse con o sin capa de compresión. El proceso en obra es similar al indicado para las viguetas.

F. CON PREMOLDEADOS DE HORMIGÓN

Los elementos premoldeados pueden obtenerse a pié de obra, con encofrados fijos para obtener un número relativamente bajo de elementos, con áridos de la zona, con lo cual es muy difícil obtener hormigón de buena calidad. En las plantas fijas es posible obtener elementos de excelente calidad al contar con instalaciones que permiten el control estricto de las operaciones. El sistema otorga ventajas notables, entre ellas la economía en la mano de obra, la economía de encofrados, rapidez en la ejecución, posibilidad de trabajo en serie, mayor rendimiento, menores fletes en el transporte de materiales, precisión en las medidas y monolitismo en los elementos, aún los más complejos. La industria está en condiciones de adaptar sus instalaciones para la producción de nuevos elementos en cantidad suficiente para suplir las necesidades del mercado en la medida que se asegure continuidad en los planes de construcción.

La industria produce elementos prefabricados para entresijos que se completan con diversos tipos de vigas y columnas que permiten aprovechar las ventajas del sistema para la construcción de edificios, siempre que no se trate de zonas sísmicas, donde resulta muy difícil encontrar soluciones adecuadas en la unión de los diversos elementos para asegurar el monolitismo del conjunto.

G. METÁLICOS

De uso restringido, debido fundamentalmente a los altos costos del material, comparados con los del hormigón armado aún donde los áridos son escasos. Para la ejecución de entresijos se usan perfiles laminados o vigas de chapa doblada sobre los que se puede apoyar la clásica bovedilla de ladrillos comunes o de hormigón, con capa superior de hormigón para horizontalizar la superficie. Es posible también apoyar placas autoportantes de hormigón armado, con o sin capa de compresión.

Los perfiles o vigas se anclan en vigas de hormigón soldando en los extremos trozos de barras de aceros ("pelos"). Cuando las vigas de apoyo son también de acero se abulonan o sueldan. En los dos casos se asegura la continuidad y monolitismo de la estructura. Puede usarse también chapa de acero doblada, con diseño y espesores adecuados para resistir las cargas previstas. La superficie superior puede horizontalizarse con elementos de hormigón liviano, que además pueden asimilarse al contrapiso.

Los entresijos metálicos resultan en general algo más flexibles que los de hormigón, salvo que se reduzca la posibilidad que se superen valores máximos en la flecha, que se produce ante la acción de las cargas, a costa de aumentar las secciones y los consiguientes costos.

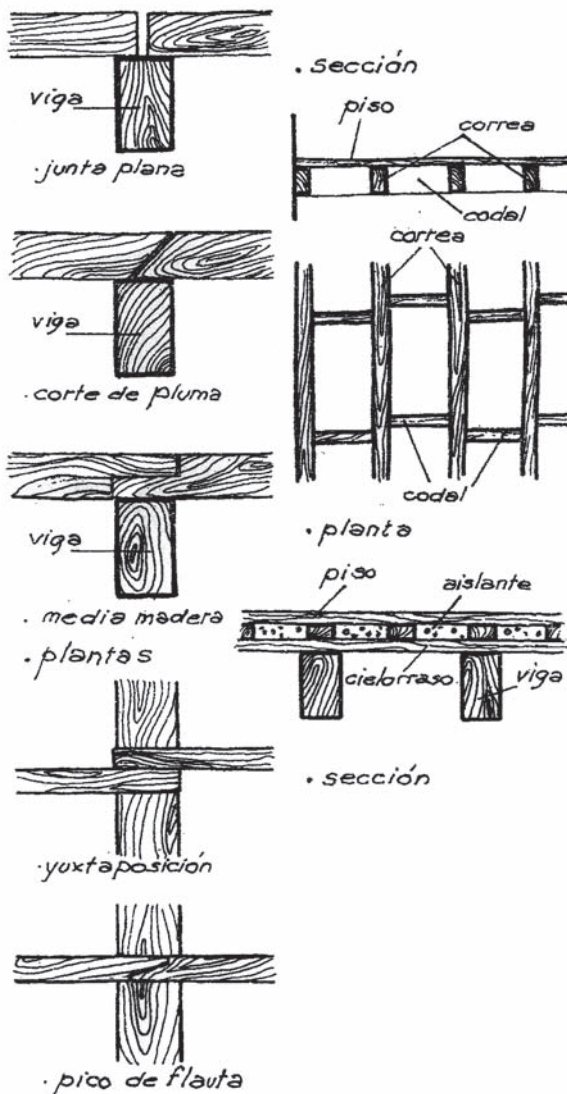
En cualquiera de los casos el cielloraso puede mantenerse "a la vista". Mediante soldaduras resulta fácil "colgar" la estructura que permita ejecutar cielloraso suspendido de diversos tipos (yeso, placas, paneles, etc.).

H. DE MADERA

El uso de la madera está restringido por el alto costo de la materia prima y la necesidad de dimensionar los elementos con un alto coeficiente de seguridad (5 para construcciones provisionarias y de 10 a 15 para las permanentes), por tratarse de material heterogéneo y la posibilidad que existan fallas ocultas (fisuras, nudos, ataque de insectos, etc.). En las uniones, salvo que se realicen con aporte de material (tarugos, cuñas, clavos, adhesivos, etc.) se pueden reducir las secciones hasta el 50%.

- De madera

• Secciones



Con adecuado tratamiento es posible asegurar vida prácticamente ilimitada a las construcciones de madera, mediante aplicación en la superficie o en su interior de sustancias que las hacen inatacables por la humedad, los insectos y el fuego. Los entrepisos pueden ejecutarse con vigas y tirantes sobre los cuales se apoya un entablonado clavado, atornillado o entarugado con o sin machimbre. Mediante la elección de las maderas más adecuadas en cada caso, seleccionadas por la resistencia, el color, las vetas; se pueden obtener terminaciones de muy buena calidad desde el punto de vista estético, creando al mismo tiempo un ambiente "cálido" tanto visual como efectivo. Construcciones rústicas se puede ejecutar con rollizos hachuelados en lugar de madera

aserrada y canteada. Mediante el uso de "conectores" de chapa de acero galvanizado (GAN NAIL o similares) se pueden obtener piezas de madera unidas a tope, sin reducir la sección útil de la madera. Los conectores se colocan a ambos lados de la madera y actúan a la manera de clavos múltiples, obteniendo de esta forma estructuras más livianas que las comunes realizadas con encas-tres o bulones. Con este sistema pueden ejecutarse vigas reticulares para apoyo de entrepisos, que permiten al mismo tiempo alojar diversas canalizaciones para los servicios técnicos del edificio.

Sobre estas vigas se pueden adoptar las soluciones indicadas anteriormente y otras con paneles aglomerados, laminados fenólicos, etc. y en el plano inferior aplicar cielorrasos de diversos tipos.

Mediante la técnica de la madera laminada encolada se pueden obtener piezas de diferentes medidas, utilizando tablas o listones, que tienen mayor resistencia a la flexión que la madera maciza de la misma especie.

I. OTROS

En menor medida pueden construirse entrepisos con bóvedas rebajadas de ladrillo o piedra, entramados con materiales combinados (metal y madera, hormigón y metal, hormigón y madera, etc.).

Techos

Es la parte de la obra donde se puede adoptar la más extensa variedad de tipos estructurales.

En el presente capítulo haremos referencia solamente a la estructura resistente que sostiene la cubierta propiamente dicha, que desarrollaremos después. Para la definición de la forma y volumen del techo intervienen consideraciones de orden estético, la planta del edificio y del material empleado para techar. En general prevalecen razones de composición arquitectónica.

Para el análisis de los techos consideramos dos casos típicos: 1) techos horizontales -comúnmente llamados "planos"- que en rigor siempre se ejecutan con pendiente, aunque mínima, para asegurar la evacuación del agua de lluvia. Esta pendiente puede conseguirse con la estructura, aunque generalmente se lo hace con la cubierta; 2) techos inclinados, con pendientes que responden a razones de orden técnico, climático, estético, etc.; con superficies planas o curvas y 3) otros tipos estructurales.

1. TECHOS HORIZONTALES (PLANOS)

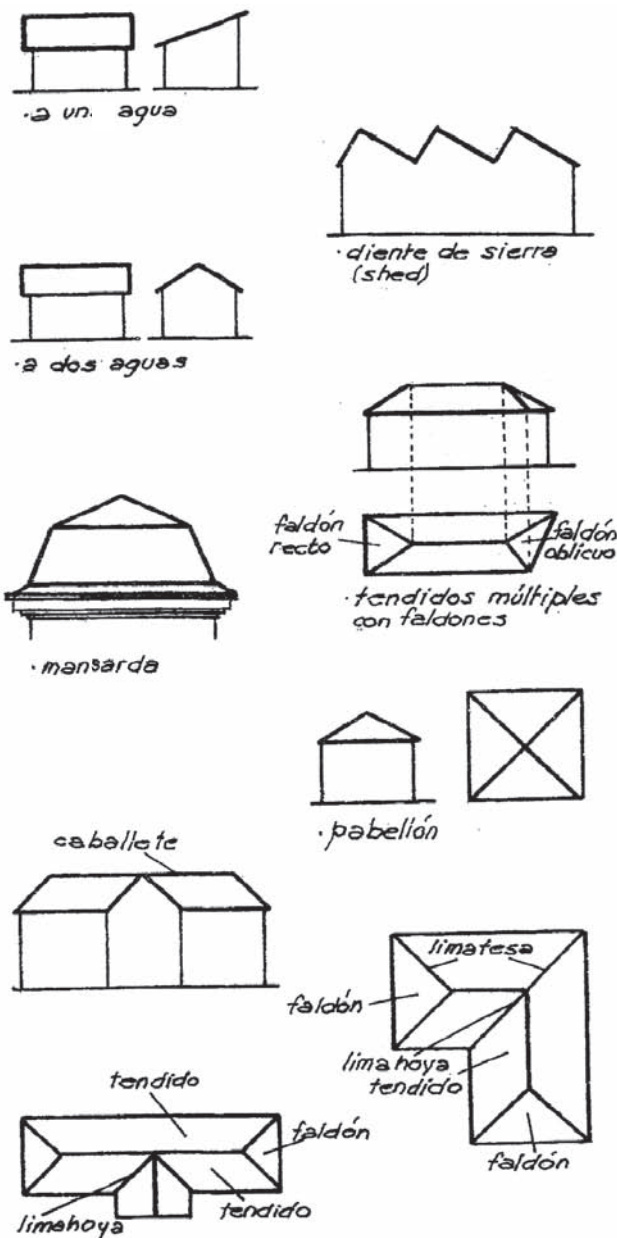
Para ejecutar techos horizontales se pueden aplicar, prácticamente sin ninguna variante, todos los tipos indicados para ENTREPISOS.

2. TECHOS INCLINADOS

A. DE SUPERFICIES PLANAS

Dentro de este tipo se distinguen los techos a **un agua**, formados por un solo plano inclinado ("vertiente" o "tendido"), a **dos aguas**, con dos tendidos con pendientes simétricas; a **dos aguas asimétricas**, constituidos por unas sucesión de techos a dos aguas de distintas pendientes,

▸ Techos inclinados



llamados en "diente de sierra" o "shed", donde resulta fácil dotar de iluminación cenital los espacios interiores y techos con **tendidos múltiples**, entre los cuales se puede diferenciar: 1) el que resulta de agregar a un techo de dos aguas otro tendido en los extremos, llamado "faldón", 2) el techo de una planta cuadrada con cuatro tendidos simétricos, llamado "pabellón" y 3) cuando los tendidos se quiebran en dos planos de distinta pendiente ("mansarda"). Los diedros

formados por la intersección de los diferentes planos dan aristas salientes llamadas "limatesas", de las cuales la horizontal se denomina "caballete". Cuando hay que cubrir edificios con planta en forma de L, con cuerpos salientes o de planta irregular, aparecen penetraciones entre los tendidos que dan lugar a la aparición de diedros con aristas entrantes llamados "limahoyas". Tanto por razones técnicas como estéticas las penetraciones pueden producirse a distinto nivel, con lo que los caballetes también se diferencian en la altura, ya que **ES CONVENIENTE QUE TODOS LOS TENDIDOS TENGAN LA MISMA PENDIENTE**. Se puede hacer coincidir el nivel de los caballetes modificando la altura del apoyo de los tendidos.

B. DE SUPERFICIES CURVAS

Los más comunes son: 1) **cónica**, para cubrir edificios de planta circular (torres), 2) **bóvedas**, usadas para cubrir edificios de planta rectangular, con grandes luces entre apoyos y 3) **cúpulas**, con forma de hemisferios o casquete esférico, usados para cubrir edificios de planta circular y también cuadrada, mediante artificios técnicos que permiten conectar espacialmente el cuadrado con la circunferencia.

Algunos tipos estructurales

El diseño de los tipos estructurales y el cálculo y verificación de las secciones necesarias, de los elementos constitutivos, de las uniones entre las partes y los anclajes al resto de la estructura escapan al campo de esta publicación.

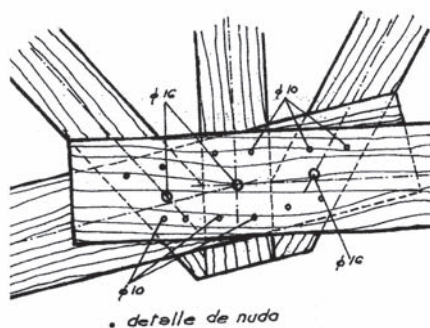
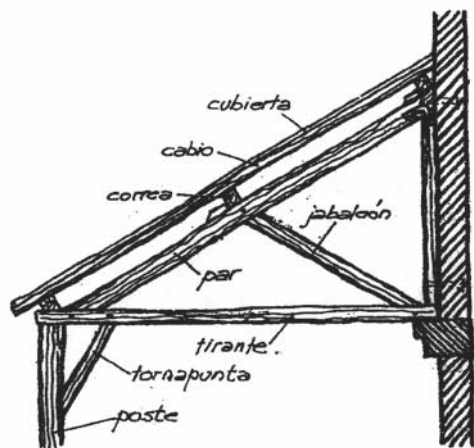
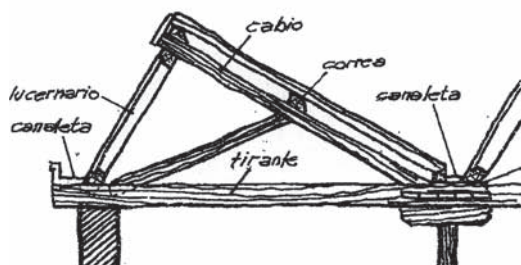
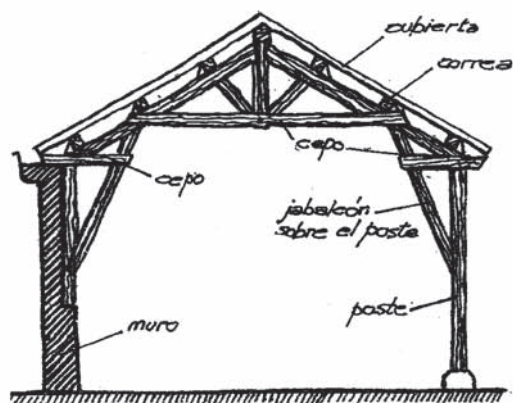
Sólo indicaremos los tipos más usados y las soluciones genéricas aplicadas sin indicar las dimensiones de los elementos, que como dijimos surgen del cálculo.

A. EJECUTADOS CON MADERA Y CON METAL

B. ESTEREOESTRUCTURAS

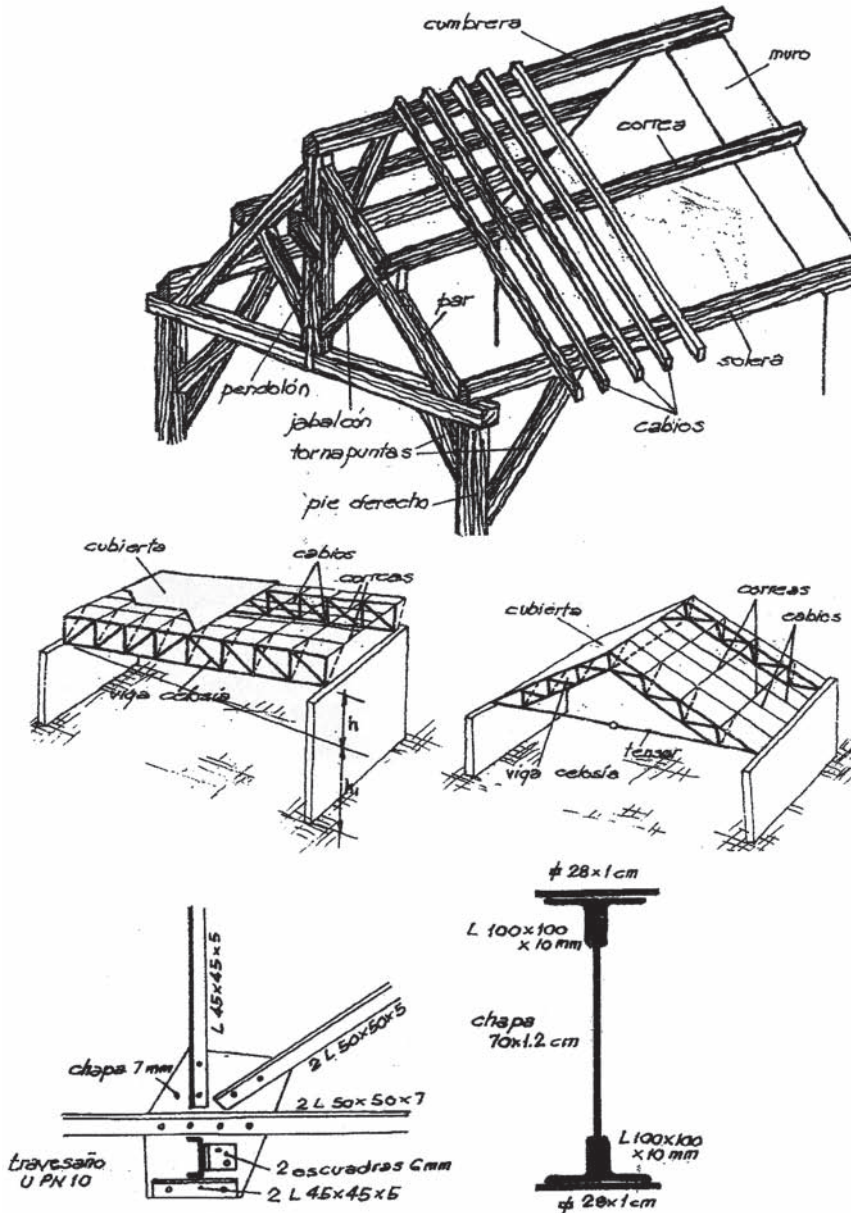
Los sistemas estructurales clásicos llevan las cargas a puntos fijos, regularmente separados en dos direcciones planas **luz**, ancho de la superficie a cubrir y **tramo** (o separación), distancia entre los elementos estructurales. En estos sistemas las piezas trabajan generalmente a flexión y transmitiendo las cargas al suelo a través de los apoyos o elementos adicionales.

Pero en realidad la separación de las funciones estáticas entre sustentante (apoyo) y sustentado (estructura) no es tan absoluta como parece. Lo que ocurre es que cuando una parte de estructura se deforma exageradamente las cargas se trasladan a otra menos solicitada por medio de elementos secundarios, que actúan como celosía. Este comportamiento estructural y la organización adecuada de los elementos de enlace ha permitido la ejecución de esteroestructuras, organización tridimensional que permite repartir los esfuerzos según las deformaciones relativas, determinadas en función de las luces, en donde se puede conseguir economía de material como resultado de la participación solidaria de todos los elementos de la estructura. El proyecto de este tipo de estructuras requiere conocimientos sólidos sobre el tema por parte del diseñador. En algunas de estas estructuras resulta difícil diferenciar la pared del techo.

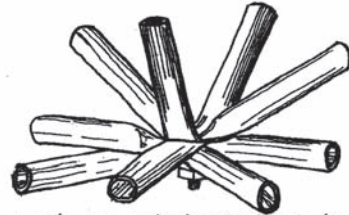
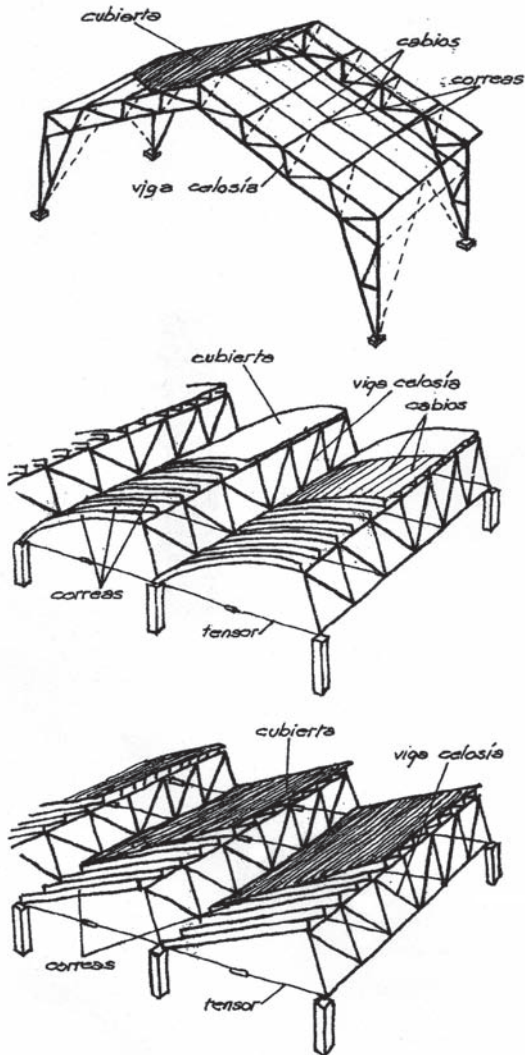


C. ESTRUCTURAS NEUMÁTICAS

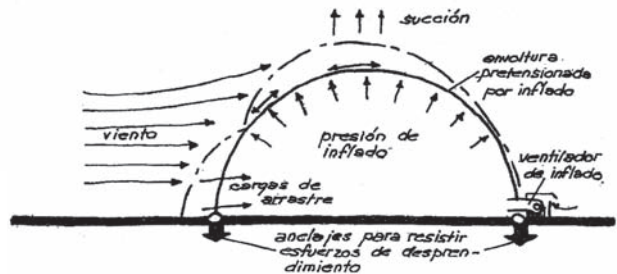
Resultan livianas, económicas, ideales para grandes luces. En ellas, las solicitaciones no bajan por vigas y columnas, sino que la estructura, por la presión, trata de separarse de la tierra. En general adoptan formas esféricas, donde paredes y techos se unen sin solución de continuidad. Para recuperarlas y reducir las a un paquete fácil de transportar basta con suspender la provisión del aire a su interior.



El sistema permite obtener gran variedad de formas y colores, con especial aplicación en construcciones temporarias (exposiciones, auditorios, gimnasios, canchas de tenis, galpones, etc.). Son especialmente indicadas para disponer de grandes espacios en casos de catástrofes. Hay que tomar especial cuidado en solucionar los anclajes, los ingresos y egresos y asegurar la provisión de aire mediante la instalación de dos turbinas y un grupo electrógeno auxiliar para las emergencia producidas por los cortes de energía.



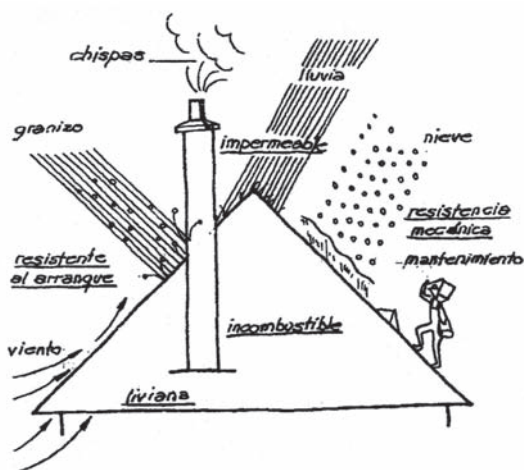
unión por aplastamiento de los extremos de los tubos, en estereoaestructuras.



Con las llamadas de "doble piel" se puede obviar el funcionamiento permanente de la turbina y disponer de un ambiente interior sin presurizar donde no es necesario extremar el control en el ingreso y egreso.

CAPÍTULO XIV

Cubierta de techos

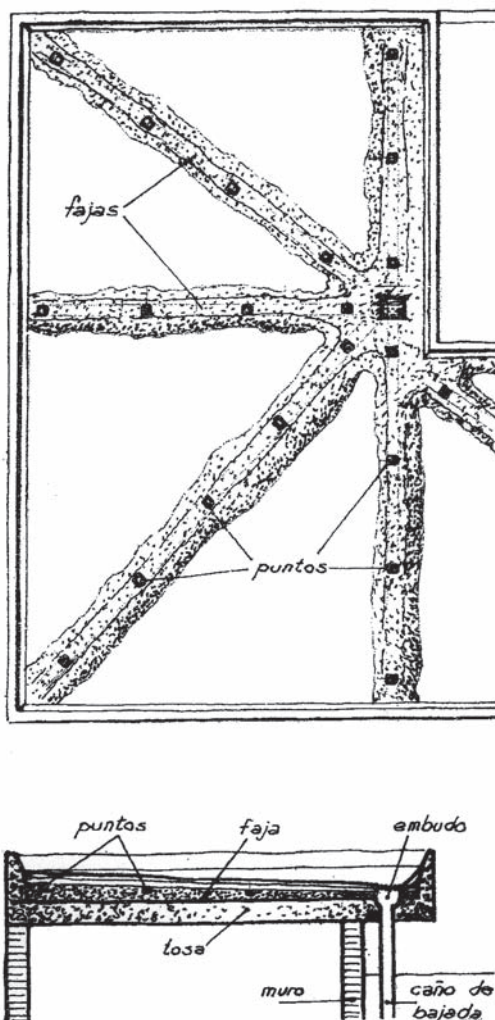


Es el conjunto de materiales, apoyados sobre la estructura del techo, que dan terminación superior al edificio y protegen el interior de la intemperie. En alguna medida cumple funciones estéticas (las inclinadas), por decisión, o sin ella, del proyectista.

CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR

- ▶ impermeables a la humedad, proveniente de la lluvia, el granizo, la escarcha y la nieve.
- ▶ aislantes o captadoras de calor, según destino y ubicación geográfica del edificio.
- ▶ resistentes: al impacto, al granizo, al tránsito del personal de mantenimiento. al arranque por acción del viento. a la lluvia y humo ácidos.
- ▶ incombustibles (sobre todo cerca de chimeneas)
- ▶ no heladizas.
- ▶ livianas, para no sobrecargar la estructura.
- ▶ buen aspecto estético, sobre todo las que quedan a la vista.

► Pendientes



El cumplimiento de las condiciones indicadas depende en la mayoría de los casos del material de terminación superficial, ya que en general los materiales aislantes (hidráulicos y térmicos) no se exponen a la intemperie. Estos últimos se adoptan con relativa independencia de los de terminación.

ELECCIÓN DE LA PENDIENTE:

La elección de la pendiente de las cubiertas no es caprichosa y depende, entre otras, de las siguientes consideraciones.

- estéticas: debe guardar armonía con la solución adoptada para la planta del conjunto.
- económicas: a medida que aumenta la pendiente aumenta la superficie a cubrir y el tamaño de la estructura y en consecuencia el costo.

- ▶ climáticas: es conveniente aumentar la pendiente a medida que aumenta la caída de lluvia y nieve (salvo que ésta se aproveche como aislante térmico) pero el peligro de arranque por acción del viento es mayor. En zonas frías es conveniente aumentar la pendiente para aumentar la superficie y terminar la cubierta con materiales oscuros para aprovechar la energía solar y facilitar el escurrimiento de la nieve. En zonas cálidas debe operarse en forma inversa.
- ▶ características del material (forma, tamaño, sistema de sujeción de la piezas, textura superficial, etc.).

Para **materializar la pendiente** del techo se puede ejecutar un relleno con hormigón u otro material liviano o aprovechar la capa de aislación térmica, procediendo como sigue:

1. se colocan "puntos" de nivel, con la pendiente establecida, sobre la estructura del techo.
2. se ejecutan "fajas" uniendo los puntos.
3. se completa el relleno, usando como guía las fajas. El procedimiento es similar al indicado para los "revoques".

Los manuales establecen (aconsejan) valores mínimos de las pendientes, según la naturaleza del material y la ubicación geográfica de edificio (en la llanura, cerca de la costa o en la montaña). Ver **Apéndice**.

ELECCIÓN DEL MATERIAL

En la elección intervienen, entre otros, los siguientes factores:

- ▶ estéticos: es conveniente usar materiales similares a los del vecindario. En algunos casos los reglamentos de edificación establecen la obligatoriedad del uso de determinados materiales.
- ▶ técnicos: las formas complejas conviene ejecutarlas con chapas lisas o piezas pequeñas y cuando existe la posibilidad de modificaciones o agregados es conveniente usar los techos "planos" (terrazas o azoteas).
- ▶ climáticos: piezas acanaladas para zonas con lluvias y nevadas copiosas, cubiertas horizontales en zonas de vientos fuertes, materiales resistentes a los ácidos en zonas industriales. En zonas de lluvias escasas material liso para evitar la acumulación de polvo.
- ▶ económicos: es conveniente usar materiales regionales, de colocación rápida y sencilla y fáciles de mantener.
- ▶ destino asignado a los espacios a construir.
- ▶ plazo y época de ejecución de la obra.
- ▶ tiempo de ocupación previsto para el edificio.

Aislación hidrófuga en techos

La industria ofrece una amplia gama de productos - en permanente expansión- destinados a la impermeabilización de cubiertas.

Las características de la aislación hidrófuga a ejecutar en la cubierta deben establecerse atendiendo a las del material usado para la terminación superficial de la misma, ya que algunos de ellos tienen suficiente capacidad para asegurar la estanquidad de la cubierta. La aislación hidrófuga se puede conseguir mediante la colocación de materiales bituminosos en frío o caliente, productos elastoméricos a base de neopren e hypalon, membranas hidrófugas compuestas por capas de polietileno y asfalto plástico, masas asfálticas asociadas con tramas elásticas de refuerzo que aseguran la continuidad, elasticidad y flexibilidad, masas asfálticas con veto de lana mineral, pinturas preparadas en base a bitúmenes estabilizados y plastificados, asfaltos plastificados con caucho de aplicación en frío y los tradicionales fieltros y cartones asfaltados o alquitranados, entre los más usados.

La mayoría de los materiales usados para la impermeabilización de cubiertas son afectados por el ozono, la oxidación, los rayos ultravioletas, el calor, la abrasión y los ácidos y álcalis, por lo cual se hace necesaria la colocación de materiales de protección, que son en general los usados para la terminación superficial de la cubierta.

La colocación de **membranas impermeabilizantes**, de uso reciente en la construcción, con terminación superficial con aluminio para techos no transitables, sin aluminio para techos o terrazas transitables o mineralizada, con capa protectora que las hace inalterables a cualquier agente atmosférico, ha venido a solucionar el problema; pero es necesario asegurar LA CONTINUIDAD SIN PERFORACIONES de la membrana, en toda la superficie de la cubierta.

Las soluciones presentan algunas diferencias cuando se trata de techos planos o inclinados. En los techos **planos** se debe cuidar especialmente la **unión entre las piezas**, que debe ser estanca. Esta condición se puede mejorar aumentando el solape a medida que disminuye la pendiente de la cubierta.

En los techos **inclinados** puede ser suficiente el solape a partir de cierta pendiente. La aislación hidrófuga, además de cumplir su función específica, es fundamental para proteger los materiales de la aislación térmica (acústica), los que pierden su propiedad cuando son alcanzados por el agua. En consecuencia, siempre es conveniente colocar la aislación hidrófuga ENCLIMA de la térmica.

Salvo cuando resulte técnicamente imposible, LA AISLACIÓN HIDRÓFUGA DEBE EJECUTARSE DESPUÉS DE ESTAR COLOCADOS TODOS LOS ELEMENTOS QUE ATRAVIESAN EL TECHO (cañerías de instalaciones, ventilaciones, chimeneas, conductos, plenos, desagües, bajadas, antenas, etc.).

A. EN ENTREPISOS

Es conveniente ejecutar aislación hidrófuga bajo los pisos en locales sanitarios de los edificios. Con el objeto de alojar las cañerías de desagüe de la instalación sanitaria es necesario descender el entrepiso, con lo cual se crea una depresión a la cual van a parar las posibles pérdidas de las cañerías y también el agua del lavado de los pisos que puede infiltrarse a través de las juntas del mismo. En la mayoría de los casos es suficiente la aplicación, sobre el hormigón de la capa de compresión de la losa, de materiales bituminosos en frío o caliente o cualquiera de los indicados anteriormente. Es necesario completar la impermeabilización de la superficie horizontal con la vertical del contorno de manera de formar una "batea" que pueda contener el agua. Esta precaución no es necesaria cuando se opta por mantener la horizontalidad del entrepiso, colgando los desagües y ocultándolos con un cielorraso removible.

B. EN TECHOS PLANOS

La designación de "techo plano" en realidad significa que la cubierta es PRÁCTICAMENTE HORIZONTAL. La pendiente es mínima pero lo suficiente como para asegurar el escurrimiento del agua de lluvia. Las características de ésta es la que define la pendiente: para lluvias copiosas (propias del verano) es conveniente establecer una pendiente mínima de 2% y máximo de 3% pudiendo ser menor donde las lluvias corrientes, aunque puedan ser frecuentes, aportan poca cantidad de agua. De todas maneras no es conveniente establecer pendientes menores al 1 %. En estos casos hay que esmerar la terminación de la superficie, evitando además la formación de "pozos" donde el agua puede permanecer durante mucho tiempo, con el peligro de infiltración de la aislación hidrófuga.

Como medida de precaución es conveniente, una vez curado el hormigón de la losa, aplicar una mano de materiales bituminosos en frío o en caliente y exponer la superficie a la acción del calor de manera de eliminar las ampollas de aire que se pueden haber formado. En época estival es suficiente la acción del sol durante uno o dos días. El material bituminoso debe proteger el contorno hasta superar el nivel previsto para la aislación hidrófuga propiamente dicha, que según hemos dicho debe ejecutarse una vez colocados los elementos que atraviesan el techo y la aislación térmica.

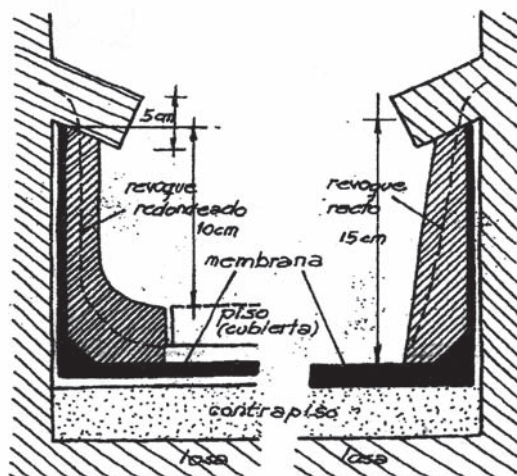
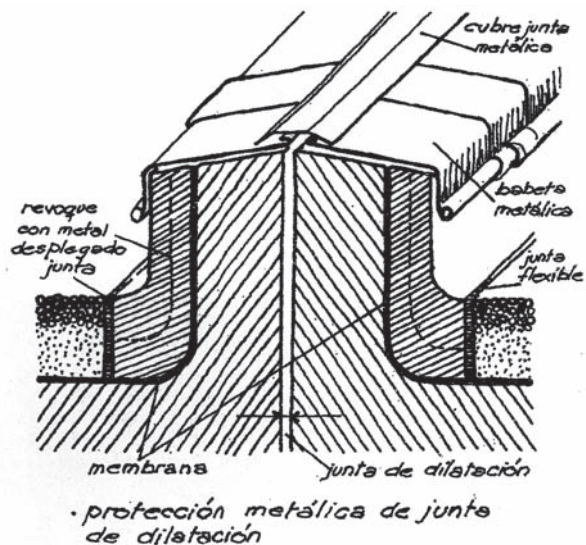
Es conveniente colocar a continuación el material destinado a establecer la pendiente deseada (que puede ser el adoptado para la aislación térmica), sobre la cual se ejecuta la aislación hidrófuga, colocando el primer paño en la parte más baja de manera que quede perpendicular a la corriente de agua. A partir de este primer paño se colocan, paralelos a éste los paños siguientes hasta terminar el techo. Los extremos de los paños deben "subir" en el contorno y "bajar en los desagües. Cuando se coloca más de una capa se lo hace colocando siempre la capa superior perpendicular a la interior y se debe alcanzar siempre un número impar para que la última cumpla la condición indicada para la primera. El proceso descripto es válido para las membranas, las masas elásticas con tramas elásticas, los fieltros y cartones asfálticos o alquitranados y otros materiales que la industria entrega en rollos. Los materiales líquidos se extienden en capas sucesivas, extendiéndolas sobre la superficie, asegurando la continuidad del material.

Como hemos dicho, de los materiales disponibles, las membranas impermeabilizantes se encuentran entre las más convenientes y de colocación relativamente sencilla: 1) se extiende el primer paño, cuidando evitar las ondulaciones, 2) se introduce la membrana en los muros perimetrales colocando "babetas" para cerrar herméticamente todo el contorno, 3) la unión entre los paños se consigue calentando la superficie a soldar con soplete a gas, fundiendo el polietileno de cobertura y, en menor medida, apenas superficialmente, el asfalto y 4) se ejerce presión, con cuchara de albañil, sobre la membrana para lograr la adherencia total.

El proceso descripto corresponde a membranas colocadas bajo otro material de cubierta. Cuando la membrana se coloca como material de terminación, ya sea porque así lo decidió el proyectista o que se haya adoptado para reparar una cubierta con filtraciones, hay que adherirla sólo al borde perimetral, soldándola como se indicó, sin unirla al sustrato para permitir la libertad de los movimientos relativos.

Se puede verificar la estanquidad obturando los desagües y llenando la cubierta con una capa de 15 cm de agua durante 24 horas o insuflando aire entre la membrana y el sustrato, distribuyendo agua jabonosa para localizar la pérdida.

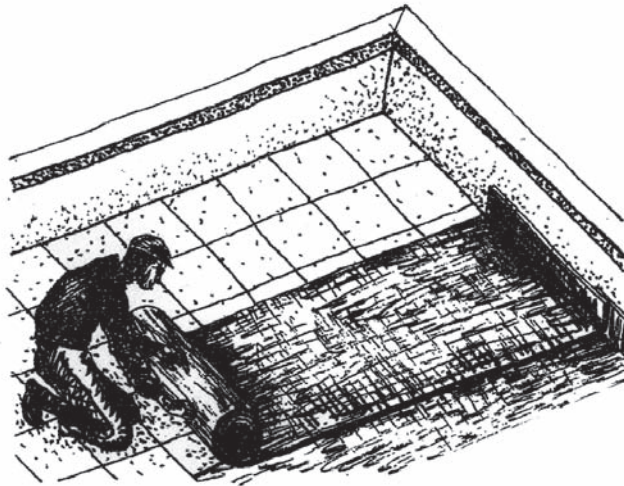
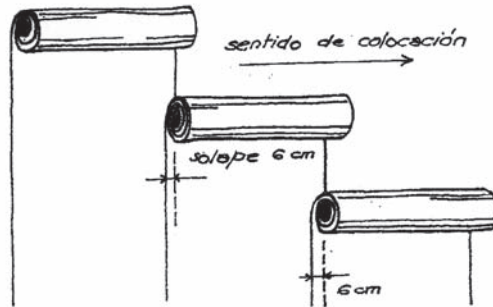
• Membranas



Hay que esmerar las terminaciones en los "encuentros" de la cubierta con el contorno, los cuerpos salientes y los desagües. En los dos primeros casos se soluciona con "babetas" y en los desagües se debe formar un "embudo" que debe ser cubierto por el material de la aislación.

Cuando el edificio tiene techos voladizos conviene que los desagües se ubiquen en ellos, de manera que las posibles filtraciones no afecten al interior. El borde inferior del saliente debe terminarse con goterón.

► Forma de ejecución



C. EN TECHOS INCLINADOS

Como dijimos, los techos inclinados pueden tener la misma estructura que los planos y en consecuencia puede ejecutarse sobre ellos la misma aislación hidrófuga.

En la casi totalidad de los casos, el material de terminación superficial de la cubierta de los techos inclinados son de por sí impermeables por lo que la aislación hidrófuga, cuando se ejecuta, es para suplir deficiencias en la colocación de la cubierta o deterioros posteriores.

En general se usan los mismos materiales indicados para techos planos para colocación en seco por la dificultad -cuando no imposibilidad- de hacerlo por vía húmeda.

Salvo casos muy especiales o en contacto con propiedades vecinas, los techos inclinados se terminan con voladizos; situación que facilita la evacuación del agua que incide sobre la cubierta por medio de **canaletas** (canalones) de desagüe o directamente por **desborde** (caída libre).

Aislación térmica en techos

Aprovechando los progresos tecnológicos, la tendencia es conseguir edificios livianos, económicos y confortables. Con ese propósito los muros cada vez son más delgados y los techos más bajos.

Las condiciones de habitabilidad que, en climas cálidos y secos, brindaban los muros de gran espesor (hasta 60 cm en casas de adobe) y los techos de gran altura (de 4 a 5 m los de caña y barro sobre rrollizos) – construcciones (viviendas) que han desaparecido por los sismos– pueden conseguirse mediante el uso de artefactos que consumen gas, electricidad y otros combustibles; cada vez más caros y difíciles de conseguir.

Se trata de proveer a los edificios de una efectiva aislación térmica, a través de uso de materiales adecuados, aprovechamiento de la energía y sobre todo de un buen diseño arquitectónico que aproveche la ventilación natural y la creación, alrededor de los edificios, de un microclima adecuado mediante el uso de la forestación. Los mayores gastos resultantes se recuperan en tiempo relativamente corto.

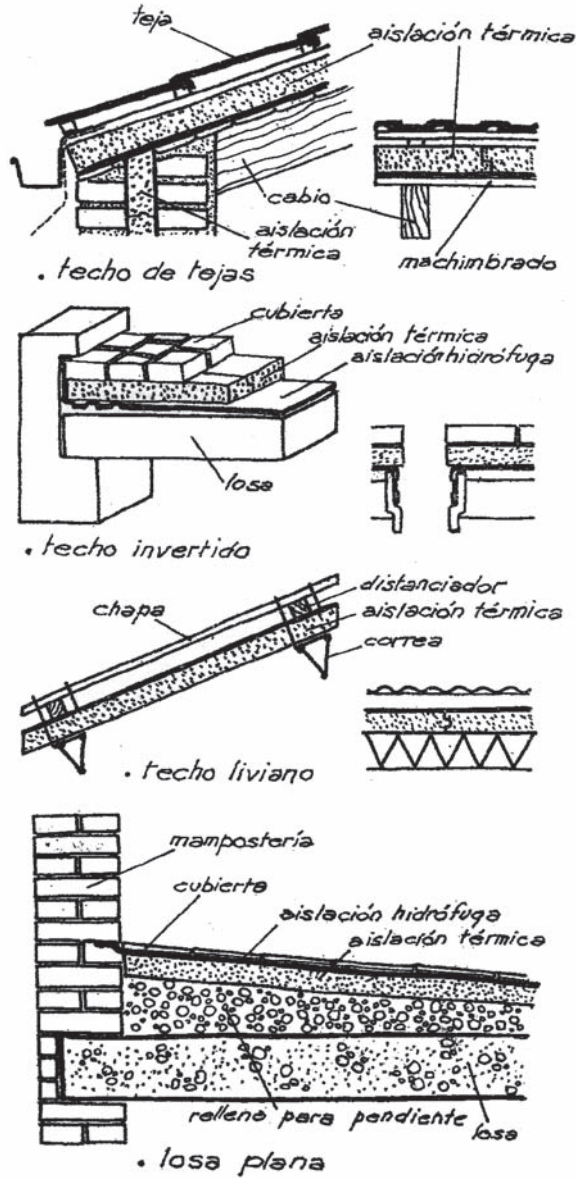
MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS:

En realidad, cualquier material poroso (y en consecuencia liviano) puede ser usado como aislante térmico. Pero es necesario que además responda a otras características. Para su utilización hay que procurar que cumpla las siguientes condiciones:

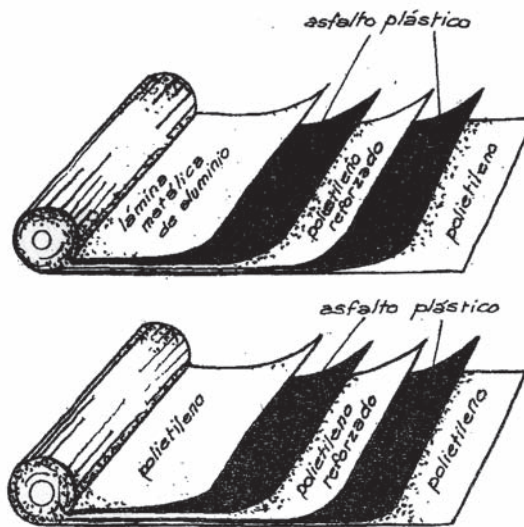
- bajo coeficiente de conductividad térmica.
 - baja densidad aparente.
 - inerte, neutro, incombustible, inoxidable, imputrescible y que no ataque a los materiales con los cuales estará en contacto.
 - estable a la temperatura de aplicación.
 - no ser higroscópico.
 - de fácil aplicación y buena adherencia.
 - de fácil mantenimiento y reparación.
- y en ocasiones especiales:
- resistencia a la compresión y abrasión.
 - buena terminación superficial y textura agradable cuando se expone a la vista.
- y deseables en todos los casos:
- ser económico.
 - ser provisto en envases originales, perfectamente identificados, que garanticen la calidad.

Para responder a las diversas necesidades de las obras la industria ofrece materiales en diversas formas: a granel, para rellenos y como agregado en morteros y hormigones; aglomerados, en placas lisas y texturizadas; en rollos para ser extendidos sobre cualquier tipo de superficie. A estos materiales se agregan los que se producen en la obra, agregando a los morteros de cemento agentes gasógenos que producen microburbujas. Se trata de crear células de aire lo más pequeñas posible, sin comunicación entre sí. Entre los materiales más usados podemos indicar los siguientes:

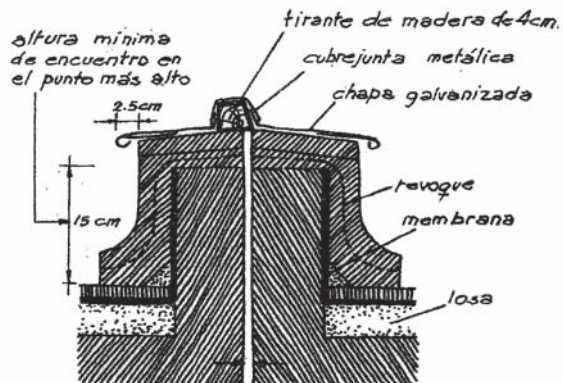
► Aislación térmica



- terreno natural: suelto o apisonado; por su bajo costo, aunque sobrecarga la estructura.
- morteros y hormigones preparados con inertes livianos.
- granulado volcánico, perlita o "alearita": sueltos o con agregado de lechada de cal y cemento (el granulado volcánico ataca los metales).
- vermiculita expandida: suelta, en planchas y en aglomerado con cemento.
- arcilla expandida: suelta o como inerte de morteros y hormigones.



• tipos



• junta de dilatación

- corcho: granulado, en planchas o expandido.
- amianto: granulado, en planchas y como lana.
- poliestireno expandido: en copos, en planchas o incorporado en morteros y hormigones.
- poliuretano expandido y planchas de espuma.
- fibra de vidrio: en planchas y aglomerados con resinas y fieltros.
- yeso enduido en planchas.
- tableros aglomerados: lisos, texturados y perforados.
- y en todos los casos, los materiales que se usan en la construcción.

En cada caso el proyectista debe establecer, respondiendo a consideraciones de orden técnico, estético, económico, etc., el material más adecuado, teniendo en cuenta la prioridad de ejecutar la aislación entre otras operaciones de obra relacionadas con la urgencia de terminación, seguridad, restricciones económicas ya que la **aislación térmica**, en la mayoría de los casos, **puede ser agregada después** de ocupado el edificio, a riesgo de aumentar los costos, pero ganando en tiempo.

COLOCACIÓN DEL MATERIAL:

La aislación térmica tiene dos características que la diferencian de la hidrófuga; **1) no siempre es necesaria y 2):** puede ser colocada **por encima o por debajo** de la estructura del techo; pero siempre **por debajo** de la aislación hidrófuga, porque pierde su capacidad aislante cuando es alcanzada por la humedad, ya que el agua es 25 veces más conductora que el aire.

Es posible también procurar aislación térmica a techos planos e inclinados colocando **sombrilla cerámica**, elemento especialmente diseñado para evitar la incidencia de los rayos solares sobre la superficie. Por el color y terminación superficial puede aprovecharse para techos inclinados a la vista. El techo debe estar impermeabilizado antes de su colocación, la que se hace sin mortero de asiento. El aire al calentarse circula por termosifón, manteniendo la superficie del techo a temperatura ambiente, al mismo tiempo que protege la impermeabilización e impide el desgaste producido por el viento, la lluvia y las heladas.

La posibilidad de optar por la ubicación de la aislación térmica puede aprovecharse para usarla como terminación **del cielorraso** cuando lo permitan las características de los materiales.

En climas fríos se deben aislar necesariamente los techos para evitar la condensación, sobre la superficie inferior, del vapor de agua del local y el consiguiente goteo; fenómeno que se presenta con frecuencia en techos de chapas de aluminio, de hierro galvanizado, de acero y de fibrocemento.

Es posible también usar materiales que se destinan a procurar aislación hidrófuga y térmica simultáneamente tales como la **pintura de aluminio** que se puede aplicar sobre toda la superficie de techados y carpetas asfálticas, **espuma de poliuretano**, atomizada con pistola mezcladora sobre la superficie a aislar, **membranas** con lámina superficial de aluminio, **chapas de aluminio** lisas o acanaladas y la más económica **cal y grasa** que se aplica como capa gruesa de pintura en techos de cana y barro de las viviendas económicas.

Terminación de la cubierta

Nos referimos ahora a la terminación superior de la cubierta y como lo hemos hecho a lo largo del capítulo tenemos que diferenciar los techos planos de los inclinados.

A. TECHOS PLANOS

En este caso hay que diferenciar los "accesibles", de uso permanente, como las terrazas y tendederos de los edificios de departamentos; de los "inaccesibles", donde el acceso es esporádico, para tareas de mantenimiento, tendido de cables de servicios, etc.

En los techos **accesibles** el material de terminación debe ser resistente a la abrasión y al impacto de elementos. En general se colocan materiales rígidos, tales como ladrillos comunes, baldosas cerámicas, mosaicos calcáreos, morteros de cemento arena, elementos prefabricados de mortero de cemento, etc. Es conveniente colocar los elementos con junta "encontrada" -no trabada- de 3 a 4 mm de ancho, que se rellena con mortero. Para evitar las grietas que producen los movimientos de dilatación provocados por la acción del sol, se deben incorporar "juntas de dilatación" a distancias menores de 3 m en dos direcciones perpendiculares; además de otra perimetral, donde debe colocarse una hilada de elementos con mayor pendiente, de manera de alejar el agua del perímetro. Las juntas se ejecutan con anchos de 2 a 3 cm y se rellenan con materiales bituminosos que deben ser repuestos periódicamente, ya que se oxidan por la acción del sol. Se pueden proteger con una capa de mortero. (La forma de colocación se analiza en "Pisos").

En los **inaccesibles** se puede terminar con techados, membranas y morteros, además de los indicados para los techos planos, en la medida que lo permitan los recursos económicos disponibles. En viviendas económicas se puede usar mortero de cal-arena con paja de trigo incorporada, terminando la superficie con cemento espolvoreado, alisado.

B. TECHOS INCLINADOS

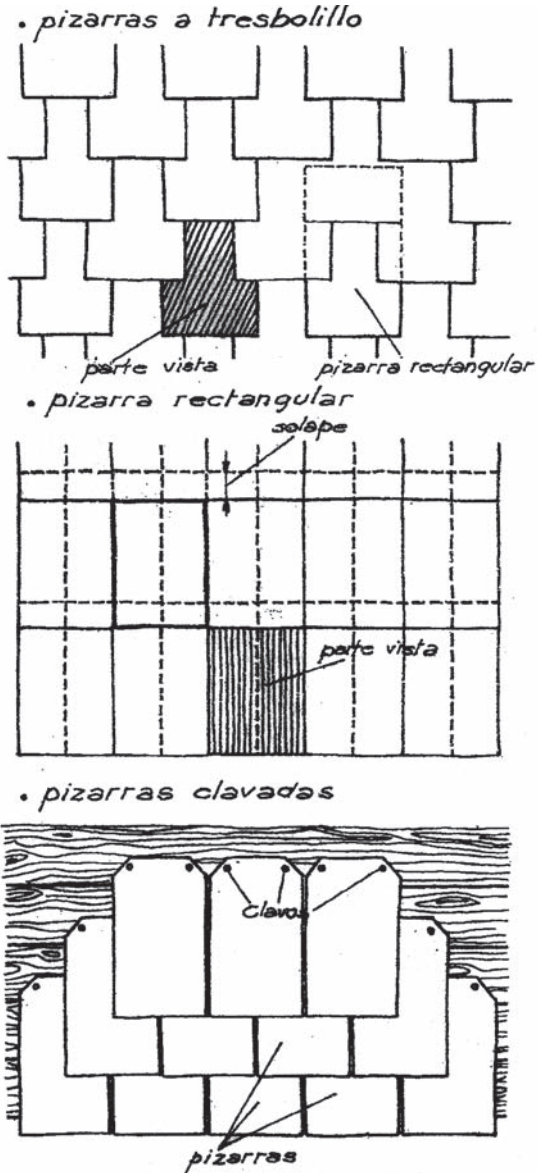
Junto a los pisos y revestimientos, la cubierta de techos es una de las operaciones de obra para la cual se dispone de la más extensa variedad de materiales. En la mayoría de los casos el material queda a la vista, a tal punto que en el idioma popular los techos son identificados por el material (techo de "teja española", "de teja marsellesa", "de baldosas", "de pizarras", "de fibrocemento", "de aluminio", etc.).

No insistimos en los factores que intervienen en la elección del material de cubierta que ha sido analizado al comienzo del capítulo. Se pueden usar los mismos materiales indicados para los techos planos, a los que podemos agregar:

1. **pizarra natural:** de poco uso en el país, es una roca Impermeable, compacta, no heladiza y durable, que puede usarse para cualquier forma de cubierta y pendientes, del 15% a la vertical. Al mismo tiempo es frágil. Requiere para su colocación mano de obra especializada y operarios que trabajen sobre andamios. Se presenta en piezas de distintas formas y tamaños similares. Permiten diversas formas de colocación; ("encontradas" y "trabadas" o "imbricadas") mediante clavos (atravesando una sola pizarra) o ganchos, sobre entablonados o listones rectangulares o trapeciales de madera. En todos los casos se colocan con solape, comenzando desde el alero. Los puntos singulares: aleros, encuentros con muros, caballetes, limahoyas y limatesas, bordes y terminaciones laterales se terminan con las mismas pizarras o piezas especiales de chapas de cobre o cinc. En los caballetes puede emplearse tejas curvas (españolas).

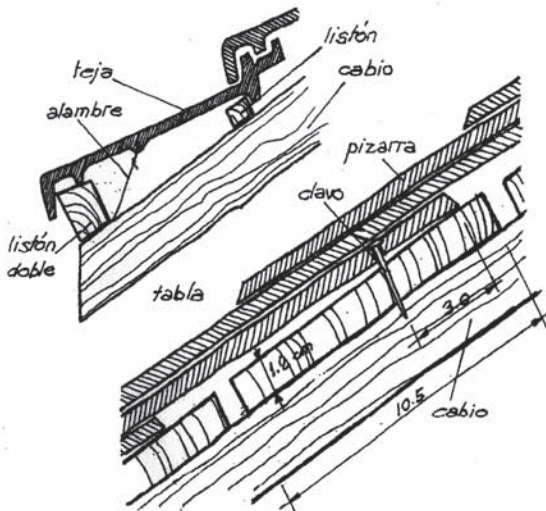
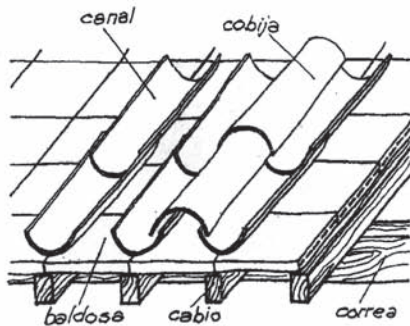
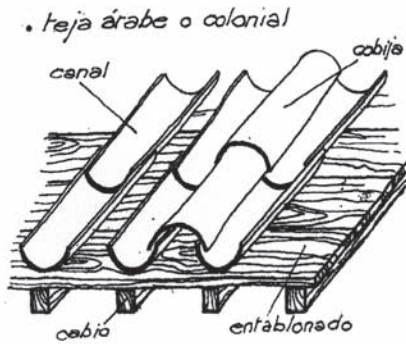
2. **tejas cerámicas:** cuando son de buena calidad, son impermeables, no heladizas, no las atacan los ácidos corrosivos y tienen resistencia para permitir el trabajo sobre ellas. Se fabrican en tres tipos principales: planas, de encaje y curvas (árabes, portuguesas, holandesas, etc.). **Planas:** de distintas formas, se colocan en forma similar a las pizarras, en los tendidos y puntos singulares. **De encaje:** con resalto (y solape) de la superior sobre la inferior

• Pizarras

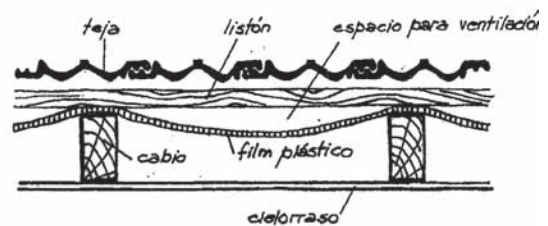
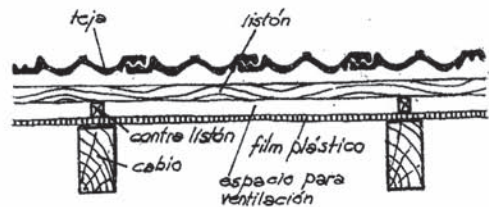
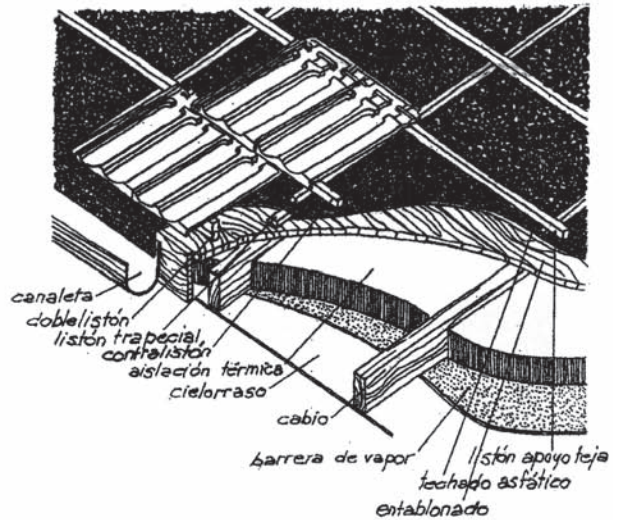


y con encaje lateral (tipo marsella), con estrias longitudinales que favorecen el escurrimiento del agua. Se colocan sobre listones de madera (clavadas, atadas o engrampadas) o sobre ángulos de hierro. **Curvas:** la más conocida es la árabe, colonial o española; de forma troncocónica, se emplean por las dos caras (canal y cobija). Se colocan: clavadas sobre entablonado o sobre tablas, cabios o correas; asentadas con mortero sobre contrapiso de hormigón, sobre viguetas y bloques cerámicos terminada con tejas y también sobre chapas onduladas de fibrocemento.

• Inclinados

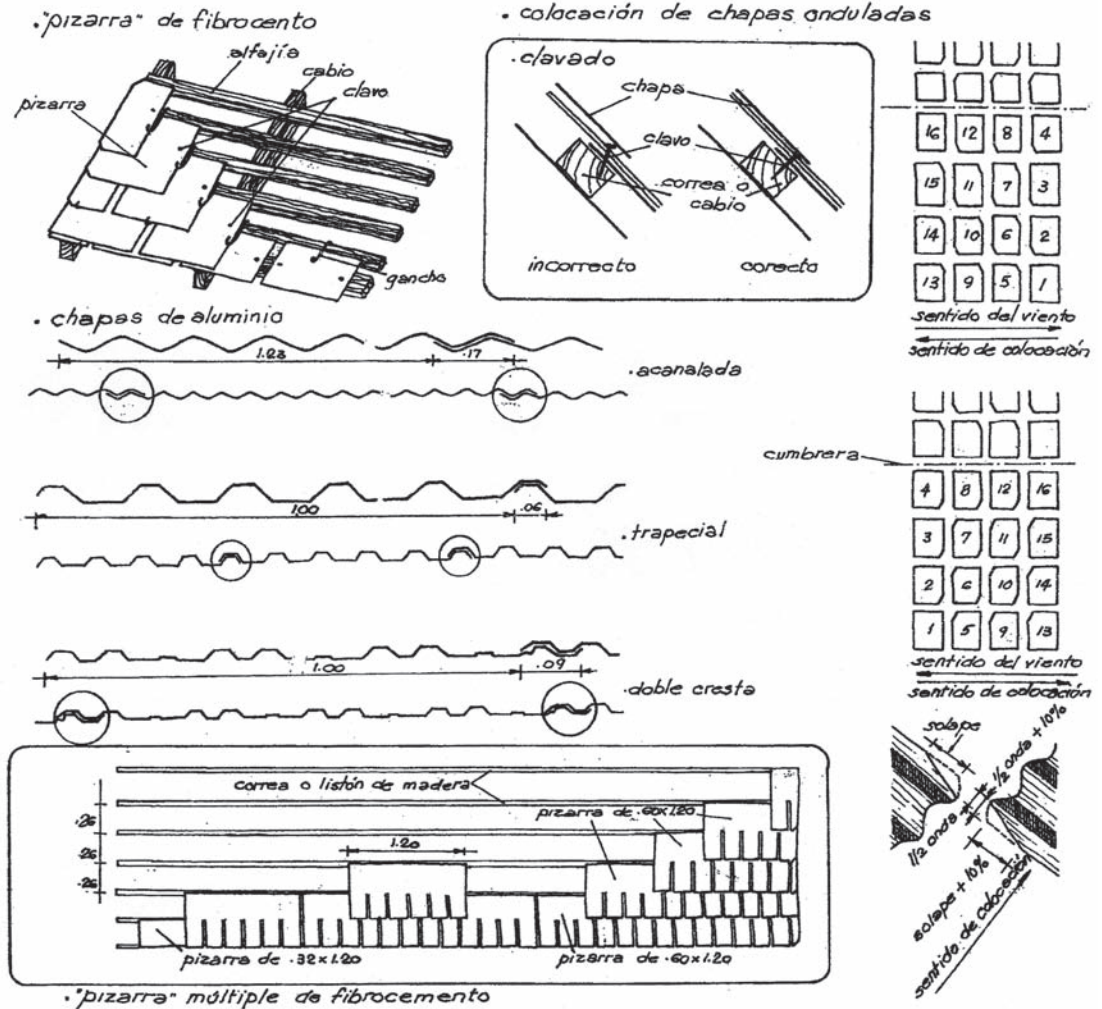


• teja cerámica plana



3. tejas de mortero de cemento: se fabrican planas (similares a la tipo marsella) y acanaladas con encastre lateral. Se fabrican por compresión y extrusión, con terminación superficial de lechada de cemento coloreada. También se fabrican tejas para borde y caballete. Se colocan sobre listones de madera o sobre mortero.

• Inclinados



4. de fibrocemento: son incombustibles e imputrescibles; se pueden perforar y cortar con sierra fácilmente. Se fabrican cuadradas y rectangulares, de color natural o diferentes colores incorporados a la masa.

Se colocan con clavos, con ganchos o con clavos y ganchos; sobre entablonado o tirantillos.

5. de chapas: con superficies planas o con nervaduras, de diversos materiales: fibrocemento, acero galvanizado, de aleación de aluminio, autoportantes de acero decapado conformadas en frío, de acero aluminizado y plásticas. A la chapas se agregan los accesorios y elementos de fijación, que proveen los mismos fabricantes, para facilitar la colocación.

Todas ellas tienen algunas propiedades en común: livianas, aptitud autoportante por la rigidez del material o la forma, impermeables, se pueden colocar "en seco", bajo costo

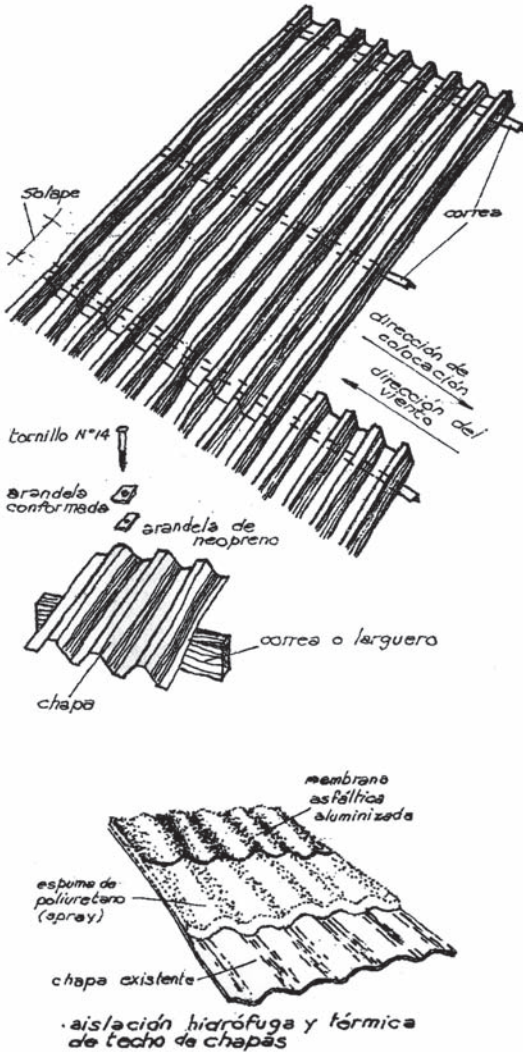
relativo y facilidad de transporte. Los espesores varían entre 0,6 y 1,5 mm las metálicas y de 3 a 8 mm las de fibrocemento.

Pero a estas propiedades en cierto modo favorables hay que agregar algunos inconvenientes: baja inercia calórica, poca protección a los elementos climáticos por lo que hay que sumar al costo de las chapas el de los aislantes térmicos, barreras de vapor y cielorrasos. Es por ello que este material se usa especialmente para construcciones industriales, temporarias, depósitos, etc. y excepcionalmente en la construcción de viviendas. Las chapas (salvo las de fibrocemento) se adaptan a superficie curvas de gran radio de curvatura y con adaptación en obra a las de menor radio.

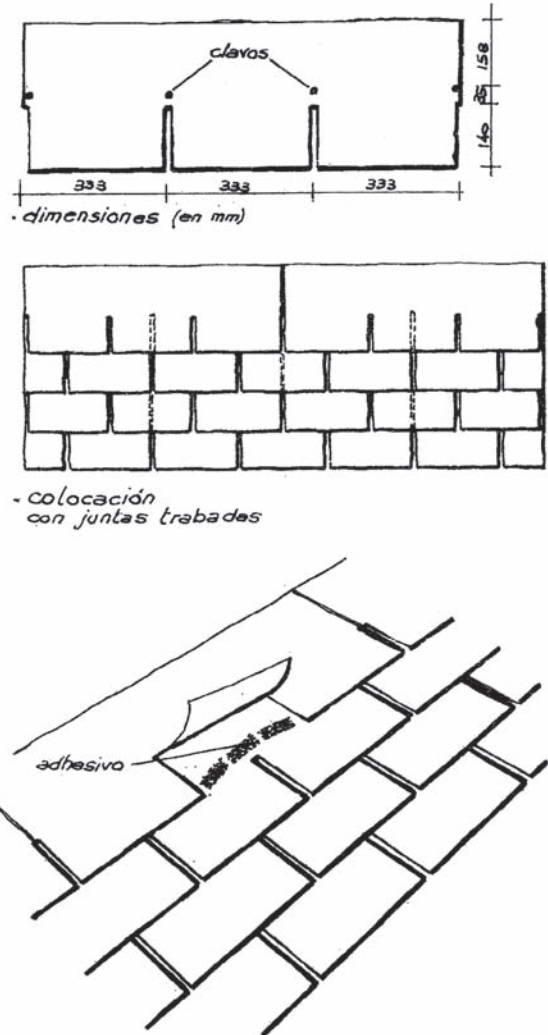
En la colocación hay que respetar algunas reglas generales:

- ▶ **fibrocemento:** chapas lisas con celulosa, lisas prensadas y sin prensar, de uso poco frecuente. Las acanaladas de distintas formas, tamaños y espesores tienen mayor uso, sobre todo las autoportantes, que permiten cubrir grandes luces (hasta 7 m, entre apoyos). Son incombustibles, inoxidable, impermeables e inatacables por insectos y roedores. Se entregan con color natural o pigmentadas y se puede pintar fácilmente. Se entregan en distintos anchos (hasta 1,22 m) y espesores de 4 a 8 mm. Se fabrican planas y curvas. Hay que tomar precauciones en el transporte y manipuleo, porque son frágiles ante los impactos. La colocación debe respetar normas precisas en cuanto a orden de colocación, los despuntes y la posición con respecto a los vientos dominantes. La industria provee además accesorios y complementos para la colocación correcta.
- ▶ **acero galvanizado:** se encuentran entre las primeras chapas acanaladas usadas en la construcción. Se fabrican lisas y acanaladas, de distintos tamaños y espesores, con gran variedad de formas. Se entregan en medidas inglesas, con anchos de 66 y 88 cm y largos en pies, de 6 (1,83 m) a 12 (3,66 m), con espesores de alrededor de 0,5 mm. A pedido, en cantidades significativas, se entregan con largos de hasta 12 m. Se fabrican con capa de zinc protectora para las más severas condiciones climáticas, con gran resistencia mecánica. También se entregan prepintadas. Se colocan clavadas o atornilladas, sobre la cresta de la onda, con arandela de plomo o neopren o con ganchos roscados sobre perfiles metálicos.
- ▶ **aluminio:** de uso reciente, alcanzan alta resistencia con bajo peso, tienen notable reflectividad, buena resistencia a la corrosión, con acabados y apariencia atractivos; se fabrican lisas y acanaladas (de diversos diseños). Se entregan en medidas inglesas, con anchos de 60 a 80 cm y largos en pies, de 6 (1,83 m) a 24 (7,32 m), con espesor de alrededor de 0,6 mm. A pedido, en cantidades significativas, se pueden obtener con largos de hasta 16 m. La superficie de la chapa puede ser lisa o gofrada. Se colocan en forma similar a las de acero galvanizado pero hay que proteger el contacto con materiales ferrosos, hormigón o mampostería con pinturas bituminosas o la interposición de fieltros asfálticos.
- ▶ **autoportantes de acero decapado:** se usan para cierres laterales y techos, para la construcción de viviendas y sobre todo construcciones de gran envergadura (escuelas, salones de exposición, estaciones de servicio, andenes, refugios, etc.). Entre sus

› Inclinaos



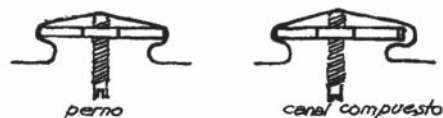
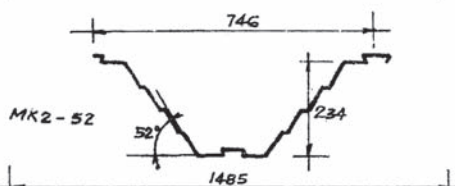
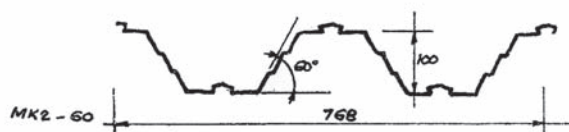
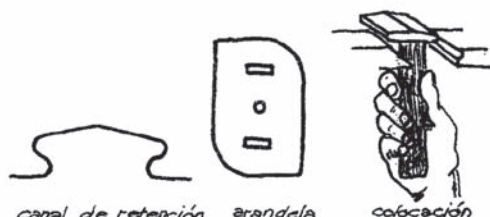
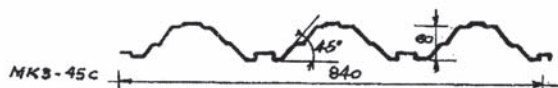
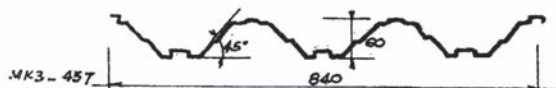
› Teja plana de fieltro saturado



principales características se destacan: monolitismo del conjunto, estanquidad en la uniones, fácil montaje con ausencia de soldadura, económica en costo inicial y mantenimiento; a las que se puede agregar: posibilidad de construcción de voladizos, fácilmente ampliables, se recupera el total del material cuando se desmonta y fácil instalación de cielorrasos, artefactos, conductos, etc. Resisten bien los agentes atmosféricos, pero hay que proveer a los locales de una adecuada aislación térmica. Para la fabricación se usan espesores comprendidos entre 0,55 y 2,25 mm y con distintos diseños se pueden cubrir luces entre 4 y 25 m entre apoyos. Este material es especialmente indicado para cubrir grandes luces. Se colocan sobre muros portantes o vigas metálicas o de hormigón.

► Inclinaos

*autoportante de acero decapado
(sistema MINI-KHALA - medidas en mm)*

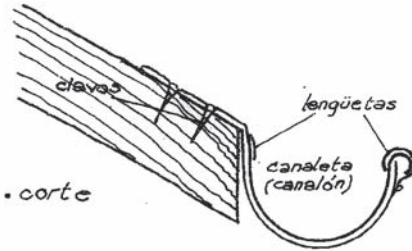
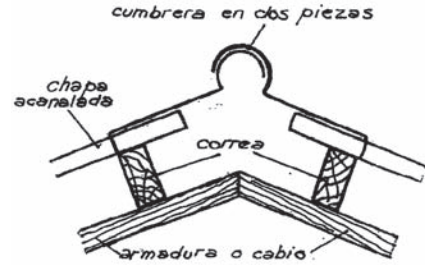
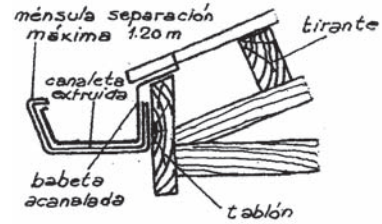
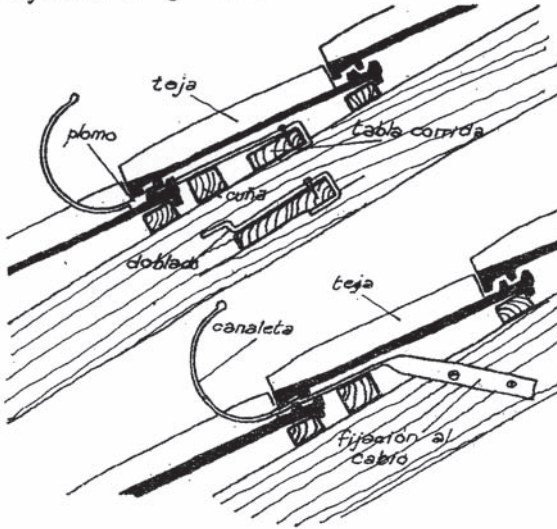


► **acero aluminizado:** es una chapa de acero revestida en caliente con un baño de aluminio. Se fabrican chapas lisas y acanaladas (rectas y curvas) con chapa de 0,5 mm de espesor, ancho útil de 76 cm y largos de 1,20 y 6,00 m (a pedido se puede obtener largos mayores). Se colocan lo mismo que las chapas de acero galvanizado o de aluminio, con grapas, tornillos o ganchos.

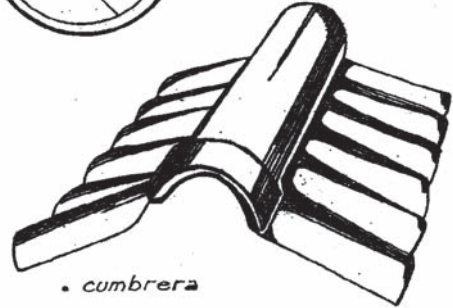
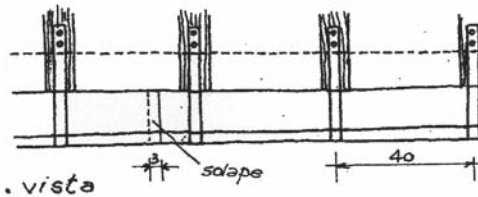
► **plásticos:** de poliéster reforzados con fibras de vidrio, metacrilato, pigmentos y absorbentes de rayos ultravioletas. Se fabrican planas y acanaladas, rectas y curvas; como "réplicas" de todas las chapas metálicas o de fibrocemento para permitir su combinación; ya que se usan fundamentalmente por razones estéticas o para proveer

► Inclínados

• fijación con ganchos



• corte



iluminación. Resisten los agentes atmosféricos y las más delgadas se pueden cortar con sierras o tijeras. Se entregan en dos tipos: standard y especial o pesado, transparentes y en colores; anchos de 0,66 a 1,20m, espesores de 1,0 y 1,2 mm y largos de 1,20 a 3,66 m; con modelos adaptados a los diversos tipos de chapas descriptos anteriormente. La colocación se realiza con ganchos y tornillos (según la estructura de soporte) y arandelas de plástico, neopren, plomo, bronce, etc.

► **otras chapas metálicas:** además se fabrican en menor cantidad, paneles de acero galvanizado, paneles imitación de tejado, tejas galvanizadas. En casos especiales se usan chapas lisas y onduladas de zinc, de cobre y plomo.

► **fieltro saturado:** son planchas compuestas con fieltro saturado con asfaltos especiales, colocado entre dos capas de asfalto plastificado y terminación superior de granulado cerámico siliconado coloreado. Se fabrican en planchas de 0,33 x 1,00 m. Se puede colocar sobre entablonado de madera (en lo posible machimbrado) o paneles de 19 mm de espesor o bien sobre losa sobre la cual hay que colocar una "carpeta" de 2 cm de espesor mínimo preparada con 4 partes de arcilla, 2 de arena, 1 de cal y 1/2 de cemento. En los dos casos las planchas se fijan con clavos galvanizados.

Es conveniente proceder como sigue:

1. sobre la superficie (tablas o carpeta) colocar, clavado, fieltro saturado.
2. trazar líneas guía para la colocación de las planchas.
3. colocar las planchas con 4 clavos galvanizados cabeza grande.

Estas planchas se usan para cubiertas con pendientes de más de 11° hasta 45° o más; con exposición de 12,5 cm para menos de 18° y de 14 cm para pendientes más pronunciadas. La colocación se puede hacer con juntas encontradas o trabadas y es conveniente colocar adhesivo plástico en la zona de superposición entre las chapas. Los bordes se terminan con piezas de chapa y los caballetes con piezas especiales.

Evacuación del agua de lluvia

El agua proveniente de las lluvias o la que resulta del derretimiento del granizo o la nieve, que cae sobre las cubiertas, puede evacuarse de diversas formas. Las reglamentaciones establecen las características de los desagües, para que el agua alcance el alcantarillado de la ciudad. No se permite el desagüe directo de la cubierta sobre la vía pública o a los desagües cloacales.

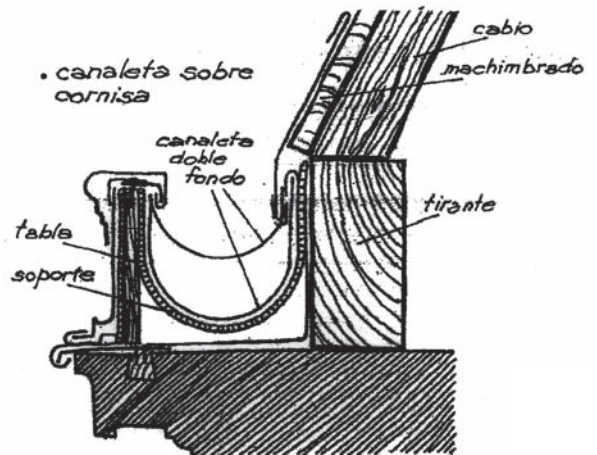
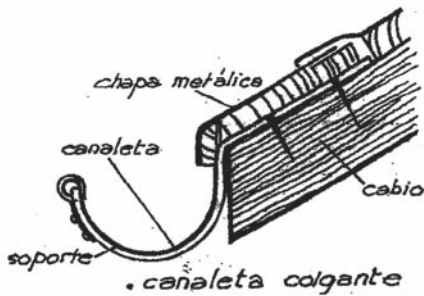
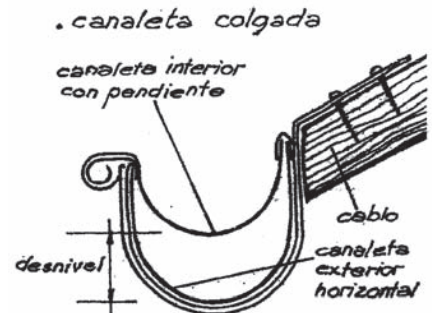
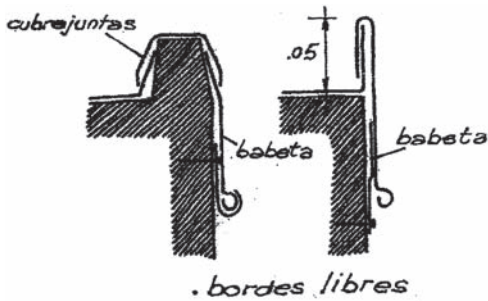
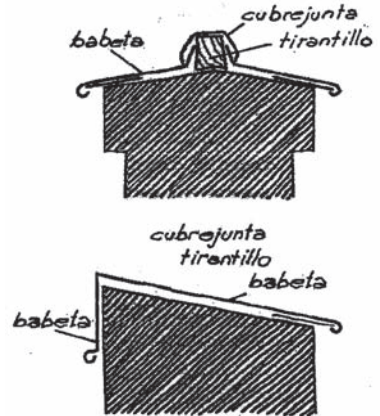
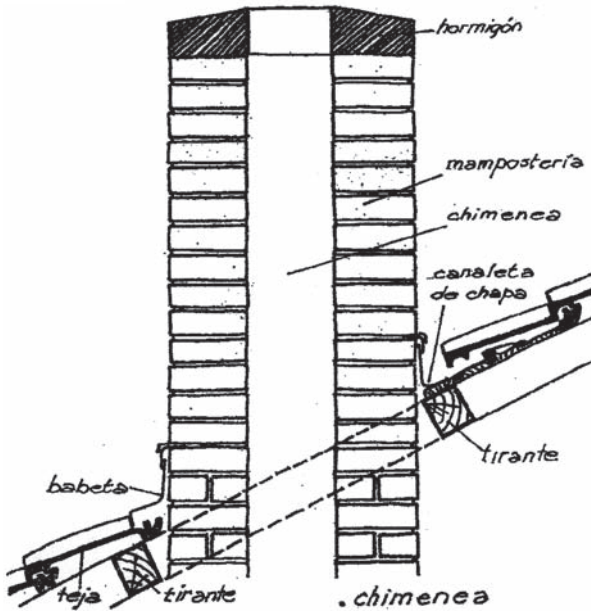
Se pueden considerar dos ubicaciones del edificio:

1. **Dentro del predio**, sin afectar a los vecinos: el desagüe de la cubierta puede hacerse por desborde en la parte inferior de los tendidos o recogerse en **canaleta** y descargarlas por medio de **gárgola** o **caño de bajada**.
2. Cuando la construcción está **junto al predio vecino** o, sin retiro de frente, está ubicada **sobre la línea municipal**; necesariamente hay que colocar **canaleta** y **caño de bajada**.

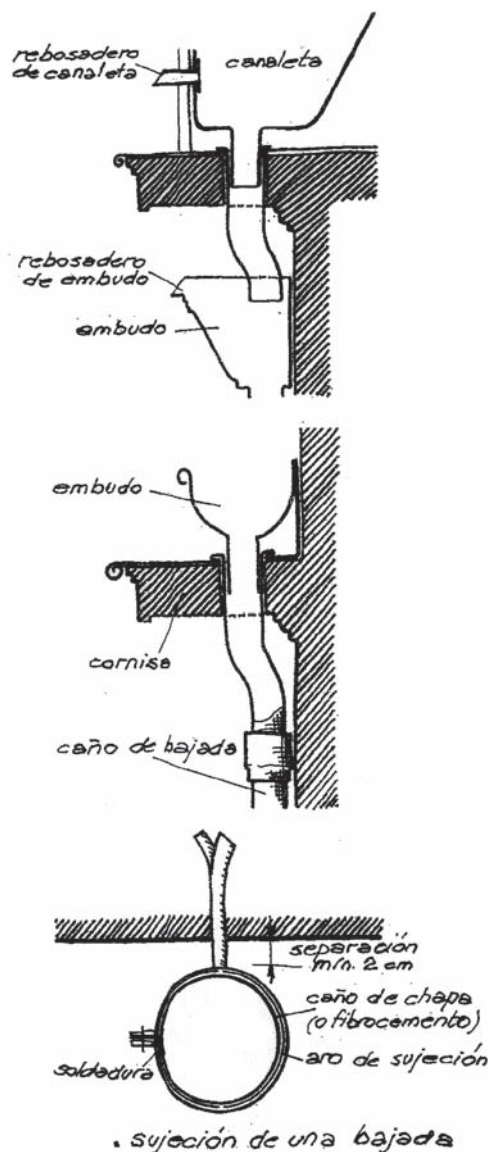
Cuando el desagüe se hace por **desborde**, propio de los techos inclinados, debe terminarse el borde de la cubierta de manera de evitar que el agua deteriore el paramento del muro, mediante voladizos u otros medios, protegiendo especialmente las aberturas y sobre todos los accesos al edificio; considerando las características de la lluvia prevista y la dirección y velocidad del viento predominante.

Las **canaletas** (canalones) deben situarse de manera de asegurar la evacuación rápida del agua, con secciones que resultan de la superficie a evacuar y la pendiente de la propia canaleta. Las secciones de las canaletas pueden ser semicirculares, triangulares o trapeziales (en los dos últimos casos se debe aumentar la sección en 20 y 10%, respectivamente).

• Canaletas



► Embudos



Cuanto menor sea la pendiente, más frecuente debe ser la limpieza de la canaleta.

Las gárgolas y las bajadas se dimensionan en forma similar a las canaletas. Ver **Apéndice**.

Las canaletas se pueden colocar colgadas de la estructura del techo, del muro o encajadas en la cornisa.

Las **bajadas**, en lo posible, deben ser verticales, para asegurar el desagüe rápido y evitar el taponamiento. Pueden colocarse exentas (separadas del muro por lo menos 2 cm), embutidas en los muros o en conductos especialmente destinados al efecto.

La unión entre canaletas y bajadas se resuelven con **embudos** en diversos tipos de sección generalmente troncocónica.

Los elementos indicados se fabrican de diversos materiales: hierro fundido, chapa de acero galvanizado, fibrocemento, plásticos de diverso tipo.

La colocación de los elementos de evacuación del agua de lluvia, dada su dimensión, no pueden ser "embutidos" en los de la estructura del edificio -sobre todo si es de hormigón- porque reducen la sección y debilitan la pieza, situación que es especialmente grave en zona sísmica. Cuando está previsto que la instalación de desagüe atravesará las piezas se deben prever los conductos respectivos en el momento de ejecutar la estructura. Las perforaciones ejecutadas "a posteriori" deterioran la estructura más allá de lo que puede observarse a simple vista, con grietas y fisuras imperceptibles.

PRECAUCIONES

- ▶ Siempre que sea posible hay que procurar que el agua de lluvia sea evacuada por gravedad, sin necesidad de instalar equipos de bombeo.
- ▶ Respetar la pendiente adecuada para la colocación del material de la cubierta.
- ▶ En techos horizontales no es conveniente trabajar con pendiente mínima, para responder a lluvias imprevistas.
- ▶ Proteger los desagües (o revisarlos periódicamente) para evitar que se obturen con hojas, papeles, bolsas de plástico, etc., que acarrea el viento.
- ▶ Procurar que todos los materiales usados en la construcción del techo (estructura y cubierta) sean, de por sí, aislantes hidrófugos y térmicos.
- ▶ Sólo se puede prescindir de la aislación hidrófuga cuando esté asegurada la estanquidad del material de cubierta.
- ▶ En las cubiertas resueltas con elementos clavados (pizarras, tejas, chapas, etc.), las alfajías (o tirantes) que apoyan sobre la aislación hidrófuga deben colocarse paralelas a la dirección de escurrimiento del agua, para evitar la formación de "diques" que retengan el agua.
- ▶ Para la colocación de cada material hay que usar los elementos de fijación adecuados (los que ofrece la misma industria que entrega el material de cubierta).
- ▶ Los voladizos, en desagües por desborde, se deben dimensionar de manera que el agua no alcance el muro en condiciones normales, sin viento.
- ▶ Cuando el desagüe se hace por desborde o gárgolas hay que asegurar la protección de elementos de la instalación eléctrica, aberturas y accesos a los edificios.
- ▶ La superficie inferior de los cuerpos salientes (sofitos) deben terminarse con pendiente o goterón para evitar que el agua se desplace hacia el muro.
- ▶ Colocar babetas en los encuentros con edificios vecinos, alrededor de los cuerpos salientes de la cubierta y las uniones con los desagües.
- ▶ La pendiente de las canaletas de desagüe conviene resolverlas con doble fondo u otro artificio para favorecer el aspecto estético.
- ▶ Las canalizaciones de fibrocemento deben colocarse exentas, para evitar las roturas por vibraciones.
- ▶ Los cortes en pizarras, tejas y chapas de fibrocemento conviene hacerlos con sierra circular de carborundum, en obra.

- ▶ VERIFICAR LA AISLACIÓN HIDRÓFUGA porque para repararla se debe REMOVER TODO EL MATERIAL de terminación.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN

Los materiales han sido indicados en el texto.

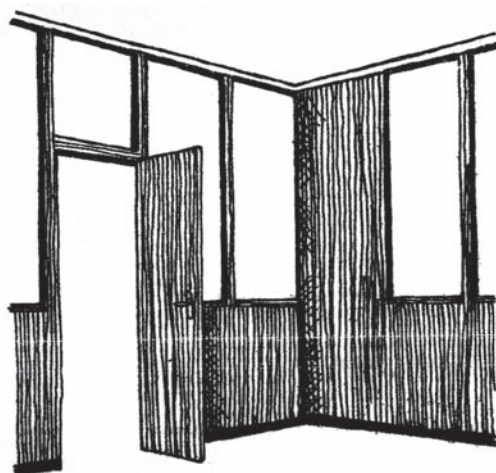
Los elementos de trabajo comprenden:

- ▶ andamios
- ▶ herramientas de albañil; "carpintero" o "techista"; instalador sanitario ("cloaquista").

Los trabajos lo realizan los especialistas indicados, con la supervisión y coordinación permanente del profesional responsable de la obra.

CAPÍTULO XV

Tabiques livianos



INTRODUCCIÓN

Analizamos en este capítulo los elementos usados para separar o cerrar los espacios en los edificios, que no cumplen función estructural, incluyendo los permanentes y los desmontables que permiten modificar la distribución de la superficie construida ("planta libre"), hecho que es posible porque su escaso peso no modifica en forma sustancial las cargas sobre la estructura resistente.

En zonas sísmicas hay que cuidar la unión de estos elementos con el resto de la obra para evitar que se incorporen a la estructura y modifiquen el comportamiento previsto en el diseño estructural.

Tabiques

Son paredes delgadas verticales, macizas o huecas, generalmente opacas, por lo menos en la mayor parte de su altura, no portantes, usadas para separar locales de un mismo usuario o para

formar, junto con otra pared, una cámara de aire o que se rellena con aislantes (térmico, acústico, hidrófugo, etc.)

TIPOS

- a. **fijos** (o permanentes): destinados a permanecer mientras dure el edificio, en general necesitan de acabados en sus paramentos, antes de su uso. Son difíciles de desmontar y no se recupera el material en la operación.
- b. **desmontables**: llegan prácticamente terminados a la obra, se desmontan prácticamente sin deteriorarse y se pueden reutilizar; pero deterioran algo de la obra gruesa y para volverlos a montar hay que reponer algunas piezas o partes.
- c. **amovibles**: llegan terminados a la obra, pueden montarse y desmontarse varias veces, sin perder sus cualidades y aspecto. El trabajo de montaje se reduce prácticamente al empalme entre las partes.

La colocación de los tabiques se puede realizar por vía **húmeda**, usando piezas de diverso tamaño, unidas entre sí con mortero o por encastre, con o sin terminación superficial posterior o "**en seco**", siempre sin enlucido (carpintería o prefabricados), que pueden ser fijos, desmontables o amovibles, por medio de soldadura, tornillos, pegamentos, ataduras, etc.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TABIQUES

Los tabiques deben ser **estables**, en condiciones de resistir esfuerzos provocados por el viento y por golpes accidentales de los usuarios y las deformaciones propias de la obra gruesa. Por otro lado no deben favorecer la propagación del fuego ni desprender gases tóxicos.

Además deben ser **estancos** al aire y protegidos de la acción del agua, capaces de **soportar** el peso de objetos colgados y posibilitar la colocación de **canalizaciones**.

Con mantenimiento normal la **duración**, en las condiciones indicadas anteriormente, debe ser prácticamente ilimitada, por los menos para los fijos. Los desmontables y los amovibles, en principio, son fáciles de reparar, aunque puedan provocar mayores costos. En el caso de los tabiques huecos hay que impedir la condensación en el interior y deben tener características para colaborar con la aislación térmica.

MATERIALES USADOS

Para el análisis los separamos en dos grupos: a) fijos y b) desmontables y amovibles.

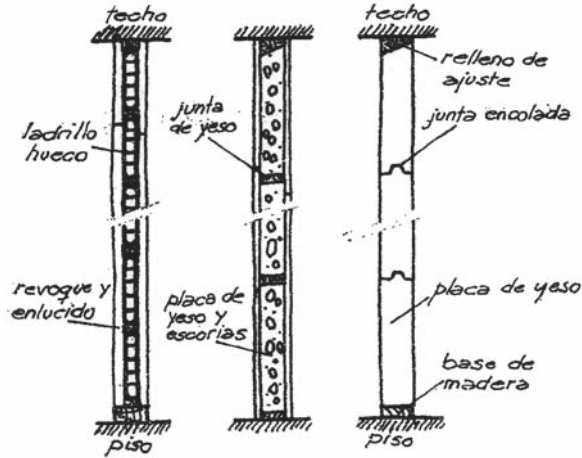
A. FIJOS

Pueden ser ejecutados con elementos pequeños que deben ser revocados a "**posteriori**".

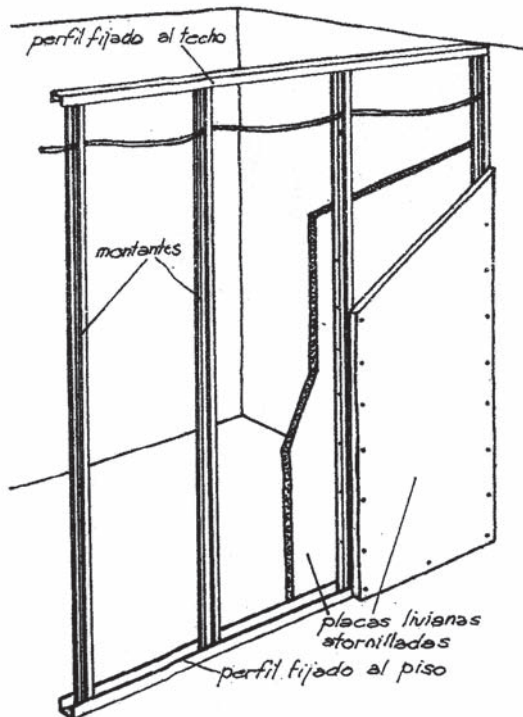
Los más corrientes son los de ladrillos cerámicos huecos y bloques de hormigón (analizados en el capítulo "Mampostería") y los de placas de yeso para enlucir, de fabricación artesanal.

Pueden usarse también placas de yeso, macizas o huecas, con un borde con ranura y otro con lengüeta, encastrables, con paramentos lisos que no requieren revoque, sin armadura o con armadura de madera (resinosas, con humedad menor al 20% y tratadas con productos fungicidas e insecticidas) o de perfiles de chapa doblada de acero galvanizado. Sobre esa estructura se

▸ Fijos



▸ Desmontables y amovibles



pueden colocar también maderas macizas, terciadas y paneles aglomerados y de fibras, con humedad inferior al 12%.

La industria también provee paneles de mayor dimensión formados por dos paramentos delgados de yeso para recibir las terminaciones, encolados a un alma de cartón, placas aislantes o paneles de fibras vegetales.

B. DESMONTABLES Y AMOVIBLES

Se pueden usar los mismos paneles y placas indicados arriba, variando la forma de unión a la obra gruesa, entre sí y del material del paramento a la estructura del tabique; de manera que al desmontarse los elementos se recuperen sin deterioros. También se usan paneles metálicos formados por una caja de chapa rellena con material aislante.

El material para zócalos, tapajuntas y cornisas debe ser el mismo del tabique o compatible con éste (madera, metal, plástico, etc.).

COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Los elementos destinados a la ejecución de tabiques, cuando se almacenan en la obra hasta el momento de ser incorporados, deben protegerse de la humedad, de los golpes y del deterioro superficial, salvo que se terminen revocados.

La primera operación consiste en ubicar en su sitio, bien aplomados, los bastidores y marcos que también se deben fijar al piso. Los tabiques se colocan empotrados o a tope.

Aunque los tabiques deben conservar la calidad de no portantes, es conveniente que reciban una pequeña carga vertical para asegurar la estabilidad transversal. En el momento de colocar los elementos de fijación no hay que afectar los elementos estructurales y las canalizaciones embutidas en paredes y pisos. En lugar de grapas, puntales, etc., conviene, en caso de duda, usar clavijas, colas o pegamentos. No es conveniente colocar tabiques de yeso en locales sanitarios (cocinas, baños, lavaderos), salvo que se asegure que la humedad no alcanzará al tabique, mediante la colocación de zócalos embutidos o a la vista.

Cuando se construyen tabiques huecos, éstos no deben entrar en contacto con el muro, pero deben solidarizarse al mismo con grapas a intervalos regulares, tengan o no material aislante térmico en el hueco. Al mismo tiempo hay que impedir el paso al interior de la humedad producida por condensación, capilaridad o lluvia.

Las juntas de dilatación de la obra gruesa deben prolongarse en los tabiques.

PANELES PARA TABIQUES

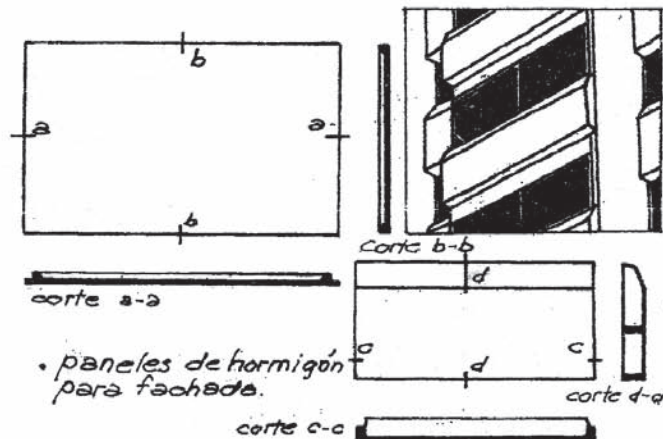
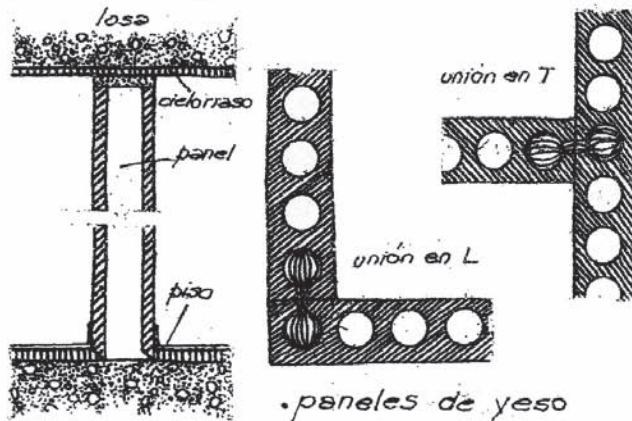
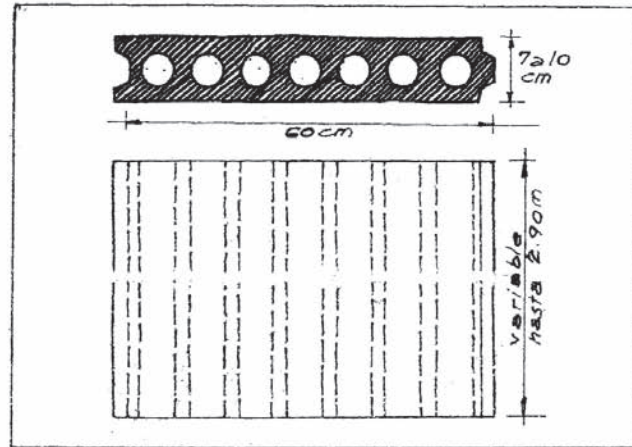
Se denomina **panel** al elemento constructivo compuesto por una **placa laminar industrializada hidro-termo-resistente** que se usa para la separación o cierre de los espacios en los edificios. Por sus características de fabricación debe impedir el paso de la humedad, el calor y el sonido (cuando cumple una sola condición se lo considera "placa laminar", pero no panel). Cuando se usan en el interior no es necesario que resistan el paso de la humedad, salvo en los locales sanitarios.

Atendiendo al peso de las piezas los paneles se clasifican en livianos (hasta 100 kg), semi-pesados (entre 100 y 150 kg) y pesados (más de 500 kg).

Las **placas** pueden resistir fuerzas no contenidas en su plano (impacto, viento, sismo, etc.). En las **láminas** el ancho y el alto predominan sobre el espesor y sólo pueden resistir fuerzas contenidas en su plano.

Los espacios se pueden conformar mediante el agolpamiento adecuado de estos elementos, unidos materialmente por medio de las juntas, parte singular del conjunto, que sirve de vínculo estructural y que debe ser resistente a los impactos y al paso del agua, viento, humedad, sonido, etc.

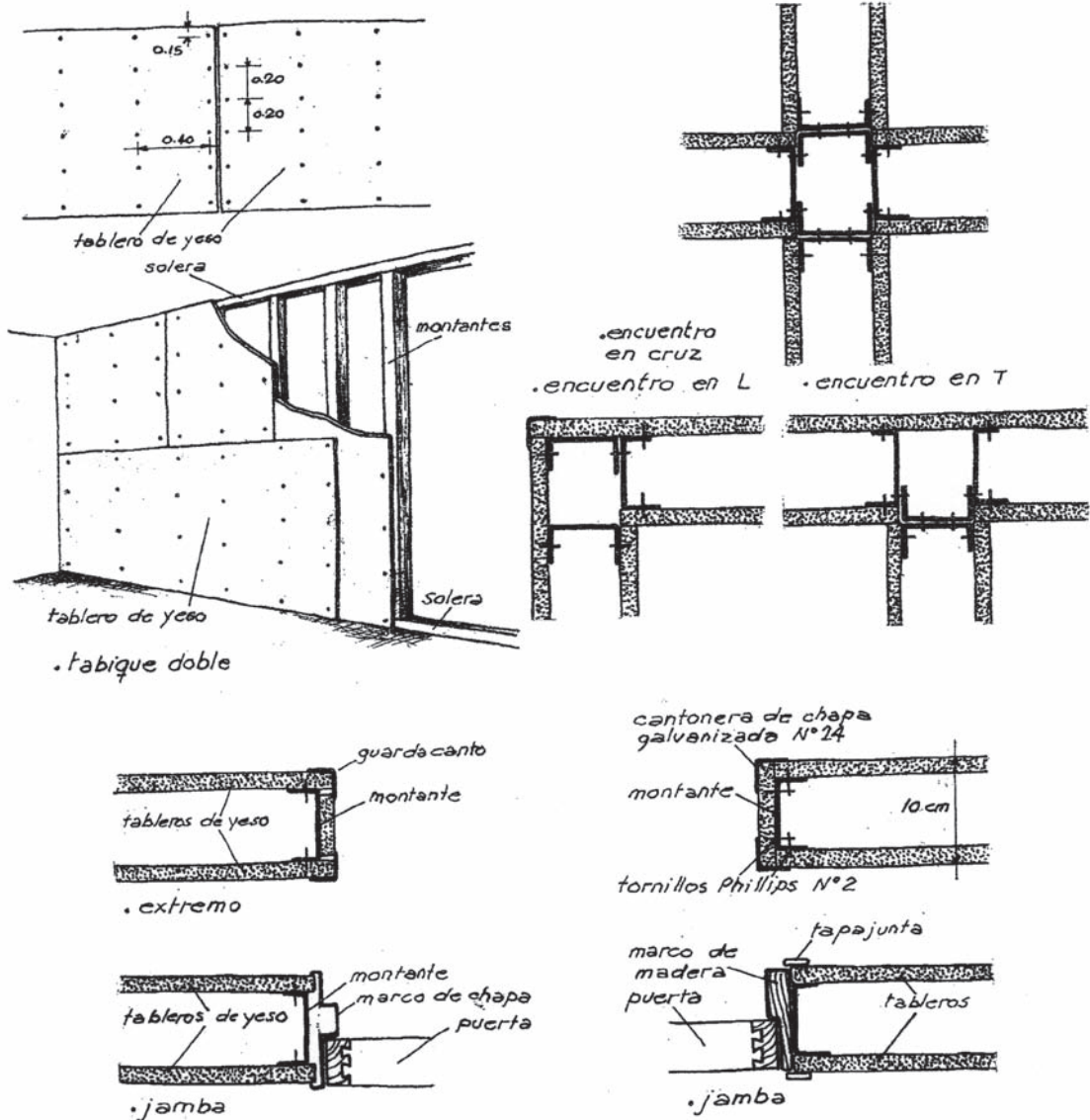
• Tipos



MATERIALES CONSTITUTIVOS

Cada tipo de panel está constituido por un material predominante, conformado en algunos casos con la incorporación de otros en menor proporción. Entre los más comunes podemos citar:

► Forma de colocación



1. ligno-celulósico: madera maciza estructural, madera multilaminada, fibras y partículas aglomeradas.
2. ladrillo: común y cerámico hueco.
3. acero: estructural (perfiles), chapa estampada y doblada, metal desplegado.
4. hormigón: armado normal, alivianado y tensado alveolar.
5. fibrocemento: chapa lisa y acanalada.
6. aluminio: estructural (perfiles), chapa estampada y doblada.

7. plástico: poliéster reforzado con fibra de vidrio.
8. yeso: macizo y en placa.
9. vidrio: alveolar.
10. mixto: diversas combinaciones, con estructuras interna homogénea y heterogénea o multicapa.

APLICACIONES

El uso de paneles presenta las siguientes ventajas: se puede reducir el peso y disponer de más espacio interior, la terminación es más rápida (se colocan "en seco") y el montaje en las fachadas puede realizarse desde el interior, sin necesidad de andamios.

Los inconvenientes se presentan en las juntas y la reducida aislación térmica y acústica, la transmisión a través de los paneles de los ruidos exteriores y la posibilidad de vibraciones, que se transmite a los vidrios. Los materiales ferrosos y de madera necesitan mantenimiento permanente cuando están expuestos a los agentes climáticos.

El empleo de mano de obra idónea y elementos de fijación adecuados puede resolver los problemas de colocación. La aislación puede conseguirse con: lana de vidrio, espumas plásticas, aglomerados prensados y materiales alveolares; generalmente pegados con colas de neopren, que deben ser protegidos a su vez de los impactos.

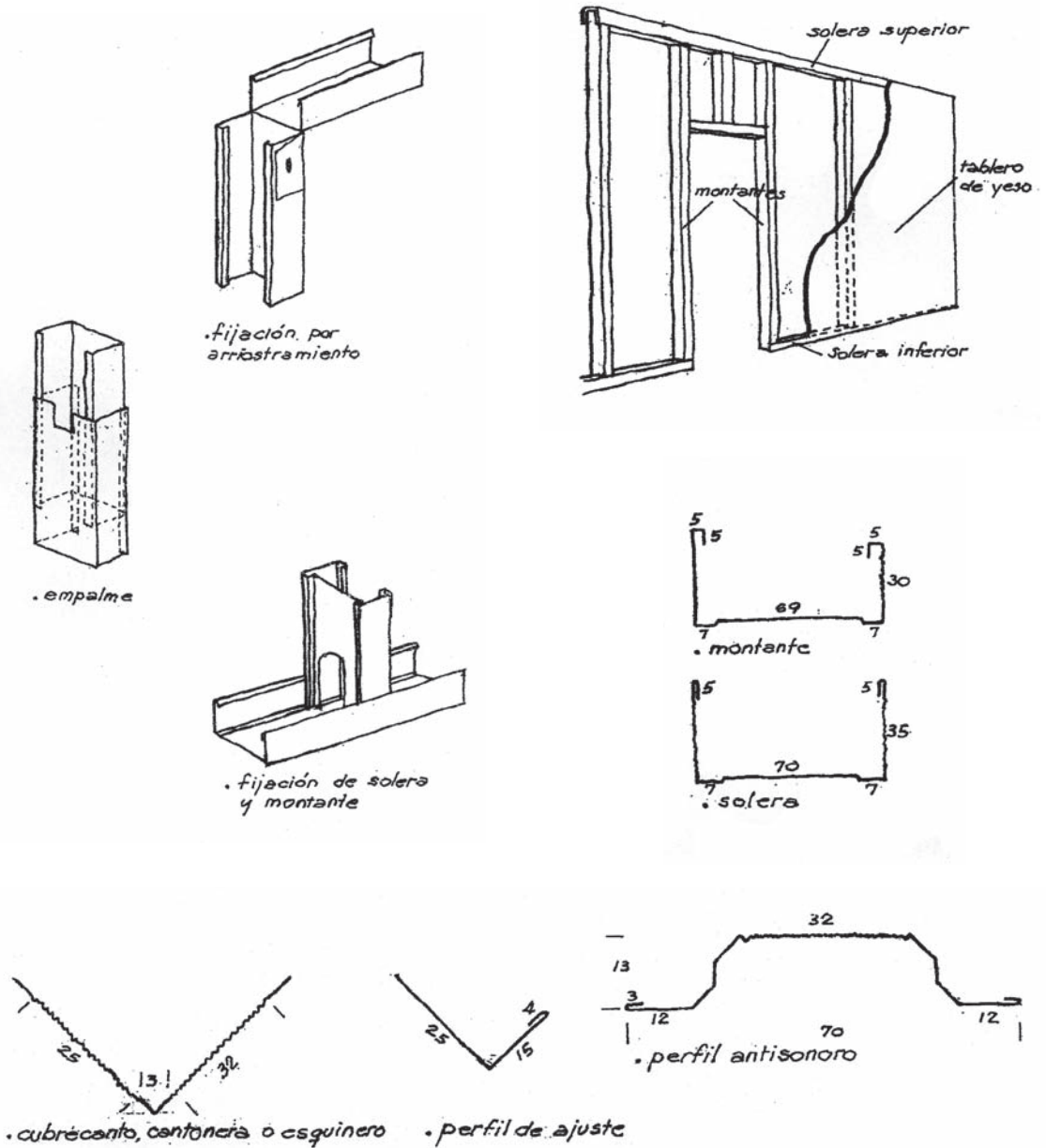
Las juntas deben absorber el movimiento de los paneles y ser estancas. Pueden ser: a) líquidas: aplicadas con pistola, b) líquidas: colocadas con pincel, c) celulares: de diversos plásticos, se comprimen entre los paneles y d) premoldeadas: suelen ser metálicas o de neopren y se colocan en taller.

El montaje puede hacerse mediante grapas y bulones anclados en la estructura o mediante una estructura secundaria con elementos verticales y horizontales de perfiles o tubos de acero o aluminio, unidos a la estructura del edificio.

PRECAUCIONES

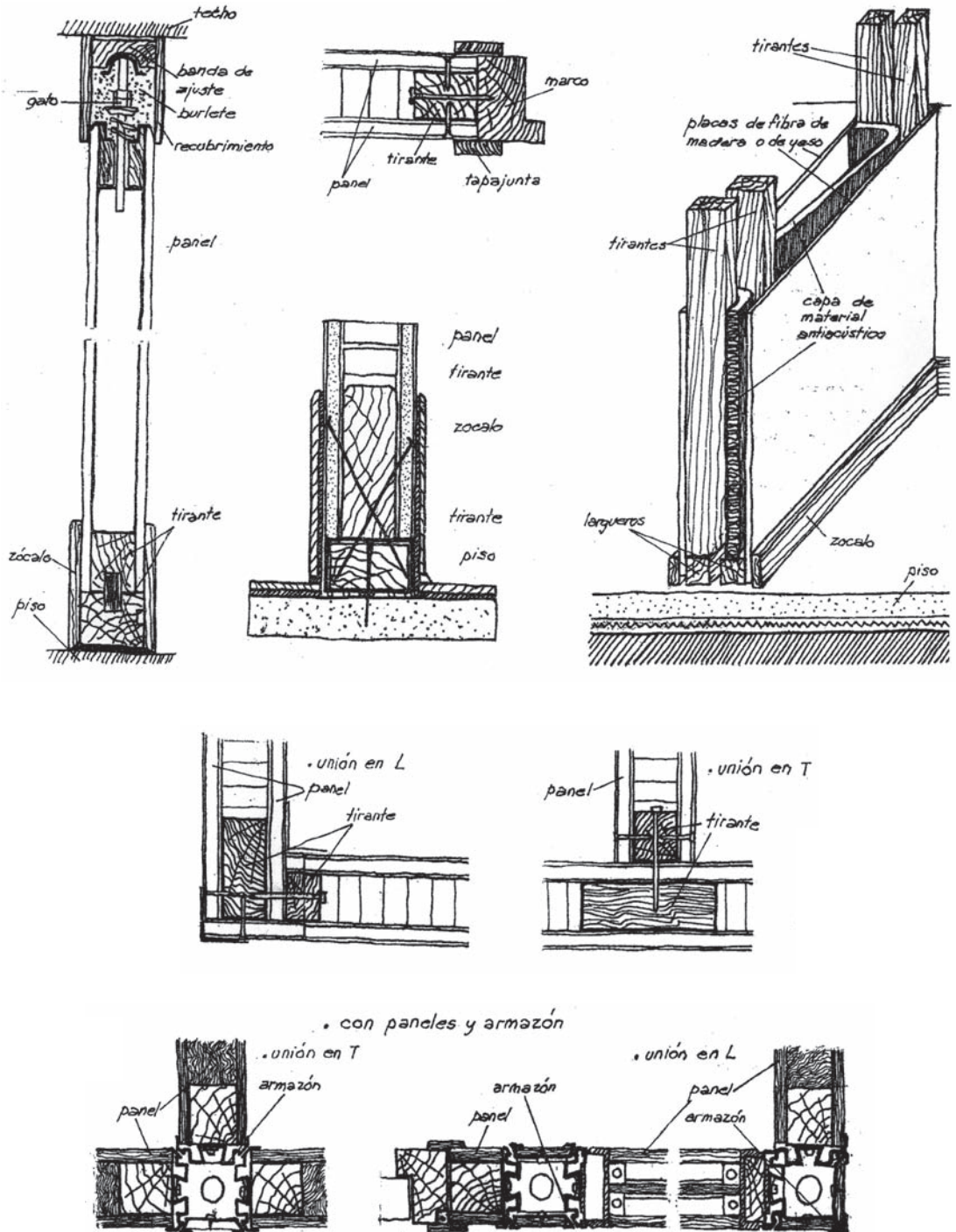
- ▶ La posibilidad de uso de elementos desmontables y amovibles debe estar considerada en la etapa de diseño para prever la ubicación de canalizaciones y conexiones de las instalaciones de servicios.
- ▶ En el análisis económico hay que considerar el costo de los elementos y la posible necesidad de recurrir a especialistas para su colocación, para estimar el costo final.
- ▶ El uso de paneles livianos, semipesados o pesados, está condicionado por la posibilidad de disponer en obra de equipos de elevación adecuados para cada caso.
- ▶ La función de separación puede ser cumplida con el mobiliario, en lugar de los tabiques, con un diseño adecuado.
- ▶ Siempre que se asegure la aislación acústica y cuando los recursos económicos lo permitan, es preferible usar tabiques desmontables o amovibles.
- ▶ En las uniones con el piso y el techo (cielorraso) hay que evitar la transmisión de ruidos de piso a piso.
- ▶ En edificios donde se prevé la concentración de personas hay que asegurar la incombustibilidad del material.

► Detalles



- Cuando se trabaja con paneles hay que cuidar especialmente la terminación de las juntas.
- Antes de perforar los tabiques hay que verificar la existencia de cañerías embutidas.
- Cuando se colocan tabiques desmontables amovibles el piso debe estar terminado de antemano.

• Uniones en paredes, pisos y techos



- ▶ En zonas sísmicas hay que asegurar que no se modificarán las condiciones de trabajo de la estructura al fijar los tabiques.
- ▶ Las juntas de dilatación del edificio deben prolongarse en los tabiques.
- ▶ Las uniones entre dos materiales distintos es conveniente resolverlas con un "tercer" material, distinto de los usados en el panel.
- ▶ Para la colocación de tabiques desmontables puede ser conveniente, en el momento de ejecución de la obra gruesa, colocar grapas o tacos de madera u otro material donde se puede fijar la estructura de los tabiques.
- ▶ Es conveniente usar materiales resistentes a los impactos y la abrasión en las partes bajas (hasta 1,50 m) de los tabiques en lugares donde está previsto gran circulación de personas.
- ▶ Hay que cuidar especialmente la aislación hidrófuga cuando se usan paneles de yeso.
- ▶ Para los tabiques de ladrillo o bloques tener en cuenta lo indicado en el capítulo "Mampostería".

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIO PARA LA OPERACIÓN

Los materiales han sido indicados en el texto.

Los elementos de trabajo comprenden:

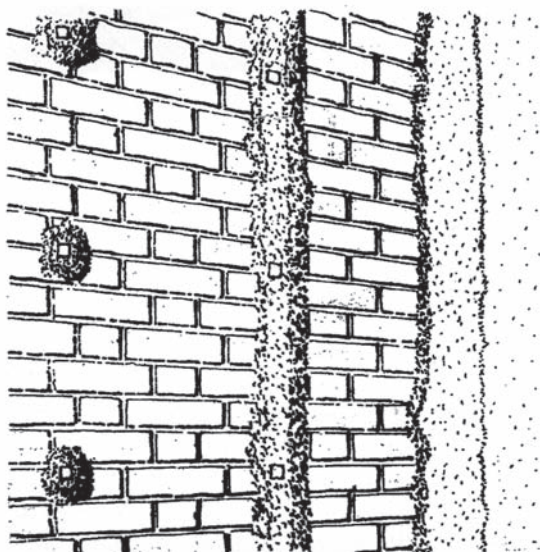
- ▶ para los tabiques fijos, son los indicados en "Mampostería".
- ▶ para los tabiques desmontables y amovibles, herramientas para trabajos de carpintería metálica y de madera.

Los trabajos los realizan:

- ▶ albañiles, los de mampostería.
- ▶ especialistas en trabajos de carpintería para los trabajos sencillos de tabiques desmontables.
- ▶ personal especializado de las empresas dedicadas a este tipo de trabajo o de la industria que provee el material.
- ▶ se puede contratar con empresas que entregan el material colocado en obra.

En todos los casos, por tratarse de trabajos de terminación, es necesario el control permanente del profesional responsable de la obra y los encargados del control de calidad.

Revoques



Los revoques constituyen la capa de mortero "estructural" (ver "Mampostería") que sirve de barrera de protección o terminación de paredes y tabiques. Puede servir también para apoyo de otros revestimientos (ya que el revoque en sí es un revestimiento). En consecuencia, antes de tomar la decisión de aplicar revoque, conviene analizar la posibilidad de usar materiales que no necesitan revocarse, aunque puedan ser de mayor costo inicial pero de mantenimiento fácil y económico.

Su aplicación en la obra está destinada a: proporcionar protección de la humedad y mejorar el aspecto del soporte o muro sobre el cual se aplica, garantizar el aislamiento del espacio interior del aire y la humedad (en los muros exteriores) y servir de base para el apoyo de revestimientos que se adhieren con morteros, "adhesivos" o pegamentos.

COMPOSICIÓN

Los componentes de los morteros, la función de los mismos y las cualidades de los morteros, fueron analizados en el capítulo "Mampostería". En la mayoría de los casos están compuestos por dos capas: a) la que se aplica directamente sobre el muro para emparejar (y en ocasiones, verticalizar) la superficie y dejarla en condiciones de recibir la capa de terminación que recibe el nombre de **revoque grueso** ("jaharro" o "engrosado") y b) la capa de terminación denominada revoque fino (o "enlucido"). Se obtiene mejor calidad en el trabajo cuando, previo al revoque, se ejecuta **azotado** con lechada de cemento y arena fina sobre el muro.

El revoque **grueso** se ejecuta con materiales más económicos (cal, arena mediana o gruesa, o polvo de ladrillo) con lo que se obtiene una mezcla plástica, que una vez aplicada da una superficie pareja pero rústica. La textura rústica se obtiene naturalmente o se provoca por medio del "peinado" que se aplica sobre el revoque fresco. El espesor ideal de esta capa está comprendido entre los 1 y 2,5 cm pero en definitiva es el que resulta de corregir las irregularidades o el desplome del paramento sobre el cual se aplica, conservando el mínimo de 1 cm.

Los materiales indicados son los de uso más corriente. En realidad en cada caso se establecen los componentes atendiendo a las características del soporte y del enlucido o revestimiento posterior. Para el revoque fino el inerte es arena fina y en este caso el espesor no supera los 2 mm.

A los revoques se los denomina por el aglomerante que predomina en la mezcla: a la cal, de cemento, de yeso, reforzados (de cal y cemento, cemento y yeso), de material de frente y estucos (yeso y arena).

Los materiales, para ser usados en morteros, deben responder, entre otras, a las siguientes características:

a. Arena: de naturaleza sana, es preferible la de río, silíceo o silicocalcáreo o de trituración. Las de barranca también pueden usarse siempre que estén libres de impurezas (sales y materias orgánicas). La presencia de arcilla en pequeña proporción, siempre que no envuelva los granos de la arena, puede ser favorable porque retiene el agua para el fraguado y plastifica la mezcla.

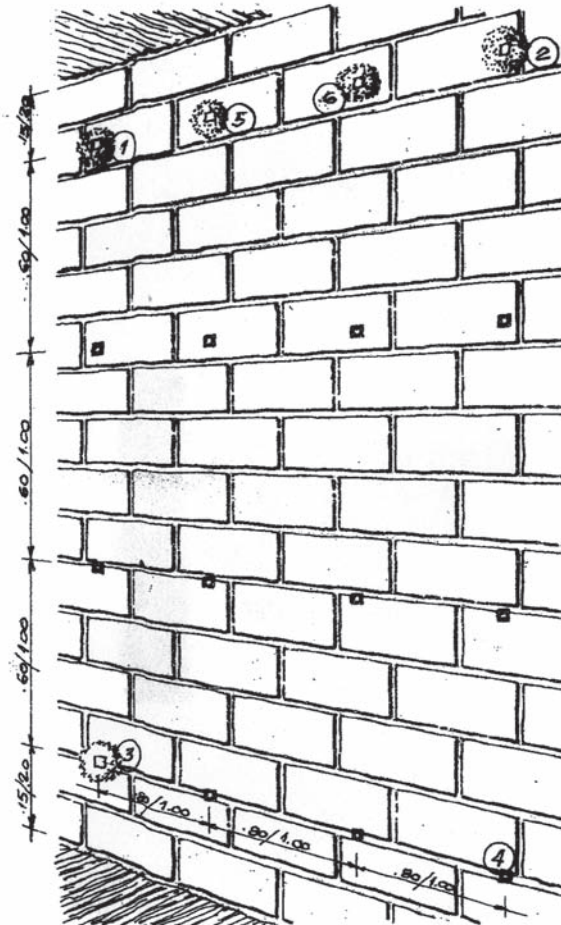
Debe tener una composición granulométrica adecuada con granos de entre 0,1 y 3 mm. Una proporción elevada de granos finos fisura el revoque y aumenta el consumo de aglomerante.

b. Aglomerante: los de uso corriente son: cal, cemento y yeso. Deben tener baja resistencia mecánica, bajo módulo de deformación y escasa retracción para evitar grietas. El cemento que se usa habitualmente es el normal. El cemento de alta resistencia sólo se usa en combinación con la cal.

c. Agua de amasado: debe ser tan pura y limpia como sea posible. Debe agregarse en la proporción correcta, ya que los morteros demasiados fluidos son muy difíciles de trabajar y dan revoques porosos fácilmente fisurables.

d. aditivos: pueden incorporarse al mortero como "plastificantes" para facilitar el trabajo, mantener el agua y aumentar la impermeabilidad; "impermeabilizantes" y "pigmentos" para colorear el enlucido (óxidos naturales o artificiales en proporción menor de 5%).

• “Puntos” para revocar



• orden de colocación de los "puntos"

1 y 2 : con hilo
 3 y 4 : con plomada
 5 y 6 : con hilo
 resto : con hilo o plomada

TIPOS DE REVOQUES

En cada caso, de acuerdo al destino del revoque en la obra, hay que establecer los componentes más adecuados y las dosificaciones respectivas.

Una primer consideración corresponde a la **ubicación** del muro a revocar: **a) exterior**, expuesto a los agentes atmosféricos y dentro de éstos si el paramento es exterior o interior y **b) interior**.

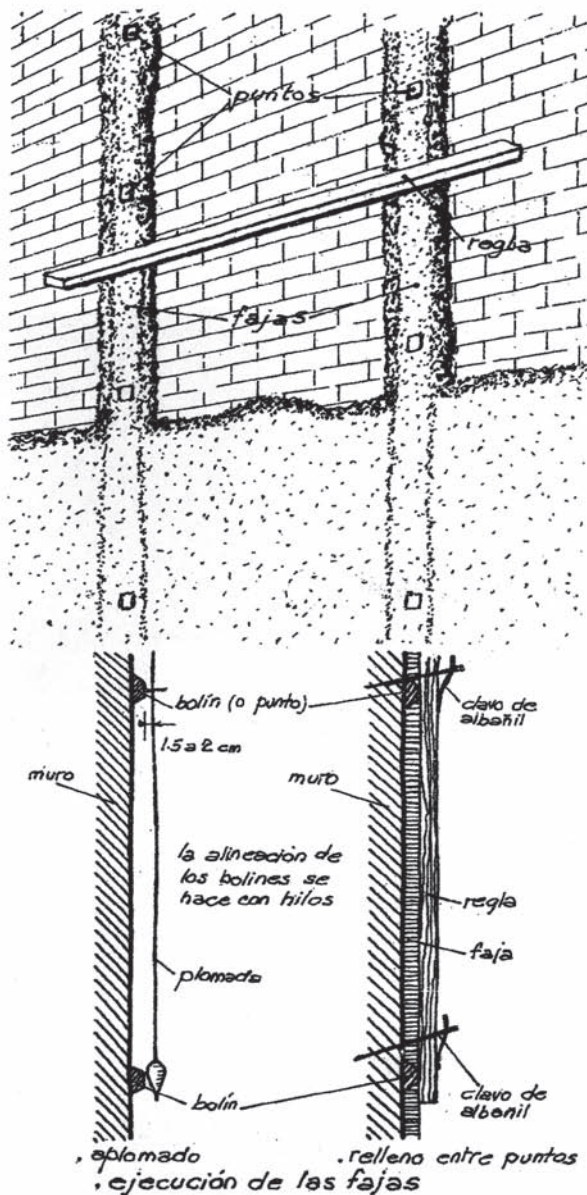
Las **características del material del muro** (textura, resistencia mecánica, irregularidad del paramento), el **destino del local**, **terminación** del paramento (revoque fino o revestimiento), **disponibilidad** de materiales en la zona y **mano de obra** y equipos **disponibles** en la obra, son otros factores a tener en cuenta en el momento de decidir los componentes.

Algunos tipos de mampostería (de ladrillo y ladrillón común, bloques de hormigón, etc.) pueden terminarse "**bolseados**", sin necesidad de revocar.

Entre los de uso corriente podemos indicar (las dosificaciones se indican en las tablas en Apéndice):

- ▶ **azotado**: aunque no constituye un revoque propiamente dicho es una operación de obra necesaria para asegurar la calidad del trabajo. Se usa para: a) impermeabilizar la superficie, con agregado de aditivos hidrófugos, en zonas húmedas, b) asegurar la "continuidad" del material (la cal, el cemento y la arena aseguran la adherencia del mortero del revoque sobre los ladrillos, bloques, hormigón) y c) procurar una superficie texturada (sobre superficie lisa de hormigón). Puede hacerse con lechada de cemento (agua y cemento) o de cemento y arena (agua, cemento y arena fina: 1:2). Se aplica sobre el paramento –suficientemente mojado con dos días de anticipación– con la cuchara de albañil.
- ▶ **común a la cal**: mortero compuesto por cal y arena mediana, con o sin agregado de polvo de ladrillo. Para aumentar la resistencia mecánica se usan el reforzado con el agregado de cemento. El tipo de cal (grasa o hidráulica) a usar depende del ambiente en que se ejecuta el revoque (seco o húmedo). Sobre estos jaharros se ejecutan enlucidos con morteros de cal-arena fina, cemento-cal-arena fina o de yeso. Sobre mampostería de ladrillos, comunes o cerámicos y para otorgar mayor plasticidad al mortero se puede agregar **polvo de ladrillo**.
- ▶ **bajo revestimientos**: se usa en los casos que la terminación superficial es de azulejos u otros materiales similares o bajo enlucido impermeable de cemento-arena. Se obtiene agregando al mortero común a la cal, ejecutado con cal hidráulica, mayor proporción de cemento. La superficie debe terminarse rugosa para lo cual se usa arena mediana y gruesa y se puede además rayar cruzada la superficie con peine metálico. Sobre este revoque grueso se pueden colocar los azulejos con mortero de cal y cemento o con pegamento o, como dijimos, revoque impermeable de cemento-arena fina (locales sanitarios, mesadas, tanques de agua, cámaras frigoríficas).
- ▶ **en ciellorrasos**: tanto para los **aplicados** como los **suspendidos** se usa mortero de cal reforzado, previo azotado de lechada de cemento o cemento-arena, para establecer continuidad del material en los aplicados y para proteger al metal desplegado del ataque de la cal o el yeso en los ciellorrasos suspendidos. La terminación puede hacerse con mortero de cal o de yeso colocando primero una capa de yeso negro o yeso blanco con agregado de cemento (y en algunos casos algo de arena fina) para aumentar la resistencia mecánica. La última capa puede ser de mortero de cemento, cal y arena fina terminada "al fieltro" o de yeso, terminado con llana. La terminación al fieltro se ejecuta con fratás recubierto de fieltro, embebiéndolo en lechada de cal.
- ▶ **de yeso**: sobre los paramentos de los muros puede colocarse directamente revoque de yeso, con o sin jaharro de mortero de cal. En el primer caso se aplica una capa delgada de yeso blanco sobre la superficie completamente seca, oprimiendo con fuerza para asegurar la adherencia. Cuando todo el revoque (grueso y fino) es de yeso,

► Formas de ejecución



en la primer capa se procede en forma similar a la que habíamos indicado para los cielorrasos.

► **de frente:** llamados así por su empleo casi exclusivo en paramentos exteriores. Estos revoques deben ser fuertes, con resistencia a los impactos, a los elementos del clima y con buena terminación desde el punto de vista estético; para lo cual necesitan de jaharras de mayor resistencia que los comunes, cualidad que se obtiene con

el agregado de cemento al mortero. Los enlucidos pueden ejecutarse con mortero de cemento "salpicado" o "peinado" con o sin agregado de color o usar los llamados "material de frente", que la industria entrega mezclados en seco, con el agregado de materiales impermeabilizantes, que admiten diversos tipos de terminación. Todos los materiales "de frente" se puede usar, con excelente resultado, en interiores, eliminando la necesidad de pintura.

► **otros:** la industria ofrece una extensa gama de materiales preparados, listos para usar, para ser aplicados en trabajos de terminación, con colores incorporados ya sea del propio material o de pigmentos, que requieren muy diversas técnicas de puesta en obra. Muchos de ellos no requieren la ejecución de revoque grueso y algunos se adhieren prácticamente sobre cualquier material y tipo de superficie. Los envases y la folletería que acompaña a los productos ilustra sobre la tecnología de aplicación. Usando áridos livianos pueden obtenerse revoques **aislantes térmicos y acústicos**.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

En la mayoría de las obras los revoques tienen la posibilidad de ser ejecutados en diversas oportunidades, durante el proceso constructivo. La decisión debe tomarse teniendo en cuenta, entre otros, las condiciones climáticas, el plazo de ejecución de la obra y la disponibilidad de material y mano de obra.

El revoque grueso puede ejecutarse a partir del momento que los muros estén estabilizados (con vigas y columnas involucradas hormigonadas), pero deben estar terminadas por los menos las "lajas" antes de colocar las cañerías y cajas de las instalaciones y los marcos de las aberturas.

Para ejecutar el revoque fino es conveniente que se hayan terminado los trabajos del cerraso, sobre todo si se trabaja por vía húmeda, en estos últimos.

Para asegurar la ejecución correcta de los revoques **no se debe trabajar:**

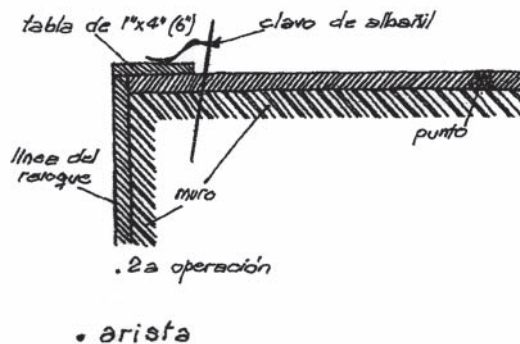
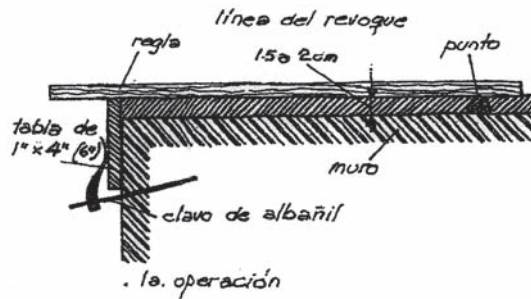
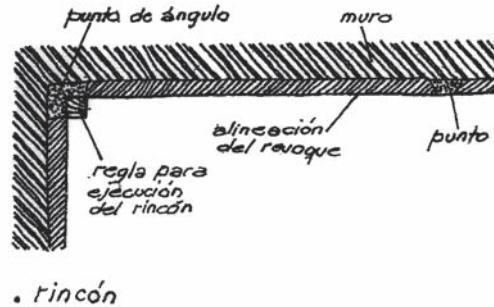
- en época de heladas o sobre superficies congeladas.
- sobre superficies recalentadas o totalmente secas.
- cuando corre viento seco.
- con lluvia, salvo que las superficies revocadas se protejan para evitar el "lavado" del material.

El trabajo comprende las siguientes etapas sucesivas:

a. preparación del paramento: el proceso es distinto cuando se trata de obra nueva u obras antiguas en las cuales se ejecutan modificaciones o reparaciones. En **obra nueva** la superficie debe estar suficientemente mojada para evitar que absorba el agua de fraguado del mortero, para lo cual debe mojarse repetidas veces, en lo posible con uno o dos días de anticipación. Esto es especialmente importante en muros de ladrillos y bloques de hormigón y depende del clima del lugar.

La superficie debe ser **rugosa** por el propio material (ladrillos y bloques), por chicoteo de mortero (sobre hormigón liso); **limpia** de polvo, sales, adherencias y aceites o productos de curado del hormigón. En soportes no estables, susceptibles de deformación (chapas de

» Forma de ejecución



fibrocemento y otro material) o de escasa adherencia es necesario colocar mallas metálicas (telas o metal desplegado).

En **obras antiguas** el trabajo requiere algunas operaciones previas de preparación del muro para recibir el revoque.

El muro se limpia de restos de revocos y pinturas, con cepillo metálico, arenado con agua a presión, lavado con abundante agua a presión o acidulada. Puede ser conveniente texturar las superficies con la martelina o bujarda (de picapedrero). Para asegurar la calidad del trabajo, siempre que lo permita el espesor disponible, es conveniente la colocación de metal desplegado –anclado al muro– con mortero de cemento o de cemento y cal.

A partir de este momento se puede proceder como si se tratara de una obra nueva.

b. preparación del mortero: puede hacerse en forma manual pero el uso de hormigone-
ra asegura un mejor mezclado con menor cantidad de agua, que asegura mejor compor-
tamiento del mortero en la obra. La duración del mezclado mecánico es de 4 ó 5 minutos
y cuando se incorporan aditivos es conveniente "reposar" la mezcla de 10 a 15 minutos,
antes de usarla. Todos los manuales aconsejan preparar sólo la mezcla que se usará en el
día. Los albañiles aseguran que es necesario prepararla con anticipación y agregar el agua
y el cemento (cuando es necesario) en el momento de la aplicación en la obra ("De esta
manera la mezcla 'hace más liga' y adhiere mejor"). El yeso se mezcla con el agua en el
momento de usarse, en "bateas" de madera preparadas al efecto.

c. colocación del mortero: en esta etapa la primera operación consiste en verificar la ver-
ticalidad y alineación de la superficie a revocar, para establecer el espesor del revoque
(entre 1 y 2,5 cm). Si existen depresiones se rellenan con capas sucesivas y si hay resaltos
o rebabas menores se pueden eliminar con la cuchara o martelina. La operación se con-
trola con "hilo de albañil" y "plomada".

Una vez establecido el espesor se colocan "puntos" de referencia ("bolines") cerca de los vér-
tices del muro. Se comienza por los dos superiores y con la plomada se colocan después los
inferiores correspondientes. Con esta operación, mediante reglas o hilo de albañil se puede
materializar el **plano vertical** del paramento del muro a revocar. Usando como guía el hilo,
apoyando en los dos "puntos" superiores, se colocan todos los puntos necesarios para divi-
dir la longitud del muro en paños de entre 0,80 y 1,20 m de ancho. A partir de los puntos
superiores, con la plomada, se colocan los restantes puntos que permitan, apoyando las
reglas sobre ellos, ejecutar las "**fajas**" (8 a 10 cm de ancho).

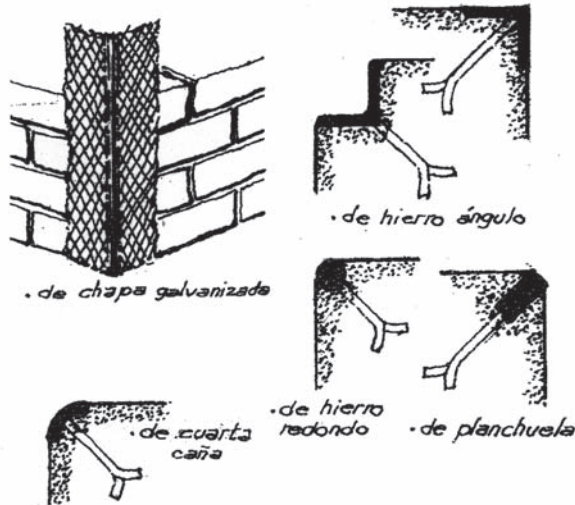
Esta operación se ejecuta arrojando el mortero con la cuchara. Este es el momento más indi-
cado para colocar las cañerías, cajas y llaves de instalaciones, marcos de aberturas y otros
elementos; operaciones para las cuales es necesario tener definido el "plano" del para-
mento del muro. En la colocación hay que considerar las características de los materiales
de terminación que, como en el caso de algunos revestimientos, pueden alcanzar gran
espesor. Las fajas pueden sustituirse por barras de acero.

Una vez fraguadas las fajas, se aplica sobre las franjas del paramento el mortero, con
cuchara –de abajo hacia arriba– alisando las superficie con las reglas (de madera o metá-
licas), retirando el material sobrante, hasta completar la superficie. Hay que asegurar el
curado del mortero, mojando constantemente, sobre todo en clima cálido y seco.

Tanto las fajas como el resto del revoque grueso deben dejar libre en la parte superior del
muro una franja de 10 a 12 cm sin revocar de manera de permitir solucionar el encuen-
tro de la pared y cielorraso con la forma (ángulo recto, curva, "corte de pintura", etc.) que
se decida y que conviene ejecutar con el cielorraso. Es conveniente, en algunos casos,
tomar como guía esta parte del cielorraso para ejecutar el revoque del muro. El mortero
puede colocarse también con máquinas compresoras y extenderse con reglas.

Para ejecutar el revoque del cielorraso se define el "plano horizontal" en los rincones,
fijando la altura por medio del nivel de manguera. Con o sin moldura, se ejecuta el con-
torno de cielorraso y a partir de allí se usa el hilo para controlar la alineación del plano
del cielorraso.

▸ Guardacantos



El **enlucido** se puede ejecutar inmediatamente, extendiendo la capa de mortero (hasta 2 mm de espesor) con el *fratás*, sin apretar y haciéndolo girar en sentido circular en toda la superficie. Pero lo habitual es que los trabajos se ejecuten con posterioridad, cuidando que el *jaharro* esté suficientemente mojado.

Es conveniente que en el momento de ejecutar el enlucido estén colocados todos los elementos que se alojan en el muro (cañerías de gas, de agua fría y caliente, de instalación eléctrica, cajas y tableros de luz, llaves de paso de instalaciones, marcos de puertas y ventanas, elementos de protección y seguridad, etc.) y el revoque grueso haya sido reparado para permitir que el enlucido sea ejecutado sin interrupciones. Es prácticamente imposible disimular las reparaciones en el enlucido, sin dejar la "marca" en la superficie. Para obtener superficies bien lisas, se emplea arena fina o bien tamizada y se termina con *fratás* con fieltro embebido en lechada de cal, cuidando el curado posterior.

Cuando el enlucido es de yeso el *jaharro* debe estar completamente fraguado y seco. Es posible además revocar con yeso, sin necesidad de revoque grueso, en superficies suficientemente planas (de ladrillo cerámico hueco o bloques de hormigón) si se dispone de mano de obra idónea para este tipo de trabajo. Puede hacerse con una o dos capas. En el primer caso la primera capa se hace con yeso negro, inclusive con agregado de arena y cemento para aumentar la resistencia mecánica; terminando la superficie (enlucido) con yeso blanco, con la *llana*. Las molduras se ejecutan con yeso blanco con molde (perfil metálico) que se desplaza sobre guías sujetas al muro.

Las interrupciones en el trabajo deben hacerse en los puntos donde sea más fácil disimular la interrupción. Los rincones y las aristas deben ejecutarse simultáneamente con el revoque. Para proteger las aristas de los golpes se pueden colocar "guardacantos" de distintos tipos, los que pueden alcanzar la altura mínima de 1,50 m desde el piso, llegar hasta la altura de los dinteles o en todo el desarrollo de la arista.

PRECAUCIONES

Indicamos las principales precauciones a adoptar en la ejecución de los trabajos, algunas de las cuales forman parte del texto.

- ▶ En la etapa de diseño analizar la posibilidad de usar materiales que eliminen la necesidad de revocar.
- ▶ Antes de comenzar el revoque la mampostería debe estar "estabilizada", sin posibilidad de desaplomarse por operaciones futuras.
- ▶ La superficie a revocar debe estar suficientemente mojada (sólo húmeda para yeso negro) antes de comenzar el trabajo. La operación de mojado depende del estado del tiempo en el lugar y las características del material de soporte.
- ▶ El yeso blanco del enlucido se coloca sobre superficie completamente seca.
- ▶ Conviene analizar la posibilidad de ejecutar el cielorraso, o por lo menos el perímetro, antes de ejecutar el revoque del muro.
- ▶ Para ejecutar el enlucido de cal o cemento se debe mojar el revoque grueso.
- ▶ Después de terminado el revoque conviene mantener la humedad constante hasta que se endurezca y evitar la incidencia directa del sol.
- ▶ Cuando el revoque se ha "quemado" por falta de humedad o "helado", en tiempo muy frío, se debe ejecutar de nuevo.
- ▶ Los revoques exteriores deben protegerse de la lluvia y el granizo.
- ▶ La superficie a revocar debe ser rugosa y estar limpia y libre de polvo. Las superficies lisas se pueden "picar" o abujardar.
- ▶ Cuando el revoque corre peligro de desprenderse, ya sea por adherencia escasa o por su propio peso debido al espesor, se debe ejecutar por medio de capas delgadas sucesivas o colocando metal desplegado fijado al muro.
- ▶ El enlucido de cal se puede colocar sobre jaharro de cal, de cemento o de cal y cemento. El de yeso sobre cal, cemento o yeso.
- ▶ Para obtener una superficie rugosa los elementos de hormigón se pueden chicotear en el momento de desencofrar, con lechada de cemento y arena.
- ▶ Cuando se colocan revestimientos rígidos (azulejos, vidrios, cerámicos, etc.) sobre elementos estructurales de hormigón se debe esperar a que estén perfectamente curados, antes de ejecutar el "revoque bajo revestimiento".
- ▶ En todos los casos debe azotarse con lechada de cemento y arena los cielorrasos antes de revocarlos. Cuando el revoque es de yeso hay que proteger todos los elementos ferrosos (clavos, alambres, caños) para que no los ataque el yeso y evitar que aparezcan las manchas de herrumbre.
- ▶ Es conveniente azotar con lechada de cemento el paramento interior de los muros exteriores y en zonas húmedas, ejecutar aislación hidrófuga.
- ▶ La luz rasante resalta las imperfecciones del revoque. Las superficies texturadas "disimulan" la situación.
- ▶ En zonas de lluvias escasas hay que evitar los revoques muy texturados, porque se cubren fácilmente con polvo.

- ▶ Se deben evitar los revoques atacables por la humedad en fachadas orientadas al Sur, en zonas lluviosas.
- ▶ Las molduras de yeso pueden ejecutarse en obra o prefabricarse en taller.
- ▶ En interiores analizar la posibilidad de usar material "de frente", para eliminar la pintura.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN

Los materiales han sido indicados en el texto.

Los elementos de trabajo comprenden:

- ▶ andamios para revoques en muros.
- ▶ "pisos provisorios" armados con caballetes y tablones (tablas para trabajos con yeso) para los cielorrasos.
- ▶ máquinas para preparar morteros con arena.
- ▶ "batea" de madera para preparar mortero de yeso.
- ▶ herramientas de albañil, especialmente cuchara, martelina, plomada, hilo, reglas de madera o metálicas (preferentemente tubos rectangulares de aluminio), clavos de albañil, balde, canasta, nivel de manguera.

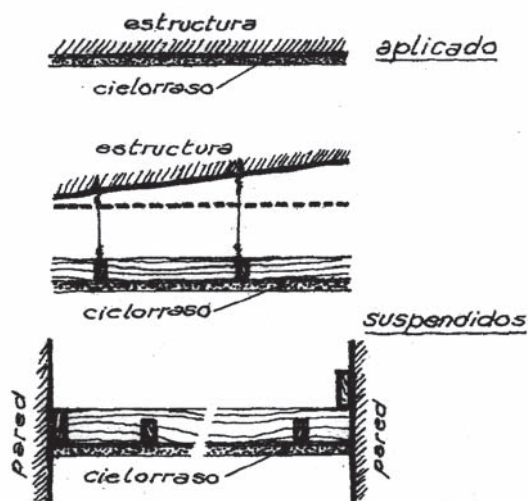
Los trabajos los realizan:

- ▶ oficiales y ayudantes: revoques de cal y cemento.
- ▶ "yeseros" (o "yesistas"): revoques de yeso.
- ▶ oficiales "frentistas": revoques con "material de frente".

Siempre es necesaria la supervisión del profesional responsable de la obra.

CAPÍTULO XVII

Cielorrasos

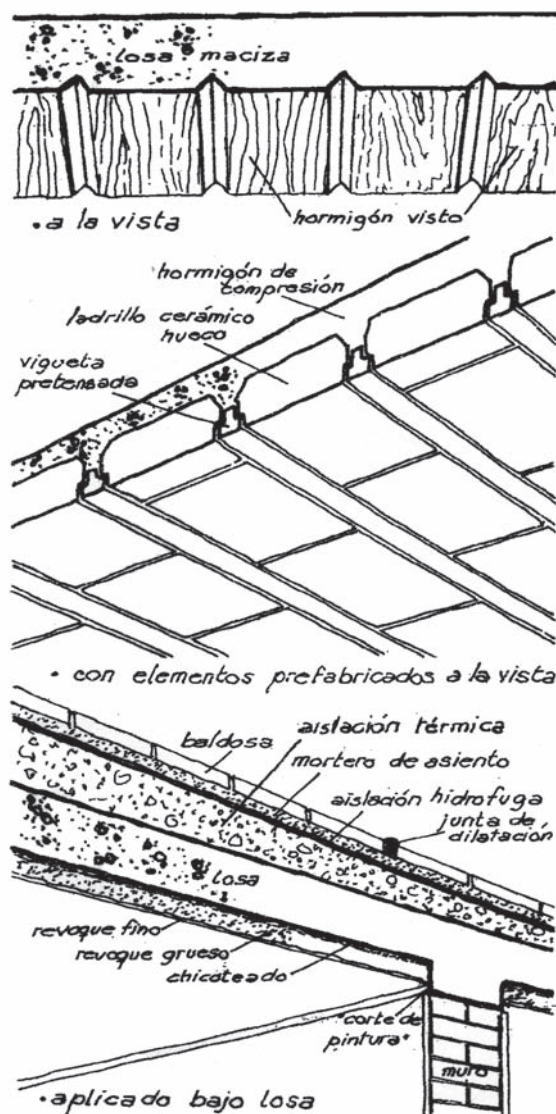


Constituyen la cara inferior de entrepisos y techos, a los cuales dan terminación, pudiendo aprovecharse para aislación térmica y acústica.

Es conveniente ejecutar los cielorrasos ANTES del enlucido de las paredes y, en la mayoría de los casos, también de los pisos; ya que algunos materiales usados para el cielorraso pueden afectarlos.

Algunos materiales usados en la ejecución de la estructura de los entrepisos y techos pueden dejarse "a la vista". Tal el caso de la madera, los metales, el hormigón macizo, viguetas cerámicas o de hormigón pretensado, losas pretensadas, de ladrillos cerámicos huecos y bloques de hormigón, si bien la mayoría de ellos necesitan un tratamiento superficial de protección o para mejorar el aspecto (látex transparente, epoxi, barniz sintético, encerado, lustrado, laca transparente, etc.). En caso necesario se deben eliminar las rebabas.

» Tipos de cielorrasos



En el caso de la madera pueden exponerse todos los elementos estructurales incluido el entablonado o machimbrado. El hormigón puede terminarse texturado con encofrado metálico o de madera con superficies conformadas o agregados de tablillas, tubos o perfiles metálicos, laminado de fibras vegetales o de plásticos colocados sobre el encofrado de madera, etc. (ver "Encofrados").

Las losas de viguetas cerámicas, pretensadas, de ladrillos cerámicos o bloques de hormigón pueden dejarse a la vista, rellenando las juntas entre los elementos para terminar la superficie y evitar la anidación de insectos.

Lógicamente en este caso, la pendiente del cielorraso es la misma que la de la estructura (entrepiso o techo).

La colocación de materiales naturales rústicos con otros con terminación superficial prolija (vidrios y cristales, metales, láminas plásticas, etc.) puede resultar una excelente combinación.

En la elección del material, altura, pendiente, textura, color, acabado, etc. del cielorraso hay que tener en cuenta la **función** que se le asigna en la obra. Entre las habituales se pueden indicar:

- a. terminación:** se trata de brindar un acabado, mejorar el que resulta de exponer los materiales usados para ejecutar la obra de la estructura, operación que resulta, en la mayoría de los casos, relativamente económica. También puede estar destinada a facilitar las tareas de limpieza, evitar la anidación de insectos u ocultar desagües cloacales.
- b. decorativa:** constituye una terminación más cuidada, que trata de mejorar el aspecto estético, a través de la forma, textura, color, etc. de la superficie expuesta del cielorraso.
- c. térmica:** destinada a brindar confort al usuario de los espacios o bien crear condiciones ambientales que permitan desarrollar algunas actividades, economizando en la energía que consumen los equipos mecánicos de acondicionamiento.
- d. acústica:** para asegurar las condiciones de percepción de los sonidos y evitar la penetración de ruidos provocados en el piso superior.
- e. térmico-acústica:** resulta de la combinación de las dos anteriores. En general se usan los mismos materiales para conseguir las dos aislaciones (acústica y térmica).
- f. fonoabsorbente:** para locales donde se produce mucho ruido o para mejorar las condiciones acústicas de salas de espectáculos públicos (auditorios, cines, teatros, aulas, etc.).

Mediante la incorporación de piezas y elementos especiales pueden aprovecharse los cielorrasos para colocar artefactos de iluminación o de acondicionamiento ambiental.

En cielorrasos al exterior hay que seleccionar materiales que no sean atacados por los elementos climáticos, o tomar precauciones adecuadas.

Tipos de cielorrasos

Habitualmente se distinguen dos tipos de cielorrasos: aplicados y suspendidos.

A. APLICADOS

La mayoría están constituidos por revoques como los indicados en el capítulo anterior y son los que se adhieren directamente a la estructura. El más sencillo es el "salpicado" de mortero de cal y arena; cemento y arena o cal; cemento y arena; color natural o con agregado de óxidos para colorear el material. Mediante su aplicación se tapan los orificios y grietas y se uniforma la superficie, con diferentes texturas, de acuerdo a la granulometría de la arena que se use en el mortero. Este procedimiento no asegura la obtención de una superficie perfectamente plana. Para obtener cielorrasos con superficie plana debe ejecutarse "**revoque**", procediendo como hemos indicado en "Revoques", aplicando los materiales y tecnologías adecuadas

en cada caso. Cuando se usa yeso hay que asegurar que esté terminada previamente la aislación hidrófuga.

En todos los casos se deben proteger todos los elementos ferrosos (clavos, alambres, barras del hormigón, etc.) con chicoteo de mortero de cemento-arena para evitar el ataque de la cal y el yeso.

Excepcionalmente se colocan láminas o paneles lisos o texturados, adheridos con pegamentos que provee la misma industria, por razones estéticas o para aislación acústica y térmica.

En locales donde debe asegurarse la asepsia y la facilidad de limpieza (quirófanos) pueden colocarse azulejos u otros materiales similares, adheridos de la misma forma que se hace en las paredes.

En este tipo de cielorrasos, cuando se realizan modificaciones o ampliaciones, no se recupera prácticamente nada del material original.

B. SUSPENDIDOS

También llamados "colgados", están constituidos por elementos **separados** de la estructura del entrepiso o techo. Pueden colgarse, con tensores rígidos o flexibles de la estructura o apoyarse en el perímetro, en paredes y tabiques. En los dos casos se debe ejecutar una nueva "estructura" capaz de resistir el peso propio del cielorraso y en los casos en que esté prevista la posibilidad de acceso de personas para tareas de mantenimiento del edificio o la colocación de canalizaciones de servicios entre la estructura resistente del entrepiso o techo y el entramado del cielorraso, hay que tener en cuenta las cargas resultantes y dimensionar los elementos resistentes en consecuencia. Asimismo se pueden prever "circulaciones" para permitir el desplazamiento del personal de mantenimiento de las canalizaciones, apoyadas sobre la estructura del cielorraso o sostenidas de manera independiente de la estructura del entrepiso o techo o de las paredes.

La superficie del cielorraso puede adoptar cualquier forma. Habitualmente se ejecutan horizontales, pero existe la posibilidad de adoptar cualquier pendiente, independiente de la del entrepiso o techo.

Cuando se ejecuta la estructura de entresijos y techos pueden dejarse elementos empotrados en la misma que permitan "colgar" la "estructura" del cielorraso. En estructuras de hormigón se colocan barras de acero común o torsionado (Ø 4,2 ó 6 mm) o alambres galvanizados (Nº 4 ó 6) en zonas muy húmedas, donde existen riesgos serios de oxidación de las barras. En estructuras metálicas y de madera las barras o alambres pueden colocarse fácilmente en el momento de ejecutar el cielorraso y cuando no se han dejado previstos en el hormigón pueden colocarse atados a las barras de la losa, para lo cual es necesario "descubrirlos" mediante puntas de acero y mazas o mediante grapas o ganchos colocados con pistolas con carga explosiva.

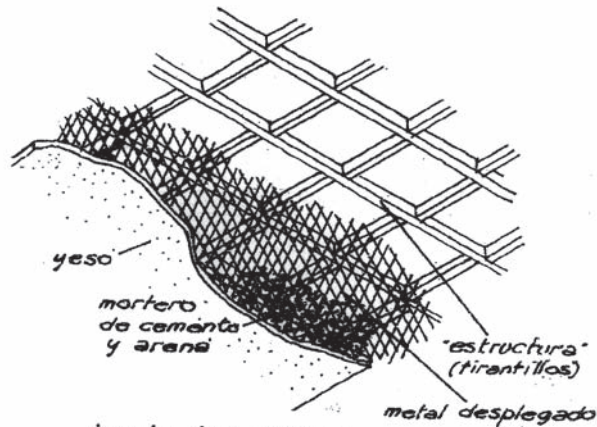
Los "pelos" (barras o alambres) permiten sostener el entramado de alfajías de 2" x 2", generalmente de álamo u otra madera blanda, sobre el cual se clava el metal desplegado, el cual recibe el revoque. La separación de las alfajías del entramado no debe sobrepasar los 30 cm para que el metal desplegado pueda resistir el peso del revoque, sin deformarse.

El entramado se comienza colocando una alfajía perimetral, que sirve de guía para el resto. Los niveles se fijan con manguera y con la ayuda del hilo de albañil se clava la alfajía en las paredes perimetrales.

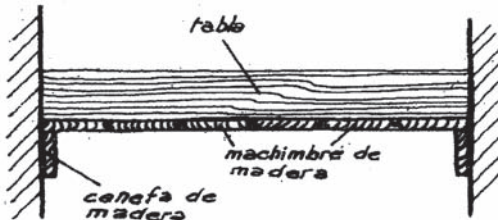
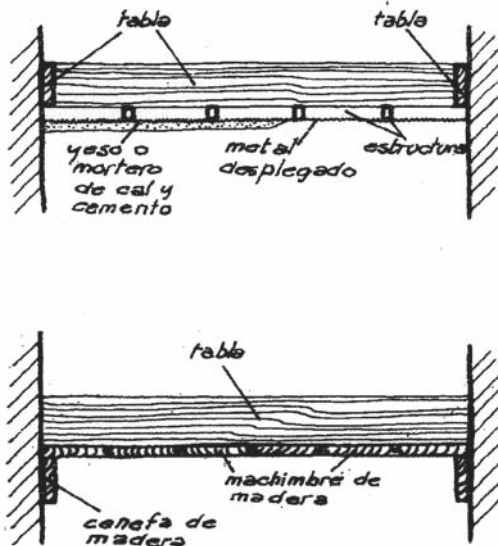
▸ Cielorrasos suspendidos

. suspendidos

a) del techo



b) de los muros



Antes de clavar el metal desplegado deben colocarse los caños y cajas de la instalación eléctrica, que se fijan al entramado. Las canalizaciones de tamaño mayor deben colocarse antes de colocar el entramado, pero después de haber establecido el "plano del cielorraso" una vez terminado.

La primera operación, sobre todo si se va a usar yeso para el cielorraso, es proteger el metal desplegado con azotado de mortero de cemento-arena. A posteriori se puede proceder como indicamos en el capítulo "Revoques".

Cuando la separación entre las paredes es pequeña la estructura del cielorraso puede apoyarse en tablas clavadas en las paredes paralelas al lado mayor del local. La tabla perimetral puede usarse como cenefa, clavando las alfajías **SOBRE** la tabla, aunque generalmente se clavan **POR DEBAJO**, procediendo como hemos indicado antes: a) definición del nivel o niveles, b) ejecución del perímetro, c) colocación del resto del entramado, d) clavado o atado del metal desplegado, e) azotado con mortero de cemento-arena, f) revoque grueso y g) enlucido.

En viviendas económicas puede sustituirse el metal desplegado por un entramado de cañas partidas, clavado en la estructura del cielorraso, sobre el cual se puede usar yeso para el revoque.

Hasta aquí hemos analizado los cielorrasos suspendidos obtenidos por **VÍA HÚMEDA**. Cuando se desarma totalmente o parte del cielorraso, para realizar modificaciones o ampliaciones, se puede recuperar algo del material, sobre todo el usado para el entramado portante.

La variedad es mucho más extensa cuando se trabaja **EN SECO**, en los cuales se puede recuperar algo del material, salvo cuando se pegan o clavan.

“Estructura” del cielorraso

Sostenida según hemos indicado anteriormente está constituida por un entramado, para lo cual se usan diversos elementos compatibles con el material de terminación del cielorraso (láminas, chapas, placas, paneles, etc.); elementos colocados de manera de responder a las dimensiones del citado material. En general los elementos para materializar el entramado son provistos por la misma industria que provee el material de terminación superficial. Pueden usarse **listones** o **emparrillados** de madera preparados en la obra, sobre los que se pueden clavar, atornillar, pegar, etc., el material de terminación. También se emplean **perfiles** de acero, de chapa doblada, de aluminio común o anodizado, de P.V.C., etc., unidos entre sí con piezas especiales.

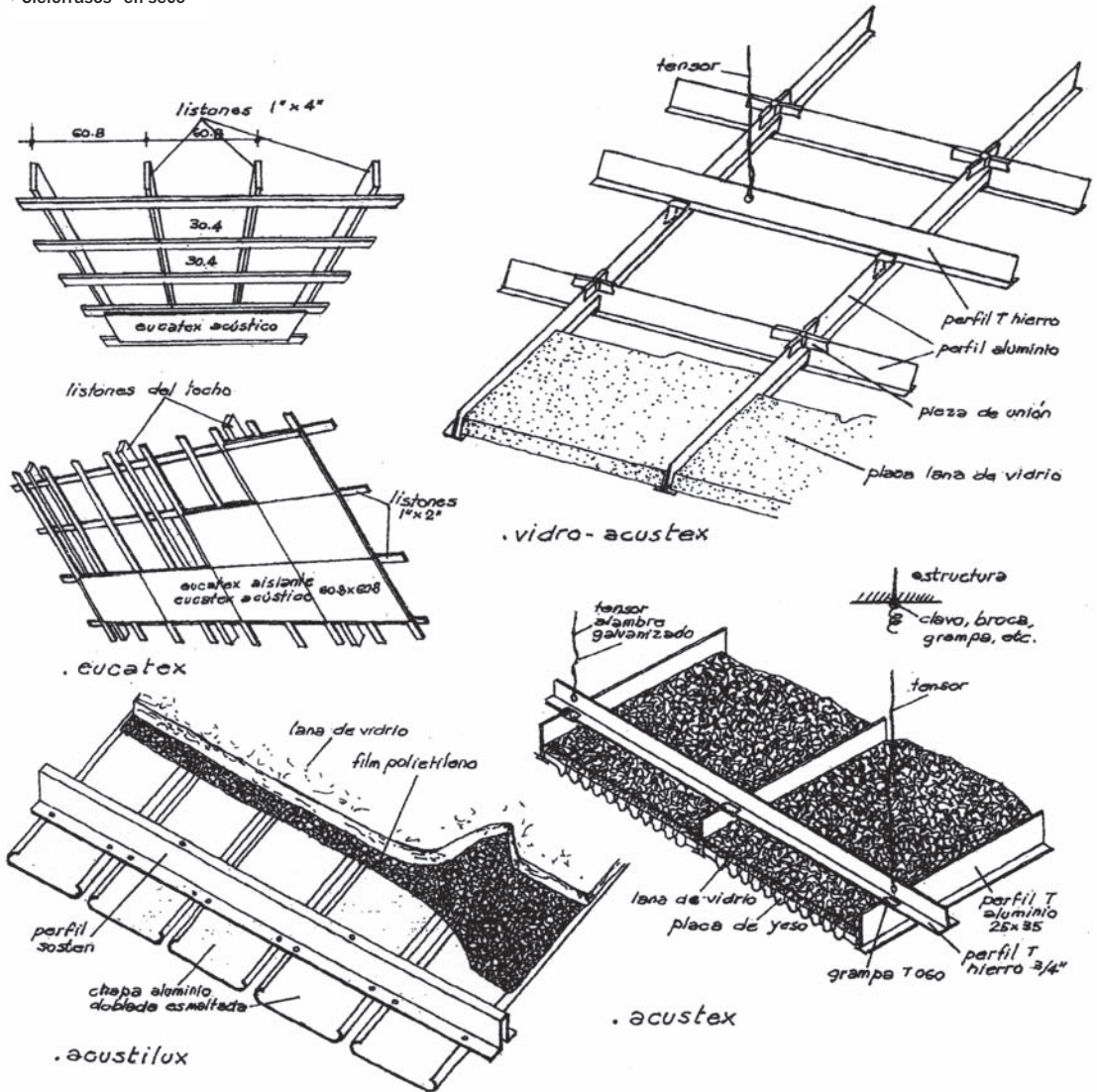
Materiales de terminación

La variedad es muy extensa; adoptando en algunos casos diversas denominaciones para un mismo material, según la fábrica proveedora.

Los materiales más usados son: **lienzo** u otra tela para los más económicos; **láminas, planchas y paneles** (lisos, texturados y perforados) de **fibras vegetales aglomeradas**; **madera maciza** en tablas, placas y paneles, **terciada** en chapas y paneles, **emplacada** en planchas y paneles, **aglomerada** en placas y paneles; **placas de yeso** lisas, texturadas y perforadas; planchas de **lana de vidrio**; planchas de **fibra de vidrio** terminadas con pintura vinílica superficial; **poliestireno expandido** liso y texturado, en planchas; **aluminio conformado** liso y perforado; **flejes de aluminio** de 0,5 a 0,6 mm de espesor y flejes de **chapa de hierro** N° 24. Los dos últimos se colocan en "portadores" y se completan (por arriba) con film de polietileno y lana de vidrio.

Entre las denominaciones comerciales más conocidas podemos citar: "acustex"; Acustilux 10", "celotex" común y acústico, "corlok" en placas lisas o ranuradas, "chapadur" liso, texturado y perforado, "doble módulo", "eucatex" texturado y semiperforado, "fono-acustex" en placas lisas,

• Cielorrasos "en seco"

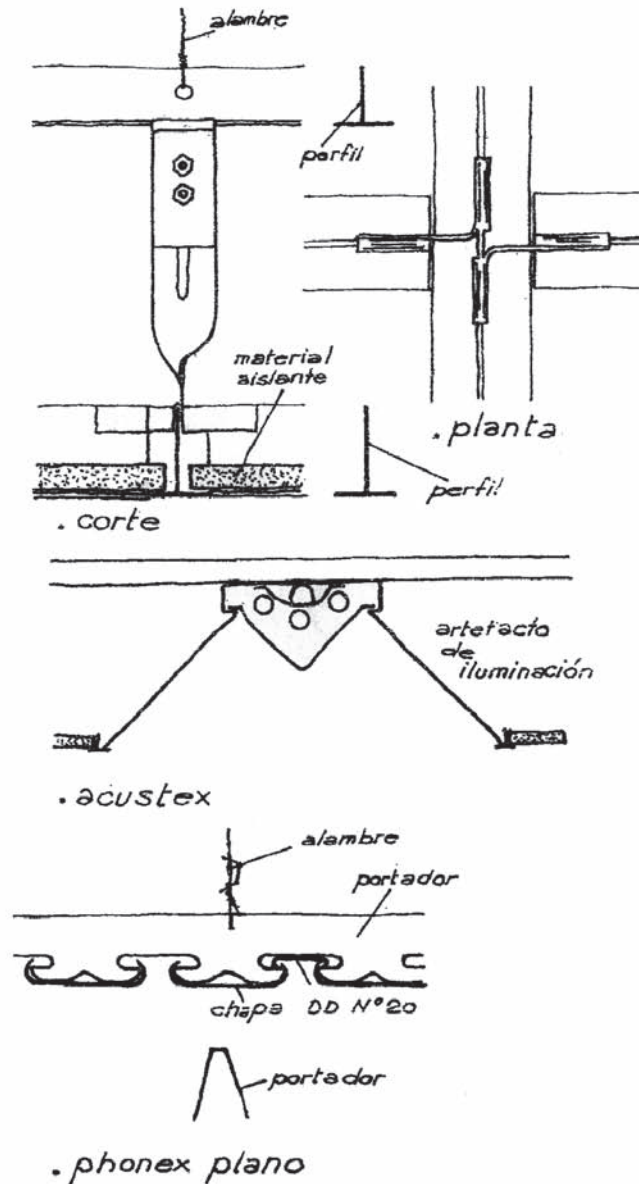


piramidales, reticuladas, abovedadas, ranuradas y perforadas, "linex" liso y perforado, "phonex phi-bra" en sus variantes "acustidom", "prismatic" y "spanacoustic" en placas, "phonex" plano, en flejes, "tablex", en placas natural y enchapado, "vidro-acustex" en paneles autoportantes.

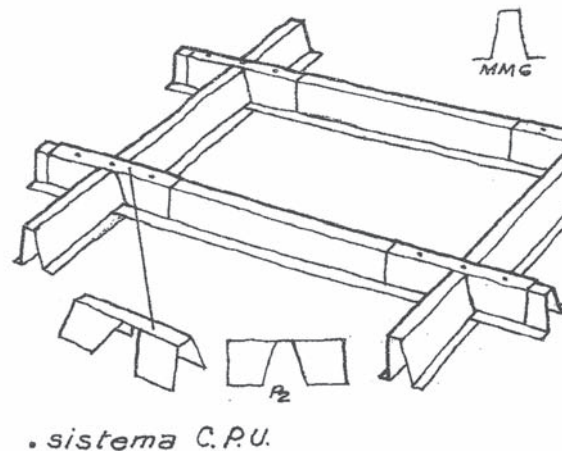
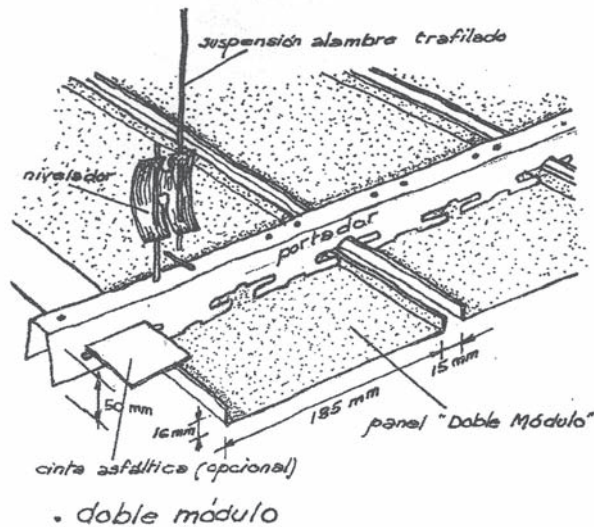
Forma de colocación

Los elementos pueden colocarse: a) a tope, con o sin tapajunta, b) con borde biselado; terminando el perímetro con o sin moldura.

• Detalles



Se pueden adherir con: a) pegamentos, adhesivos de contacto o doble contacto, cola fría o caliente; b) clavos con o sin cabeza; c) tornillos perdidos o con "arandelas cubeta", d) brocas y grapas; e) tarugos o lengüetas de madera; f) ganchos y g) remaches "pop"; entre otros. En algunos casos se complementan con accesorios.



Acabado superficial

Los materiales usados para la terminación superficial de los cielorrasos pueden presentarse: al natural, barnizados, pintados, con pintura plástica (tipo "salpicrete"), lisos o texturados, plegados, texturados, etc. En la medida que no existan limitaciones económicas es conveniente usar materiales que no necesiten trabajos de mantenimiento.

PRECAUCIONES

- ▶ En los cielorrasos "aplicados" se aplican las "Precauciones" respectivas indicadas en el Capítulo "Revoques".
- ▶ En la etapa de diseño debe decidirse el tipo de cielorraso de manera de adoptar las correspondientes previsiones en el momento de materializar la obra.
- ▶ En la elección del material de terminación analizar todas sus características de manera de aprovecharlo al máximo para asegurar la función que se le asigne en la obra. En lo posible hay que usar los que puedan combinar el máximo de funciones.
- ▶ Cuando se usan tensores flexibles (alambres, barras, etc.) para sostener la estructura del cielorraso conviene intercalar algunos tensores rígidos (tirantes, tubos metálicos, etc.) para asegurar la posición adoptada.
- ▶ Cuando se trabaja por vía húmeda conviene ejecutar el cielorraso antes de terminar el enlucido de las paredes y los pisos que pueden ser afectados por el material adoptado para el cielorraso. Deben eliminarse del contrapiso los materiales higroscópicos (cal, yeso) antes de colocar el piso. Las paredes y pisos pueden protegerse con film de polietileno mientras se ejecuta el cielorraso.
- ▶ Los elementos terrosos deben protegerse con mortero de cemento-arena o pintura asfáltica antes de colocar el mortero con cal o yeso, para evitar que sean atacados y aparezcan las manchas de herrumbre, muy difíciles de eliminar.
- ▶ Con materiales "a la vista" deben eliminarse las rebabas y tapar los orificios y grietas.
- ▶ Los cielorrasos de yeso deben ejecutarse después de terminar la aislación hidrófuga o tener seguridad que no serán alcanzados por la humedad.
- ▶ Para la ejecución de los cielorrasos "suspendidos" deben dimensionarse los elementos de sostén y ejecutar las operaciones para lograr superficies planas sin alabeos, bombeos o depresiones, salvo que se haya decidido lo contrario en el proyecto.
- ▶ Cuando la altura libre entre la estructura del entrepiso o techo y la del entramado del cielorraso permite el acceso de personas debe dimensionarse la última previendo esa posibilidad y cuando está previsto el acceso habitual hay que materializar las "circulaciones" correspondientes.
- ▶ En locales donde están previstos usos alternativos conviene usar materiales "recuperables" que permiten efectuar modificaciones y adecuaciones sin pérdida de material.
- ▶ Para asegurar la calidad del trabajo y facilitar las tareas, cuando se trabaja "en seco", es conveniente usar los elementos de sostén, de fijación y accesorios aconsejados por la industria que fabrica el material de terminación superficial.
- ▶ La pendiente del techo debe establecerse con precisión de manera de asegurar el paralelismo con los marcos, contramarcos u otros elementos próximos o, en su caso, decididamente no paralelos.
- ▶ Los elementos adheridos "en seco" pueden colocarse al final de la obra, aún después de terminarse la pintura. Son especialmente indicados para usarlos en edificios existentes.
- ▶ Cuando se usan elementos modulados debe comenzarse la colocación desde el centro del local, hacia los bordes.

- Los cielorrasos expuestos a la acción de las lluvias se deben terminar con goterón perimetral, de por lo menos 3 cm hacia abajo.
- Los materiales livianos expuestos a la acción del viento deben asegurarse especialmente para evitar que sean sacados de su posición.
- Hay que tener en cuenta que la luz rasante resalta las imperfecciones de las superficies planas (alabeos, bombeos, depresiones, texturas desparejas, grietas, orificios, etc.).

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIO PARA LA OPERACIÓN:

Los materiales han sido indicados en el texto.

A los elementos de trabajo indicados en "Revoques" se agregan:

- serrucho, martillo, cepillo y formón de carpintero.
- llana, espátula dentada o pincel para extender los pegamentos.
- martillo de goma.
- papel de lija.
- sierra para metal.
- taladro manual o mecánico.
- fresadoras.

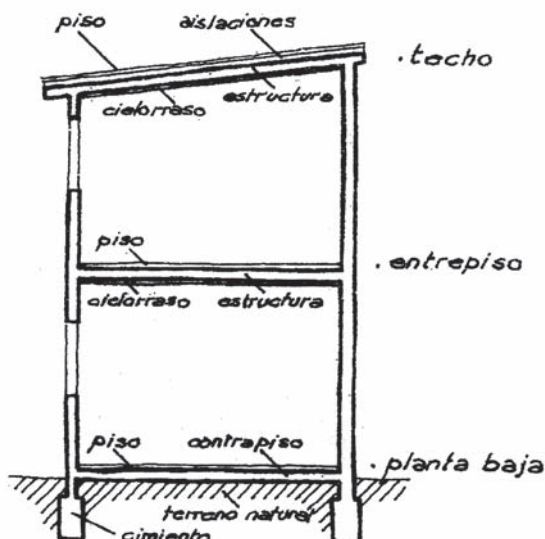
Los trabajos los realizan:

- en los cielorrasos por "vía húmeda" los operarios indicados en "Revoques".
- para ejecutar los cielorrasos "en seco" conviene recurrir a especialistas para cada caso o contratar la provisión del material colocado en obra.

En todos los casos es necesaria la supervisión del profesional responsable de la obra.

CAPÍTULO XVIII

Pisos



En el presente capítulo analizaremos el conjunto de operaciones de obra necesarias para brindar a los usuarios de los edificios las superficies sobre las cuales se desplazan personas y elementos, incluyendo las que rodean a los edificios y los vinculan entre sí, ubicadas en su contorno. El análisis comprende a los **contrapisos**, **pisos**, **solías**, **umbrales** y **zócalos**.

CONTRAPISOS

Constituyen la parte de la obra destinada a recibir el material del piso.

Los reglamentos establecen algunas características de los contrapisos pero éstas dependen especialmente de las que se han decidido para el piso y las del soporte (terreno natural, entrepiso o techo).

CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR

Cualquiera sea el piso previsto, los contrapisos deben:

- ▶ tener el espesor mínimo fijado en los reglamentos vigentes.
- ▶ asegurar resistencia, rigidez y duración aceptables para permitir las tareas de obra hasta el momento de colocar el material de piso, y de ahí en más la estabilidad del mismo.
- ▶ aislar al piso de la humedad inferior ya sea del terreno natural o la que pueda aparecer en entrepisos, en los locales sanitarios.
- ▶ presentar una superficie lisa y exenta de altibajos y alabeos, con terminación adecuada para asegurar la adherencia del material del piso proyectado.
- ▶ usarse para establecer las pendientes deseadas en los pisos, de manera que el espesor del mortero de asiento sea uniforme.
- ▶ ejecutarse con nivel adecuado, a partir de los espesores previstos para el material de piso y el respectivo mortero de asiento.
- ▶ en algunos casos; ejecutarse sobre capa de material aislante sonoro que debe alcanzar a las paredes perimetrales, para asegurar una buena aislación acústica. En este caso, especialmente, hay que usar materiales livianos para ejecutar el contrapiso.

CARACTERÍSTICAS SEGÚN UBICACIÓN

Las características de los contrapisos deben responder a los condicionantes que resultan de su ubicación.

En especial al **aire libre** están afectados por los elementos climáticos. La radiación solar provoca dilataciones en el material por lo que deben preverse juntas de dilatación, espaciadas de manera de absorber los esfuerzos resultantes y evitar las grietas que se producen espontáneamente. Las juntas de dilatación pueden materializarse cuando se ejecuta el contrapiso, colocando alfajías de madera o tiras de poliestireno expandido que se retiran una vez que ha fraguado el hormigón.

Para asegurar la evacuación del agua de lluvia es necesario dotar al contrapiso de pendiente adecuada, en relación a las características de la lluvia esperada. Es conveniente incorporar en el perímetro del contrapiso una "zapata" para impedir que el agua de lluvia o del riego de los espacios verdes socave el terreno natural, afectando la estabilidad del contrapiso. En espacios **interiores** es el tipo de terreno, en planta baja, y la estructura de los entrepisos y techos y el material previsto para el piso, los que definen las características del contrapiso.

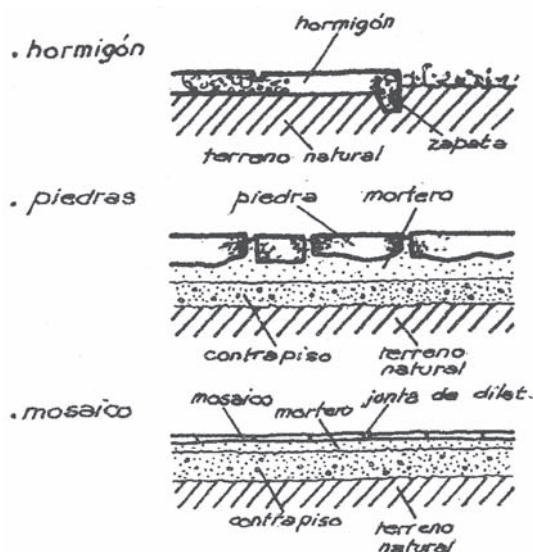
A. SOBRE TERRENO NATURAL

El **terreno natural** debe compactarse y limpiarse de elementos orgánicos antes de ejecutar el contrapiso. En terrenos salinos hay que asegurar la aislación hidrófuga para que, ante la presencia de humedad producto de la lluvia o el riego, las sales no afecten a los materiales del contrapiso.

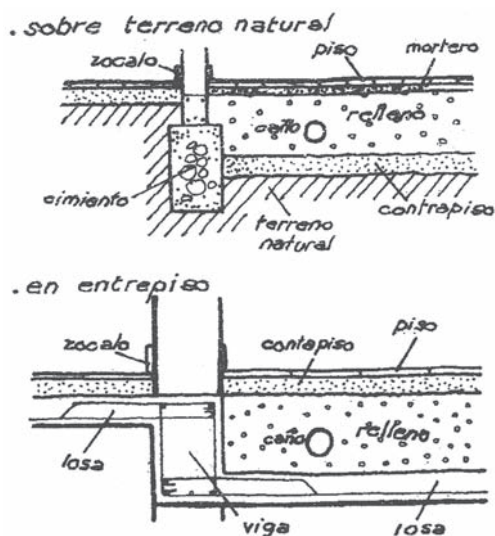
Cuando exista la posibilidad de ascenso de agua desde el terreno hay que colocar capa aisladora horizontal, bajo el contrapiso.

Elevar el nivel de terreno natural mediante rellenos como indicamos en el capítulo "Movimiento de tierras-Fundaciones", para construir sobre el terreno puede ser una solución conveniente.

► Al exterior



► Locales sanitarios



El poder portante del terreno y el uso de los espacios deciden sobre la necesidad de ejecutar contrapisos usando hormigón simple o armado. Cuando la fundación se resuelve con platea, la losa cumple también las funciones de contrapiso.

En locales sanitarios y en los que está previsto que sean atravesados por cañerías de desagüe cloacal se puede actuar de diferentes formas: a) no ejecutar en ellos el contrapiso, b) dejar una franja libre de contrapiso de 0,60 m de ancho en coincidencia con el trazado de la cañería o c) ejecutar todos los contrapisos y a posteriori romper donde sea necesario y remendar antes

de colocar el piso. En todos los casos, antes de ejecutar el contrapiso, deben rellenarse las zanjas por capas sucesivas no mayores de 0,30 m de altura hasta alcanzar el nivel del terreno natural y en caso de duda agregar armadura de hormigón, en ese sector. Cada capa de relleno debe compactarse.

B. SOBRE ENTREPISOS

En los **entrepisos** hay que tener en cuenta las características de la estructura para establecer las del contrapiso. En estructuras rígidas no hay mayor dificultad, pero cuando la estructura es flexible y el piso previsto es rígido el contrapiso debe absorber los movimientos de la estructura sin transmitirlos al piso, salvo que éste pueda sustituirse por un material flexible.

Para obtener contrapisos "flotantes" se incorpora, entre la estructura y el contrapiso propiamente dicho, una capa de material liviano a granel, en chapas, planchas, etc. (lana de vidrio, poliestireno expandido, corcho, vermiculita, alcarita, perlita, etc.).

Cuando se han proyectado pisos de madera (sobre todo de tablas) se pueden incorporar en el contrapiso los tarugos o tirantes de madera, de 2" y 3", sobre los cuales se clavan o atornillan las tablas. Tanto los tarugos como los tirantes deben ser de sección trapecial y embeberse en alquitrán antes de su colocación, y sobresalir sobre la superficie del contrapiso por lo menos 2 cm.

En los **locales sanitarios** los contrapisos tienen en general mayor espesor para permitir que se incorporen en su masa la cañerías de desagüe, con lo que se aumenta el peso. Es por eso que deben emplearse áridos livianos para ejecutar los contrapisos, salvo que se opte por "colgar la cañería por debajo del entepiso. En estos locales la pendiente superficial se consigue a través del contrapiso de manera que el mortero tenga espesor uniforme. El perímetro del piso debe estar en toda su extensión **al mismo nivel** para que el zócalo sea horizontal.

Al mismo tiempo hay que prevenir la existencia de pérdidas de agua por lo que es conveniente ejecutar aislación hidrófuga antes de hacer el contrapiso.

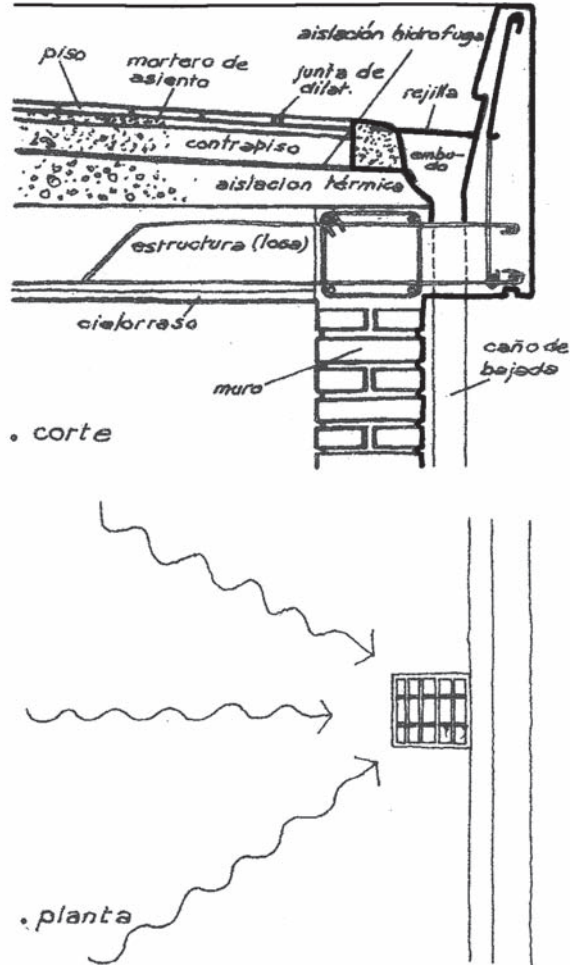
C. SOBRE TECHOS

En los **techos**, el contrapiso se aprovecha para establecer la pendiente de la cubierta incorporando al mismo tiempo materiales que colaboren con la aislación térmica o que cumplan esa función específica.

MATERIALES Y FORMA DE EJECUCIÓN

Para los contrapisos **sobre tierra** se usa hormigón de cemento con agregados gruesos comunes (arena mediana, gruesa, canto rodado y cascotes de ladrillos). Como aglomerante puede agregarse cal **hidráulica**, salvo cuando el hormigón debe ser armado o exista riesgo del ataque de humedad. La terminación superficial depende del tipo de piso a colocar y puede obtenerse directamente en el momento de ejecutar el contrapiso o con el agregado posterior de "carpetas" de mortero de cemento de 2 a 2,5 cm de espesor, especialmente necesarias cuando el piso es de materiales flexibles de poco espesor. El espesor mínimo del contrapiso es de 8 cm y resulta fundamental la compactación previa del terreno. En caso de duda sobre la calidad del terreno conviene usar hormigón armado.

• En techos



Cuando el contrapiso se coloca **sobre losas** (u otra estructura del entrepiso o techo) se usan áridos livianos para no sobrecargar la estructura.

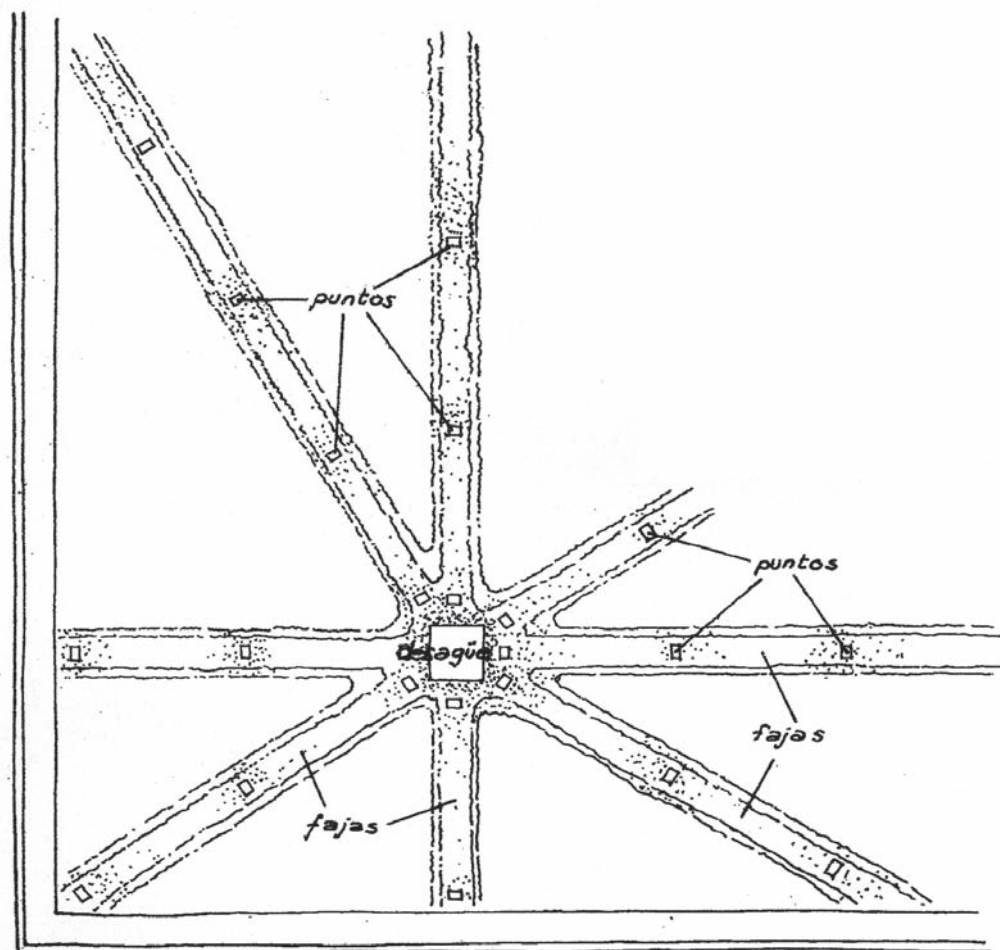
En estos casos el espesor del contrapiso puede ser variable, sobre todo en los locales sanitarios, donde es conveniente ejecutar una carpeta con mortero de cemento con agregado de hidrófugo.

En **Apéndice** se indican los materiales y dosificaciones para los diversos tipos de contrapisos.

Para ejecutar los contrapisos **sobre tierra** se usan como guías tablas de madera o caños metálicos o bien "fajas" de hormigón, similares a los indicados en "Revoques", horizontales o con la pendiente deseada que se obtiene uniendo los "puntos" fijados anteriormente con nivel de burbuja, de manguera u óptico, según el caso.

Para contrapisos de circulaciones al aire libre hay que tener en cuenta lo que habíamos dicho respecto a la pendiente, la zapata perimetral y las juntas de dilatación.

» Forma de ejecución



En espacios interiores se procede en forma similar, si bien en estos casos es posible contar con niveles de referencia, en general cercanos.

Es conveniente para facilitar las tareas posteriores (mampostería, apuntalado de losas, revoques y limpieza general de la obra) ejecutar el contrapiso a partir del momento en que esté listo el encofrado, ya que en este momento es más fácil acceder a todos los sectores de la obra con las carretillas y carros volcadores para distribuir el hormigón.

La última oportunidad para ejecutar el contrapiso es antes de colocar el piso, solución a la cual suele recurrirse cuando están previstos revoques y cielorrasos de yeso. En este caso, hay que limpiar perfectamente el terreno de todo resto de yeso para evitar que el mismo, al absorber humedad, pueda afectar el contrapiso.

PRECAUCIONES

- ▶ Cuando el contrapiso y el piso son del mismo material conviene ejecutarlos en una sola operación.
- ▶ Para decidir el nivel y características del contrapiso hay que tener definido el piso a colocar.
- ▶ Hay que considerar la humedad y temperatura del ambiente en el momento de ejecutar los contrapisos.
- ▶ Cuando hay escarcha o peligro de heladas sólo se puede trabajar tomando las precauciones que habíamos indicado en "Hormigón".
- ▶ Cuidar el relleno y compactación de las zanjas donde se alojan las cañerías de desagüe, antes de ejecutar el contrapiso.
- ▶ Cuando se prevé la presencia de agua ascendente del terreno hay que colocar capa aisladora horizontal por debajo del contrapiso o entre éste y el piso de terminación.
- ▶ El contrapiso debe estar limpio de todo material extraño, sobre todo orgánico o higroscópico, antes de colocar el piso.
- ▶ Las carpetas deben ejecutarse inmediatamente antes de colocar el piso para que no se ensucien.
- ▶ En locales sanitarios las pendientes deben materializarse con el material del contrapiso.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIO PARA LA OPERACIÓN

Los materiales se han indicado en el texto.

Los elementos de trabajo y el personal se han indicado en el texto, en el capítulo "Hormigón".

Pisos

Reciben esta denominación y también la de "**pavimentos**" las superficies horizontales o con escasa pendiente destinadas a la circulación de personas y el desplazamiento de elementos que surgen del uso de los espacios, tanto interiores como exteriores. La colocación de los pisos en general es una de las últimas operaciones de la obra.

CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR

Podemos decir, sintéticamente, que son las que surgen de la actividad a desarrollar, de los elementos que se apoyan o deslizan sobre la superficie y la ubicación en la obra (interior o exterior):

- ▶ resistir la acción de los elementos y personas que se apoyan y se deslizan sobre ellos.
- ▶ ser estancos al paso de la humedad tanto del terreno como del agua que se deposita en su superficie.
- ▶ resistir los agentes químicos que se usan habitualmente para las tareas de limpieza de la misma.
- ▶ permitir la circulación cómoda y segura.
- ▶ responder al uso (destino) del edificio o local respectivo.

a. vivienda

- aislantes acústicos y térmicos.
- brindar sensación de bienestar al usuario.
- presentar aspecto grato y confortable.
- en el interior: horizontales, salvo en sanitarios y garajes.
- más resistentes en ascensos y circulaciones.
- en grandes superficies con elementos grandes.
- en superficies pequeñas con elementos pequeños.
- en el exterior: con pendientes para desagotar la lluvia.
- con superficie texturada para no resbalar.
- evitar la superficie rugosa en zona de polvo.
- tener en cuenta las heladas y escarcha en pisos a la sombra.
- incluir juntas de dilatación.
- con aristas redondeadas.

b. en edificios destinados al trabajo

- resistir la acción mecánica y química de los elementos y actividad que se desarrolle y el desplazamiento de maquinarias y equipos.

c. industria

- en interior horizontales y en exterior con pendiente.
- resistentes al impacto de herramientas, a los agentes químicos, fuego.
- separar las circulaciones de los operarios y las de los demás elementos.
- de fácil mantenimiento y reposición para no interrumpir el trabajo.
- superficies continuas o con juntas especialmente tratadas.
- resistir el peso de los vehículos de transporte.
- resistentes a los agentes atmosféricos.

d. terminales de transporte

- de cargas: responder a los vehículos y la carga.
- de pasajeros: buen aspecto y terminación.
- resistentes a la abrasión y el desgaste.
- de fácil limpieza y mantenimiento.

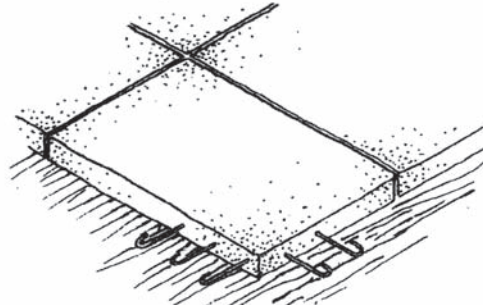
e. deporte

- de acuerdo a los reglamentos respectivos.

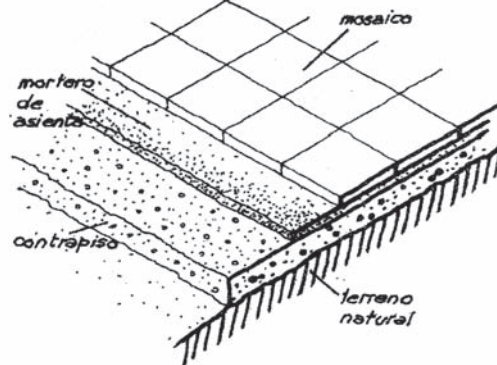
f. salud

- según sector (pacientes, médicos, servicios).
- higiénicos, seguros, aislantes acústicos.

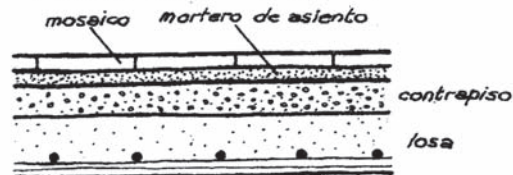
. de hormigón sobre terreno



. de mosaico sobre contrapiso



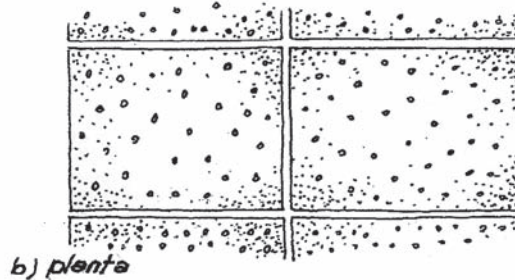
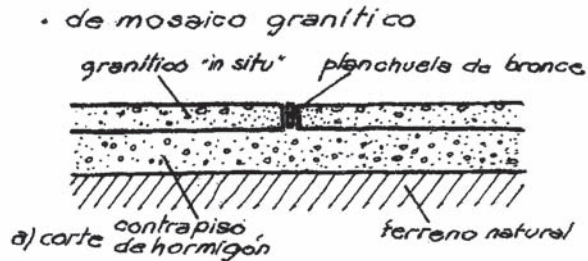
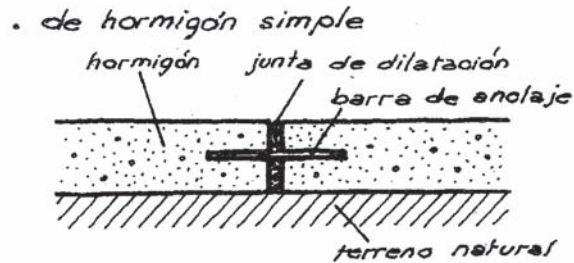
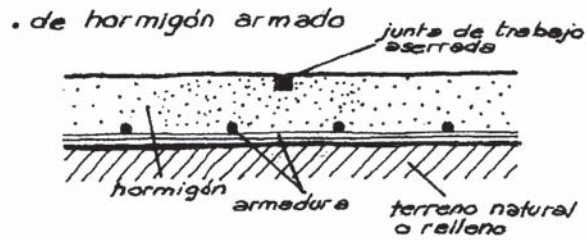
. de mosaico sobre losa



g. educación (según nivel)

- ▶ preprimario: resistentes al desgaste e impactos.
 - fáciles de limpiar.
- ▶ primario: similar al anterior.
 - aislantes acústicos en sala de música y biblioteca.
- ▶ secundario: según actividad a desarrollar.
 - aulas: resistentes, fáciles de limpiar, no resbaladizos.
 - laboratorios: resistentes a los agentes químicos, fáciles de limpiar.
 - salas de música y bibliotecas: absorbentes acústicos.
 - gimnasios: resistentes, no resbaladizos, con acondicionante térmico.
- ▶ universitario: similar a anterior.

► Monolíticos



h. cultura

- seguros para la circulación, sobre todo en situaciones de pánico.
- absorbentes de ruidos.
- con acondicionamiento térmico.
- fáciles de limpiar y mantener.
- resistentes al desgaste y la abrasión.

i. comercio (según actividad)

- presentar aspecto grato y confortable
- de fácil limpieza y mantenimiento.

FORMA DE EJECUCIÓN

Los pisos pueden ejecutarse con material preparado y colocado "in situ" (monolíticos) en la propia obra o con elementos (piezas) **premoldeados** de diversos tamaños y formas.

En el primer caso es necesario establecer en la superficie a construir "juntas de trabajo" a distancias adecuadas para asegurar el comportamiento durante el uso y evitar la aparición posterior de grietas y fisuras en forma caprichosa. Cuando se usan elementos premoldeados se pueden formar "paños" intercalando elementos metálicos (planchuelas de acero, acero inoxidable, bronce, etc.) que pueden actuar como juntas de trabajo; que habitualmente se colocan en pisos con material de buena calidad (mosaico granítico, travertino, mármol, granito, de grés o semigrés, etc.) para mejorar su aspecto.

Sobre todo en espacios al exterior es necesario además separar la superficie en paños independientes, mediante la incorporación de "juntas de dilatación" a intervalos regulares, que deben responder al diseño establecido previamente para favorecer el comportamiento del piso ante la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo la radiación solar.

Cuando el piso se ejecuta con elementos premoldeados las juntas de trabajo se producen espontáneamente. Las juntas de dilatación en general son innecesarias cuando se trabaja en espacios interiores.

En los espacios exteriores se procede de manera similar a la indicada para los pisos contruidos "in situ". Las piezas premoldeadas, de los más diversos materiales, formas y tamaños pueden colocarse directamente sobre el terreno natural convenientemente nivelado y compactado, sobre manto de arena; sobre los distintos tipos de contrapisos antes descritos o sobre elementos sueltos que permiten colocar y remover las piezas con facilidad (pisos "flotantes") para adaptar la superficie a usos cambiantes a través del tiempo.

Para pisos elaborados "in situ" se emplea en general hormigón-simple o armado-de diversas características, con o sin agregado de substancias que aumentan la resistencia mecánica, química y al desgaste, según los casos.

Para la ejecución de pisos con elementos premoldeados hay que establecer con precisión las necesidades o que surgen del destino de los espacios para determinar las características del piso más adecuado. A partir de allí se puede elegir entre lo que ofrece la industria o en su caso, "diseñar" el piso más conveniente y fabricarlo especialmente, con formas y tamaño de las piezas, espesores, texturas, colores, etc. establecidos especialmente para responder a los requerimientos especiales que plantea la situación concreta o los deseos del usuario y diseñador.

Cuando se emplean piedras naturales se procede en forma similar a la indicada para piezas premoldeadas cuando se usan piezas regulares, previamente trabajadas y con tecnología diferenciada cuando se usan piedras con las formas y tamaños que se obtienen en las canteras.

MATERIALES Y FORMAS DE COLOCACIÓN

En la ejecución de pisos puede usarse una gran variedad de materiales, tanto naturales como artificiales, con distintas formas de colocación y de terminación superficial, en una amplia gama que abarca desde la tierra (suelo o terreno natural) hasta los más modernos plásticos.

Como hemos dicho, para establecer el piso a colocar hay que analizar con precisión el uso a que será sometido una vez ocupado el edificio y en función de ello adoptar el material más conveniente. Con un exhaustivo conocimiento de las características y posibilidades de los materiales disponibles se puede optar por el más adecuado o bien tomar la decisión de elaborar uno nuevo, como de hecho ha ocurrido a través del tiempo y mucho más en épocas recientes.

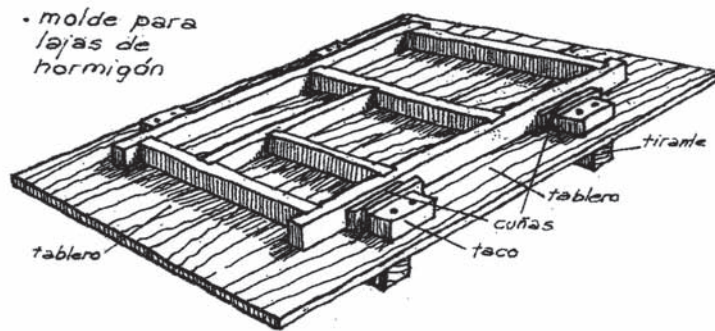
En instalaciones destinadas a la práctica de algunos deportes se usan pisos de tierra, natural, apisonada o compactada, con o sin césped. En viviendas económicas, en zonas áridas, también se usa en interiores y sobre todo en espacios abiertos para desarrollar tareas al aire libre.

Sobre terreno natural apisonado puede usarse **grancilla suelta** en capas delgadas para evitar que se levante polvo cuando la tierra está seca y mejorar el tránsito de vehículos.

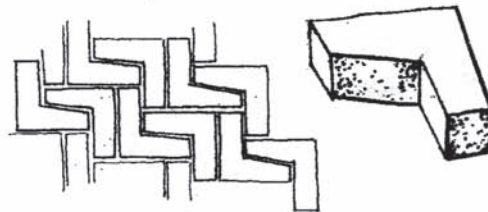
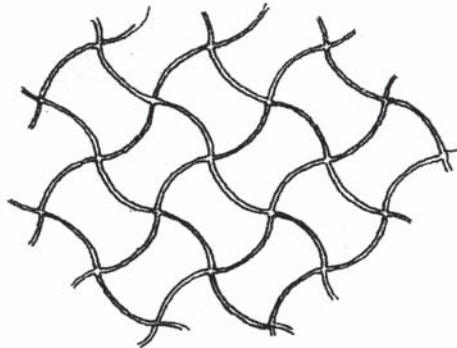
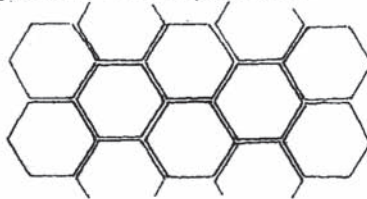
El **polvo de ladrillo**, obtenido por la trituration de ladrillos comunes o los llamados cerámicos, está especialmente indicado para la práctica de algunos deportes y se usa también con frecuencia en circulaciones de espacios verdes, plazas y parques. Debe colocarse sobre terreno apisonado o compactado.

Los pavimentos de **suelocemento** se usan en general con fines camineros pero también puede usarse en superficies pequeñas, sobre todo en caminos y playas de estacionamiento contiguos a los edificios. Pueden ejecutarse de alrededor de 15 cm de espesor y resultan muy económicos cuando puede usarse suelo del lugar. La proporción habitual es de 90% de suelo y 10% de cemento, con lo cual se consigue un pavimento que resiste los agentes naturales y las cargas del tránsito, sobre todo si se apoya en terrenos de buena calidad. La tierra seca pulverizada se extiende en capas sucesivas de 10 cm mientras se agrega el cemento; se mezcla en seco hasta que presente color uniforme; se extiende en capas delgadas mojándolas en forma de lluvia y se compacta (dentro de las 2 horas) por medios manuales o mecánicos. Hay que cuidar el curado que puede alcanzar los 8 días, según las condiciones climáticas del lugar.

Las **piedras** pueden usarse naturales, en "bloques" de gran tamaño asentados directamente sobre el terreno natural o apisonado sobre capa de arena, con o sin contrapiso; como "adoquines" en senderos, garajes, estacionamientos y calles, tanto en forma de paralelepípedo o de canto rodado ("piedra bola") asentados como en el caso anterior y rellenando las juntas con arena o con arena y mastic asfáltico o "lajas" asentadas con mortero de cemento-arena 1:3, sobre contrapiso de hormigón, cuidando especialmente que el ancho de las juntas sea uniforme, (de 10 a 12 mm) y la forma y tamaño de las piezas para eliminar al máximo la necesidad de completar la superficie con piezas muy pequeñas. Se colocan las piezas de mayor tamaño rellenando el resto con otras más pequeñas con ayuda del nivel y la regla de albañil. Hay que evitar los lados rectos, salvo en el perímetro y cuando se usan rocas estratificadas se debe tener especial cuidado para evitar el paralelismo entre las vetas de piedras contiguas. El mortero para rellenar las juntas conviene prepararlo con cemento blanco y arena obtenida de la trituration del mismo material de la escalla para pisos de color claro y cemento común para colores oscuros. Pueden usarse lajas rústicas y semipulidas o pulirse después de colocadas, generalmente de travertino, mármol o granito, sin oquedades ni esfoliaciones.



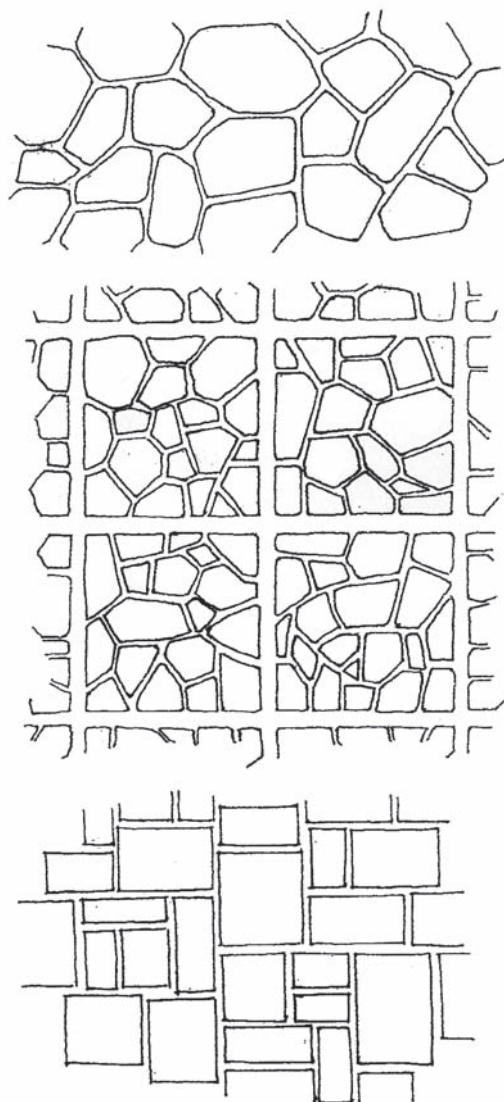
• "adoquines" de hormigón



Cuando se coloca piso de lajas la tarea debe ser ejecutada por personal especializado con la supervisión permanente del proyectista, ya que resulta prácticamente imposible preparar un plano previo. Por otro lado, lo expresado más arriba responde al criterio personal del autor, que puede diferir del de otros profesionales, igualmente válido.

Para los pisos de "escalla" valen las mismas consideraciones, pero teniendo en cuenta que tiene una cara plana que, en todos los casos, es la que queda a la vista. La colocación de las piezas requiere mayor cuidado para conseguir una superficie plana sin resaltos y economizar en el pulido.

» Piedras



Las piedras **trabajadas** pueden recibir distintos tratamientos: corte (manual o mecánico) martelinado o bujardado; pulido (con o sin empastinado previo), con lo que se obtienen distintas terminaciones superficiales, según los requerimientos establecidos a priori. El color lo proporciona el material y con el tratamiento superficial pueden obtenerse algunas variaciones. La resistencia al aplastamiento debe responder al destino del piso, desde los 400 kg/cm^2 como mínimo hasta las 1000 kg/cm^2 para pavimentos con tránsito pesado para lo cual se emplean las piedras más compactas.

En general se usan piezas cuadradas o rectangulares, con lados de 10 a 30 cm, pudiendo llegar excepcionalmente a 80 ó 100 cm, con espesor mínimo de 2 cm para las más pequeñas, que debe aumentar a medida que lo hace el tamaño de la pieza para evitar las roturas durante el

manipuleo. Para piedras muy resistentes y piezas pequeñas puede reducirse el espesor hasta 1 cm. Además de los materiales indicados puede usarse pórfido, basalto y esquisto pizarroso.

Es conveniente que la colocación responda a planos de despiece, en escala 1:20, donde se indiquen con precisión las dimensiones de las diversas piezas, teniendo en cuenta que pueden colocarse a tope en espacios interiores pero que al exterior hay que prever una separación entre piezas que evite el contacto entre una y otra por efectos de la dilatación. Para la colocación se usa mortero de cemento, cal aérea y arena mediana, en proporción 1/4 : 1 : 3, y las juntas se rellenan con cemento líquido coloreado, de acuerdo al color del piso.

Pueden terminarse rústicos, pulidos o abrillantados. El abrillantado se hace a plomo y óxido de estaño y una vez terminado el trabajo deben limpiarse los pisos dejándolos libres de grasas, mezclas y otras manchas hasta la entrega de la obra.

Los pisos de origen **cerámico** abarcan desde los ladrillos y ladrillones comunes hasta los de grés esmaltado, muy compactos, opacos e inatacables por los agentes químicos (salvo el ácido fluorídrico y las pinturas de silicato).

El **ladrillo común** (o ladrillón común) puede usarse como material de piso para lugares de tránsito liviano colocado "de plano". Se colocan con mortero de cemento-cal-arena (1/2:1:6) de 2 a 2,5 cm de espesor, sobre capa de arena de 8 a 10 cm que apoya sobre el terreno nivelado y apisonado o compactado. Las juntas se descaman y se rellenan con mortero 1:3 (cemento-arena). Con el mismo procedimiento, en pisos de tránsito más intenso y pesado, pueden colocarse los ladrillos "de canto" o sardinel; pudiendo adoptar en los dos casos distintas disposiciones para las piezas. Del mismo modo pueden emplearse, combinados, ladrillos y ladrillones de plano, ladrillones de plano y ladrillos de canto, ladrillos cuadrados, hexagonales, octogonales, etc.

Con ladrillos de canto pueden ejecutarse los cordones del perímetro del piso -a nivel o elevados- y los escalones.

Los ladrillos comunes "de plano" deben colocarse con la cara que estuvo en contacto con la tierra, en el momento del corte, hacia arriba.

Este material puede usarse tanto en interiores como al exterior (también en terrazas). En interior, con acabado con laca rubia que se renueve periódicamente, se puede obtener un piso de excelente comportamiento en condiciones normales.

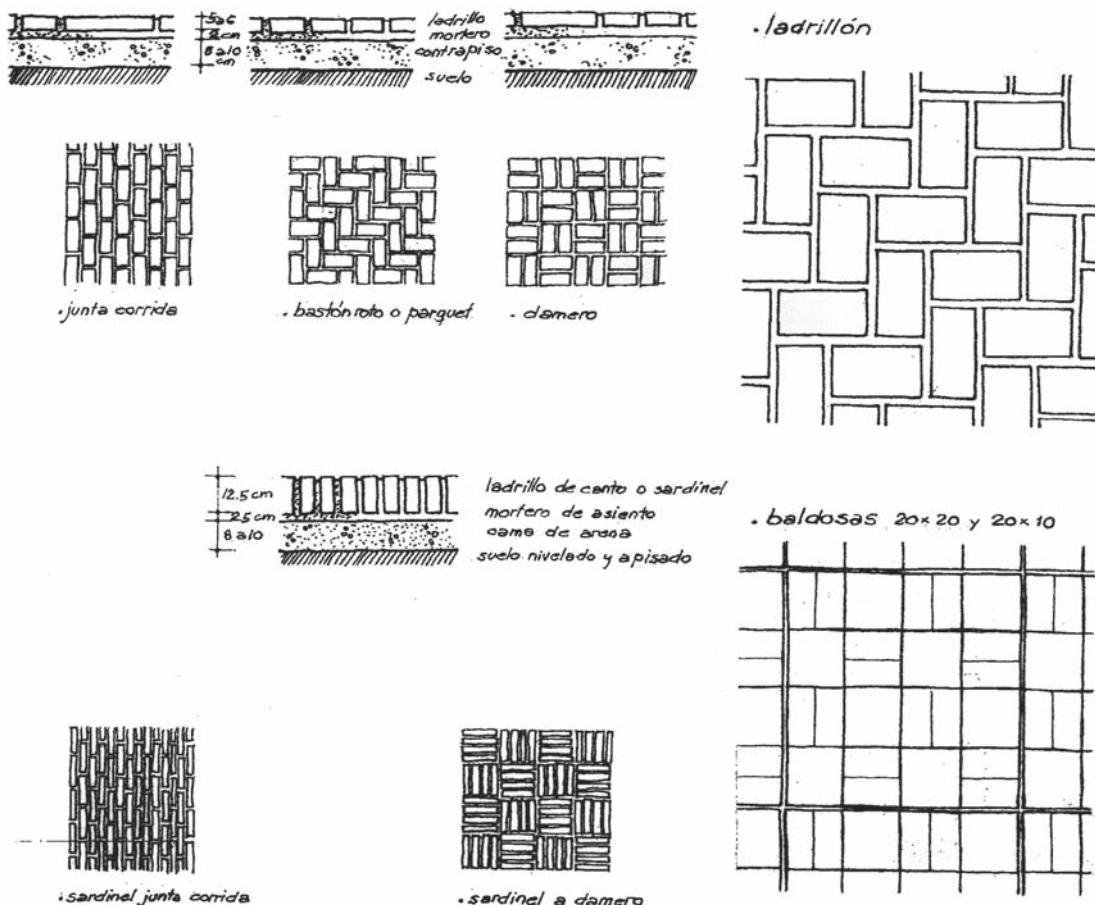
Con **ladrillos de máquina o prensados** pueden obtenerse los mismos resultados, con mayor resistencia mecánica y terminaciones más precisas, menos rústicas.

El proyectista, de acuerdo al efecto que desee obtener, será quien decida sobre el uso de uno u otro material. Hay que evitar en todos los casos el ataque de las sales, que puede aportar el agua, ya sea la que sube por capilaridad o la que acarrearán las lluvias.

Se pueden obtener resultados similares, en interiores y en pisos poco transitados, usando baldosas comunes, de máquina o prensadas, con resistencia creciente en el orden indicado. Al igual que los ladrillos pueden fabricarse de diversas formas y tamaños, con espesores que varían entre los 5 cm para las comunes (hechas a mano) y de 1 a 2 cm las prensadas. La tecnología es similar a la indicada para los ladrillos.

Para obtener pisos de terminación superficial más cuidada, aptos para lugares de tránsito intenso, se usan baldosas de **grés y semigrés**, constituidas por una pasta cerámica de productos vitrificables y fundentes, comprimidas, cocidas a temperaturas que varían entre los 1.150° y

• Ladrillo, ladrillón, baldosas

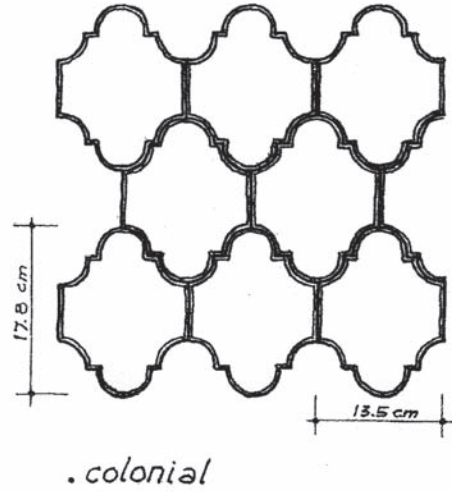
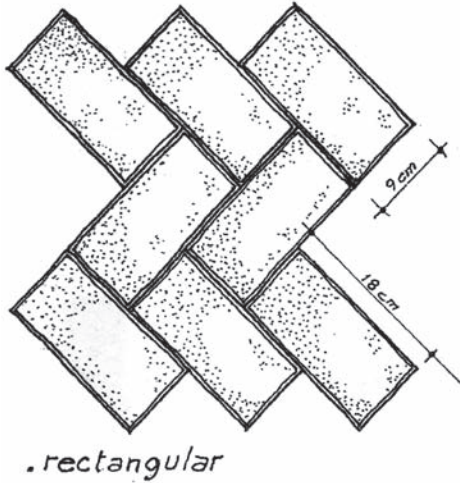


1.250 °C. En una sola operación en el horno (monococción) el grés cerámico (bizcocho crudo) se funde con el esmalte en una sola pieza. La cara de apoyo se termina texturada para facilitar la adherencia. Se fabrican cuadradas y rectangulares con dimensiones de 10 a 30 cm de lado y espesores entre 6 y 10 mm con bordes vivos o biselados. Presentan alta resistencia a la abrasión, los impactos, los cambios bruscos de temperatura, los agentes manchantes y la flexión y muy escasa absorción del agua. Se fabrican con distintos grados de dureza, vinculados al color del esmalte, para ser usadas en los diversos locales o edificios.

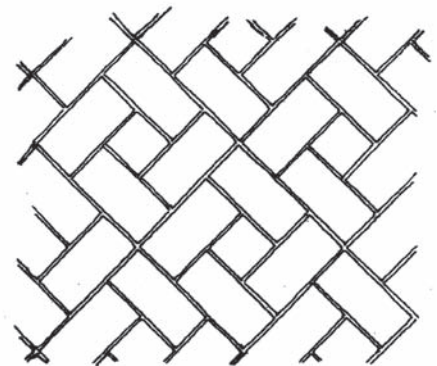
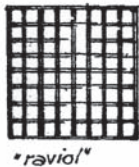
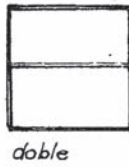
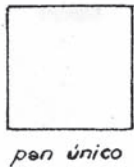
Se pueden colocar con mortero 1/8:1:4 (cemento-cal-arena mediana) de 1,5 a 2 cm de espesor o con pegamento que suministra la misma industria que provee el piso; a tope o con juntas tomadas.

Excepcionalmente, se fabrican piezas para usos especiales (antepechos, escalones, etc.) y formas más complejas destinadas sobre todo a la decoración, tanto en pisos como en revestimiento de paredes.

• Grés y semigrés



• mosaicos calcáreos



mosaico 15x15 y 15x20
o 10x10 y 10x20
o 20x20 y 20x40

Se fabrican también piezas más pequeñas ("pentagrés"), 5 x 5 cm y de menor espesor (3 a 4 mm) que se presentan en planchas ensambladas, con juntas de 2 mm especialmente indicadas para pisos de pequeñas dimensiones y pendientes pronunciadas (locales sanitarios en general)

La pendiente deseada se materializa con el contrapiso para permitir que el mortero de asiento del piso sea de espesor uniforme. Se puede usar mortero de 1:1/2:3 (cemento-cal-arena mediana) que se extiende en una capa fina de 4 a 5 mm de espesor, sobre la cual se espolvorea una capa fina de cemento puro. Una vez humedecido el cemento se aplica la plancha y se golpea con fratacho recubierto con plancha de goma. También pueden colocarse con adhesivos de base cemento, en capas más finas (2 a 3 mm) Cuando el cerámico está suficientemente adherido se toman las juntas, según el color del piso, con mortero 1:1 de cemento-marmolina o cemento-arena fina.

Los pavimentos de **hormigón** pueden ejecutarse "in situ" o con elementos premoldeados.

Los pisos "**in situ**" pueden ejecutarse con hormigón simple para lugares de tránsito liviano, debiendo armarse para tránsito pesado o cuando el terreno tiene escaso poder portante. En caso de duda conviene hacer las verificaciones respectivas y actuar en consecuencia, para determinar el dosaje del hormigón, el espesor y las características de la armadura. El hormigón simple es de alrededor de 300 kg y el armado de 450 kg de cemento por m³ de hormigón. En general, en estos casos, el contrapiso y el piso constituye una unidad inseparable y se ejecutan en la misma operación: sobre el hormigón fresco se coloca, en seco, una capa fina de cemento puro o una mezcla de cemento y arena fina que se integra al "contrapiso" y que posibilita la terminación superficial del piso.

Cuando la capa de terminación ("carpeta") se ejecuta sobre el hormigón del contrapiso fraguado debe ser de espesor mínimo de 5 a 6 cm para evitar que se desprenda con el uso.

La terminación superficial está determinada por el uso, la ubicación en la obra, las características del clima, etc.

En el interior, cuando existe el riesgo que la superficie permanezca mojada es conveniente terminar la superficie "fratasada" o "rodillada" (con rodillo de bronce, que se desliza sobre la superficie "alisada" cuando comienza a endurecerse). Sobre todo en estos espacios interiores la superficie se termina "alisada" con llana metálica, con o sin agregado de óxidos metálicos para colorear.

Para aumentar la resistencia al desgaste, sobre todo del hormigón fratasado se pueden agregar en la superficie fresca virutas de acero u otros abrasivos. En casos especiales pueden agregarse: óxido de hierro para aumentar la resistencia a la abrasión y los ácidos; mastic asfáltico para impermeabilizar; resinas termoplásticas para resistir los aceites, carburantes y grasas; revestimientos plásticos en pavimentos porosos para aumentar la resistencia a la abrasión y el puzonamiento, etc.

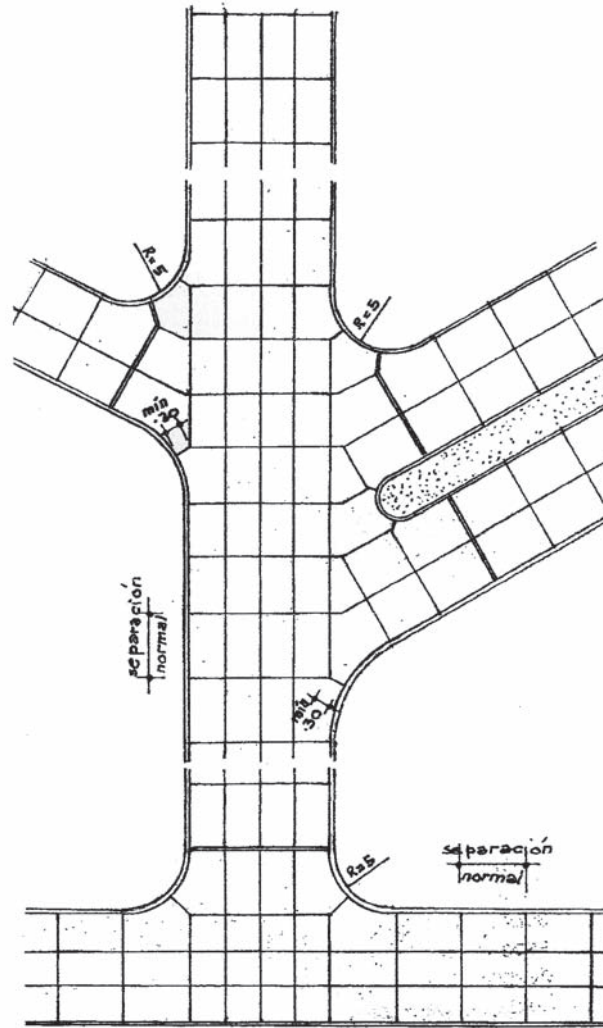
También se puede mejorar la calidad del piso mejorando la calidad del cemento y los áridos o incorporando a la masa del hormigón o a la capa superficial materiales endurecedores. Se puede conseguir agregando cemento aluminoso o cuarzo, corindón, carborundum o rocas duras (basalto, granito, pórfido, cuarcita, etc.) en la capa superficial.

En todos los casos es conveniente terminar los bordes redondeados, agregando además en el interior, juntas de trabajo y en el exterior, éstas y juntas de dilatación, según hemos indicado anteriormente ("contrapisos"). En grandes superficies las juntas de dilatación pueden ejecutarse simultáneamente con el piso o aserrarse con sierras de carburo de silicio en el hormigón endurecido.

Los elementos "**premoldeados**" pueden ser de hormigón simple o armado, de distintas formas y tamaño. Para la construcción de veredas y otros tipos de circulaciones se pueden usar **lajas** de diversos tamaños y formas, fáciles de obtener, por la aptitud del hormigón de adaptarse a la forma del encofrado o molde (lados máximos de 50 cm).

Debe usarse hormigón de buena calidad, de gran compacidad para asegurar una buena resistencia al desgaste de las piezas. Conviene usar una relación agua-cemento que no sobrepase a 0,5 (25 litros de agua por cada bolsa de cemento de 50 kg). Se aconseja usar hormigón de proporción 1:2:2,5 (cemento-arena gruesa-canto rodado o piedra partida). Según el tamaño pueden fabricarse de espesores que varían de los 4 a 6 cm. Pueden colocarse agregando al

▸ Hormigón



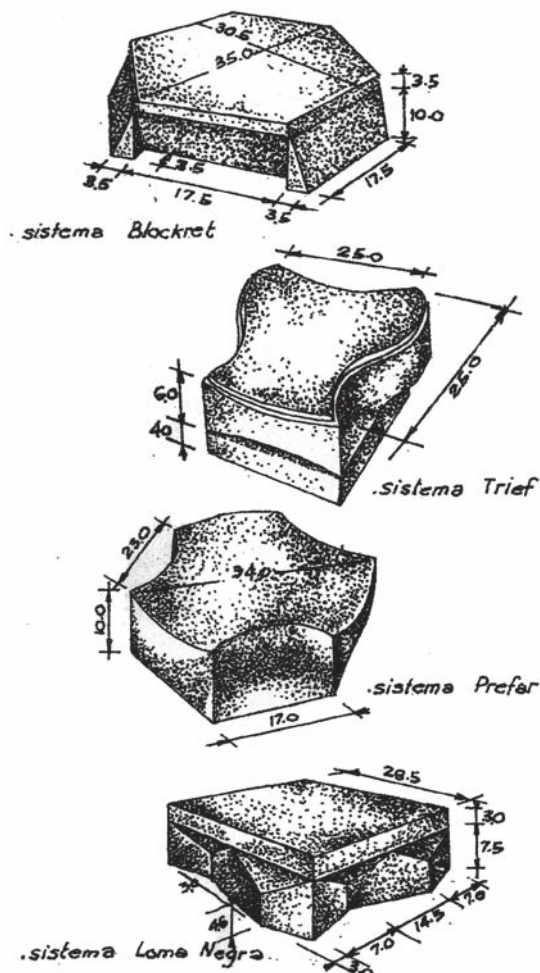
cimento en seco óxidos metálicos y cuando se desean blancas hay que usar cemento blanco y agregados claros, de origen cuarcítico.

Antes que endurezca el hormigón se termina la superficie: rugosa con el fratás o con cepillo, lisa con llana metálica o lavando la superficie para obtener las de "grancilla lavada".

Pueden colocarse directamente sobre el terreno nivelado y apisonado sobre una capa de poco espesor de tierra, o arena suelta o sobre contrapiso de hormigón en forma similar a los mosaicos, a tope o con juntas de 3 a 4 cm de ancho.

Para tránsito pesado y mayores dimensiones pueden ejecutarse incorporando malla de acero. El tamaño está limitado por la posibilidad de manipuleo posterior de las piezas.

► Bloques articulados



Como versión moderna de los antiguos pavimentos de adoquines de granito y los más modernos de hormigón se usan **bloques articulados** que por su tamaño permiten el manipuleo y colocación en forma práctica y sencilla.

La diferencia fundamental con los adoquines es que por su conformación los bloques articulados logran transferir parte de la carga que reciben a los adyacentes, con lo que se consigue una forma de trabajo similar al pavimento de hormigón, sobre el cual presenta algunas ventajas:

- Las dimensiones reducidas de las piezas y las articulaciones anulan la acción de la temperatura.
- Puede removerse parcial o totalmente el pavimento, en forma rápida y sin rotura de los bloques para la instalación de canalizaciones subterráneas.
- Los bloques removidos pueden reutilizarse en otro lugar.
- Puede efectuarse la reposición inmediata de los bloques rotos o de las zonas hundidas.

- ▶ La fabricación se realiza en serie, pudiendo lograr alta calidad y uniformidad en las piezas.
- ▶ No hace falta realizar operaciones de terminación superficial en el lugar de colocación.
- ▶ El pavimento puede utilizarse inmediatamente después de colocados los bloques.
- ▶ Se pueden diferenciar sectores mediante variación en la forma, el color y la textura superficial.

Se fabrican con hormigón de calidad ligeramente superior al de los pavimentos de hormigón, con dimensiones de hasta 35 cm de lado y espesores de alrededor de 10 cm; de diversas formas que permiten cubrir totalmente la superficie, en moldes metálicos, con lo que se obtiene gran lisura superficial y aspecto atractivo.

Pueden colocarse sobre subrasante de hormigón, suelo-cemento o terreno natural compactado interponiendo una capa de arena de no menos de 4 cm de espesor. Las juntas pueden tomarse con arena o mastic asfáltico y arena.

Este piso es especialmente indicado para estaciones de servicio, playas de estacionamiento, pisos de fábricas, exposiciones y ferias, depósitos de mercaderías, senderos peatonales en calles y caminos.

Entre los derivados del hormigón comprimido pueden incluirse los **mosaicos**, tanto "calcáreos" como "graníticos" (o "de granito reconstituido"), con aplicación casi exclusiva en superficies para uso de personas, incluidos los garajes de las viviendas. Se usan indistintamente en interiores y al exterior. Se fabrican con formas cuadradas y rectangulares y en menor medida hexagonales y octogonales. Las dimensiones varían entre 10 y 40 cm con espesores de 2 a 4 cm y permiten combinar distintos tamaños en el mismo piso.

Los mosaicos calcáreos no reciben tratamiento superficial posterior a su colocación, salvo excepcionalmente el abrillantado con plomo y óxido de estaño. Los mosaicos graníticos pueden colocarse directamente o con pulimento previo en fábrica, pero en todos los casos deben terminarse con pulido y abrillantado después de colocados.

La colocación de las piezas es similar para las dos calidades: **a)** a partir de "puntos" ubicados en lugares estratégicos y respetando el "nivel de piso terminado" (NPT) establecido al comienzo de la obra se colocan 2 hiladas, perpendiculares entre sí, que sirven de guía para colocar las siguientes. En general se trata de colocar piezas enteras en las dos direcciones, a partir de la entrada del local, de manera que los "cortes" se ubiquen en las partes más alejadas de la entrada, salvo que las hiladas sean prolongación (estén definidas) de las de la circulación general del edificio; **b)** con hiladas paralelas a las dos primeras, por medio del hilo de albañil y el nivel de burbuja se colocan el resto de los mosaicos, comenzando desde los puntos más alejados del local y terminando en la entrada del mismo, con juntas de 1 mm de ancho como máximo; **c)** una vez endurecido el mortero de asiento se rellenan las juntas con lechada de cemento común o blanco, con o sin agregado de color, para el caso de los mosaicos calcáreos.

El material sobrante de las juntas se retira inmediatamente, limpiando la superficie con arpillera con la ayuda de arena fina seca o aserrín de madera blanca para no teñir los mosaicos, mojando después la superficie hasta que fragüe el mortero de asiento.

En el caso de mosaicos graníticos el empastinado comprende toda la superficie y se mantiene hasta que termine el fraguado, mojando hasta el momento de pulir la superficie. La operación de empastinado se realiza una sola vez cuando los mosaicos han recibido un primer pulido en fábrica, pero debe repetirse cuando los mosaicos fueron colocados con la terminación original de la prensa. **d)** Una vez terminado el pulido de la superficie se realiza el lustrado a plomo, como se ha indicado anteriormente. Eventualmente pueden encerarse.

Para la colocación de los mosaicos se emplea mortero 1/8:1:4 (cemento - cal aérea - arena mediana).

Los mosaicos calcáreos deben ser perfectamente planos, de color uniforme o con dibujos nítidos, lisos, suaves al tacto, con aristas rectilíneas sin rebabas, sin grietas, cavidades ni pelos.

Los mosaicos graníticos deben fabricarse con granulados de mármol, granito o cerámicos y para verificar la uniformidad del material es conveniente pulir algunas muestras tomadas al azar, antes de la colocación en obra.

TECNOLOGÍA PARA LA COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS PREMOLDEADOS

Con pequeñas variantes para los distintos materiales, en la colocación se procede en forma similar:

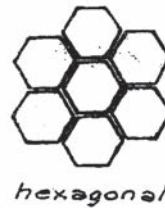
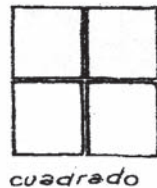
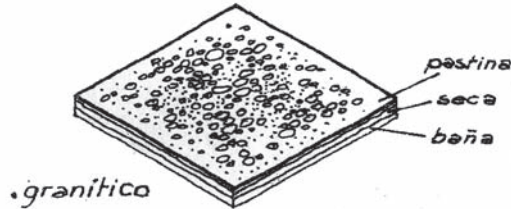
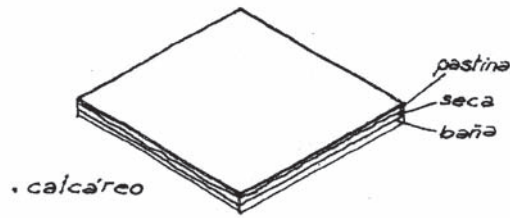
- Las piezas se colocan sobre el mortero, golpeándolas con el cabo de la cuchara o martelina, o bien con maza sobre un trozo de madera, mientras se controla permanentemente con el nivel de burbuja.
- El mortero de asiento (o pegamento en su caso) no debe ocupar el espacio de la junta, para permitir el sellado posterior con la lechada.
- Cuando se emplean piezas de grés o semigrés de poco espesor puede ser conveniente "pintar" el reverso con lechada de cemento, con anticipación al momento de la colocación.
- Una vez establecidos los "puntos" de nivel se coloca la "2ª hilada", dejando libre el espacio perimetral previsto para la primera hilada, que puede tener cortes para ajustarla al espacio libre.
- En el perímetro las piezas no llegan al paramento, dejando un espacio libre para permitir las dilataciones del piso, que después se tapa con el zócalo.
- Los cortes rectos en elementos de hormigón simple se pueden hacer por medio de un trozo de tirante de madera o perfil metálico colocado sobre la pieza (con martillo o maza) que se coloca sobre manto de arena. Para los materiales cerámicos se usa lápiz de widia, máquina especial o sierra circular de carborundum, especial para cortes más complejos.

El uso de la **madera** para pisos tiene una larga historia, desde los antiguos rollizos achuecados hasta las actuales "baldosas" de parquet.

La madera de pinotea, de uso corriente a comienzos de siglo, ha debido ser sustituida por otras de origen nacional: eucalipto, algarrobo, lapacho, caldén, quebracho, viraró, tipa, incienso, etc.

Es necesario seleccionar las tablas, procurando usar las de tono uniforme, sin manchas ni defectos y bien estacionadas. Las tablas deben ser del largo máximo posible y para los pisos de

› Mosaicos



parquet no menos de 30 cm con espesores mínimos de 1" y 3/4" respectivamente. En pisos rústicos se pueden usar "discos" de alrededor de 10 cm de alto, obtenidos aserrando rollizos de madera dura (quebracho, algarrobo, eucalipto, etc.), colocados sobre capa de arena de 2 ó 3 cm, apoyada sobre contrapiso de hormigón. Los espacios entre los discos de mayor diámetro se rellenan con otros de menor diámetro y se completa la superficie con mastic asfáltico con arena fina. Finalmente se puede rasquetear la superficie y dar una mano con cera en caliente. Otra posibilidad es usar tablas de 1" de espesor, con anchos entre 10 y 15 cm (4" y 6") y largos de alrededor de 1,20 a 1,40 m. Se colocan con la cara superior cepillada y los bordes machimbrados. Las tablas se clavan y encolan en las puntas fijándose a los tirantes del contrapiso con 2 tornillos entarugados con la misma madera (llamados de "tablas entarugadas"). En el contra-

piso, de hormigón de 1/4:1:4:8 (cemento-cal hidráulica - arena media - canto rodado o cascos de ladrillos) se colocan tirantes de 2" x 3" que sobresalen 2 cm sobre el contrapiso terminado, con 60 cm de separación (para tablas de 1,20 m de largo) sobre las cuales se atornillan las tablas. Como medida de precaución puede colocarse sobre el contrapiso aislación. Hidrófuga de fieltro saturado, polietileno u otro material. Con tablas de menor longitud (alrededor de 30 cm) y espesor (3/4") se puede colocar "parquet" clavando las tablas sobre tirantes, "a bastón roto" o "espina de pescado". Las tablas también pueden colocarse sobre contrapiso continuo, pegadas con asfalto.

Los dos pisos anteriores también pueden colocarse sobre entablonado continuo de tablas de regular calidad, que apoyan sobre contrapiso de hormigón.

Para aprovechar los trozos pequeños de madera, y reciclar las tablas que se obtienen de las demoliciones se fabrican "baldosas" con maderas de 4 a 5 cm de ancho, largos de 20 cm y alrededor de 1 cm de espesor, reunidas en tableros y encoladas sobre papel. Así se obtienen baldosas, generalmente cuadradas de 10 a 40 cm de lado. Para el pegado sobre el contrapiso suficientemente seco (máximo de 2,5% de humedad) se usan colas a base de látex o de resinas vinílicas.

Todos los pisos de madera se rasquetean a máquina para alisar la superficie, se enceran y se protegen con papel de embalar mientras se ejecutan otras tareas de terminación de la obra. Finalmente se enceran y lustran para la entrega final.

A continuación analizamos algunos materiales que pueden ser colocados sobre los contrapisos que se indican en cada caso o bien sobre cualquiera de los pisos anteriores que presenten superficie suficientemente lisa.

Los pavimentos plásticos se presentan en rollos y en placas (o baldosas).

El material "en rollos" se fabrica en dos tipos:

a. Hojas plásticas homogéneas, calandradas, con proporción de cloruro de vinilo y agregado de plastificantes y pigmentos diversos; en rollos de alrededor de 1,50 m de ancho y largos entre 10 y 35 m y espesor de 1 a 2,5 mm.

La resistencia varía con el espesor y la composición química del material y se coloca por encolado o soldadura, con lo cual se puede conseguir una superficie impermeable.

b. Con el mismo material sobre soporte de fibras vegetales cosidas a un soporte de yute (o capa intermedia de goma o un producto vinílico de composición especial) que se unen fuertemente a la capa superficial.

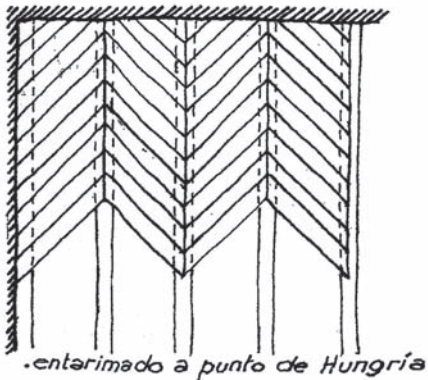
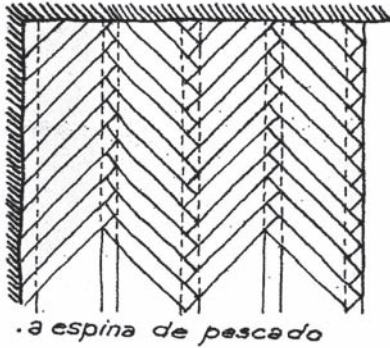
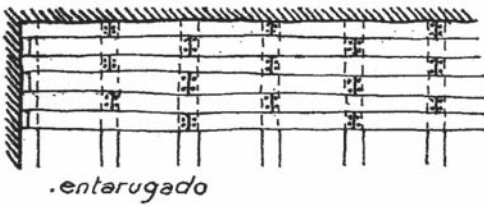
Las "placas" se fabrican a base de un complejo de vinilo y otras resinas sintéticas, con estabilizantes, plastificantes, agregados minerales y pigmentos con proceso final de calandrado y templado; en placas de 25 x 25 cm y espesor de 1,6 y 2,0 mm; en tres tipos, con diversidad de colores en cada uno de ellos:

1. Con diseño "monocolor" para obtener uniformidad monolítica, diseño "símil madera" y "veteado" símil mármol. El diseño y el color integran todo el espesor de la placa, que de esta manera se mantiene durante toda la vida del piso.

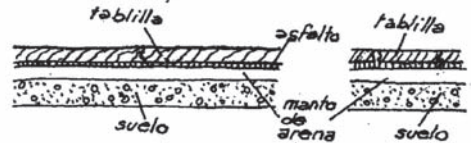
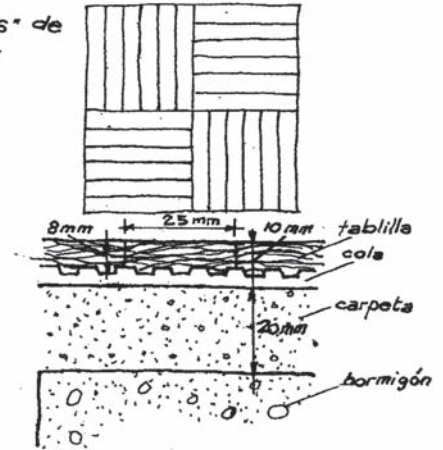
2. Con fondo de color y gránulos de color afín o contrastante, irregulares en forma, tamaño y cantidad. El color y diseño tiene las mismas características del tipo anterior.

3. Con fondo de color pleno y veteado que reproduce fielmente el veteado de la

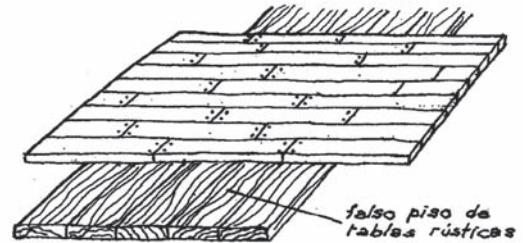
• Madera



„baldosas” de
madera.



.entarimado pegado con asfalto



madera (parquet) en todo su espesor. Este piso se entrega en tablillas de 6 x 30 cm o placas de 30 x 30 cm.

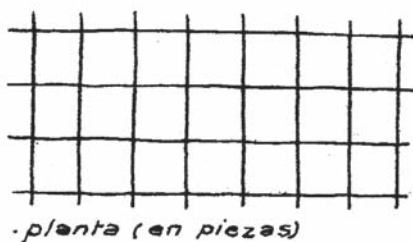
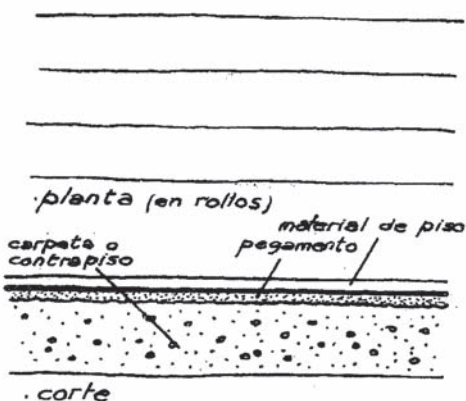
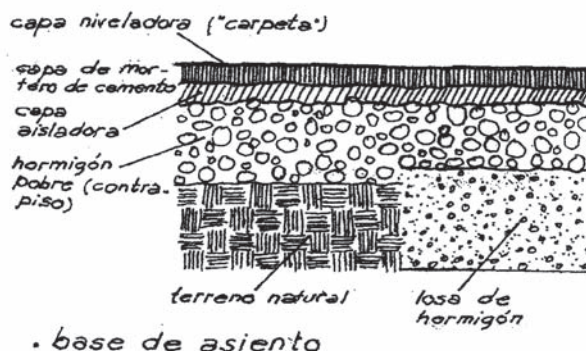
Las placas se colocan con adhesivo que provee el mismo fabricante del piso; sobre superficies duras, lisas, secas, libres de polvo y manchas de grasa, impermeabilizadas.

Se pueden aplicar sobre contrapiso 1/8:1:4:8 (cemento-cal hidráulica-arena gruesa-canto rodado o cascotes de ladrillo) o como habíamos dicho, sobre pisos existentes que cumplan las condiciones indicadas, los que pueden ser corregidos en caso necesario.

La superficie debe tener una superficie similar a una "cal fina".

Estos pisos pueden colocarse sobre terreno natural, con contrapiso de 10 cm de espesor

Plásticos

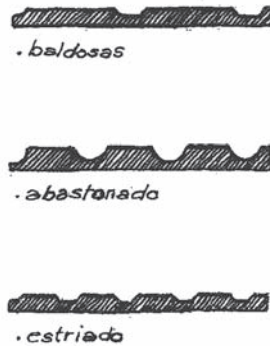


mínimo o de 6 a 8 cm en los pisos altos, asegurando que las placas estén bien adheridas al soporte (por cilindrado o carga) y eliminando con espátula el adhesivo sobrante de las juntas.

Puede ser el último trabajo a realizar en la obra y colocarse también después de habitada y se puede usar inmediatamente de colocado.

El linóleo, fabricado con harina de corcho y aceite de lino con agregados que le otorgan resistencia y color se entrega adherido a tela de yute, con una capa de barniz protector en el

• Goma



dorso, en rollos de 1 a 2 m de ancho, 15 a 20 m de largo y espesores de 2 a 7 mm, en diversos tipos, según el destino previsto en la obra.

Es de fácil colocación y mantenimiento, blando, incombustible y aislante de ruidos, siempre que se coloque sobre una base indeformable, inalterable y permanente, que puede ser de una parte de cemento y tres de arena, sobre la cual, una vez seca se coloca el linóleo. La base debe ser perfectamente lisa, ya que las imperfecciones se acusan en la superficie, con lo que se provoca un desgaste más rápido.

En locales húmedos debe colocarse sobre base de asfalto en caliente, después de 48 horas. Sobre capa perfectamente enrasada con mastic asfáltico. Cuando se coloca sobre base de madera es necesario que ésta se encuentre perfectamente seca, y puede fijarse con adhesivos preferentemente resinosos, o si no, solubles en agua.

Los pisos de **goma** tienen gran resistencia a la abrasión y con agregado de material inerte (carbonato de calcio, caolín o aserrín de madera) se consigue otorgarles resistencia a la tracción.

Se fabrican en dos hojas unidas por vulcanización. La capa superior, a la que se agrega color es elástica y aislante térmica y acústica.

La superficie inferior puede ser lisa o texturada para facilitar la adherencia sobre lecho de mortero de cemento.

Se entrega en rollos de 0,50 a 1,80 m y en baldosas de 0,50 x 0,50 m en espesores de 4,5 y 6,5 mm con superficie lisa, abastanada o estriada. Se fabrican además piezas para zócalos y nariz de escalones.

La base para la colocación debe reunir las mismas condiciones que las indicadas para los pisos de linóleo, usando los mismos adhesivos o mejor aún solución de goma que conserva las propiedades adhesivas después de seca, lo que facilita la operación.

El material se clava en los bordes, sobre base de madera o sobre alfajías cuando la base es de hormigón. Para cubrir los clavos del perímetro se puede colocar también zócalo de madera o de ángulos de acero o aluminio.

En los pisos de **alfombras** diferenciamos dos tipos: de bouclé y de pelo cortado.

Las de "bouclé" pueden ser de 100% de lana virgen o con un agregado máximo de hasta 20% de nylon, que se colocan sobre alisado de cemento con resinas de tipo vinílico, aseguran-

• Alfombras

• sistemas de fabricación



wilton



tufting

• estilos o texturas



boucle

boucle
múltiple

pelo cortado



saxony



hard twist.

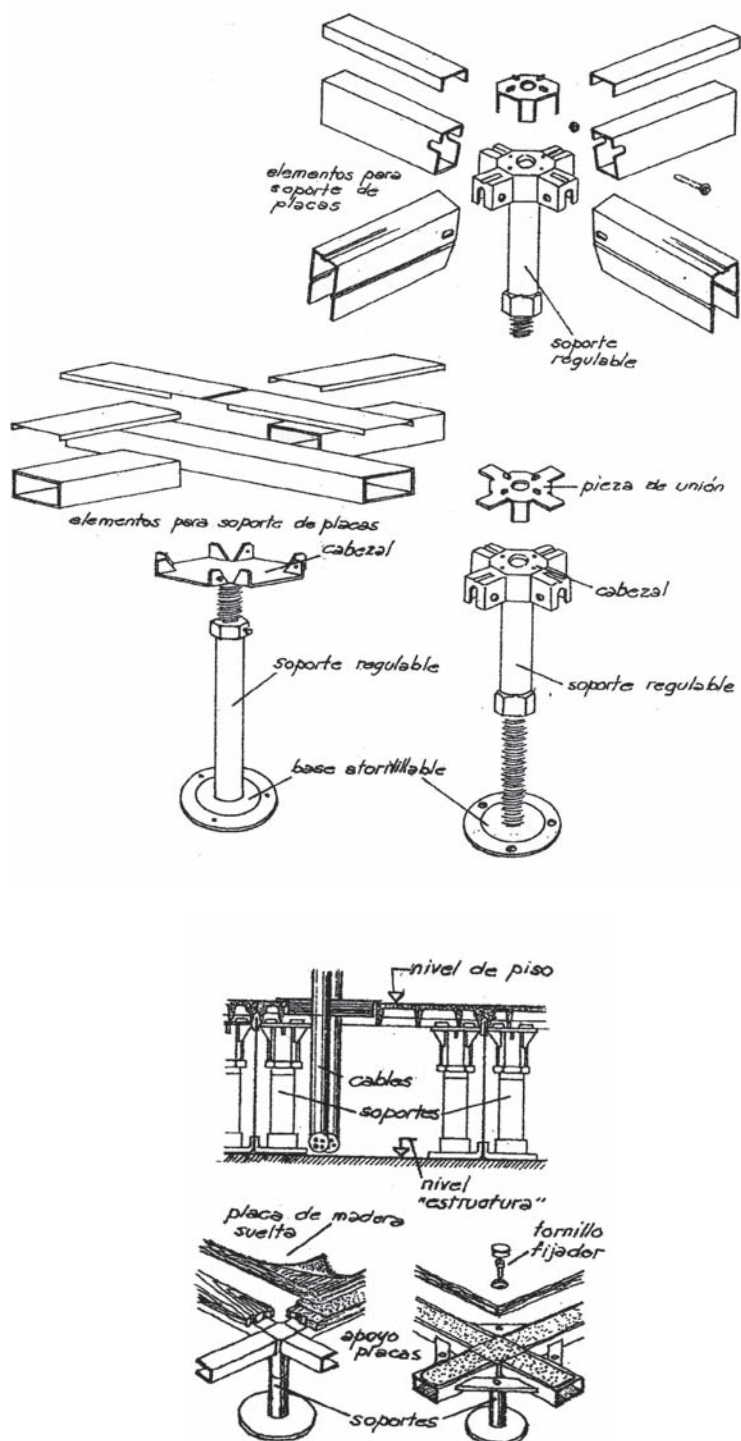
do alineamiento perfecto, falta de pliegues y globos de toda la superficie. En los bordes perimetrales se terminan a tope, asegurando mediante algún sistema de fijación adicional que no se levanten. Las de "pelo cortado" son de 100% de lana virgen y se fijan en los bordes perimetrales con clavos "punta París" sobre varillas de madera (separados entre sí 20 cm como máximo) para evitar los pliegues e imperfecciones. En las uniones, los paños se pegan entre sí mediante una banda inferior termoadhesiva. En ningún caso se permiten cortes en sentido transversal al ancho del paño (se debe llegar de pared a pared con una sola pieza).

Para destinos especiales se construyen pisos **flotantes** entre los cuales analizamos dos tipos: de madera sobre tirantes y elevados para locales de computadoras.

Para los pisos de "madera sobre tirantes", deben seleccionarse tablas bien secas y estacionadas, con fibras rectas, sin nudos saltadizos u otros defectos. La superficie superior debe ser perfectamente nivelada para lo cual los tirantes de apoyo deben absorber los desniveles.

La estructura de apoyo de las tablas es de tirantes de 2" x 3" (50 x 75 mm), colocados cada 60 cm arriostrados en sentido transversal con tirantillos de 2 1/2" x 3", sobre colchón de lana de vidrio y separados con el mismo material de paredes y columnas. Los tirantes deben anclarse a la losa mediante grapas con junta de dilatación de goma.

• Flotantes



Sobre los tirantes se colocan las tablas (o tablonés) machimbrados, tapando las juntas con pegamento sintético y aserrín de la misma madera, puliendo la superficie mecánicamente y los rincones a mano. La terminación puede ser similar a la que indicamos para los pisos de madera.

Entre zócalo y el piso se colocan tiras de goma de 2 x 12 mm para asegurar la aislación.

Los "elevados" para computadoras están compuestos por placas metálicas, largueros y pedestales incombustibles.

Las placas son cuadradas con lados de 61 cm, intercambiables, revestidas con laminado plástico u otro material con burlete vinílico para protección perimetral y de las aberturas para el paso de los cables y dispositivo doble para permitir la remoción; con capacidad para soportar una carga uniformemente repartida de 1.350 kg/m².

Las placas apoyan sobre largueros de acero laminado de sección hueca, que se unen al cabezal del pedestal. Éste está constituido por barra roscada de acero de 7/ 8" (22,2 mm) que apoya sobre base del mismo material. Los pedestales tienen alrededor de 20 cm y son capaces de resistir 3.600 kg sin sufrir deformación. El desplazamiento se nivela con tolerancia de 1 mm y debe estar libre de roturas, juntas abiertas y ataduras.

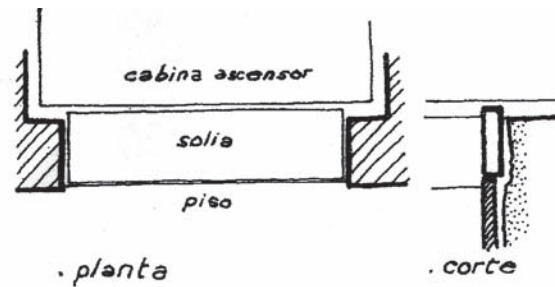
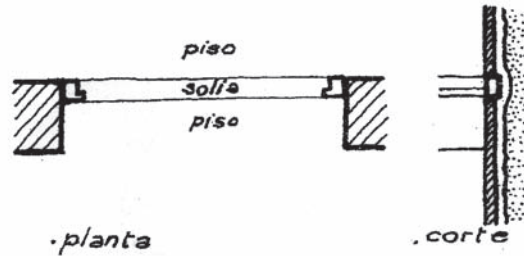
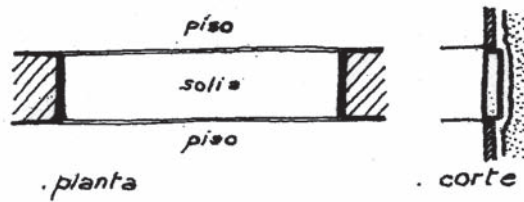
En entresijos, techos y claraboyas, con el objeto de reforzar la iluminación que brindan las puerta-vidriera y las ventanas, o como única fuente, se colocan **ladrillos y baldosas de vidrio**, de diversos modos: a) como elementos de relleno en losas nervadas o nervuradas; b) sobre perfiles T de acero, lineales o en trama cruzada; c) en paneles cuadrados o rectangulares premoldeados. En el primer caso el apoyo lo constituye el hormigón armado y con este material se debe asegurar la estanquidad; cuando apoyan sobre perfiles las juntas se rellenan con mastic asfáltico, y en el caso de los paneles las uniones entre los mismos se resuelven como en el caso anterior.

Solias

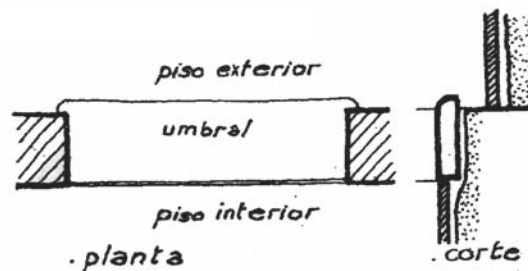
Para separar dos superficies de piso de distinta calidad, que se encuentran al mismo nivel, es conveniente colocar un elemento de material distinto a los dos anteriores, llamado **solia**, que también se emplea como terminación de la superficie de piso frente a las puertas de ascensores. Cuando los pisos contiguos son del mismo material pero distinto color, la solia puede ser del mismo material pero de un "tercer" color. La resistencia del material de la solia debe ser similar a la de los pisos que separa para que el desgaste sea parejo y además que se pueda limpiar y mantener con el mismo producto usado para los pisos.

Las solias se colocan en general en coincidencia con las puertas u otro tipo de cierre que separan los distintos locales, con largos que ocupan el ancho de la abertura (en lo posible de una sola pieza) y espesores en función del largo y el ancho y las características del material. El ancho de la solia es variable y salvo cuando se usan elementos metálicos (planchuelas o perfiles de acero, acero inoxidable, bronce, etc.) puede ser menor que el espesor de la puerta y colocada debajo de la misma para que cuando esté cerrada no se vea desde ninguno de los ambientes; coincidir con el ancho del marco o con el ancho del muro. Cuando se usan planchuelas son de 3 a 5 mm de espesor, pudiendo llegar a 1 cm en el caso de los perfiles.

• Solias



• Umbrales



Los materiales corrientes son: "travertino y mármol" para pisos de mosaico calcáreo y granítico; "madera" dura para pisos de grés y semigrés, de plásticos, goma, linóleo; "metálicos" para pisos de mosaicos, mármol y granito, grés y semigrés, etc. Para la colocación de las solias se emplea la tecnología indicada para cada uno de los materiales, cuando analizamos los pisos respectivos.

Umbrales

Los umbrales se colocan generalmente en los accesos, para salvar la diferencia de nivel entre el piso interior y exterior y constituyen un escalón, con altura máxima de 17 cm y mínima del espesor del material usado. Como el caso de las solias ocupan todo el ancho de la abertura. El umbral y piso interior se colocan sin solución de continuidad.

El ancho mínimo del umbral debe ser tal que permita que su límite interior coincida con la alineación del paramento interior y el comienzo con el paramento exterior. Para mejorar la terminación y destacar el acceso es conveniente que el umbral "avance" sobre la alineación del paramento exterior.

Por su ubicación, prácticamente siempre en contacto con el exterior, los umbrales deben ejecutarse con materiales capaces de resistir los agentes atmosféricos naturalmente o con un tratamiento adecuado. Los umbrales están expuestos a continuo desgaste provocado por el material que se adhiere a la suela del calzado, por lo cual se deben usar en su ejecución materiales con gran resistencia mecánica y a la abrasión, compatibles además con los respectivos pisos interiores.

Para ejecutar los umbrales puede usarse: piedras naturales y trabajadas; piezas cerámicas con diseños especiales para tal fin; ladrillos comunes y de máquina o prensados, baldosas cerámicas, de grés o semigrés; de hormigón fratasado, alisado o rodillado; con arista viva, redondeada o protegida con barras o perfiles de acero; de mármol y granito; de mosaicos calcáreos y elementos de una pieza de granito reconstituido (granítico) y de madera dura, entre los más comunes. La tecnología de colocación responde en cada caso a lo indicado para cada uno de los respectivos materiales, esmerando su colocación ya que los umbrales están especialmente expuestos a impactos que pueden resentir la adherencia al material de base.

Zócalos

La colocación de zócalos es imprescindible para proteger la parte inferior de los muros además de permitir la diferenciación o la continuidad (según el caso) del piso con el muro.

Los materiales para zócalos responden a los usados en los respectivos pisos y en la mayoría de los casos pisos y zócalos se ejecutan con el mismo material.

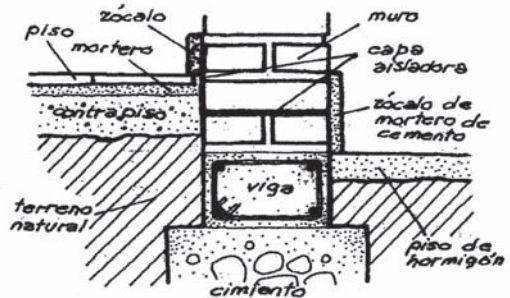
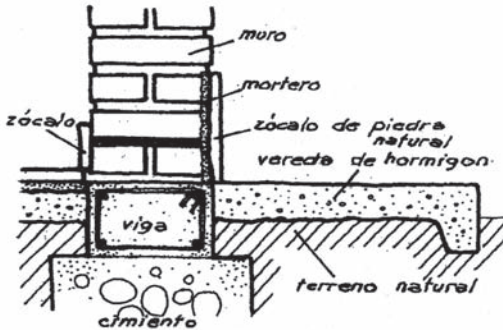
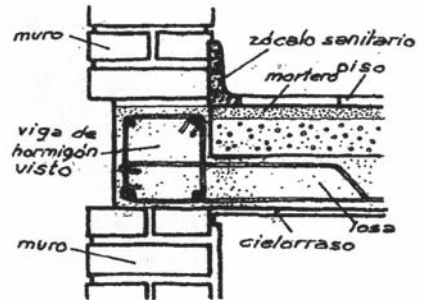
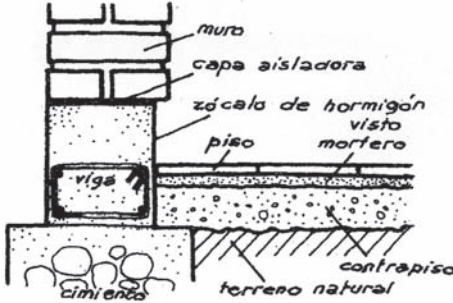
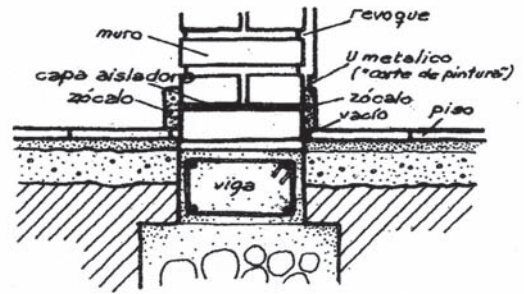
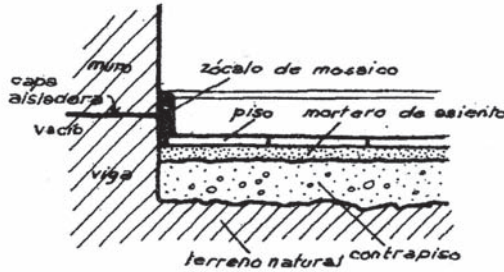
Excepcionalmente se colocan zócalos ejecutados "in situ", dejando el **hormigón visto** de los sobrecimientos o vigas de encadenado inferior, o con **mortero** de cemento-arena fina (1:2), de por lo menos 1 cm de espesor, terminado alisado a cucharín, con arista superior biselada.

La altura del zócalo, entre 5 y 10 cm, depende de la actividad a desarrollar en el local y la característica del muro.

Donde el lavado del piso es frecuente o el material del muro se afecta fácilmente por la humedad hay que aumentar la altura del zócalo. En muros exteriores, expuestos a la humedad del riego y el agua de lluvia que cae directamente o salpica del piso se procede en forma similar.

Donde el material sea abundante pueden usarse **piedras naturales**, o **trabajadas**, asentadas con mortero de cemento-arena (1:3), pudiendo llegar a 30 cm de altura de promedio. De esta

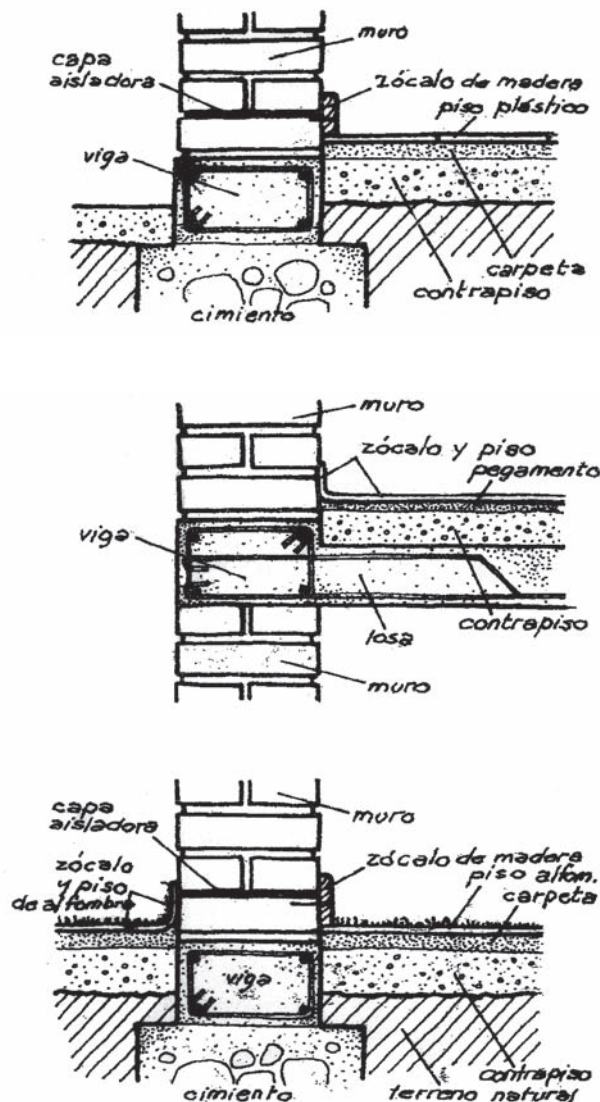
• Zócalos



manera también se evita la acción de las sales del terreno circundante que arrastra la humedad que asciende por capilaridad. En locales con pisos de elementos **premoldeados** (ladrillos de máquina o prensados, de grés y semigrés, mosaicos calcáreos y graníticos, piedras trabajadas-mármol y granito) se colocan zócalos del mismo material de largos que permiten colocar el mínimo número de piezas (y en consecuencia de juntas), asentados con el mismo mortero que indicamos para el piso respectivo, cuidando especialmente la alineación. En estos casos, la altura del zócalo suele ser de alrededor de 6 cm y espesores entre 0,6 a 2 cm.

En locales donde la principal preocupación es asegurar la higiene (hospitales, fábricas de productos alimenticios, etc.) se colocan "zócalos sanitarios", elementos premoldeados de diseño especial para permitir que la unión entre el piso y el zócalo sea redondeada, en lugar del ángulo vivo corriente.

» Zócalos



Estos zócalos pueden colocarse antes que el piso correspondiente o prever con precisión el espacio necesario para su colocación posterior.

Es conveniente colocar el zócalo aplomado con el muro, con una "buña" de 1 x 1 cm entre el revoque y el zócalo. El zócalo debe permitir la libre dilatación del piso para lo cual debe colocarse levantado 1 mm del mismo. Se colocan con mortero 1/4:1:4 (cemento-cal-arena mediana).

Siempre que sea posible se debe cubrir con un sola pieza toda la extensión del zócalo en un paramento, sin empalmes. Ello es posible con los materiales que se entregan en rollos (plásticos, goma, etc.) y en algunos casos con madera o metales.

En el caso de las alfombras el zócalo puede unificarse con el piso o hacerse con madera.

La madera para zócalos, bien estacionada debe ser de fibras rectas, sanas, bien seca, sin albura, grietas, nudos saltadizos, averías o cualquier otro defecto. Debe trabajarse con cuidado y la superficie debe ser lisa, suave al tacto, sin vestigio del aserrado y depresiones. Las aristas deben ser rectilíneas, redondeadas, "matando" los filos vivos.

La madera puede colocarse con tratamiento previo o lista para pintar o lustrar, con tornillos entarugados con la misma madera; sobre tacos de madera dura trapeciales, alquitranados en caliente con grapas o clavos, colocados en el muro con mortero de 1:3 de cemento-arena mediana.

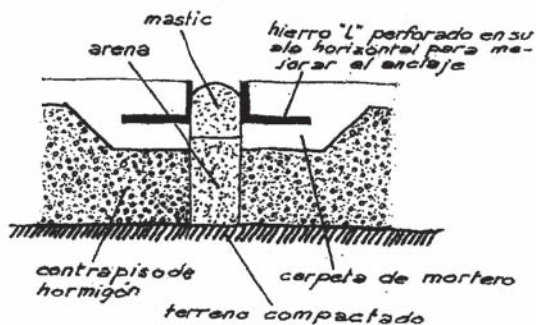
Los zócalos de **goma** o **plásticos** se adhieren con pegamentos que suministran los mismos fabricantes del material del zócalo.

Para zócalos **metálicos** se emplea chapa de aluminio de 2 mm de espesor, con capa anódica de color de 20 micrones o de acero inoxidable, pulido mate de 1,2 mm de espesor. En los dos casos se colocan adheridos con cementos de doble contacto, fijando los extremos con tornillos de cabeza fresada, de bronce y acero inoxidable, respectivamente.

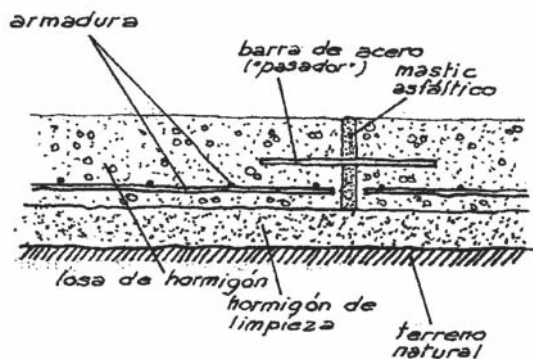
Los zócalos pueden aprovecharse además para colocar instalaciones eléctricas de media- y baja tensión (separadas), usando **perfiles** laminados o de chapa doblada.

PRECAUCIONES

- ▶ Cuando durante el curso de la obra, después de haber ejecutado el contrapiso, se decida sustituir el material del piso, el espesor del mismo no puede superar el del piso previsto originalmente.
- ▶ Antes de colocar los pisos deben estar colocados todos los marcos de puertas, portones, etc; salvo los "marco cajón".
- ▶ En accesos y circulaciones se deben colocar los pisos más resistentes, dejando los más delicados para los locales más alejados de la entrada.
- ▶ Al establecer los "paños" del piso o el tamaño de las piezas se debe tener en cuenta las dimensiones del local, para no falsear la "escala" del mismo, al mismo tiempo que se procura reducir al mínimo el número de juntas.
- ▶ Para definir con mayor precisión los paños, en pisos de calidad, se pueden separar por medio de planchuelas de bronce o acero inoxidable que actúan a modo de juntas de trabajo.
- ▶ En la colocación hay que cuidar que las "figuras" previstas en el diseño se completen, salvo cuando los elementos sean de color liso.
- ▶ En los pisos de alfombra, goma o linóleo u otro material que se entregan en rollos no se permiten los empalmes en el sentido del largo y los paños deben ser del ancho máximo posible.
- ▶ Cuando se colocan pisos de elementos premoldeados de la misma característica en todos los ambientes del edificio conviene proceder como sigue: 1º) colocar el piso de las circulaciones; 2º) prolongar las alineaciones a través de las puertas de entrada a los distintos locales; 3º) a partir de las alineaciones comenzar desde el punto más alejado y terminar en la entrada de cada local.



. junta con refuerzo



. junta con pasador metálico

- En el perímetro del piso debe dejarse un espacio libre para permitir la dilatación del piso. El ancho debe ser tal que lo tape el zócalo.
- El zócalo debe colocarse sin apoyar sobre el piso (separación aproximada de 1 mm), para permitir el libre movimiento del mismo, cuando se trabaja con elementos pre-moldeados rígidos.
- Cuando se construyen "carpetas" para alisar la superficie de asiento de los pisos el espesor de las mismas debe ser tal (mínimo 5 ó 6 cm) que evite que las mismas se agrieten o despeguen.
- En la terminación superficial de las carpetas hay que tener en cuenta que las imperfecciones se "transmiten" a la superficie del piso cuando se usa material flexible de espesor reducido (plástico, linóleo, goma, etc.).
- En la medida de lo posible el espesor del mortero de asiento debe ser uniforme.

- ▶ El zócalo puede colocarse aplomado con el revoque o revestimiento del paramento del muro, separado por buña de 1 x 1 cm o sobresaliendo en todo su espesor.
- ▶ Para la colocación correcta de piso de mármol o granito es conveniente preparar plano al efecto en escala 1:20 indicando la ubicación y dimensiones de las piezas.
- ▶ Los bordes de los pisos de hormigón deben terminarse biselados o redondeados o con cordón de piedras trabajadas u otro material resistente a los impactos, según el caso.
- ▶ Las juntas entre paños de hormigón u otro material expuestas al sol, cuando se pretende que crezca césped en ellas, deben ser suficientemente anchas y profundas para que la tierra no se caliente demasiado por el calor que le trasmite el piso.
- ▶ Cuando el piso incluye tapas de inspección, piletas de patio, rejillas u otros elementos, deben ubicarse de manera de reducir al máximo los cortes en las piezas del piso.
- ▶ En los locales sanitarios el perímetro del piso debe ser horizontal y la pendiente debe converger en los elementos de desagüe (rejillas, piletas de patio, etc.).
- ▶ El material de relleno de las juntas del piso (lechada de cemento coloreada o pastina) deben colocarse y limpiarse, antes que fragüe, con madera dura (no usar elementos metálicos para no dañar el material del piso).
- ▶ En los ejecutados con piedras o escallas de mármol o granito hay que procurar que el espesor del mortero de asiento sea uniforme. Las juntas entre las piezas deben ser uniformes, de 1 a 2 cm, y se debe evitar la colocación de trozos muy pequeños.
- ▶ Cuando el piso colocado deba ser pulido se puede aprovechar el tiempo de endurecimiento de la pastina para ejecutar los cielorrasos por vía húmeda.
- ▶ Es conveniente pulir muestras de pisos antes de comenzar la colocación para verificar si el tipo responde a las características indicadas en el proyecto (graníticos, mármoles y granitos).
- ▶ En los placares, muebles de cocina y armarios se coloca el mismo piso del local, respectivo, cuando no se indica lo contrario en el proyecto.
- ▶ Cuando se trabaja con hormigón a la vista hay que prever los espesores destinados a la colocación futura del zócalo.
- ▶ En los pisos ejecutados con elementos premoldeados no debe comenzarse la limpieza con productos impermeabilizantes hasta que desaparezcan las sales del mortero y el material del piso empleados. Hasta ese momento la limpieza se debe realizar con agua limpia.
- ▶ Al adquirir el material destinado a los pisos se debe incluir material o piezas de repuesto (alrededor de 1%) para reposición en caso de realizarse arreglos o modificaciones. Similar precaución debe tomarse con los zócalos.
- ▶ Cuando en el exterior hay suelos muy abrasivos y en zonas con lluvias y nevadas frecuentes, es conveniente colocar felpudos o elementos similares que permitan limpiar la suela del calzado, antes de acceder a los edificios.

Elementos y personal necesario para las operaciones de obra.

- ▶ Los materiales se indican en cada caso (además, ver **Apéndice**).

- ▶ Las operaciones las realizan:
 - contrapisos: oficiales albañiles y ayudantes.
 - pisos y zócalos: oficiales albañiles, en la medida de lo posible especialistas para cada tipo de material.

Por tratarse de operaciones de terminación de obra, los trabajos deben ser ejecutados con la supervisión permanente del profesional responsable de la obra.

CAPÍTULO XIX

Revestimientos

Bajo el nombre genérico de revestimientos agrupamos los materiales y elementos de construcción –que se agregan a lo que habíamos denominado "obra gruesa"– destinados a brindar protección a paredes, pisos y cielorrasos de las obras, mejorar el aspecto estético de los mismos o conseguir simultáneamente ambos efectos.

Como hemos dicho en capítulos anteriores ("Revoques", "Cielorrasos", "Pisos", etc.), hay que procurar el uso de materiales y elementos que brinden protección y mejoren el aspecto sin necesidad del uso de revestimientos. De esta manera se economiza en el uso de materiales y en las operaciones de mano de obra.

Analizamos aquí los **revestimientos de paredes**, salvo "revoques" y "pinturas", que son motivo de tratamiento específico en los capítulos respectivos.

La colocación de revestimientos es una de las últimas operaciones de obra; especialmente cuando se ejecutan "en seco".

Por medio del uso de revestimientos se trata de obtener superficies donde se faciliten las operaciones de limpieza, se brinden condiciones adecuadas de confort (aislación térmica y acústica), se aseguren mínimas respuestas estético-morfológicas, se abaraten los costos de mantenimiento, se protejan las estructuras e instalaciones, que sean de fácil y económica reposición; dentro de costos razonables.

Se trata de determinar con precisión a qué requerimientos se debe responder en cada ocasión, conocer las posibilidades que ofrecen los materiales disponibles, la tecnología más adecuada, los costos de operación de los diversos trabajos, para establecer en definitiva el tipo de revestimiento a adoptar en cada caso.

ELECCIÓN DEL MATERIAL:

Los revestimientos se incorporan a la obra para brindar protección de las acciones perjudiciales o no deseadas que producen los elementos del clima (temperatura, humedad ambiente, lluvia, nieve, granizo, viento, etc.), los impactos sobre las superficies de terminación, los ruidos

y sonidos desagradables, el desgaste por el uso -entre otros- al mismo tiempo que se procura una adecuada respuesta estético- formal a la obra.

Es conveniente que las características del material, la forma de los elementos y -sobre todo- la colocación permitan al observador experimentado "leer" que se trata de un revestimiento, no de un elemento estructural (capaz de resistir esfuerzos).

De todas maneras, los revestimientos deben cumplir las siguientes condiciones:

- ▶ responder a las necesidades y requerimientos que surgen del destino asignado al edificio.
- ▶ resistir, especialmente cuando están colocados en el exterior, las acciones de los elementos del clima: temperatura, humedad ambiente, lluvia, granizo, escarcha, nieve.
- ▶ resistir los impactos sobre su superficie, desde el polvo y arena que acarrea el viento hasta la de los elementos de uso diario de los usuarios.
- ▶ incombustibles en condiciones de uso corrientes.
- ▶ proteger de ruidos y sonidos molestos.
- ▶ resistir adecuadamente el desgaste propio del uso habitual previsto en el proyecto.
- ▶ facilitar las tareas de limpieza y mantenimiento.
- ▶ mantener a través del tiempo las características originales.
- ▶ ser de fácil reposición en caso de roturas o modificaciones.
- ▶ no afectar los elementos estructurales ni las instalaciones de servicios.
- ▶ brindar una adecuada respuesta estético-morfológica.
- ▶ no falsear la "escala" del edificio, ya sea por la forma o tamaño de las piezas o partes.

TIPOS DE REVESTIMIENTOS

Podemos intentar la clasificación de los revestimientos desde diversos puntos de vista. Por la **forma de colocación** distinguimos los "adheridos" -colocados por vía húmeda- y los independientes", habitualmente colocados en seco. Por la **ubicación** en la obra son "interiores" y "exteriores".

Finalmente, pueden cumplir la **función** de "protección", "impermeabilización", "aislación térmica y acústica" y "decoración", entre otras. En cada caso, cada revestimiento puede ser analizado simultáneamente desde todos los puntos de vista indicados.

Cualquier otra clasificación es igualmente válida. Para nuestro análisis del tema hemos optado por la expresada.

REVESTIMIENTOS "ADHERIDOS"

Con el propósito de completar lo expresado en los capítulos "Revoques" y "Cielorrasos" hacemos referencia a revoques usados habitualmente como revestimientos, algunos de los cuales constituyen el enlucido mientras otros se colocan sobre este último ya sea para protegerlo o con el objeto de mejorar la terminación de la superficie.

Se conocen por su nombre comercial, entre los cuales indicamos:

- ▶ "**rakotón**", con las características indicadas en **Apéndice**, se coloca sobre superficies limpias y secas en sus dos tipos: "texturable" y "no texturable" (protector propiamente dicho). El primer tipo se aplica con pincel o rodillo, terminando la superficie con

herramientas adecuadas y mano de obra especializada para obtener diversas texturas: taponado fino y grueso (con o sin planchado), pincelado, chorreado de vela, espatulado, patinado (con agregado de polvo de aluminio o bronce), etc. El "no texturable" se aplica con pincel, sin acabado final posterior. Una vez seco resulta incoloro. Pueden usarse tanto en interiores como al exterior.

► **"ters-tur"** es un revestimiento de naturaleza celulósica para interiores, que una vez seco adquiere la dureza de las tablas aislantes. Por su fabricación forma un cuerpo homogéneo, de entramado consistente y elástico, que cubre y empareja el fondo tapando grietas, fisuras y asperezas. Adhiere bien sobre revoque grueso o fino, yeso, hormigón, ladrillo, madera, cartón, vidrio, metales y pinturas; siempre que estén firmes, limpios y secos. Se entrega en diversos colores.

Absorbe el vapor de agua sin alterarse y no sella la superficie por lo que permite también la absorción propia del fondo sobre el cual está colocado. Cuando disminuye la humedad ambiente elimina el agua. En consecuencia, se comporta de dos maneras: a) regula la humedad de los ambientes cerrados y b) evita la condensación sobre los muros.

Tiene terminación mate y absorbe el ruido. No es lavable pero se puede limpiar con lija, goma de borrar, con algodón o paño humedecido en alcohol o solvente. Es inodoro, imputrescible e ininflamable. Para su aplicación: a) se empasta el material con agua limpia 24 horas antes de su aplicación (1,5 litros de agua por cada kilo de material) y se tamiza, b) se aplica con brocha, llana de yesero, cuchara de albañil, molinete, máquinas aplicadoras a presión y c) se salpica con molinete o máquina aplicadora de presión (en pasadas sucesivas para cubrir la superficie de distribución uniforme del material).

Cuando se decide terminar la superficie "planchada" se usa espátula de plástico (mojada y limpia) pasándola en trazos cortos en doble diagonal (formando equis). Hay que evitar la colocación en lugares expuestos a impactos o la acción del agua.

► **"plastocrete"**, material preparado para salpicar o planchar, para uso de interiores; de diversos colores.

Se puede colocar sobre superficie de hormigón, fibro-cemento, ladrillos, yeso, mármol y pinturas al aceite, látex, etc. Cuando se presentan problemas de adherencia a la superficie conviene agregar al agua de empaste alguna emulsión de resinas sintéticas.

Los fondos sobre los cuales se aplica deben ser de buena calidad para mejorar la terminación. Los fondos pueden ser: 1) revoque grueso rayado de cemento, cal hidráulica y arena (1/2:1:4); 2) revoque grueso fratasado con el mismo dosaje (no se debe usar polvo de ladrillo); 3) cal fina fratasada, de cemento, cal hidráulica y arena (1/2:1:3); 4) revoque "simil piedra", bien adherido, con superficie lisa, sin desprendimientos ni pozos; 5) ladrillos o bloques de hormigón a la vista, tomando las juntas y mojando con abundante agua por lo menos 24 horas antes.

En cualquier caso la mezcla debe empastarse con agua limpia, no salitrosa. Hay que tratar que el espesor del fondo y del revestimiento sean de espesor uniforme (menos

de 3mm), y si el fondo está sucio por haber sido ejecutado con anterioridad hay que lavar la superficie con agua abundante y cepillo de acero.

Para empastar la mezcla se usan entre 2,5 y 3 kg de "plastocrete" por cada litro de agua.

Cuando se aplica como revoque se usa fratas de madera y se empareja con regla. Sobre esta base se puede "salpicar" con molinete o máquina aplicadora a presión. Hay que trabajar paños enteros para evitar los cambios de tono y las uniones irregulares.

El revestimiento "planchado" se obtiene pasando la llana de plástico, en sentido horizontal o vertical, con inclinación de 30°, sin cambiar de dirección. Finalmente se limpia con cepillo de cerdas blandas para evitar el polvillo que produce el planchado. Hay que asegurar el "curado" mojando después de alrededor de las 6 horas, durante por lo menos 2 días, según el clima imperante.

Este material no puede dejarse fratasado, peinado, pulido ni martelinado.

Formas de salpicar

a. Manual, con brocha de cerda que se embebe en el material y se "sacude" sobre la superficie directamente o mediante golpes secos sobre elemento resistente (trozo de tirante de madera). Este trabajo sólo pueden realizarlo operarios con gran experiencia en este tipo de tareas.

b. Mecánica, con: 1. Molinete proyector, compuesto por un depósito para el material a aplicar; rodillo de goma donde se fijan "peines" de acero de 9 ó 15 dientes (según el material a salpicar); una barra reguladora sobre la cual "apoyan" los dientes del peine y la manija que permite el accionamiento de este último; 2. Máquina aplicadora con gatillo que regula la salida del material que se deposita en la tolva y sale por la boquilla por acción del aire que proviene de un compresor.

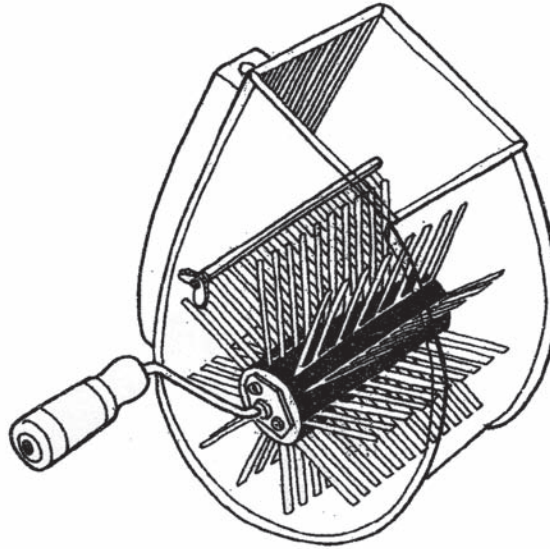
Para ejecutar la mano de fondo y los distintos salpicados (fino, mediano y grueso) se usan diversas boquillas y cantidad de agua (de 2 a 4 kg de material por litro de agua). El espesor deseado se obtiene por sucesivas pasadas, trabajando desde 40 a 60 cm de distancia de la superficie a salpicar. La máquina puede manejarse con una sola mano.

A continuación indicamos otros revestimientos, cuya colocación es similar en algunos aspectos a los revoques, pero en este caso elaborados con granulados, llamados "a la piedra lavada", que la industria entrega listos para usar.

► **"Fulget", "granilit" y "granoval"** (con granos redondeados), compuestos de granulados de piedras naturales, cemento blanco y colorantes especiales, para uso en interiores y exteriores.

Para asegurar la calidad del revestimiento se debe ejecutar un buen fondo. Puede ser de: una parte de cemento, una de cal hidráulica y cinco de arena (no usar polvo de ladrillo). Después de mucho tiempo, lavar con abundante agua y pasar cepillo de acero. Si el revestimiento se aplica sobre revestimientos anteriores hay que picar hasta el revoque grueso, cepillar y lavar bien.

► Molinete proyector



Sobre ese fondo la aplicación del revestimiento se ejecuta según las siguientes etapas:

1. Capa de adherencia, con 4 a 5 kg de material por cada litro de agua. Se aplica con llana de acero en capas de 1 a 2 mm sin planchar, desde arriba hacia abajo. Si los paños son chicos se puede usar la cuchara de albañil.

2. Capa de terminación, con 5 a 6 kg de material por cada litro de agua, colocada una vez que "tire" la capa de adherencia. La mezcla se empasta en la batea y se "carga" con la cuchara desde el balde, sobrepasando en 1 ó 2 mm los listones de guía del espesor previsto (de 8 a 20 mm, según tipo de grano), emparejando la superficie cada 8 a 10 cucharadas. Los listones de madera, de forma trapecial, se clavan sobre el fondo, de manera de separar los paños precisos, evitando los cambios de tono que se producen en uniones irregulares. Se puede apurar el secado colocando sobre la superficie cal hidráulica, con la llana, hasta dejar blanca la superficie.

3. Lavado con agua, mediante pulverizador o bomba común de blanqueo, de arriba hacia abajo, para dejar los granos al descubierto. El agua debe lanzarse a presión, acercando y alejando el pico de 2 a 10 cm, haciendo círculos y bien de frente para no aflojar los granos.

A medida que se avanza hay que lavar y cepillar los paños que están más abajo.

4. Prensado, con fratás de acero, desde abajo hacia arriba, golpeando fuerte desde 20 a 30 cm. Se reponen los granos desprendidos por el agua o los golpes. Si es necesario se puede ir secando con cal y lavando con agua, en forma suave desde 10 a 20 cm de la superficie. En este momento pueden retirarse los listones y llenar la junta, lavando con cuidado los bordes para que el material adhiriera mejor y no se note la unión. Cuando se decide dejar "buñas" o "cortes de piedra", los listones se retiran

cuando el material adquiere suficiente dureza y se empastina y alisa la junta con espátula delgada.

5. Después de tres días de aplicado el revestimiento hay que lavar la superficie con ácido muriático con agua (1:4), con pincel, brocha o cepillo de paja que no destiña, de arriba hacia abajo, para que el ácido no manche los paños secos de abajo. El lavado final se realiza paño por paño, después de aplicar ácido, de arriba hacia abajo, con abundante agua y como última operación un lavado total de toda la superficie, con mucha agua limpia.

La limpieza periódica puede hacerse con hipoclorito de sodio (agua lavandina concentrada) con pincel o brocha y lavar con agua limpia. Para mejorar el mantenimiento es conveniente aplicar una mano de impermeabilizante líquido incoloro a base de silicones.

► **"granitex"**, para revestimientos interiores y exteriores con acabado tipo "a la piedra lavada", preparado con partículas de mármol triturado y ligante plástico en emulsión, que elimina la necesidad del lavado para que "aparezcan" los granos (como indicamos en el caso anterior).

La emulsión plástica reemplaza al mortero convencional. Es de color blanco lechoso en estado líquido. Cuando se seca forma una película incolora y transparente que endurece en 1 a 3 días, asegurando adherencia y elasticidad al revestimiento. Se puede colocar prácticamente sobre cualquier fondo, siempre que esté firme y limpio y que no destiña: revoques finos o gruesos; simil piedra peinados o salpicados; y planchados, yeso, pinturas, aglomerados de fibra de madera, fibrocemento, chapas metálicas (las oxidables deben protegerse previamente con antióxido).

El "granitex" puede colocarse cuando la obra está prácticamente terminada, siempre que las superficies se protejan adecuadamente.

Hay que mantener todas las herramientas metálicas libres de óxido y siempre que sea posible usar las de plástico, aluminio, madera, cerdas o fibras vegetales.

El material se presenta: el ligante en barrilitos plásticos y las partículas trituradas en bolsas.

El ligante, diluido en agua limpia en distintas proporciones según la calidad del fondo; se aplica con pincel o brocha (como la pintura) y constituye la "mano de adherencia", sobre la cual se aplica la "mano de empaste". El empaste se realiza batiendo con la cuchara en el balde la mezcla de ligante y granos, agregando muy poca agua a medida que se bate. El empaste se aplica sobre la mano de adherencia hasta encontrar el más apropiado. Durante la aplicación hay que revolver cada tanto para mantener la uniformidad de la mezcla.

APLICACIÓN

Antes que se seque la mano de adherencia, cargar el empaste con llana de acero colocada en ángulo de 30° con la pared, extendiendo hacia arriba en una capa de 2,5 a 3 mm de espesor. Cuando comienza a operarse el material (desaparece el tono blanco del ligante) se alisa con llana de acero colocada también a 30°. Luego se

eliminan las asperezas y se empareja la superficie. Las imperfecciones se detectan fácilmente con luz rasante (por ejemplo, lámpara portátil).

Conviene que las uniones entre paños coincidan con ángulos, cantos y aristas. Las uniones en superficies planas hay que ejecutarlas antes de las dos horas y cuando ello no es posible se debe cortar en bisel el borde del paño oreado y a partir de allí continuar la aplicación, sin encimar el material más allá del bisel. Hay que evitar la colocación con temperatura inferior a 8°C o cuando se prevé que la marca puede alcanzarse en las 48 horas siguientes.

Hasta aquí hemos analizados los revestimientos de espesor reducido, aplicados por vía húmeda y con tecnologías algo similares a las de los revoques. Continuamos ahora con revestimientos "adheridos", colocados por vía húmeda, pero compuestos por "piezas" de distintos materiales, formas y tamaños.

Conviene recordar aquí lo que dijimos en el capítulo 4 ("Uso de los materiales y elementos de construcción"). Cuando se usan piezas de formas regulares hay que cuidar la alineación de las juntas -horizontales y verticales- de manera que el material se "lea" como revestimiento y no como elemento estructural. Las piezas trabadas son propias de la mampostería, sobre todo cuando se usan materiales corrientes en ese tipo de obra.

Para decidir la forma de las piezas y la tecnología de aplicación hay que tener en cuenta la estructura, homogénea o heterogénea, propia del material.

► **pedras naturales y artificiales:** comprenden las lajas, las piedras duras en general, cantos rodados ("piedra bola") enteros o en mitades, etc., se colocan con formas irregulares, adecuando las formas y los tamaños de las piezas para concertarlas entre sí, respetando las recomendaciones establecidas en el capítulo "Mampostería".

Los mármoles y granitos y las piedras artificiales (imitaciones del mármol natural, el más simple de los cuales es el mosaico granítico y otros con mejor terminación obtenidos con pastas especiales o bien por reproducción fotomecánica de los mármoles naturales). El material puede aplicarse sobre placas de fibrocemento con lo que se obtienen placas livianas muy resistentes a los impactos, (que pueden lavarse inclusive con ácidos, son incombustibles y de colocación fácil y rápida) se colocan en planchas de pequeño espesor (1 a 4 cm, según tamaño de la pieza), de formas regulares, en donde es importante respetar la alineación de las juntas, para resaltar la función de revestimiento que cumple el material.

Las planchas se colocan de abajo hacia arriba, para lo cual se fijan en la posición deseada, apuntalándolas y obturando las juntas con mortero de yeso en su cara exterior. Una vez que las piezas están en la posición deseada se vierte el mortero de cemento-arena (1:3) entre la plancha y el muro, con espesor de entre 1 y 3 cm, según el tamaño de las piezas. Para favorecer la adherencia de las planchas al muro es conveniente que el paramento de éste sea rugoso, firme y esté limpio de polvo y manchas de aceite. El muro debe estar suficientemente mojado para no absorber el agua del mortero que éste necesita para el fragüe. Se puede mejorar la situación colocando "pelos" de alambre pegados con resinas sintéticas a la cara oculta de la chapa, siempre que

se asegure que la humedad ambiente o del agua de lluvia no oxidará los alambres, ya que en ese caso aumentan de volumen y provocan el desprendimiento de las chapas. Una vez fraguadas las chapas inferiores se sigue cubriendo la superficie, siempre de abajo hacia arriba, en la forma ya indicada.

Las esquinas y aristas requieren un tratamiento especial. Cuando están muy expuestas a los impactos es conveniente, aunque afecta negativamente la calidad de la terminación, colocar "guardacantos" como indicamos en "Revoques". Es preferible adoptar otras soluciones: aristas redondeadas, ángulos entrantes, resolver los ángulos salientes con más de una arista, etc.

► **ladrillos y baldosas** comunes de diversas formas y tamaños, colocados enteros o en mitades, también pueden usarse para revestir paredes u otros elementos como columnas y resaltos, arcos, jambas y mochetas, dinteles y antepechos, etc. Las terminaciones, cuando se usan estos materiales, resultan relativamente rústicas. Para terminaciones más cuidadas deben usarse los ladrillos llamados cerámicos o prensados. En cada caso el proyectista debe decidir el tipo de material a usar, de acuerdo al efecto que desee provocar.

Como el material actúa como revestimiento, no estructural, es posible colocarlo sin traba para obtener superficies texturadas, formar figuras, tramas; puede usarse para revestir totalmente la superficie, los elementos estructurales, etc.

Para la colocación se emplean pegamentos o mortero de cemento-arena (1:3) y para favorecer la adherencia es conveniente pintar la superficie de contacto con lechada de cemento y mojar las piezas para que no absorban el agua de fragüe del mortero.

► **cerámicos**, de diversos tamaños y formas, con dimensiones precisas, que permiten terminaciones de calidad.

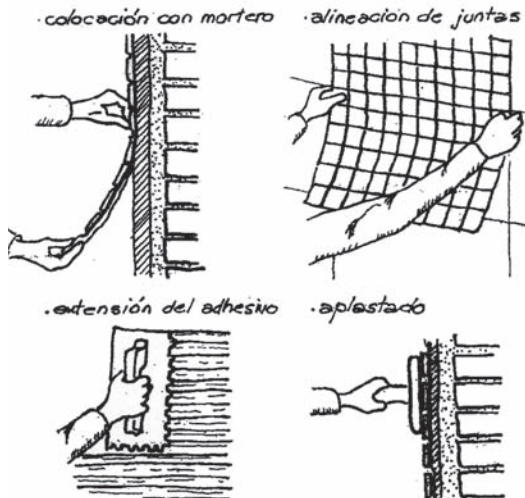
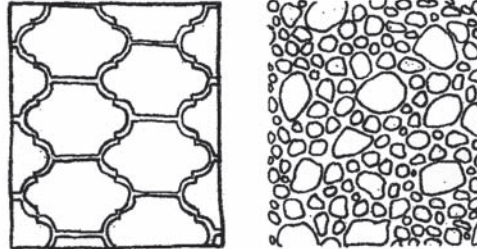
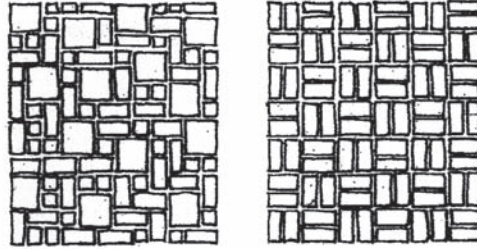
Las piezas deben presentar superficies planas perfectamente terminadas, sin alabeos, manchas, rayaduras, grietas o cualquier otro defecto, de color uniforme y aristas rectas.

El material se usa para revestir paramentos, columnas o resaltos. Los ángulos salientes -esquinas y aristas- conviene protegerlos con ángulos de acero de alrededor de 3/4" (19 mm), con ángulo entrante. De esta manera se protegen las aristas de las piezas, se absorben los impactos y se tapa el borde de las piezas que de otra manera quedaran a la vista con terminación superficial distinta a la cara vista.

La colocación es similar a la indicada para los ladrillos y baldosas. Puede usarse mortero de cemento-cal aérea-arena mediana (1: 1: 4) o pegamento.

Las juntas se toman con porcelanina, cemento blanco o coloreado, respondiendo al cerámico que use para el revestimiento. Las juntas de ancho adecuado (de 1 a 2 mm) deben estar limpias de polvo y libres del mortero de asiento de las piezas y se debe retirar el material sobrante antes que fragüe, con un trapo que no destiña o arpillera secos. Un tipo especial de revestimiento lo constituye "**porcemic**", de porcelana esmaltada, fabricado con cuarzo, caolín, arcillas y pigmentos colorantes que se hornean a 1260°C, con piezas de diversas formas irregulares o regulares, de 5,5 a 9 mm de espesor, que permiten combinarse entre sí y se entrega listo para colocar, en paños

► Porcelmic



► Pentagrés

de aproximadamente 33 x 33 cm con las piezas encoladas sobre malla de tela resistente para facilitar la colocación.

► **Pentagrés:** se debe colocar sobre revoque grueso reforzado, aplicando una mezcla de 1 parte de cemento y 1 de cal, con agregado de plastificante que se entrega con el material. La mezcla se aplica sobre la pared bien mojada, con cuchara y se extiende con espátula dentada con espesor uniforme de 3 a 4 mm. Sobre la mezcla se coloca el material SIN MOJAR y se toman las juntas con cemento blanco o coloreado. El "pentagrés" usado para "Pisos" puede emplearse para revestir paredes. La mezcla de arcilla, caolín, feldespato y cuarzo, se muele y se prensa para formar las piezas.

El frente de las piezas, de 5 x 5 cm, se recubre con esmalte de alta resistencia mecánica y química y por monococción a 1.150 °C se obtiene un material que las normas definen como gres. Se fabrica en diversos tipos y se entregan para la colocación ensambladas en tirillas de papel, adheridas por el dorso, formando planchas de 31 x 52 cm, con juntas entre pastillas de 2 mm. De esta manera se facilita la colocación y se consigue uniformidad en las juntas.

La colocación puede hacerse con mortero de cemento-cal-arena mediana (1:1/2:3), extendido sobre revoque grueso sin terminar de fraguar o bien mojado si está totalmente fraguado, en capa fina de 4 a 5 mm o con pegamento ("Kerfix", "Klaukol", etc.), aplicado primero con llana lisa y después dentada, texturando la superficie en sentido horizontal y vertical.

En el primer caso se coloca la plancha horizontal, con la cara vitrificada hacia abajo y se aplica en el dorso una capa de mortero 1:1 (cemento marmolina o arena fina zarandeada), de 2 a 3 mm. Cuando se usa pegamento tanto la pared como las planchas de "pentagrés" deben estar secas.

Sobre estas mezclas de asiento se aplican las planchas cuidando que las tirillas de papel queden verticales (o usando líneas horizontales y verticales de referencia), golpeando uniformemente el paño con una tabla o fratacho revestido de goma.

Las juntas se toman con mortero 1:1 (cemento blanco o coloreado - marmolina), limpiando la superficie como habíamos indicado en "cerámicos".

Las planchas de "porcemic" y "pentagrés" se colocan de arriba hacia abajo para que queden "suspendidas" (que no se apoyen).

Las "**mayólicas**", piezas cerámicas de base blanca, esmaltadas, planas, de un solo color o decoradas en variados motivos, de 15 x 20 cm, se colocan sobre fondos como los indicados anteriormente, con mortero de cemento-cal-arena, con las mayólicas sumergidas en agua durante pocos minutos o con las mayólicas y el fondo seco cuando se usa pegamento. Para nivelarlas se debe usar cucharín con mango de madera (sin remache metálico en el extremo, que deteriora el esmalte). La superficie terminada se limpia con trapos o papeles limpios (sin cal ni cemento) y se mantienen utilizando agua limpia con jabón común o detergente no alcalino.

Los "**azulejos**", de gres vidriado esmaltado por segunda cochura en una cara, son higiénicos, fáciles de limpiar, impermeables al agua, insensibles a la luz, de color inalterable, pero no resisten bien a los ácidos y las heladas. De formas rectangulares y sobre todo cuadrada, generalmente de 15 x 15 cm, se fabrican con cantos vivos o redondeados, con piezas especiales para terminación de rincones, bordes, zócalos y alféizares. Se colocan, igual que las mayólicas, con mortero de cemento-cal-arena o pegamento.

Para la colocación de cerámicos, mayólicas y azulejos es conveniente preparar plano al efecto (esc. 1: 20), donde se ubiquen con precisión las cajas de luz, rejillas, marcos de aberturas, etc. para disminuir al máximo los cortes.

Es conveniente, sobre todo en locales sanitarios, proceder como sigue:

1. En el momento de colocar las cañerías de provisión de agua fría y caliente y los respectivos desagües de los artefactos tener en cuenta el "módulo" del revestimiento previsto en el proyecto (el eje de los artefactos conviene que coincida con una junta o el centro de las piezas).
2. Cuando la longitud del paño a revestir no permite la colocación de piezas enteras es conveniente que "los cortes" se ubiquen en los lugares menos visibles.
3. Una vez preparada la pared para recibir el revestimiento, colocar una regla, en todo el perímetro del local, a la altura que corresponde al borde inferior de la SEGUNDA HILADA del revestimiento (la primera hilada o el zócalo, en su caso, se coloca cuando se termina el revestimiento, antes o después de colocado el piso).
4. Sobre la regla se "presenta", sin adherirla a la pared, la hilada de piezas que permiten ajustar el espesor de las juntas para reducir al mínimo los cortes (o eliminarlos si es posible).
5. Una vez fijado el espesor de las juntas, se adhieren las piezas de la hilada, y con el mismo espesor de junta se coloca también UNA HILADA VERTICAL, con lo que se definen las alturas que permiten ajustar la ubicación y aún las dimensiones de los elementos pendientes de colocación (cajas de luz, marcos, rejillas, etc.).
6. Para mantener la uniformidad en el espesor de las juntas suele usarse hilo de albañil de diámetro adecuado, astillas o trozos de madera, etc.
7. La colocación del resto del revestimiento se hace de abajo hacia arriba, con mortero o pegamento. Cuando se usa mortero, éste se coloca sobre la pieza (no sobre el paramento), en cantidad suficiente para que cubra toda la superficie de la pieza pero que no llene la junta. Golpeando con el cabo de la cuchara y con la ayuda de la plomada y la regla se fija la posición de cada pieza. Es conveniente colocar **todas** las piezas del paramento y después, antes de rellenar las juntas, **retirar** las que sean necesarias para colocar los accesorios (jaboneras, portarrollos, perchas, etc.)
8. Finalmente se coloca la PRIMER HILADA o el zócalo previsto en el proyecto, con lo que se completa la colocación de las piezas del revestimiento.
9. Terminada la operación anterior se empastinan las juntas con cemento blanco o coloreado, según el caso, y se limpia la superficie como habíamos indicado.

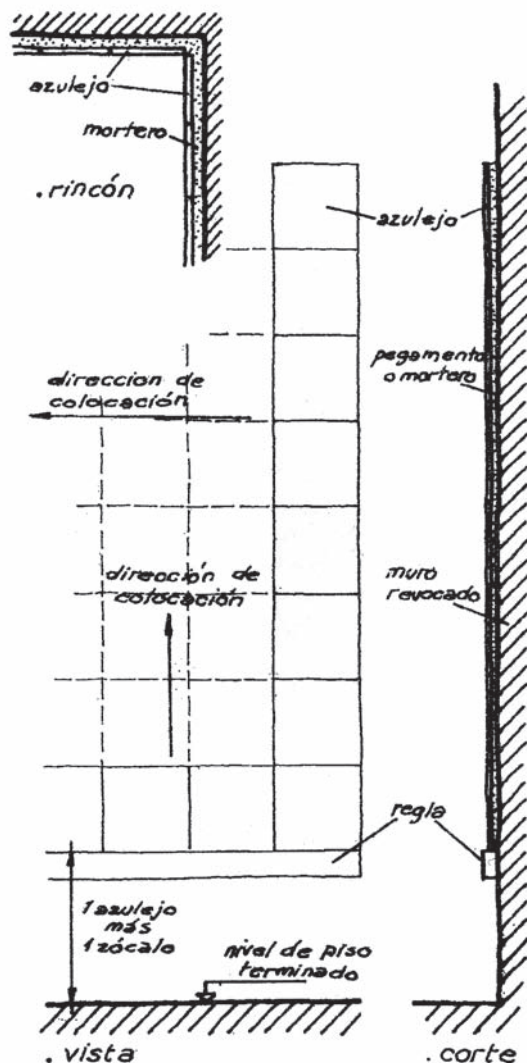
Las "**opalinas**" son de vidrio coloreado en pasta en todo su espesor, con su cara externa resistente al rayado o deterioro por rozamiento. Son inatacables por las materias grasas, las bases y los ácidos (salvo el fluorídrico) y bien unidas al muro resisten bien los impactos. La cara posterior se termina estriada para facilitar la fijación a la pared. Las piezas pequeñas se colocan con mortero de cemento-cal-arena (1:1: 4). Las placas de mayores dimensiones deben colocarse con masillas especiales, adhesivos u otro recurso técnico (ganchos, tornillos, etc.).

Pueden terminarse con la cara vista esmerilada o sin pulir (antideslizante) para piscinas y pavimentos.

Se fabrican de formas cuadradas y rectangulares con dimensiones de 7,5 a 30 cm de lado y espesores entre 4 y 10 mm. No se fabrican piezas especiales y los bordes se pueden redondear por esmerilado.

El "**mosaico veneciano**", de material vitreo similar a las opalinas, de distintos colores, en piezas de 2 x 2 cm. Se puede colocar sobre revoque grueso de cemento-cal hidráulica-arena

▸ Colocación de azulejos

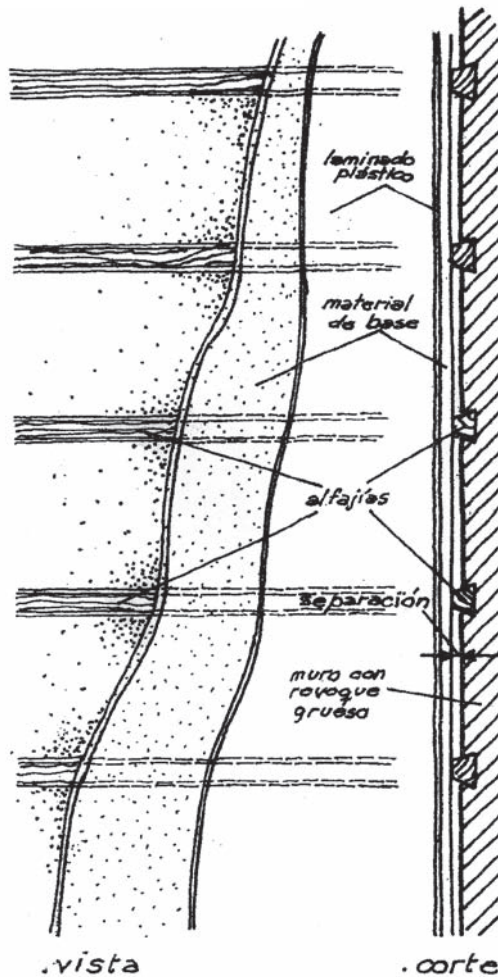


(1:1:5), sobre el cual se aplica el mortero de asiento de cemento-cal aérea-arena (1:1: 4), fratasado y aplomado.

La plancha se empastina cuidando que el material penetre bien entre las pastillas, se coloca sobre el fratas de madera y se aplica cuando el mortero de asiento comienza a "tirar", golpeando suavemente hasta que las pastillas asienten bien sobre el mortero de asiento; se moja el paño con brocha, se estira el papel, se corrigen las pastillas mal ubicadas y se empastina la superficie con pastina chirle y con secador de goma, se retira el excedente y se limpia con aserrín el agua.

Tres días después de colocado el material se aplica con brocha una dilución de ácido muriático en agua (1: 5) y se lava con agua abundante todo el revestimiento.

▸ Laminados



Los "**papeles**" pintados para revestir paredes constituyen uno de los materiales más antiguos destinados a tal fin, producidos originariamente en forma artesanal. Existen diversos tipos de categorías, que en realidad son más bien variantes: normal, afelpado, gofrado y lavable. Dentro de cada tipo existen además diversidad de colores y formas de elaboración; el "normal" estampado con dibujos o decorados o manchas, sobre distintos fondos. El "afelpado", con superficie rugosa imita bastante bien algunos revoques rústicos, en varios colores de uniformidad asegurada.

Donde existe mayor variedad es en el "gofrado", con relieve y al mismo tiempo estampado, con tramas diversas con o sin agregado de color, incluso metálicos.

El "lavable" en realidad es una calidad especial de los anteriores, que se consigue mejorando la calidad del papel para permitir el lavado más frecuente.

Se fabrican en rollos de 0,60 a 1,00 m de ancho, con diseños que permiten, con una colocación prolija, combinar los dibujos de los bordes para obtener un diseño continuo.

Las colas (u otro adhesivo) se aplican sobre el reverso del papel, sobre una superficie horizontal, en tiras que cubren la altura del muro con una sola pieza, sin cortes y se colocan, de arriba hacia abajo, sobre fondo firme, seco y limpio, estirando el papel, eliminando las arrugas y ampollas de aire.

Algunos materiales se usan indistintamente adheridos directamente a la base de soporte, independiente de ella, o mediante una "estructura" intermedia que es la que se une al soporte.

Tal el caso del **laminado plástico** ("fórmica"), constituido por capas de material fibroso (papel Kraft) impregnadas con resina fenol-formaldehído, consolidadas a alta temperatura y presión, con un producto final duro, de alta resistencia mecánica y superficie atractiva. El papel de la cara superficial es de alfa celulosa, con colores lisos o con fantasías, permite obtener una gran variedad de efectos decorativos. Impregnado en resina de melamina-formaldehído, brinda una superficie sumamente resistente a la abrasión, al impacto y al ataque de álcalis y ácidos débiles, disolventes, gran variedad de reactivos químicos y elementos de uso corriente, sobre todo en la vivienda.

Se fabrican en láminas de 1 mm de espesor y standar de 1,4 mm; anchos de 0,80 a 1,22 m y largos de 1,20 a 3,02 m, con diversas texturas superficiales: brillantes, semi-mate, graneadas, con imitación cuero y madera y especiales para pizarrón y laboratorios.

Las láminas deben pegarse a un material de base (madera natural, terciada, aglomerada, fibrocemento, etc.), sobre superficie limpia y de terminación prolija, usando adhesivos sintéticos flexibles, semirrígidos o rígidos. Es conveniente ejecutar contrachapado del material de base, con material económico, para asegurar el balance de las superficies y evitar el alabeo. La misma industria fabrica adhesivo de contacto; cemento a base de goma sintética, neofreno y una resina sintética, vehiculizados en una mezcla de disolventes alifáticos, aromáticos y una cetona; que endurece a temperatura ambiente, proceso que puede acelerarse mediante calor. Es un líquido viscoso, de color amarillo verdoso. Este adhesivo puede usarse también para pegar madera, en sus distintos tipos; cartón; metales; plásticos; cuero; láminas de goma; etc.

En el proceso de pegado se siguen las siguientes etapas: 1) se aplica una capa fina, uniforme, sobre ambas superficies a pegar, con espátula dentada o rodillo; 2) se dejan secar las superficies (hasta que un trozo de papel Kraft se adhiere sin humedecerse); 3) se pegan las superficies, con cuidado porque no se pueden mover de su posición original; 4) se ejerce presión, desde el centro de la superficie hacia los bordes, mediante rodillo en forma manual o por prensa. Los restos de adhesivos se limpian con facilidad con diluyente para cemento de contacto.

El acabado "pizarrón" superficial se logra mediante procesos especiales, con lo que se obtiene alta resistencia a la abrasión, que facilita el desgaste de la tiza, no permite la reflexión de la luz y facilita la lectura. La superficie se puede escribir también con lápiz, bolígrafo, marcador de fibra, papel, etc.; con borrado fácil sin dejar rastros. Se fabrican con dimensiones de 0,80 x 1,20 m a 1,22 x 3,06 m.

El acabado "laboratorio", tiene alta resistencia mecánica y al ataque de álcalis, ácidos, disolventes y gran variedad de reactivos químicos; con excelente comportamiento para revestir mesas, frentes y laterales de laboratorio, gabinetes de ensayos, etc. Se fabrica de 1,22 x 3,66 m.

Las láminas de linóleo, corcho y cuero; las láminas o placas delgadas de aglomerados ("chapadur", "corlok", etc.) y la madera (natural, terciada, enchapada, etc.); se colocan en forma similar, usando los mismos adhesivos indicados más arriba.

REVESTIMIENTOS "INDEPENDIENTES"

Los revestimientos "independientes" se colocan, como habíamos dicho, en general "en seco". Esta característica permite ejecutar los trabajos como terminación de obra y también su colocación, sin mayores dificultades en obras existentes.

La **madera** puede colocarse sobre bastidor de madera o tirantes. Los tirantes pueden embutirse en el espesor del revoque, sobresaliendo del mismo, o colocarse sobre tacos de madera colocados en el revoque o directamente en el muro.

Es un material de uso muy antiguo, sobre todo en lugares donde se dispone de la misma en abundancia. El uso de la madera natural o trabajada con herramientas de uso manual se ha sustituido por madera trabajada mecánicamente que permite aprovechar al máximo el material. De esta manera es posible bajar los costos relativos y extender el uso a zonas donde la madera es escasa.

Las tablas pueden colocarse en sentido vertical y horizontal. En el primer caso hay que tratar que cada tabla, en la medida de lo posible, alcance la altura total del revestimiento, sin empalmes. De esta forma es posible revestir cualquier longitud de muro sin ninguna dificultad.

Cuando se colocan tablas **horizontales** casi siempre es imprescindible empalmarlas. En el punto de empalme es necesario contar siempre con un tirante que permita clavar (o atornillar) los extremos de las tablas. La separación entre tarugos, depende de la sección de los tirantes y la de éstos varía entre 0,60 y 0,80 m y depende del espesor de las tablas y la forma de colocación de las mismas.

Los tarugos, de forma trapezoidal, de alrededor de 2" x 2" (5,0 x 5,0 cm) pueden embeberse en alquitrán y colocarse a ras del paramento del muro (o del revoque grueso o fino, en su caso). La separación depende de la sección del tirante. Para tirantes de 1 1/2" x 2" (3,7 x 5,0 cm) pueden colocarse entre 0,80 y 1,00 m.

Pueden suprimirse los tarugos, embutiendo directamente los tirantes trapezoidales de 2" x 2" (5,0 x 5,0 cm), embebidos en alquitrán, de manera que sobresalgan por lo menos 2 cm del paramento y formar una cámara de aire entre este último y la madera una vez colocada.

Para colocar las tablas **verticales** (tirantes horizontales) se debe colocar un tirante entre 10 y 15 cm por sobre el nivel del zócalo terminado y otro a la misma separación del cielorraso y los restantes dividiendo la separación en parte iguales, de entre 0,60 y 0,80 m.

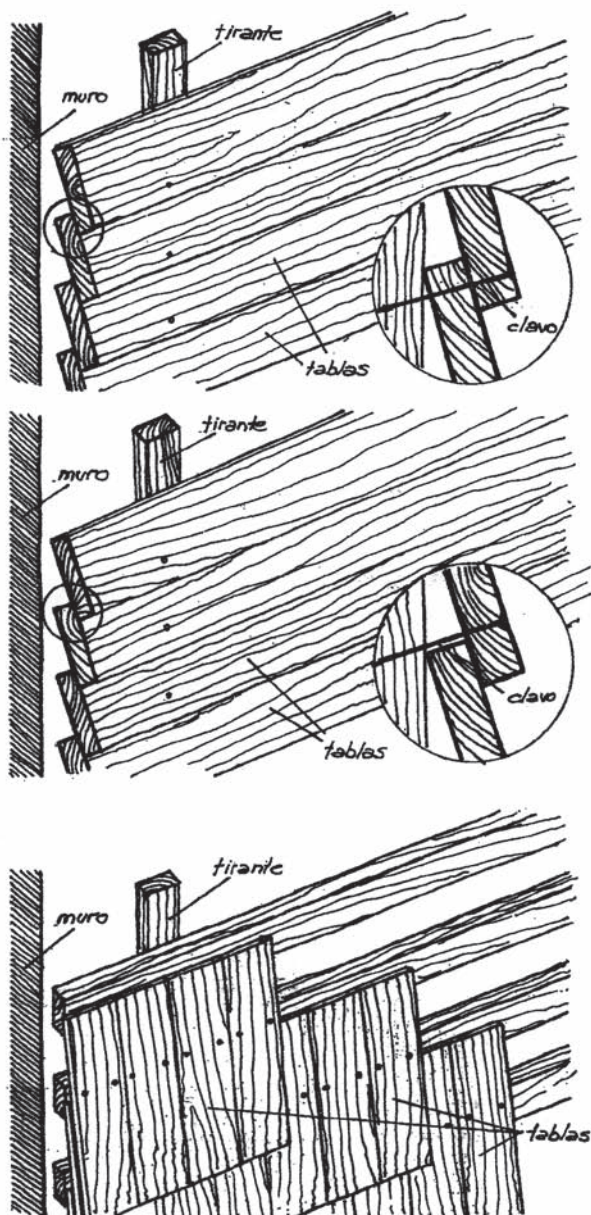
Para tablas horizontales (tirantes verticales) se procede en forma similar. En los dos casos son necesarios tirantes en los extremos del paramento y alrededor de las aberturas.

Las tablas pueden colocarse a tope (con o sin cubrejuntas) machimbradas o con lengüeta intermedia de madera de otro color u otro material distinto ("chapadur", "corlok", etc.); con diversos perfiles; tanto en horizontal como vertical. Las tablas horizontales puede colocarse también con solape, con clavos o tornillos a la vista u ocultos por las propias tablas. En cada tabla debe colocarse un solo clavo para permitir que las tablas se puedan mover libremente.

Habitualmente se usan tablas de anchos entre 6 y 12 cm y espesores de alrededor de 1" (2,5 cm); de madera de diversas calidades, con distinta terminación superficial, impregnadas con sustancias que la protejan del fuego, la humedad, los insectos, etc.; al natural, enceradas, barnizadas, etc.

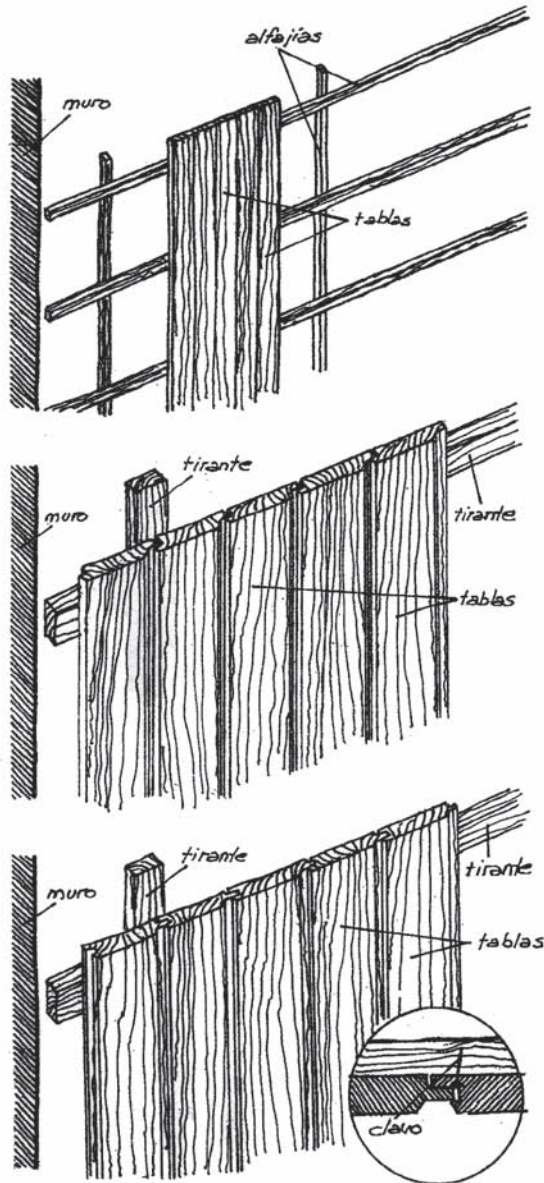
Para aprovechar al máximo el material disponible pueden combinarse tablas horizontales y verticales, formando "tableros" o "paños", colocados sobre bastidores o entramado de tirantes.

» Madera



La madera "terciada" encolada sobre bastidores, "enchapada" sobre tableros de madera o paneles aglomerados y los "paneles aglomerados" pueden colocarse de manera similar a la indicada para las tablas, pero en este caso los elementos de fijación –clavos o tornillos– en general quedan a la vista; salvo que se usen clavos sin cabeza o se entaruguen los tornillos. Una buena terminación se consigue colocando tornillos con arandela "cubeta", cuidando la distribución de los mismos.

• Madera



Excepcionalmente los paneles aglomerados ("linex", "tablex", "panelco", etc.) y las placas delgadas pueden pegarse con adhesivos sobre tableros, bastidores o entramado de tirantes, de manera similar a la indicada para los revestimientos adheridos.

Tanto la madera natural como las trabajadas son especialmente indicadas para revestimientos interiores, aunque también puede usarse al exterior; pero en este caso necesitan de tratamientos especiales y mantenimiento adecuado para su conservación, sobre todo para evitar los efectos de la lluvia y los rayos solares.

Especialmente indicadas para uso al exterior son las placas onduladas y planas de **fibrocemento**, a base de fibras de amianto de alta resistencia a la tracción y aglomerantes de cemento; de color natural, gris claro o masa coloreada o superficie pintada. Este material inorgánico, es resistente a los agentes atmosféricos, imputrescible, incombustible e inalterable por muchos agentes químicos.

Las placas "planas" pueden colocarse sobre enlistonado de madera, armazón metálico o como encofrado perdido.

En el primer caso, las placas se fijan directamente sobre el enlistonado con tornillos o con clavos especiales inoxidables, o con perfiles aprisionadores que hacen de cubrejuntas.

Para placas de gran tamaño se pueden usar guías metálicas que apoyan sobre soportes volados que permiten ajustar medidas de acuerdo a las necesidades del caso y regular la separación entre el paramento y la chapa.

En paredes de hormigón se pueden usar las placas, unidas a materiales aislantes térmicos como encofrado perdido, con lo cual se consigue la superficie de terminación de fibrocemento. Las placas deben unirse al armazón de la estructura.

Las chapas de pequeñas dimensiones y espesor menor de 6 mm se colocan con solape por dos lados o como revestimiento de pizarras, con solape horizontal y vertical, de 3 a 4 cm. Para revestimiento con chapas horizontales es suficiente solape de 3,5 cm. Las chapas de más de 6 mm de espesor se colocan a tope, con juntas abiertas, enmasilladas o con listones de madera o perfiles metálicos tapajuntas. Para absorber las diferencias en la medidas de las chapas las juntas se hacen de 10 mm de ancho.

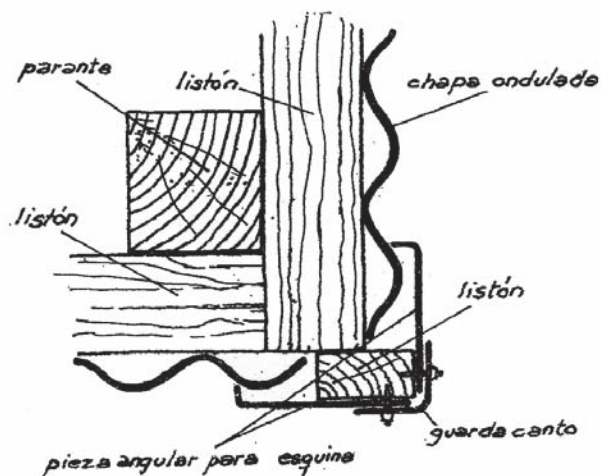
Las placas "onduladas", aunque sean del mismo espesor, tienen mayor capacidad de carga con lo que se facilita la colocación, sobre estructuras de apoyo más simples. Por su conformación crean naturalmente una cámara de aire que favorece la aislación térmica. Se colocan sobre listones de madera o perfiles metálicos que se fijan a las paredes o el entramado de la estructura, de manera similar a la indicada en "Cubierta de Techos". Resulta fundamental asegurar la horizontalidad y verticalidad de los elementos de soporte porque los defectos resaltan a primera vista.

La distancia entre los elementos de apoyo depende del largo de las chapas y del solape previsto (alrededor de 10 cm). El solape lateral es de 1/2 onda, lo mismo que en las cubiertas. Para ajustar el recubrimiento al ancho del paramento se corta una sola chapa.

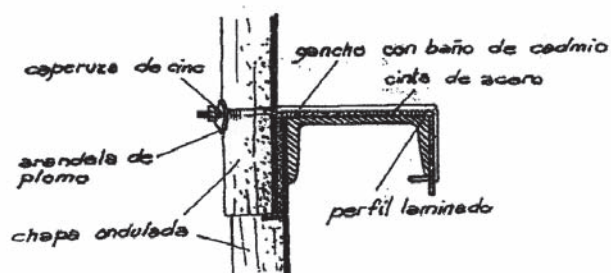
Las piezas de sujeción a la estructura son las mismas que se usan en las cubiertas y se deben tomar las mismas precauciones para evitar que el agua se introduzca en los puntos de apoyo (arandelas de plomo o neopreno).

Las chapas **metálicas** permiten revestir con facilidad grandes superficies, principalmente en construcciones industriales. Deben tener la superficie tratada de manera de evitar la oxidación. La chapa de poco espesor tiene escasa resistencia a la flexión y la torsión por lo que se usan con superficie conformada (trapezoidal, sinusoidal, con nervios, etc.) con los bordes reforzados o doblados o como revestimiento de núcleos aislantes térmicos rígidos. Deben colocarse con suficiente separación del paramento para permitir la aereación y evaporación del agua de condensación que se acumula en la superficie de la chapa. Al mismo tiempo, hay que cuidar la corrosión electrolítica que se produce cuando entran en contacto dos metales diferentes, para lo cual

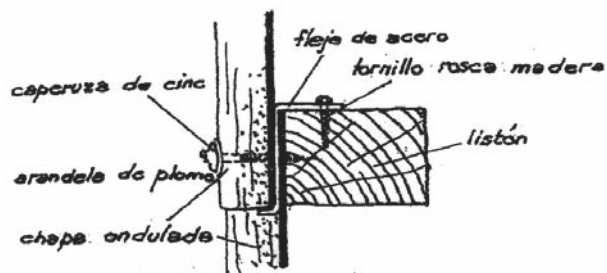
• Fibrocemento



• planta de esquina

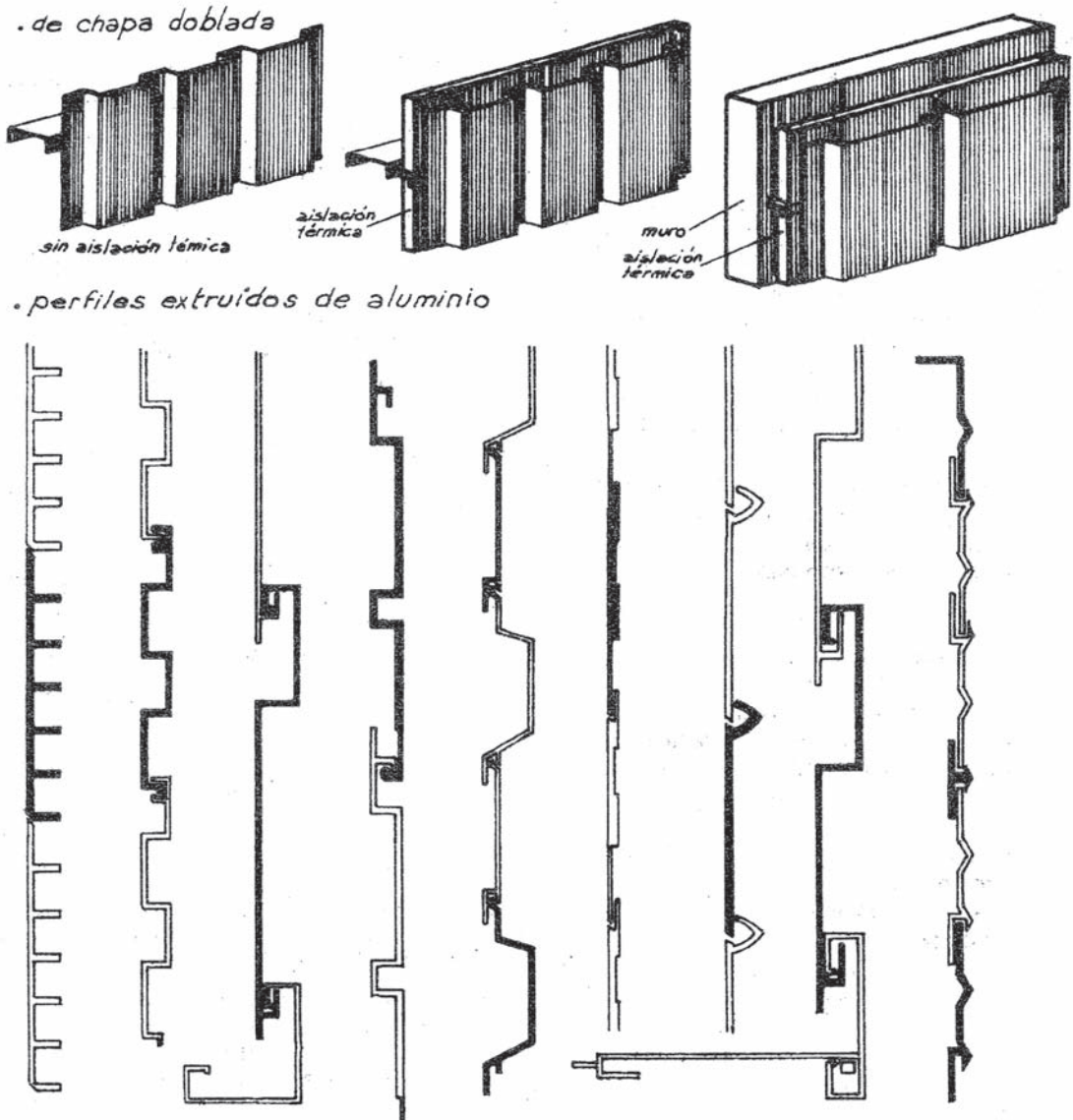


• sobre perfil metálico



• sobre listón de madera

• Metálicos



los elementos de anclaje deben revestirse del mismo material de la chapa o ser de un material resistente a la corrosión.

A las chapas de acero, de chapa enlozada, de acero galvanizado, de aluminio, etc.; en sus distintos tipos y formas se agrega el uso de **perfiles de aluminio** extraídos, con diseños decorativos para revestimiento de superficie o cerramientos de vanos, de colores permanentes y tonalidades cambiantes según la dirección de los rayos solares incidentes, obtenidos mediante proceso

especial de anodizado. La forma de fijación varía según el modelo del perfil. Pueden colocarse con tornillos autorroscantes a la vista u ocultos por el paño siguiente; desde el exterior.

Los perfiles pueden colocarse en posición vertical u horizontal. En el último caso hay que evitar la entrada del agua, por la posición del perfil o aplicando selladores o burletes durante el montaje. En caso de duda es conveniente impermeabilizar la superficie antes de colocar los perfiles.

Los **tableros de yeso** ("durlock") se fabrican en anchos de 1,00 a 1,20 y 1,30 m, 1,5 cm de espesor y largos variables de hasta 5,00 m. Los bordes longitudinales de la pieza tienen una depresión de 3,5 cm de ancho para alojar la masilla y cinta de papel en que terminan las juntas.

Se colocan sobre: **a)** clavaderos de madera de 1" x 2" (2,5 x 5,0 cm); **b)** perfiles metálicos antisonoros, cada 0,40 m con tornillos cabeza Phillips; **c)** tiras de masilla adhesiva (la misma que se usa para unir la placas) cada 0,20 m o fajas de 10 cm de ancho de las misma placa cada 0,40 m, clavados y adheridos con la misma masilla.

Para cortar los tableros se corta el papel de revestimiento y se quiebra (a mano) la placa, refilando el canto.

Para terminar la superficie se masillan las juntas en toda la longitud, colocando sobre la misma una cinta de papel especial de 5 cm de ancho y finalmente se termina con una mano de masilla, alisada con espátula. Por último se masillan las depresiones sueltas, que se han producido durante la colocación.

Además de los materiales indicados más arriba, SE PUEDEN USAR TODOS LOS MATERIALES INDICADOS en "Tabiques Livianos" y "Cielorrasos", aplicando la tecnología indicada en aquella oportunidad y tomando las precauciones que aseguren la protección de los diversos materiales y un comportamiento adecuado.

ELECCIÓN DEL MATERIAL

Para definir el material a colocar en cada caso es conveniente tener en cuenta lo expresado en el capítulo "Uso de los Materiales y Elementos de Construcción" y lo indicado en el presente.

FORMAS DE COLOCACIÓN

Resumiendo, para ejecutar los revestimientos se usan:

- elementos: con formas regulares e irregulares.
- juntas: a tope, separados, con otro material.
- vías:

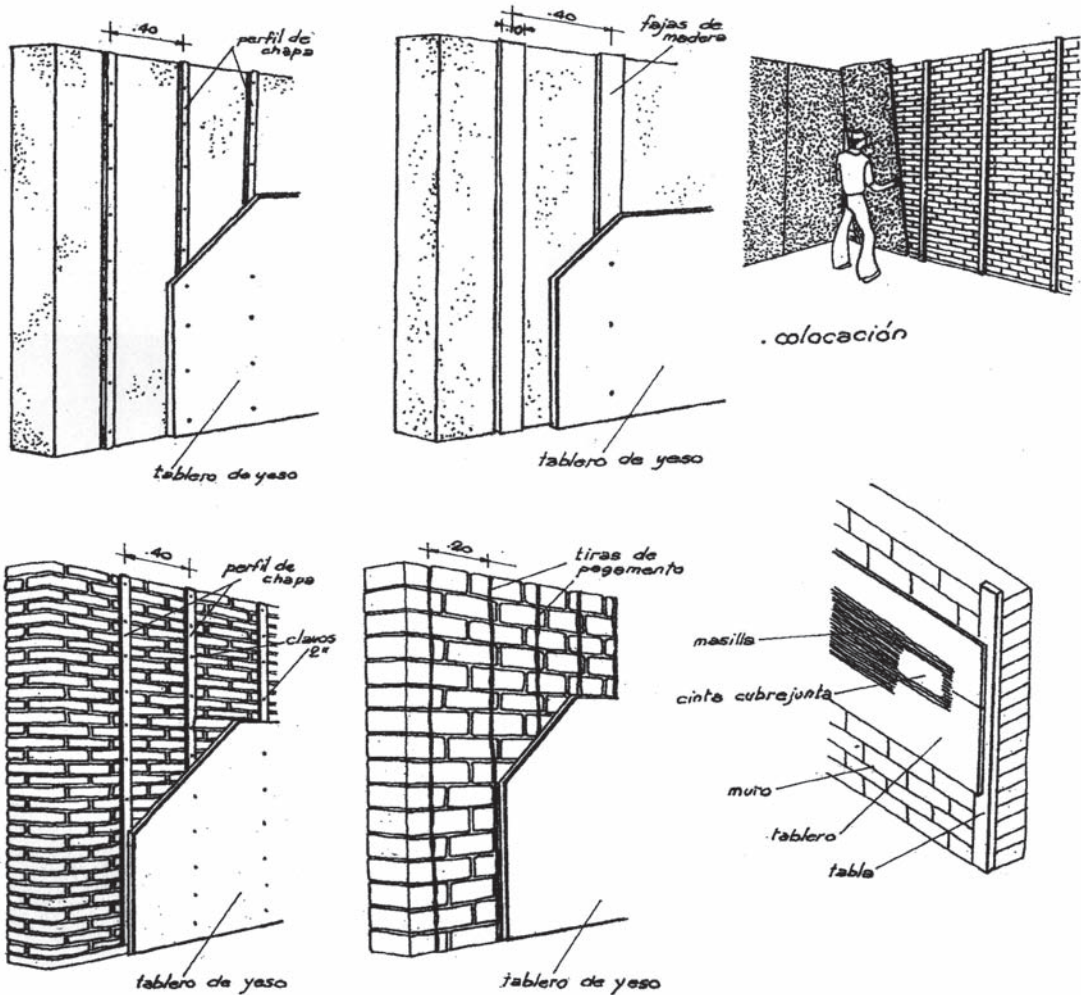
a. húmeda:

- similar a los revoques.
- con morteros.
- pegamentos.
- adhesivos.

b. en seco:

- atornillados, con rosca chapa o rosca madera.
- clavados, con puntas París o clavos sin cabeza.

► Tableros de yeso



- adheridos, con adhesivos de contacto o doble contacto.
- remachados.
- soldados, con soldadura autógena, eléctrica o de punto.
- atados, con alambres o barras de acero.
- engrapados.
- entarugados.

PRECAUCIONES

- En la medida de lo posible no usar materiales que sólo cumplan la función de revestimiento, usando para la construcción en sí los que puedan cumplir también esa función.

- ▶ Tener en cuenta lo expresado en "Uso de Materiales y Elementos de Construcción".
- ▶ La forma de colocación de los revestimientos debe "expresar" la función para que no sean "leídos" como estructurales. Las juntas encontradas (no trabadas) favorecen el efecto.
- ▶ La forma de uso de los materiales debe responder a la estructura propia del material. Los materiales homogéneos pueden adquirir cualquier forma.
- ▶ Cuando sea posible, siempre que no se modifique la "escala" de la obra es conveniente usar piezas grandes para disminuir el número de juntas.
- ▶ La calidad (y resistencia) del material debe compatibilizarse con el destino del edificio y con el comportamiento habitual de los usuarios del mismo. En los edificios públicos deben usarse los mejores materiales, por la dificultad que representa la reposición futura de los mismos.
- ▶ En los revestimientos exteriores analizar especialmente los agentes atmosféricos y su influencia: La humedad del ambiente y la lluvia deterioran los materiales que no reciben sol; los colores naturales y claros resisten mejor los rayos solares; los colores claros se deterioran menos por la acción del sol pero resisten menos la humedad; las superficies muy texturadas se ensucian fácilmente con el polvo que acarrea el viento y retienen más agua; las pinturas son atacadas por la lluvia y el sol y mucho más por la acción sucesiva de ambos; el sol rasante destaca las imperfecciones de la superficie y de frente dilata los materiales y puede provocar el desprendimiento de los adheridos.
- ▶ Las superficies inclinadas –casi verticales– retienen fácilmente el polvo del ambiente y con lluvias escasas se chorrean.
- ▶ Para la colocación de elementos regulares (cerámicos, mármoles, azulejos, mayólicas, etc.) es conveniente preparar plano al efecto (esc. 1:20) donde se indiquen con precisión –en lo posible en base al módulo del elemento a colocar– los marcos, rejillas, aberturas, cajas de instalación eléctrica, accesorios sanitarios, etc. a colocar. Cuando sea posible se pueden ajustar las dimensiones de estos elementos para colocar el material de revestimiento con el mínimo de cortes. Los artefactos sanitarios pueden centrarse con una junta o con el centro de la pieza; para lo cual hay que ajustar la colocación de los desagües en el momento oportuno. Se debe comenzar la colocación, con piezas enteras, en el extremo más visible. Otra posibilidad es comenzar desde el centro de la superficie hacia los extremos, haciéndolo coincidir con una junta o el centro de una pieza.
- ▶ Cuando se decide cambiar de revestimiento, durante el curso de la obra, hay que tener en cuenta lo expresado.
- ▶ Las uniones entre los paños de revoques conviene que se hagan coincidir con aristas de la superficie (rincones, esquinas, ángulos entrantes, etc.).
- ▶ En las partes salientes y aristas expuestas conviene colocar elementos protectores hasta la altura mínima de 1,50 m, hasta los dinteles o mejor aún de zócalo a cielorraso.
- ▶ En zona sísmica se deben tomar precauciones especiales con los materiales adheridos, sobre todo los que se exponen habitualmente a los rayos solares, porque pueden desprenderse en el momento de la ocurrencia del sismo.

- Se puede modificar "visualmente" las "dimensiones" de la superficie mediante la colocación de materiales con estructura interna estratificada o a través de las juntas entre piezas. Los elementos "verticales" aumentan la altura y los "horizontales" aumentan el largo.
- Es conveniente adquirir material para reponer en el momento de producirse modificaciones, ampliaciones, reparaciones, etc.; sobre todo de piezas artificiales pequeñas.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN

Los materiales han sido indicados en el texto.

Las herramientas y equipos son propios de cada especialidad.

Los revestimientos similares a los revoques son ejecutados por oficiales albañiles o por especialistas. Para el resto de los revestimientos es necesario recurrir a los especialistas para cada material o adquirir el mismo puesto en obra.

De todas maneras hay que respetar las instrucciones de la industria proveedora del material, en cuanto a oportunidad y forma de ejecución en cada una de las tareas y etapas.

Por lo expresado anteriormente y por tratarse de operaciones típicas de terminación de obra es necesario el control permanente del profesional responsable de la obra.

Circulaciones horizontales y verticales

Caminante son tus huellas
el camino y nada más
caminante no hay camino
se hace camino al andar
al andar se hace camino
y al volver la vista atrás
se ve la senda
que nunca se ha de volver a pisar
caminante no hay camino
si no estelas en el mar

Antonio Machado

Introducción

Identificamos como **circulaciones** a los espacios que vinculan dos sitios entre sí y permiten el desplazamiento de personas y elementos.

Los materiales y características de ejecución de las mismas deben responder a los requerimientos que plantea el uso previsto en cada caso.

En las **ciudades** se plantean problemas de circulación entre personas y vehículos, que se resuelven estableciendo zonas por donde pueden circular separadamente unos y otros. Tal el caso de la vereda y la calzada en las calles; las calles peatonales; los pasajes elevados y subterráneos, etc.

La decisión del proyectista de recurrir a las diversas posibilidades condicionan en muchos casos el diseño mismo de la ciudad y le dan características propias.

Las circulaciones en los espacios verdes y los destinados a actividades al aire libre requieren estudiar con detenimiento las posibilidades de desplazamiento de los usuarios y pareciera que la mejor forma de proceder es habilitar los espacios al uso y "a posteriori" materializar las circulaciones que espontáneamente han sido establecidas por los usuarios en sus desplazamientos habituales. Las circulaciones de los equipos y maquinarias destinados al mantenimiento de estos espacios coinciden en la mayoría de los casos con las anteriores y se usan en horarios diferentes por lo que no necesitan de un tratamiento especial.

Dentro del **predio** (propiedad) existen otras circulaciones –sin acceso público– que vinculan los distintos sectores o edificios, cuyos recorridos y características son más fáciles de establecer, en donde al mismo tiempo existe mayor variedad de diseños.

Dentro de los edificios las características de las circulaciones deben responder a las necesidades y condicionantes que determine el uso (destino) previsto.

Denominamos circulaciones horizontales a las que cumplen esa condición geométrica y también a las que tienen pendiente muy escasa (hasta 3% aproximadamente) tales como calles, veredas, etc. en el exterior de los edificios y pasillos, pasarelas, etc. en el interior de los mismos; y circulaciones verticales a las que salvan la diferencia de altura entre dos puntos ocupando pequeñas superficies, (escaleras, rampas, escalinatas, ascensores, montacargas, escaleras mecánicas, etc.).

Haremos referencia a las circulaciones interiores y a las que rodean a los edificios, dentro de las propiedades.

Finalmente, consideramos los conductos que forman parte de los edificios, destinados al transporte de pequeños elementos y fluidos de las instalaciones de servicios.

CONDICIONES DE LAS CIRCULACIONES EN EDIFICIOS

Las circulaciones en edificios deben ser **resistentes** al desgaste causado por el uso, en donde influyen la frecuencia de uso y la dureza de los materiales que apoyan sobre su superficie. Deben permitir un **desplazamiento seguro** sin posibilidad de resbalar, sobre todo cuando el piso está mojado, efecto que puede conseguirse disponiendo de una superficie texturada, siempre que al mismo tiempo pueda asegurarse una **limpieza fácil**, sobre todo en edificios destinados al tratamiento de la salud y manipulación de productos o sustancias alimenticias, en donde los trabajos de mantenimiento deben ser cuidadosos. Tanto estos trabajos como los de reparación o reposición no deben afectar el servicio por tiempo muy prolongado, situación que en muchos casos crea graves inconvenientes en el uso, por lo que este aspecto debe analizarse en el momento de decidir el material y obras de terminación (durante la etapa de diseño).

Las circulaciones, sobre todo donde se concentra gran cantidad de personas, deben ser fácilmente **identificables**, bien **iluminadas**, adecuadamente **calibradas** sobre todo para situaciones límite provocados por pánico (incendio, sismo, etc.).

Los **códigos** establecen en general las **condiciones** mínimas que deben reunir las circulaciones, en aspectos referidos a: ancho de puertas y medios de salida, número de salidas, distancia máxima de los locales a un medio de salida, anchos mínimos de escaleras, dimensiones de los escalones, características de las rampas, escaleras mecánicas, ascensores y montacargas, etc. a partir, en todos los casos, del número de usuarios del edificio.

El estudio de las circulaciones de personas y elementos constituye uno de los aspectos más complejos en el proceso de diseño. Distintos tamaños, diferentes velocidades, entrecruzamiento de direcciones de desplazamiento, diversos materiales, etc.; son variables a tener en cuenta en este análisis.

Para **dimensionar** las circulaciones se parte del número de personas (estimado) que harán uso de las instalaciones. Este número se determina asignando a cada ocupante del edificio la superficie (en m²) que necesita para desarrollar su actividad en condiciones normales. Este valor está establecido en los reglamentos y códigos de edificación. En algunos códigos se denomina

"factor de ocupación". La "superficie de piso" (a partir de la cual se realizan los cálculos) corresponde a la superficie total disponible menos la de las circulaciones.

La complejidad de la función del edificio se transforma en circulaciones complejas que si no son bien resueltas pueden afectar seriamente la eficiencia en el uso de los espacios.

Los procesos industriales recorren, en general, etapas imposibles de modificar desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado. Los locales comerciales, los establecimientos sanitarios, los conjuntos deportivos, las salas de espectáculos públicos, son ejemplos típicos de espacios en los cuales el desplazamiento de personas y elementos condiciona fuertemente la propuesta de diseño.

El presente y más aún el futuro nos asegura el uso de veredas y caminos que se deslizan, cintas transportadoras fijas y transportables, cadenas de fabricación robotizadas; robots que sustituyen el trabajo de los operarios, en donde los movimientos son precisos, controlados, programados y no se plantean conflictos entre las distintas circulaciones.

Una vez más, es responsabilidad del arquitecto establecer con precisión los requerimientos de cada proceso productivo y conocer las posibilidades de los elementos a su disposición, que le permitan ofrecer la más adecuada propuesta de diseño.

TIPO DE CIRCULACIONES

A. RAMPAS

Las **rampas** son superficies inclinadas que permiten la circulación de personas y vehículos, con superficies de pavimento texturadas para evitar el deslizamiento. La rugosidad del pavimento debe aumentar a medida que aumenta la pendiente de la rampa.

Los códigos de edificación establecen en general como pendientes máximas en rampas para uso de personas 12° y para vehículos 20°.

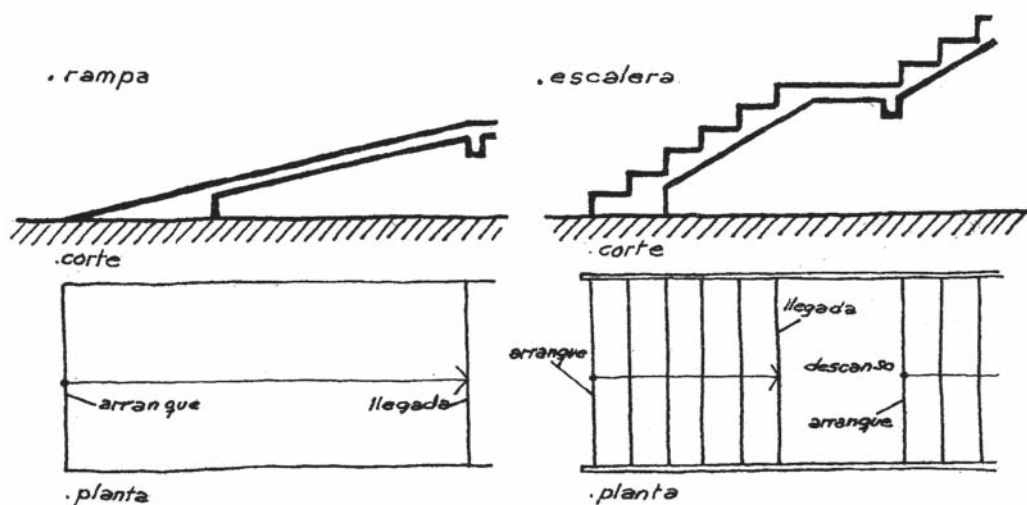
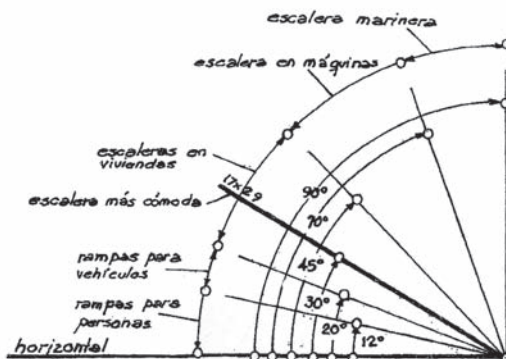
Sobre todo en edificios públicos es imprescindible incluir rampas para el uso de personas minusválidas y son aconsejables en edificios donde se concentra gran cantidad de público (estudios, salas de espectáculos, templos, etc.), aún acompañando (o complementando) las escaleras reglamentarias. En este último caso conviene interrumpir la superficie inclinada de la rampa con tramos de superficie horizontal (descansos) o cambiar de dirección –o las dos decisiones al mismo tiempo– para evitar las avalanchas en el momento de evacuación de los ocupantes del edificio.

Las rampas, lo mismo que las escaleras, deben contar con barandas laterales para brindar seguridad a los usuarios.

El ancho mínimo de rampas para uso de personas no debe ser inferior a 1.00 m y para vehículos de 2.50 m. En los estacionamientos de vehículos es conveniente acompañar a las rampas para vehículos con una escalera de servicio, de ancho mínimo de 0,60 m, para el acceso de las personas que conducen los vehículos. Las rampas de acceso a estacionamientos en subsuelo no deben llegar hasta línea de edificación. Deben estar precedidas por un tramo horizontal (descanso) de 6.00 m de largo mínimo, para que los vehículos puedan detenerse en el momento de la salida cuando circulan personas por la vereda municipal. En zonas lluviosas es conveniente que el descanso esté cubierto para proteger a los usuarios en el momento de llegada al edificio, mientras abren la puerta o portón del acceso al estacionamiento.

▸ Rampas y escaleras

rampas para personas: hasta 12°
 rampas para vehículos: hasta 20°
 escaleras para viviendas
 de 20° - 13 x 37 cm
 a 30° - 17 x 29 cm
 a 45° - 20 x 20 cm
 escaleras para máquinas
 a 45° - 20 x 20 cm
 a 70° - 30 x 8 cm
 escalera marinera
 hasta 90° - 30 cm altura máxima



En rampas para uso de personas se pueden usar los mismos materiales indicados para "Pisos" teniendo en cuenta la ubicación (interior o exterior); siempre que presenten superficie rugosa.

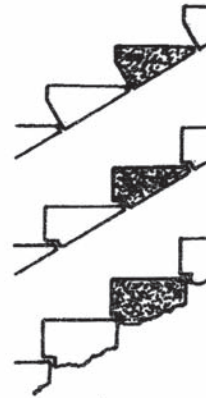
Las rampas para vehículos en general se ejecutan de hormigón -simple o armado según el caso- con estrías superficiales para facilitar la adherencia de los neumáticos.

B. ESCALINATAS

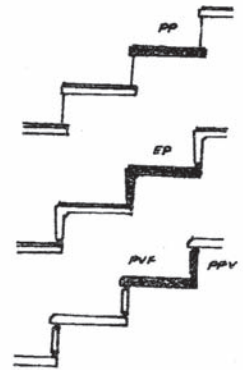
Reciben este nombre las escaleras de un solo tramo, colocados en el exterior de los edificios, frente al acceso, con escalones apoyados sobre el terreno natural o relleno.

Deben cumplir los requisitos que indicamos más adelante para las escaleras. Aparte de esto, hay que tener en cuenta que están expuestas a las acciones de los factores climáticos, a los que hay que dar respuesta. Las "huellas" de los escalones deben ser rugosas de manera que se

▸ Escalinatas



escalones
de piedra
martelinada



PP placa premoldada
EP escalón premoldado
PYF placa premoldada
afilada frontal
PPV placa premold.
vertical

pueda circular sin peligro cuando estén mojados, pero al mismo tiempo hay que evitar la acumulación del polvo que acarrea el viento. En climas fríos, cuando permanecen a la sombra existe además, el peligro de la escarcha. Hay que contemplar al mismo tiempo la acción de los rayos solares para prever las juntas de dilatación.

El material debe ser suficientemente resistente a la abrasión para evitar el desgaste que produce el material que se adhiere a la suela del calzado. La relación de las dimensiones de "huella" y "contrahuella" debe asegurar el uso de adultos y niños. Es conveniente además que las escalinatas no alcancen la línea de la entrada del edificio, estableciendo un descanso intermedio y además que estén precedidas de suficiente espacio libre para permitir la desconcentración cómoda de los usuarios sobre todo cuando abandonen el edificio.

El material ideal para construir las escalinatas es el granito ya que combina su gran dureza y resistencia a los factores climáticos con la posibilidad de recibir cualquier tipo de terminación superficial, aunque su uso se halla restringido dado su elevado costo. Es conveniente colocar los escalones sobre contrapiso de hormigón armado para evitar las grietas que pueden producirse por falta de compactación o anegamiento del terreno sobre el cual apoya la escalinata. El terreno compactado hace las veces de encofrado inferior.

Terminaciones de menor calidad se pueden obtener con "mosaico escalón" colocados con mortero de cemento-arena similar al indicado en "Pisos" con la misma estructura que habíamos indicado antes; aunque el uso no es aconsejable por la facilidad que presentan los escalones para despegarse.

Es preferible, siempre que lo permita el destino del edificio, ejecutar el trabajo con hormigón, terminando la superficie de huella rodillada para que no sea resbaladiza cuando se encuentre mojada.

Cuando se quiere "acompañar" la pendiente natural de un terreno muy accidentado, puede hacerse colocando, en los lugares que corresponda, tramos horizontales, tramos en rampa, escalones sueltos y escalinatas, respetando en cada uno de ellos lo que se ha indicado antes.

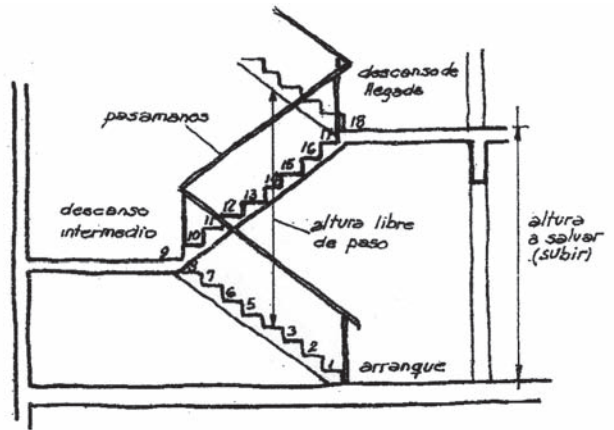
C. ESCALERAS

Es un elemento de la obra que permite unir dos puntos que se encuentran ubicados a distinta altura. A diferencia de la rampa, que está constituida por un plano inclinado, la escalera está formada por sucesivos "peldaños" (escalón o grada) cada uno de los cuales está formado por una superficie horizontal -"huella" o "pedada"- y una vertical- "contrahuella" o "altura" (tabica).

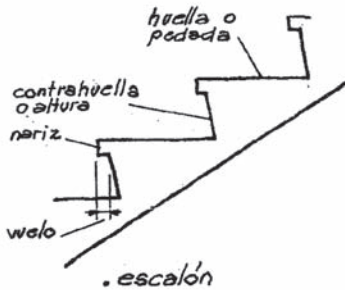
Otros elementos de las escaleras están constituidos por:

1. Caja escalera: conducto vertical donde se aloja. Este conducto puede estar materializado en todo su perímetro o sólo en alguno de sus lados.
2. Tramo (tiro o ramal): conjunto de escalones entre dos descansos. Los reglamentos establecen el número máximo de alrededor de 20 escalones por tramo.
3. Descanso: (rellano o meseta): superficie horizontal entre dos tramos o entre tramos y piso. El largo del descanso debe ser igual a: 1 huella + 0,63 m (0,63 m es el largo del paso de una persona adulta).
4. Zanca (limón): apoyo lateral de los escalones. La que apoya en un muro se denomina "falsa zanca".
5. Ojo (hueco): separación (horizontal) entre dos tramos paralelos. Es conveniente que tenga un ancho mínimo de 0,15 m.
6. Arranque (origen): nariz del primer escalón (en el nivel inferior) del tramo.
7. Llegada: nariz del último escalón del tramo.
8. Nariz (reborde o recubrimiento): saliente de la huella sobre la contrahuella.
9. Vuelo: distancia horizontal entre la proyección de la nariz y la parte inferior de la contrahuella (entre 2 y 5 cm).
10. Ancho (ámbito): distancia entre zancas. El ancho mínimo se mide entre las proyecciones de los pasamanos.

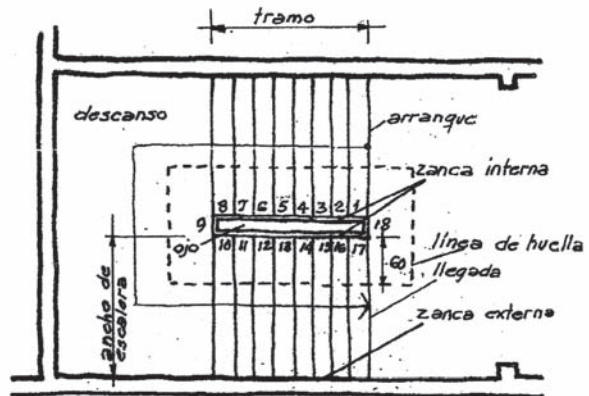
▸ Escalera



. corte



. escalón



. planta

11. Línea de huella: línea imaginaria del recorrido de quien usa la escalera (a 0,55/0,60 m de ojo de la escalera).
12. Desarrollo: longitud de la línea de huella desde el arranque a la llegada.
13. Baranda: apoyo del pasamanos.
14. Pasamanos: elemento sobre el cual se apoya o desliza la mano de quien usa la escalera. Se coloca a 0,85/1,00 m de altura sobre los escalones.
15. Luz libre de paso: distancia vertical entre la nariz de un escalón y la envolvente inferior de los escalones del tramo superior superpuesto o cualquier elemento material que atraviese la escalera (viga, losa, etc.). Se fija en los reglamentos (alrededor de 2.00 m).

Además de las dimensiones indicadas precedentemente para los diversos elementos, los reglamentos establecen otras condiciones que deben cumplir las escaleras:

- ▶ La caja de escalera debe ser continua (sobre la misma vertical) en todos los pisos hasta la planta baja (o nivel de salida) donde debe interrumpirse.
- ▶ El pasaje que sirve a una escalera no puede ser más angosto que la misma y cuando sirve a más de una debe ser igual a $2/3$ de la suma de los anchos.
- ▶ Ancho de la escalera: 1.10 m hasta 40 personas. Se agrega 0,10 m por cada 20 personas o fracción que la usen. Para los pisos sucesivos (en el sentido de la salida) se suman los ocupantes del edificio y se determina el ancho, el que no debe disminuirse en el sentido de la salida. Las escaleras de servicio pueden ser de 0,70 m y las de gato de 0,40 m de ancho.
- ▶ Se debe cumplir la relación $2a+p = 0,61$ a $0,63$ m (para niños 0,55 m); donde a = altura y p =pedada del escalón.

La altura no debe superar los 17,5 cm y la pedada mínima es de 26 cm.

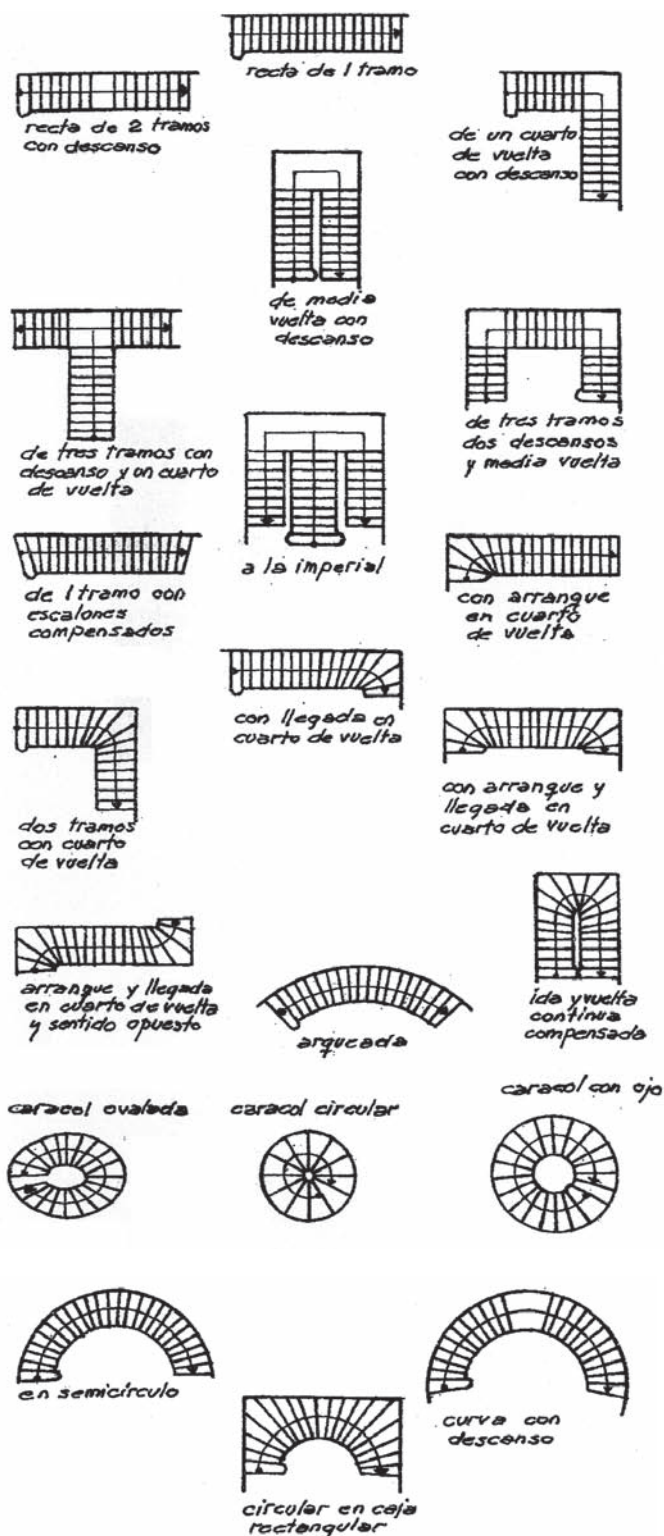
- ▶ Cuando hay tramos curvos con radio de 0,50 a 1.00 m, los escalones deben ser compensados y deben tener una huella mínima de 12 cm medida normal a la bisectriz del escalón.
- ▶ Los escalones de entrada no deben superar los 17,5 cm ni ser menores de 12 cm.
- ▶ En las escaleras de gato la altura del escalón no debe superar los 0,30 m y la separación mínima del muro no debe ser menor de 0,20 m.
- ▶ En entradas de negocios puede suplantarse el escalón de entrada por una rampa de pendiente máxima del 7° .
- ▶ Las escaleras de ancho superior a 0,85 m deben tener baranda de un lado como mínimo. Para anchos mayores de 1,50 m deben tener pasamanos de ambos lados.
- ▶ El ancho máximo permitido para una escalera es de 3,00 m. Cuando el ancho necesario es mayor hay que aumentar el número de escaleras o separar el ancho con barandas continuas.
- ▶ Pueden instalarse escaleras mecánicas siempre que cumplan con las condiciones de las comunes (fijas).
- ▶ Las escaleras pueden reemplazarse por rampas con pendiente máxima de 12° para circulación de personas y son imprescindibles para personas minusválidas.

Los proyectistas, antes de diseñar las escaleras, deben verificar los reglamentos vigentes en el lugar donde actúan, ya que aunque las variantes son pequeñas, pueden significar en algún caso la necesidad de producir ajustes en la idea primitiva o modificar el proyecto.

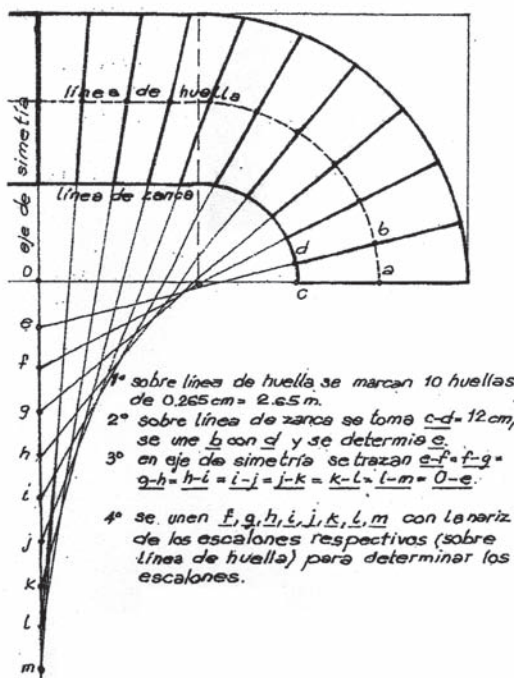
FORMAS DE ESCALERAS

Indicamos los tipos más corrientes ya que la variedad de formas, materiales, ubicación en el edificio, terminaciones, etc. es sumamente extensa y en algunos casos las escaleras llegan a convertirse en elementos característicos de algunos edificios y motivo de preocupación especial de los proyectistas, en los cuales tratan de demostrar hasta donde es posible hacer volar su imaginación, llegando en alguna ocasión a diseños que no responden a las verdaderas

Formas



► Compensación



necesidades que plantea el destino del edificio, proponiendo soluciones de relativa eficacia y dudosa belleza.

COMPENSACIÓN DE ESCALERAS

Mediante diversos procedimientos gráficos es posible diseñar los escalones de los sectores de las escaleras donde la línea de huella no es recta (cambio de dirección, rincones, curvas, etc.).

En la medida de lo posible hay que evitar la colocación de escalones compensados mediante la inclusión de "descansos" cuando se presenta un cambio de dirección; aunque en el caso de tramos curvos de gran radio de curvatura pueden facilitar el desplazamiento y aportar excelentes soluciones desde el punto de vista estético.

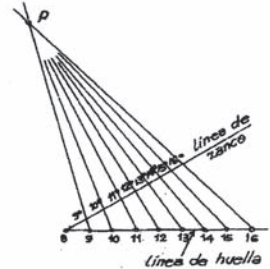
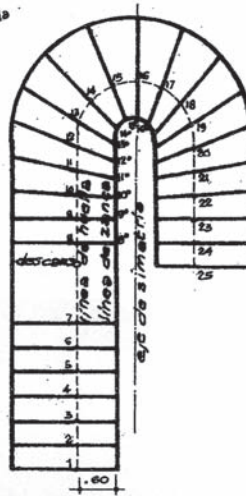
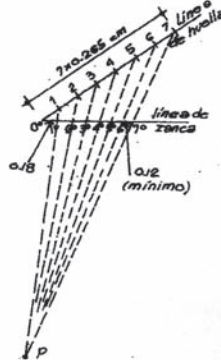
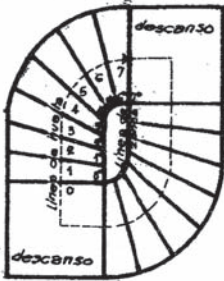
Indicamos algunos de los métodos más conocidos, de resolución sencilla.

MATERIALES MÁS USADOS

Para decidir el material para la construcción de las escaleras hay que analizar los aspectos referidos a: destino del edificio, ubicación (interior o exterior), calidad de los pisos adyacentes, posibilidades económicas, tiempo previsto de uso, etc. En edificios de uso masivo de público -edificios públicos, instalaciones deportivas, salas de espectáculos, etc.- el material debe ser resistente al desgaste (granito, hormigón, madera dura, etc.).

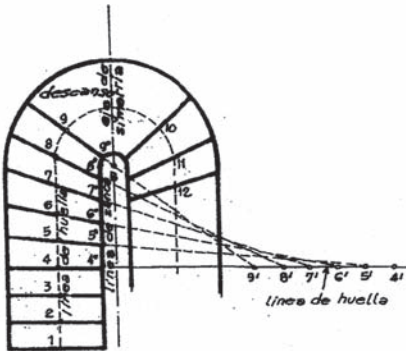
En escaleras ubicadas al exterior los materiales deben ser resistentes a los factores climáticos (temperatura, humedad, asoleamiento, etc.). Puede usarse granito, mármol, madera dura,

• Compensación



- 1° Sobre la línea de huella se marcan 7 huellas de $0,265 \text{ m} = 1,955 \text{ m}$.
- 2° con un ángulo cualquiera ($\sim 30^\circ$) se traza la línea de zanca y se marca la longitud $0^\circ - 7^\circ$.
- 3° en la línea de zanca se marcan $0^\circ - 1^\circ = 18 \text{ cm}$ y $6^\circ - 7^\circ = 12 \text{ cm}$. se unen 1 con 1° y 7 con 7° y se obtiene P.
- 4° se unen 2, 3, 4, 5 y 6 con P; se obtienen $2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ$ y 6° y se transportan.

- 1° sobre la línea de huella se marca la longitud $8 - 16 = 0,265 \times 8 = 2,12 \text{ m}$.
- 2° con un ángulo cualquiera ($\sim 30^\circ$) se traza la línea de zanca y se marca la longitud $8 - 16^\circ$.
- 3° en línea de zanca se $8 - 9^\circ = 0,265 \text{ m}$ y $15^\circ - 16^\circ = 0,12 \text{ m}$. se unen 9 con 9° y 16 con 16° y se obtiene P.
- 4° se unen 10, 11, 12, 13, 14 y 15 con P y se obtienen $10^\circ, 11^\circ, 12^\circ, 13^\circ, 14^\circ$ y 15° y se transportan.



- 1° sobre línea de huella se marca la longitud $4 - 9 = 0,265 \times 5 = 1,325 \text{ m}$.
- 2° se prolonga $4 - 4'$, se une 9 con B y se determina $9'$.
- 3° a partir de $9'$ se marcan $9' - 8' = 8' - 7' = 7' - 6' = 6' - 5' = 5' - 4' = 0,265 \text{ m}$.
- 4° se unen 5, 6, 7 y 8 con $5', 6', 7'$ y $8'$ y se obtienen $5^\circ, 6^\circ, 7^\circ$ y 8° .

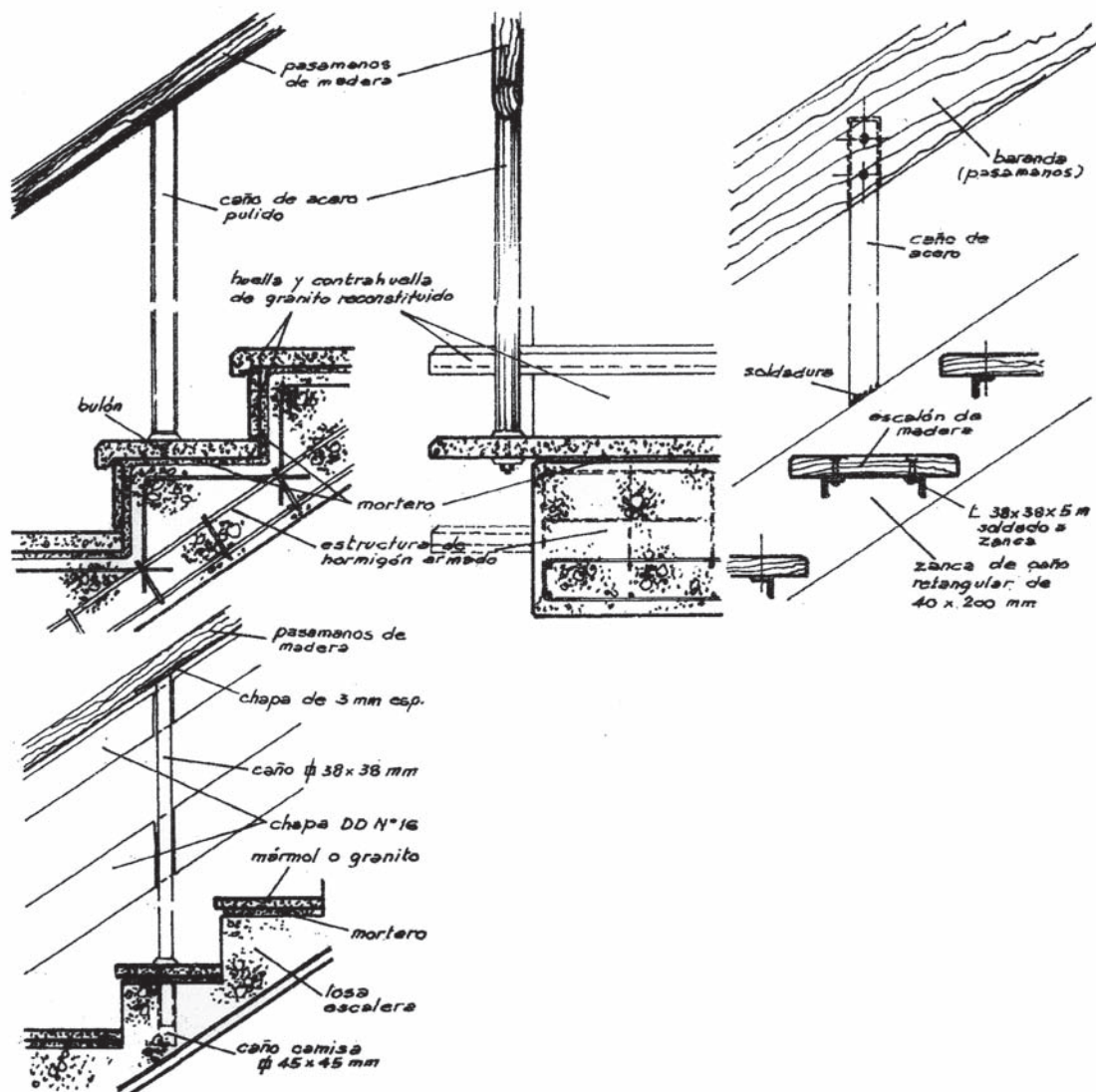
NOTA: en todos los casos se ha tomado la huella mínima de 26,5 cm que establecen las reglamentaciones.

hormigón, etc. En el interior no influyen los factores climáticos y en consecuencia la calidad del material debe decidirse analizando los otros aspectos indicados al comienzo.

En escaleras interiores es posible usar gran variedad de materiales: prácticamente todos los que habíamos indicado en "Pisos".

Las características del material de las escaleras (dureza, textura, color, resistencia a los impactos, etc.) deben ser similares a los pisos contiguos pero cuidando que se diferencien entre sí de manera que los usuarios puedan distinguir con facilidad el plano horizontal del piso de los peldaños de la escalera para evitar accidentes.

► Materiales



Siempre que las posibilidades económicas lo permitan deben usarse materiales de buena calidad, ya que las tareas de mantenimiento son costosas y la reposición –además del costo– significa la interrupción del servicio, circunstancia especialmente importante en los edificios públicos.

En escaleras de uso temporario (obras en construcción, exposiciones, ferias, etc.) pueden usarse materiales económicos cuidando especialmente la seguridad, sobre todo teniendo en cuenta que son usadas por gran cantidad de personas.

En general, suelen usarse elementos prefabricados que se arman para la ocasión y se recuperan totalmente después de usarse. Habitualmente se usan elementos metálicos unidos con

piezas especiales o de madera atadas o clavadas, aplicando tecnologías similares a las indicadas en "Andamios".

La tecnología para la colocación de los diversos materiales es similar a la que habíamos indicado en el capítulo "Pisos".

Las características y calidad de los materiales para las barandas y pasamanos deben corresponderse con las de los escalones.

CÁLCULO DE ESCALERAS (DIMENSIONAMIENTO)

Consiste en determinar:

- a. el número de escalones
- b. ancho de la escalera.
- c. dimensiones de la huella y contrahuella.
- d. desarrollo y dimensiones de la caja de escalera.

Ejemplo (ver figura)

A partir de:

- a. "superficie de piso" y destino del local (espacio) a servir.
- b. altura a salvar: diferencia entre los niveles de piso terminado = altura libre de piso a cielo raso + espesor de entrepiso.
- c. forma de la escalera adoptada.

Se siguen los siguientes pasos, para una escalera de dos tramos rectos paralelos con descanso intermedio (adoptada para este caso); según reglamento: datos: superficie a servir: 12,00 x 35,00 m = 420,00 m²; destino: gimnasio ("factor de ocupación": 5 m²/ pers.); altura a salvar: 4,23 m: altura libre de piso inferior (3,80 m) + espesor entrepiso (0,43 m).

1. Superficie de piso (sup. total – sup. de circulaciones) = 420,00 m² – 37,50 m² = 382,50 m²

2. Número de personas:

$$= \frac{382,50 \text{ m}^2}{5 \text{ m}^2/\text{pers.}} = 76,5 \text{ personas}$$

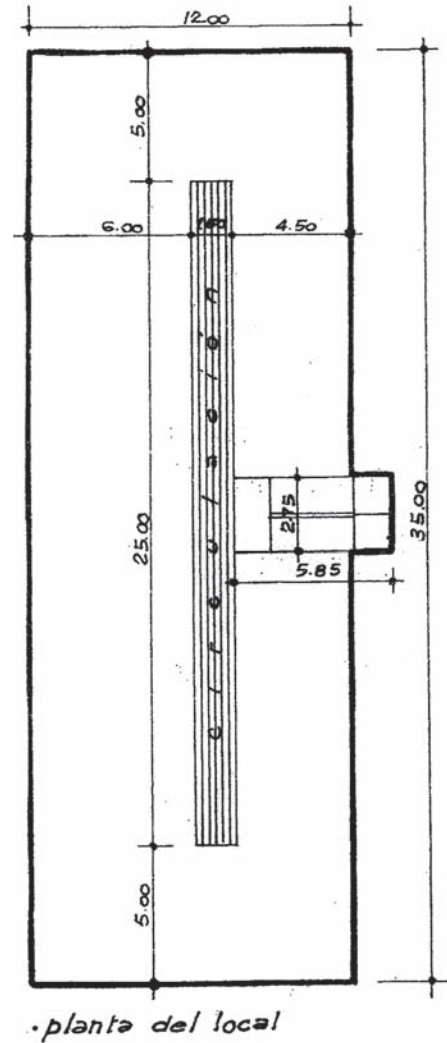
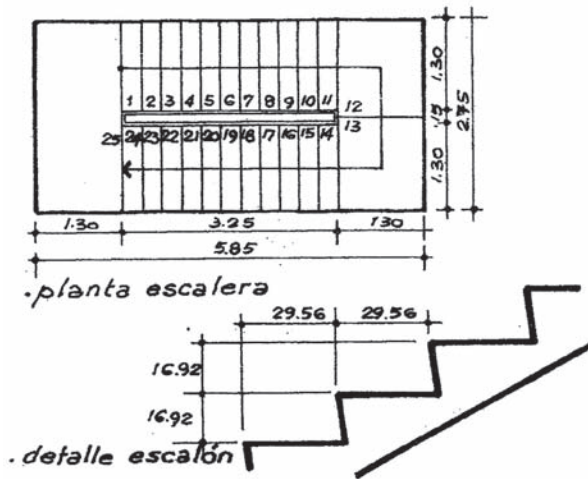
3. Ancho de escalón:

primeras 40 personas:	1,10 m
siguientes 20 personas:	0,10 m
restantes 16,5 personas:	0,10 m
Total	1,30 m

4. Número de escalones:

$$= \frac{\text{altura a salvar}}{\text{altura máx. de esc.}} = \frac{4,23 \text{ m}}{0,175 \text{ m}} = 24,17 \text{ escalones}$$

en consecuencia debemos colocar 25 escalones (para no sobrepasar la altura máxima permitida) y determinar:



5. Altura del escalón:

$$= \frac{\text{altura a salvar}}{25 \text{ escalones}} = \frac{423 \text{ cm}}{25} = 16,92 \text{ cm}$$

6. pedada: $63 \text{ cm} - (2 \times 16,92 \text{ cm}) = 29,56 \text{ cm}.$

7. Dimensiones de la caja de escalera (los 25 escalones los distribuimos en un tramo de 13 y otro de 12).

Largo (del tramo más largo) = ancho del descanso + 12 pedadas + ancho del descanso = 1,30 m + (12 x 0,2956 m) + 1,30 m = 6,15 m.

Ancho = ancho de escalón + ancho del ojo + ancho de escalón = 1,30 m + 0,15 m + 1,30 m = 2,75 m.

SOLUCIÓN

La escalera se desarrolla en 25 escalones de 1,30 m de ancho, de 16,92 cm de altura y 29,56 cm de pedada, que se aloja en una caja de escalera de 6,15 m de largo por 2,75 m de ancho.

D. ESCALERAS MECÁNICAS

Constituyen un medio de transporte vertical eficaz, de gran capacidad, que permite además salvar sin esfuerzos grandes alturas. Se instalan especialmente en grandes tiendas, estaciones de pasajeros, aeródromos, estadios deportivos, salas de exposiciones, etc. Aunque se fabrican para salvar alturas mayores, las más corrientes son para una altura de transporte de entre 3 y 7 m.

Las dimensiones de los escalones deben ser similares a las de las escaleras fijas para permitir el uso cuando se interrumpe el suministro de energía eléctrica. El ancho de los escalones varía entre 0,40 y 1,00 m, que permite transportar -con velocidad de 0,50 m por segundo- entre 4.500 y 9.000 personas por hora. En casos especiales puede aumentarse la velocidad hasta 1.00 m/seg.

La pendiente varía entre 30°, para edificios públicos y alturas de entre 4 y 5 m y en depósitos y pequeñas alturas se permiten pendientes de hasta 35°.

Se usan escaleras de marcha ascendente y descendente y con servicio continuo o intermitente, según el destino del edificio.

Pueden colocarse aisladas, en parejas, en grupos o combinadas en el interior de los edificios o al exterior, con las debidas precauciones.

La instalación de escaleras mecánicas no exime la obligación de colocar las escaleras fijas que establecen los reglamentos vigentes.

Los fabricantes disponen de abundante documentación técnica a la que se debe recurrir en el momento del diseño, pero es conveniente subcontratar con especialistas la instalación en la obra en el momento oportuno.

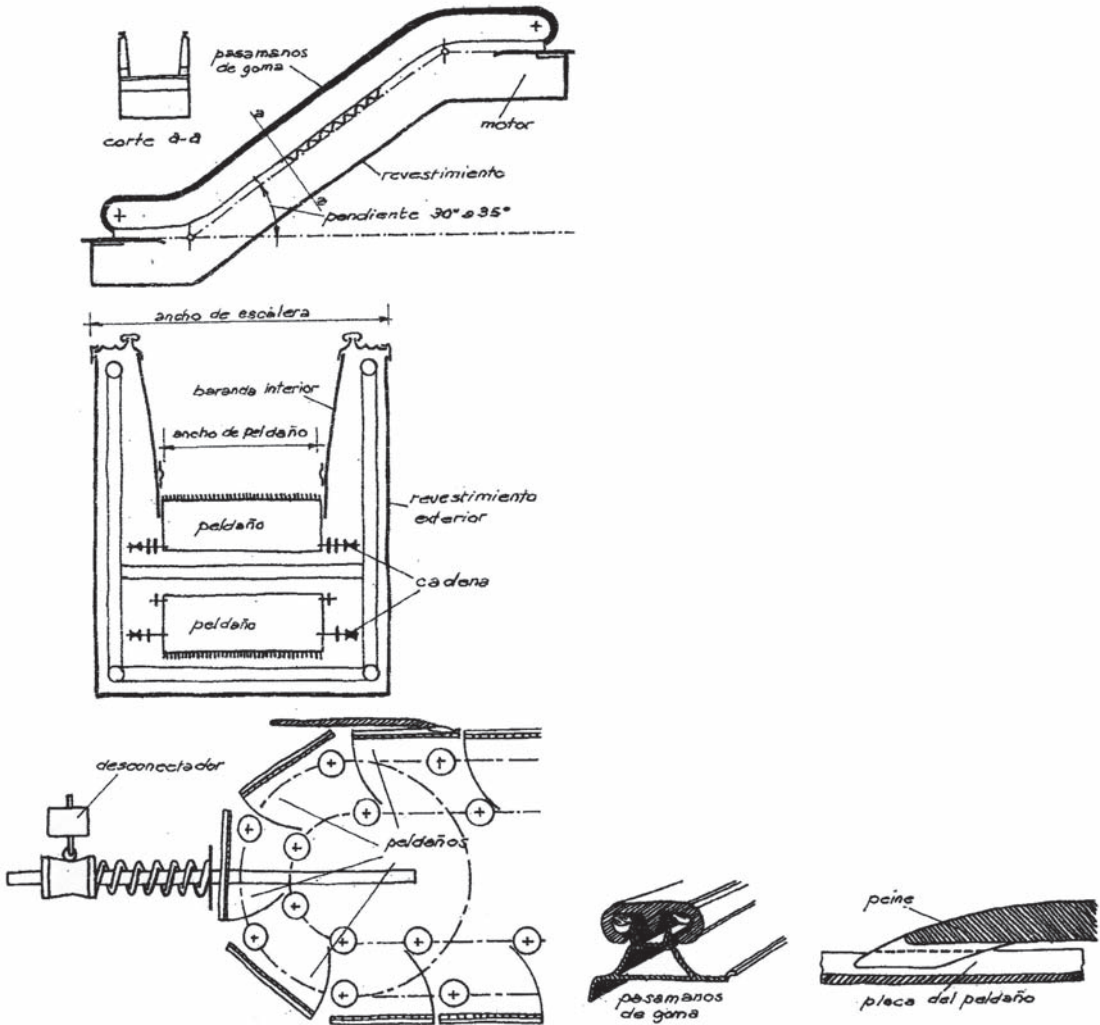
E. ASCENSORES Y MONTACARGAS

Son elementos mecánicos para el transporte vertical de personas y cargas (objetos y mercaderías) que complementan a las rampas y escaleras. Hay que tener en cuenta que en caso de emergencia se puede interrumpir el suministro de energía eléctrica con lo cual los equipos dejan de funcionar, y se debe recurrir a aquellas.

Como habíamos dicho en c. *escaleras*, para decidir la ubicación y características de los ascensores se debe realizar un análisis exhaustivo de todas las circulaciones del edificio. Similar criterio se debe seguir con los montacargas.

La cantidad de personas y el tiempo previsto para la evacuación del edificio determinan la cantidad y el tamaño de los ascensores. Hay ascensores principales y secundarios, portacamillas, para autos, etc. Cuando se instala más de un ascensor conviene colocarlos en batería, para permitir el uso alternativo en momentos de aglomeración de personas. Las velocidades de los

► Escaleras mecánicas

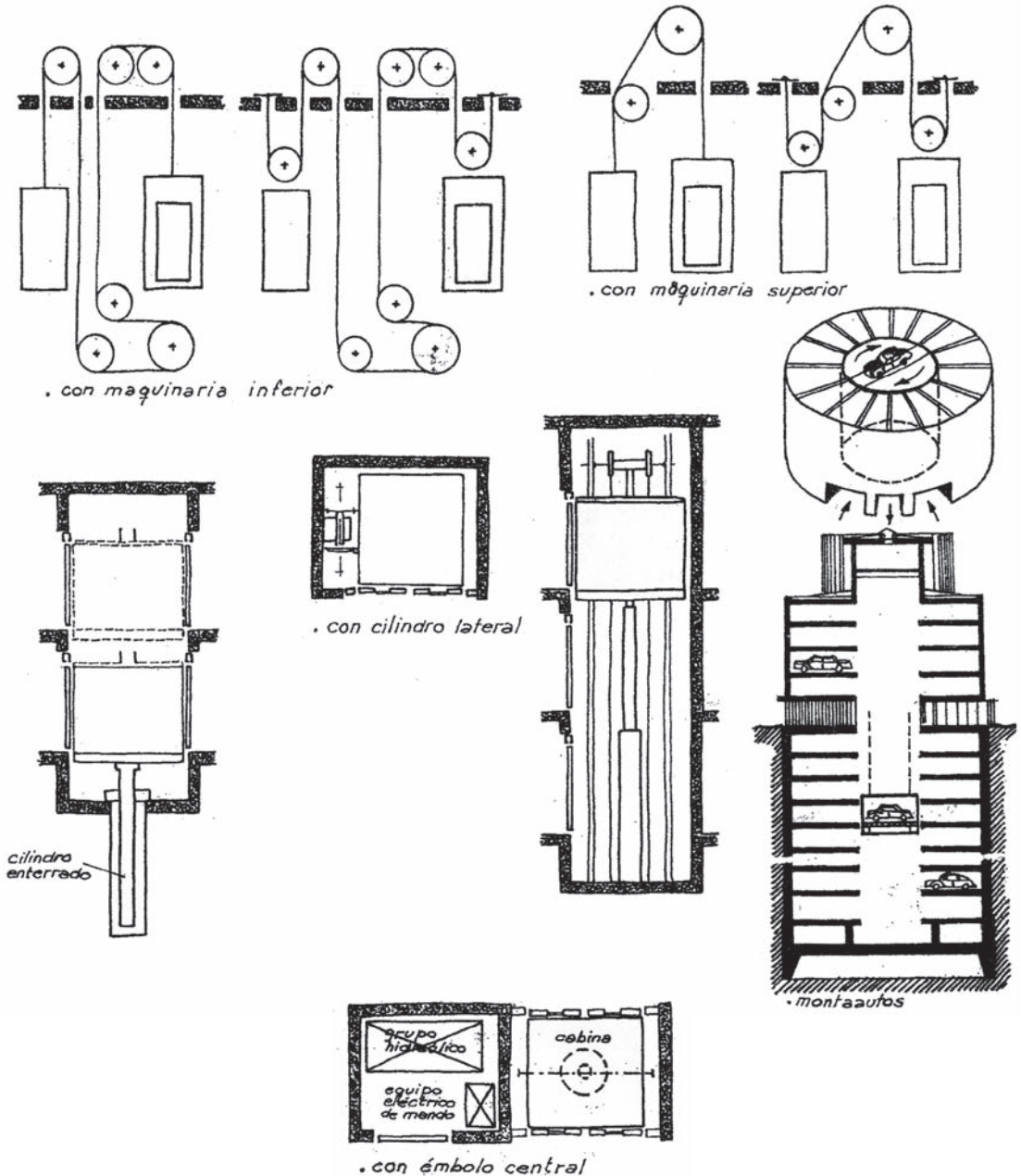


ascensores varían entre 0,2 a 0,5 m/seg; 0,8 a 1,5 m/ seg, llegando los más veloces hasta 3,5 m/seg. Las capacidades varían de 4 a 6 personas los más pequeños hasta las 12 personas para edificios de departamentos. Para calcular la cantidad y tamaño de los ascensores necesarios se considera una persona por cada 10 m² de superficie a servir. Para definir los materiales a usar en la construcción hay que prever una vida útil de por lo menos 20 años.

Los elementos principales de un ascensor son:

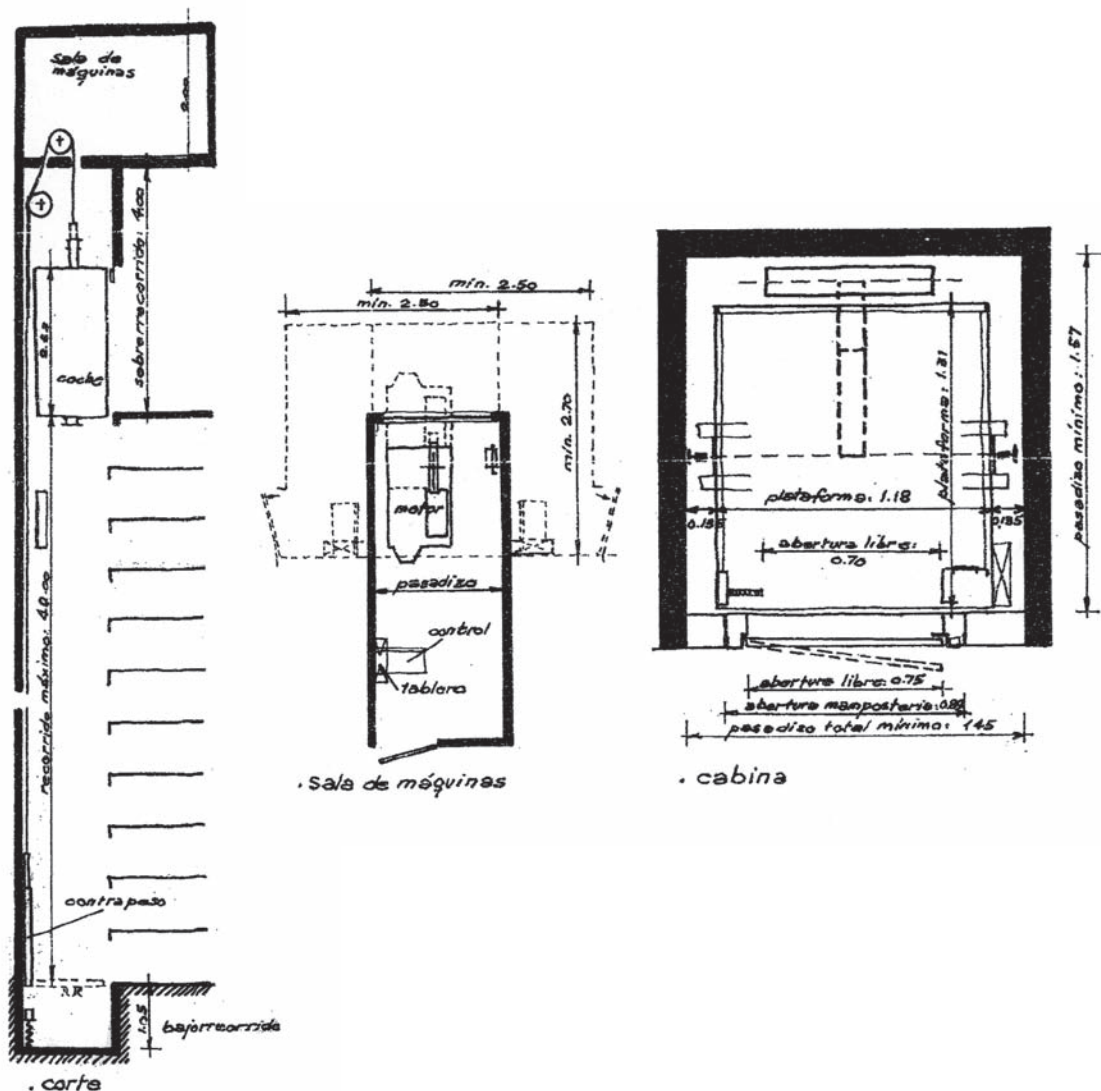
- Caja de ascensor: conducto (generalmente vertical) por donde se desplaza la cabina y contrapeso y se alojan las guías.
- Sala de máquinas: ubicada arriba, abajo o lateralmente a la caja.
- Guías: perfiles metálicos por donde se desplazan la cabina y contrapeso.
- Cabina (metálica): donde se ubican las personas.

► Ascensores y montacargas



- Contrapeso: carga constituida por elementos pesados que facilita el movimiento del conjunto.
- Puerta: de la cabina y de la caja de escalera (en cada piso a servir o parada).

► Ascensores



► Sobrerecorrido: espacio necesario para el funcionamiento, ubicado por sobre la última parada, bajo la sala de máquinas.

► Bajorecorrido: espacio ubicado por debajo de la primer parada, donde se ubican los amortiguadores o paragolpes para la cabina y el contrapeso.

Al diseñar debe preverse:

► Puerta de cabina de accionamiento telescópico, puerta de parada de abrir hacia afuera, telescópica o corrediza en la caja o hueco. Dimensión de la cabina de acuerdo al número de personas a transportar. Cabina construida con materiales incombustibles.

- Las puertas de la cabina pueden estar ubicadas en una sola cara, en dos caras opuestas o dos caras a 90°. Sala de máquinas de altura mínima de 2.00 m, incombustible y protegida de la humedad.
- Eliminar las vibraciones de las máquinas y el desplazamiento lateral de la cabina y contrapeso.

Un tipo especial de ascensor de funcionamiento continuo (Paternoster) constituido por una cadena de cabinas que se desplazan a la velocidad de 0,25 m por segundo se usa en edificios con acceso de público numeroso. Las cabinas se desplazan por un conducto único (para subida y bajada). Este tipo de ascensor no puede ser usado por minusválidos motores.

Los montacargas responden en cada caso a las características de los elementos a transportar (sobre todo tamaño y peso).

Los más grandes corresponden a los depósitos y almacenes. Un tipo especial de montacargas lo constituyen los montautos -para estacionamientos elevados y subterráneos- que permiten el estacionamiento de gran número de vehículos en predios de pequeñas dimensiones.

Los más pequeños, a los cuales no tienen acceso las personas, se usan para el transporte de: carros de comida, alimentos preparados, cilindros de gas, pequeños coches, muebles, documentos, etc.

Al decidir la ubicación de el o los ascensores y escaleras debe cuidarse especialmente que constituyan un conjunto que asegure la evacuación cómoda de los ocupantes del edificio, sobre todo en los momentos de pánico. Los dos elementos deben alojarse en conductos verticales separados ya que es por ellos por donde se propagan con mayor facilidad los incendios, por lo cual se debe asegurar el uso independiente de cada uno de ellos en esa situación de emergencia.

Pueden accionarse mediante tracción hidráulica u oleodinámica (con cilindro central y émbolo o con cilindro lateral y suspensión por cables) y con tracción eléctrica (con maquinaria arriba -la más empleada y económica- o con maquinaria abajo), mediante cables de acero.

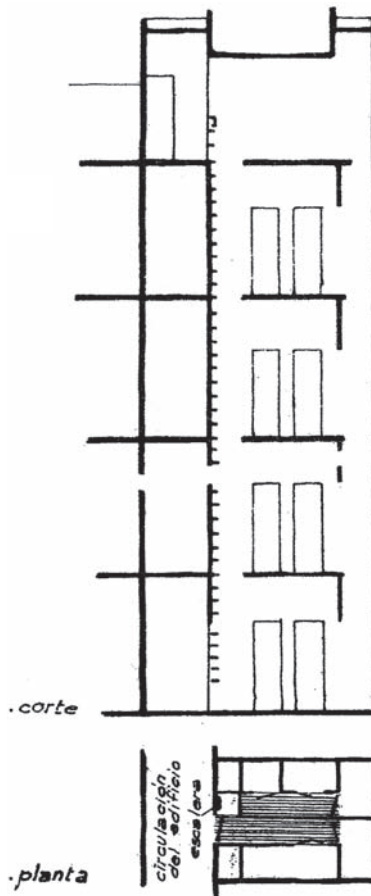
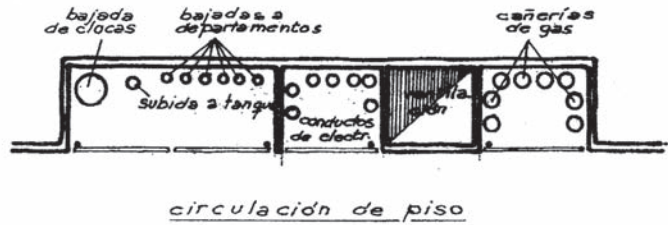
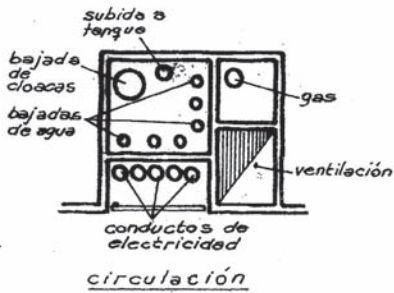
Los fabricantes de ascensores disponen de abundante folletería donde se indican con claridad las dimensiones del pasadizo (conducto), bajo y sobrerrecorrido y dimensiones y características de la sala de máquinas; para cada capacidad de transporte de la cabina. Con esta documentación y el asesoramiento técnico en casos especiales es posible completar la etapa de diseño. La instalación en obra de los equipos la realiza en todos los casos personal especializado dependiente del fabricante, según es costumbre.

Corren por cuenta del contratista de obra realizar las tareas correspondientes a la "Ayuda de Gremios", según veremos más adelante.

En el mercado han aparecido además "ascensores familiares" y "elevadores para residencias" que permiten la elevación de hasta 3 personas, con recorrido útil de hasta 7 m (planta baja y dos pisos altos) a una velocidad de entre 6 y 8 m por minuto. Se accionan con motores trifásicos o monofásicos, requiriendo para su colocación un espacio de 1,00 x 1,10 m aproximadamente. Pueden instalarse en el interior y en el exterior de los edificios.

Para la elevación de pequeñas cargas pueden instalarse plataformas accionadas manualmente que se desplazan sobre guías metálicas en conductos de pequeñas dimensiones (en oficinas, bancos, farmacias, pequeños comercios, etc.).

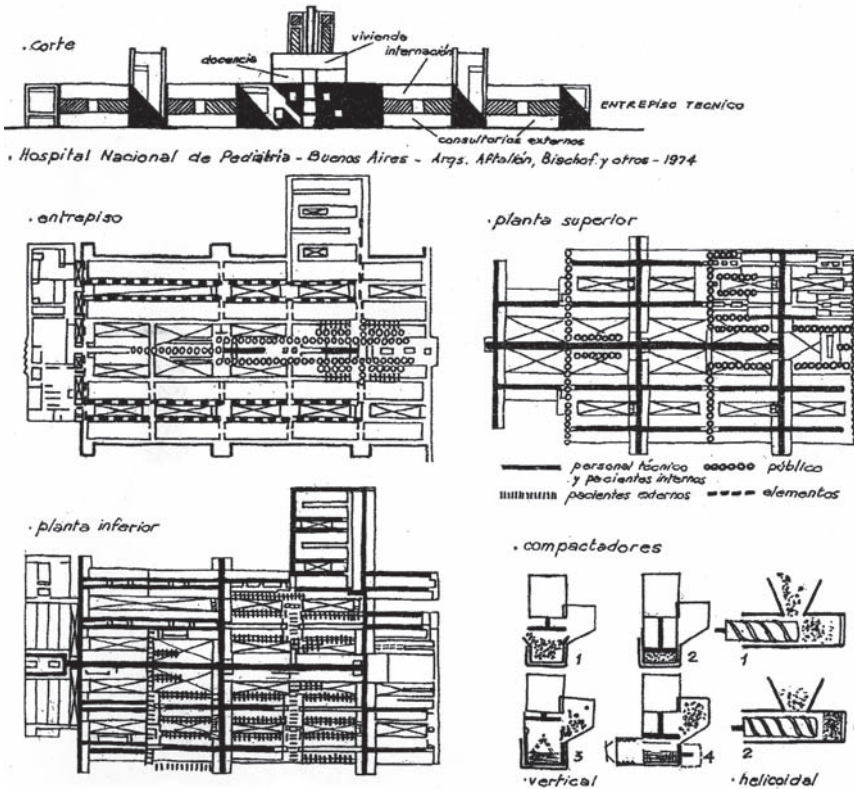
Plenos de servicios



F. PLENOS DE SERVICIOS

Están constituidos por conductos verticales incorporados en el edificio donde se alojan las canalizaciones de servicios.

• Entrepiso técnico



Las dimensiones y características constructivas dependen de los elementos que se prevé colocar y también la posibilidad de que pueda acceder a ellos el personal de mantenimiento. En este caso hay que incorporar una escalera marinera y colocar puertas de acceso al conducto, desde las circulaciones horizontales y verticales; por los extremos interior y superior o desde todos los pisos. Hay que prever además la posibilidad de que se puedan realizar las tareas de mantenimiento, reposición y agregado de nuevas canalizaciones.

Se debe analizar las características de los fluidos que transportan las canalizaciones con el objeto de alojar en conductos separados las que sean incompatibles (ej.: instalación eléctrica y de gas).

Los conductos más corrientes son los correspondientes a: cañerías de agua fría y caliente central, desagües cloacales y pluviales y ventilaciones de la instalación sanitaria; instalación eléctrica de media y baja tensión; instalaciones de gas, calefacción, refrigeración, aire acondicionado, etc.

En general la instalación de aire acondicionado suele ubicarse en conductos separados, dadas sus dimensiones.

Los plenos de servicios son especialmente indicados cuando el edificio cuenta con servicios centrales de provisión de los mismos.

Los materiales para ejecutar los conductos deben estar en condiciones de resistir su propio peso, el de los conductos y permitir la colocación de los elementos de fijación de los mismos. Las uniones entre conductos y estructura deben ejecutarse de forma que no se trasmitan las vibraciones a la estructura, las que después se propagan con facilidad a todo el edificio.

Las terminaciones deben asegurar el mantenimiento económico y sencillo de la instalación.

La estructura de los plenos de servicios puede ejecutarse independiente de la del edificio o formando parte solidaria de esta última.

Los plenos de servicios pueden comunicarse con los "entrepisos técnicos", donde se aloja parte de la maquinaria que provee los diversos fluidos.

G. ENTREPISOS TÉCNICOS

En edificios en los cuales, por su destino, es necesario contar con la provisión de servicios permanentes de cierta complejidad los cuales requieren mantenimiento especializado, y sobre todo cuando la planta del edificio es muy extendida, las maquinarias y equipos se ubican en un piso intermedio dedicado especialmente a alojarlos, al cual el personal de mantenimiento tiene acceso permanente y generalmente permanece en él durante todo el horario de funcionamiento del edificio. El entrepiso tiene altura suficiente para ubicar la maquinaria y permitir el desplazamiento del personal de mantenimiento.

Desde el entrepiso se provee a los pisos contiguos (arriba y abajo) los distintos servicios a través de orificios practicados en la losa del techo y piso respectivamente. De esta manera cada entrepiso sirve a dos pisos. Eventualmente pueden servir a un solo piso (el inferior).

Los entrepisos técnicos tienen accesos independientes, separados de los del edificio para permitir el funcionamiento permanente y la provisión de materiales y elementos para el mantenimiento, sin interferir las tareas específicas del edificio. El sistema es especialmente indicado en hospitales, laboratorios, fábricas de productos químicos, alimenticios, etc.

H. INCINERADORES Y COMPACTADORES DE RESIDUOS

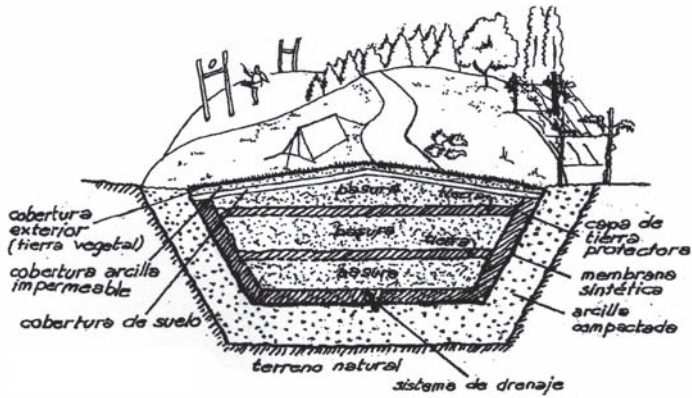
Constituyen sistemas de eliminación de residuos que se producen en edificios ubicados en las ciudades, los que progresivamente han sido prohibidos por las autoridades municipales y suplantados por otros sistemas que permiten aprovechar con diversos fines la basura, según su composición; evitando además los efectos nocivos sobre el ambiente ya sea por el humo de los incineradores y la proliferación de roedores, moscas y alimañas.

Los residuos domiciliarios e industriales deben ser tratados para optimizar su aprovechamiento por medio de la recolección y posterior procesamiento, teniendo en cuenta los aspectos sanitarios, ecológicos, operativos y económicos.

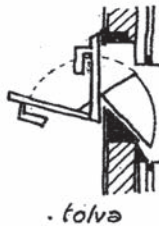
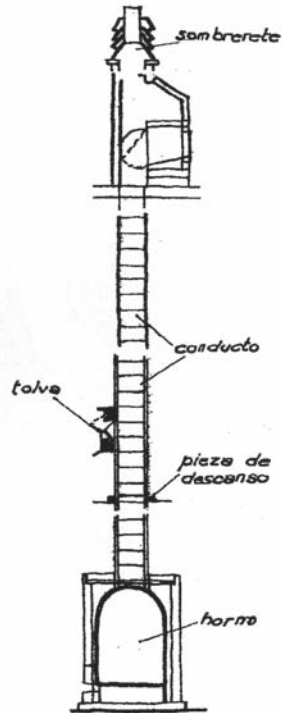
La tendencia actual es destinar los residuos urbanos a relleno sanitario. En algunos casos se practica previamente la selección de los materiales, muchos de los cuales pueden reciclarse para ser aprovechados para diferentes fines.

El **relleno sanitario** es una obra de ingeniería que consiste en disponer los residuos en una excavación, cuyo fondo y paredes han sido previamente impermeabilizados. Una vez que el relleno ha alcanzado la altura prevista la superficie se cubre con una capa de tierra vegetal de alrededor de 60 cm de espesor, destinada a la plantación de especies vegetales, para la instalación

› Relleno sanitario

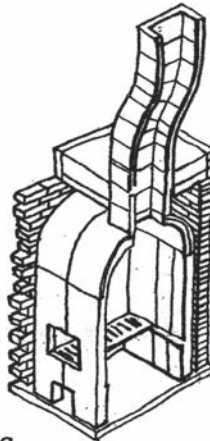


› Incinerador

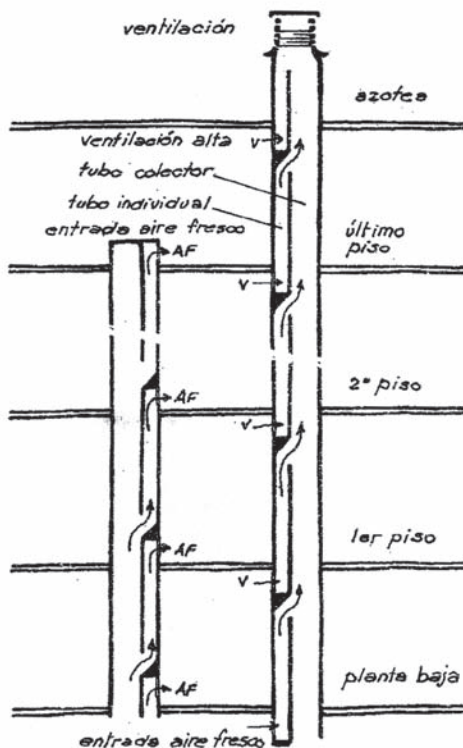


. corte

. horno



► Conductos de ventilación



de espacios verdes, parques, instalaciones deportivas y otros usos similares. Sobre este terreno no se puede construir, salvo pequeñas instalaciones livianas, por la imposibilidad de ejecutar fundaciones eficaces relativamente económicas.

Antes de decidir el relleno sanitario hay que seleccionar el terreno adecuado, realizar estudios exhaustivos de hidrología y desarrollar una metodología operativa controlada. Es necesario realizar estudios tales como: perforaciones de sondeo y monitoreo, toma de muestras de suelo y agua con el correspondiente análisis de laboratorio; relevamientos topográficos para evaluar la factibilidad del relleno y establecer la posibilidad de efectuar el relleno y decidir los procesos de ejecución de las obras.

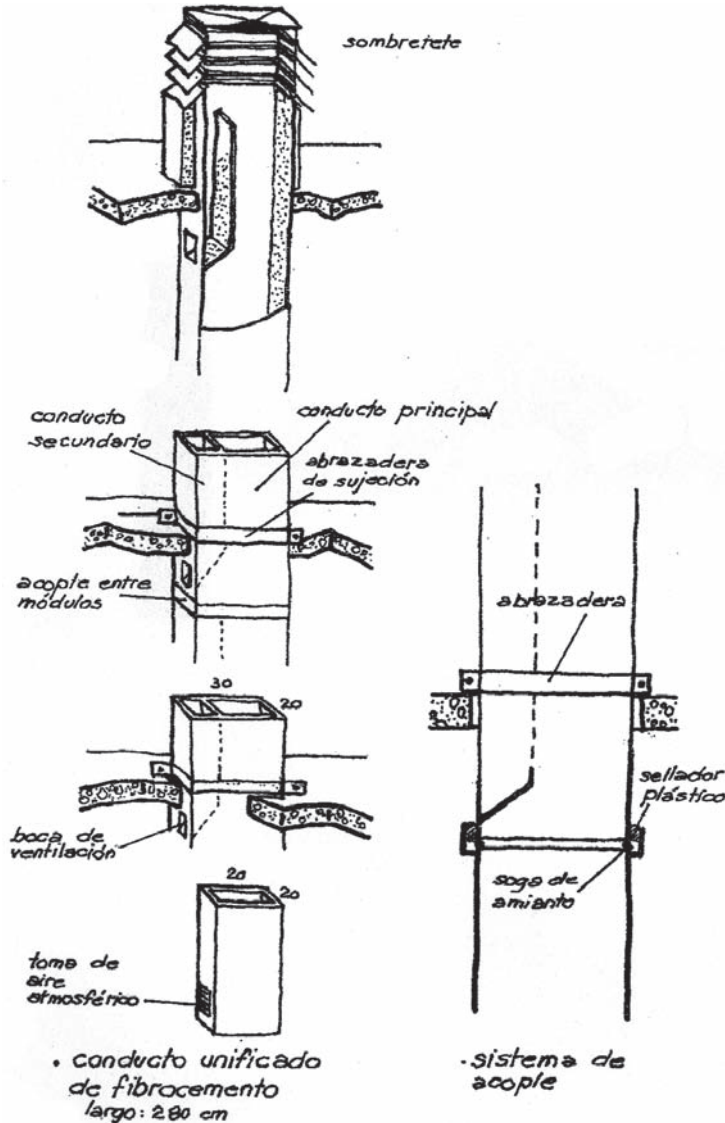
En la medida que los espacios se destinen a actividades recreativas hay que analizar la accesibilidad al lugar, la proximidad a las áreas urbanas, asegurando que la zona no sea inundable.

I. CONDUCTOS DE VENTILACIÓN Y EVACUACIÓN DE HUMOS

Habitualmente los locales se ventilan a través de las aberturas colocadas en los paramentos exteriores. Ya sea para reforzar el efecto anterior o para ventilar locales interiores se puede acudir a la colocación de conductos que comunican con el exterior.

Los conductos, colocados en posición vertical y terminados de manera adecuada, actúan por diferencia de presión entre la entrada del aire que se introduce por los intersticios de las aberturas y el extremo del conducto, en forma similar a lo que ocurre en las chimeneas.

• Conductos de ventilación y evacuación de humos

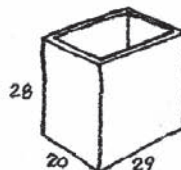
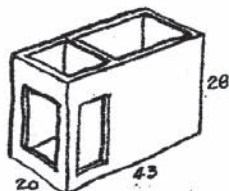
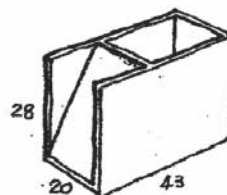
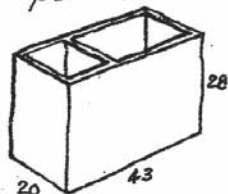


En construcciones de planta baja la solución es simple, la única dificultad consiste en la perforación del techo, tanto el cielorraso como la estructura y la cubierta de techos, con riesgo de afectar la aislación hidrófuga.

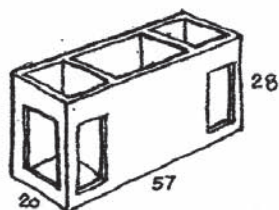
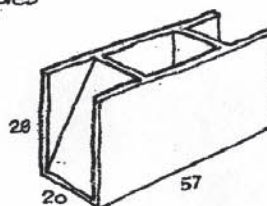
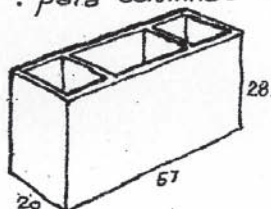
En edificios de más de una planta la ventilación puede conseguirse mediante la instalación de conductos individuales para cada piso o por conducto colector único al cual desembocan las respectivas ventilaciones de cada uno de los pisos, ubicadas cerca del cielorraso.

Es posible mejorar el sistema colocando conductos de entrada de aire desde el exterior. El conducto es similar al anterior y el aire se entrega por sobre el zócalo del local de manera de establecer diferencia de presión entre la entrada y la salida con lo que se favorece la circulación del aire.

· para columnas simples



· para columnas dobles



unión
entre
bloques

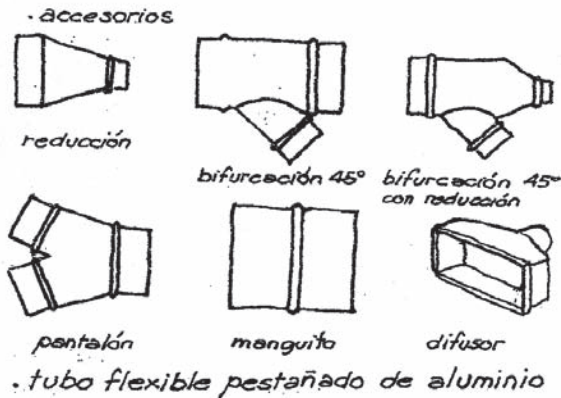
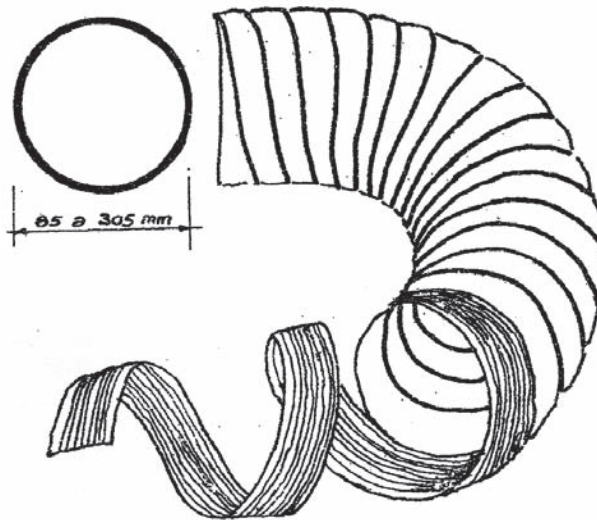


sombbrero
aerodinámico



· colector de ventilación SPIRO
de mortero de cemento

Los conductos pueden ejecutarse en obra de albañilería, desde arriba hacia abajo, apoyando los tramos sobre la estructura del piso respectivo o mediante elementos premoldados de hormigón, en diversas piezas que permiten conectar los sucesivos pisos y evitar el retroceso de los gases y la entrada del agua de lluvia. Los elementos (bloques) son suficientemente resistentes



tes como para resistir el peso de la columna de elementos; el sistema de acople asegura la entandidad de la junta; las superficies son lisas, sin salientes ni rugosidades; de baja conductividad térmica; resistentes a la temperatura de los gases quemados e impermeables. El conducto se termina con sombrerete del mismo material que facilita el movimiento de los gases e impide la entrada del agua de lluvia; ubicado por encima de la línea que resulta de trazar una recta a 45° por el punto más alto del edificio.

Con el mismo propósito se fabrican conductos de fibrocemento con módulos de 2.80 m de altura, con diseño que permite el funcionamiento similar al indicado más arriba. Los módulos se fijan a la estructura del edificio mediante abrazaderas metálicas que permiten regular la altura de colocación. El extremo superior termina también con un sombrerete del mismo material.

Ambos sistemas se usan para ventilar baños, retretes, espacios para cocinar, guardarropas y locales secundarios y evacuar los gases de la combustión de artefactos a gas con válvula de seguridad.

Se fabrican en dos tipos para ventilar uno o dos locales por piso, colocando tramos de hasta 9 pisos que se pueden superponer en caso necesario para alcanzar la altura de edificios de mayor número de pisos. Para conducción de aire en instalaciones de ventilación o acondicionamiento de viviendas, industrias, laboratorios, escuelas, salas de esparcimiento, etc., se usa también un tubo estanco de aluminio pestañado conformado en sentido helicoidal que permite adaptarlo manualmente con facilidad a diferentes formas. Se fabrican con diámetros interiores de 8 a 30 cm y resisten bien temperaturas de -40° a 250°C . Los conductos se complementan con accesorios que facilitan la unión, reducción, bifurcación de la cañería, etc. Se colocan con soportes metálicos de planchuelas fijadas a partes fijas de la obra colocados a distancias que varían de 1,50 a 3,00 m según el diámetro del tubo.

PRECAUCIONES

- El diseño de las circulaciones -horizontales y verticales- y su relación mutua constituye un aspecto fundamental para el adecuado funcionamiento de los edificios.
- Una vez decidida la ubicación de las circulaciones es conveniente completar el diseño para que, a partir de ellas, se puedan ubicar adecuadamente los diferentes sectores y partes del edificio. Se deben consultar las reglamentaciones vigentes, antes de comenzar el diseño.
- La calidad de los materiales de las circulaciones debe responder a la categoría del edificio.
- Es conveniente agrupar las escaleras con los ascensores, en conductos separados, para permitir el uso alternativo en caso de pánico, sin mutuas interferencias.
- La forma de las escaleras es decisión del proyectista. Cada caso requiere un análisis particular, ya que constituye uno de los elementos destacados de los edificios.
- La caja de la escalera debe tener la posibilidad de aislarse del resto del edificio en caso de incendio.
- Todos los escalones, en cada tramo, deben tener las mismas dimensiones de altura y pedada.
- En la medida de lo posible hay que evitar los escalones compensados, sobre todo en escaleras de pequeñas dimensiones.
- En escaleras compensadas la dimensión reglamentaria de la pedada debe verificarse sobre la "línea de huella".
- Las escaleras de seguridad deben ser fácilmente identificables, aún desde el exterior para favorecer el uso espontáneo aún por parte de los usuarios ocasionales del edificio.
- Los descansos de las escaleras no deben superponerse con las circulaciones horizontales para permitir el uso simultáneo de ambas sin interferencias. Frente a las paradas de los ascensores se debe disponer también de espacio suficiente para los pasajeros, sin interferir las circulaciones horizontales del piso respectivo.
- Siempre que sea posible hay que diferenciar o estriar la nariz del escalón para facilitar la identificación de cada escalón, sobre todo cuando se baja la escalera.
- Los arranques y llegadas de cada tramo, después de la circulación horizontal o los

descansos, deben estar bien iluminados, sobre todo en edificios donde accede público numeroso.

- ▶ Los descansos conviene ubicarlos dividiendo el desarrollo de la escalera en tramos con número similar de escalones para evitar el cansancio, sobre todo al subir.
- ▶ Cuando no se interrumpe la escalera a nivel de la salida del edificio se debe colocar una puerta en el acceso del tramo que lleva al subsuelo.
- ▶ Debe colocarse contrahuella o algún otro elemento que impida resbalar en el momento de la subida, sobre todo si el material de la huella es resbaladizo.
- ▶ La relación más conveniente, en escaleras para adultos es de 29 cm para la huella y 17 cm para la contrahuella (corresponde a una pendiente de 30°).
- ▶ Hay que evitar la colocación, en la medida de lo posible, de materiales combustibles en las circulaciones. Los reglamentos establecen los casos en que esta condición debe ser cumplida obligatoriamente.
- ▶ Los plenos de servicios deben dimensionarse generosamente para permitir el agregado de nuevas canalizaciones y facilitar las tareas del personal que coloca los elementos y realiza el mantenimiento posterior.
- ▶ Puede considerarse la conveniencia de enterrar los desperdicios familiares cuando no se cuenta con el servicio público de recolección.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIO PARA LAS OPERACIONES DE OBRA

Los materiales se indican en cada caso (además ver **Apéndice**).

Las operaciones las realizan:

- ▶ el personal especializado de la empresa contratista principal.
- ▶ el personal especializado dependiente del proveedor de los elementos mecánicos en cada caso.

Por tratarse de operaciones de terminación de obra, los trabajos deben ser ejecutados con la supervisión permanente del profesional responsable de la obra.

Carpintería de obra

Introducción

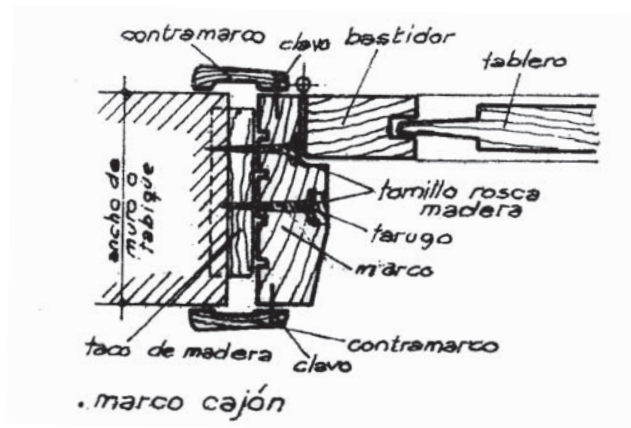
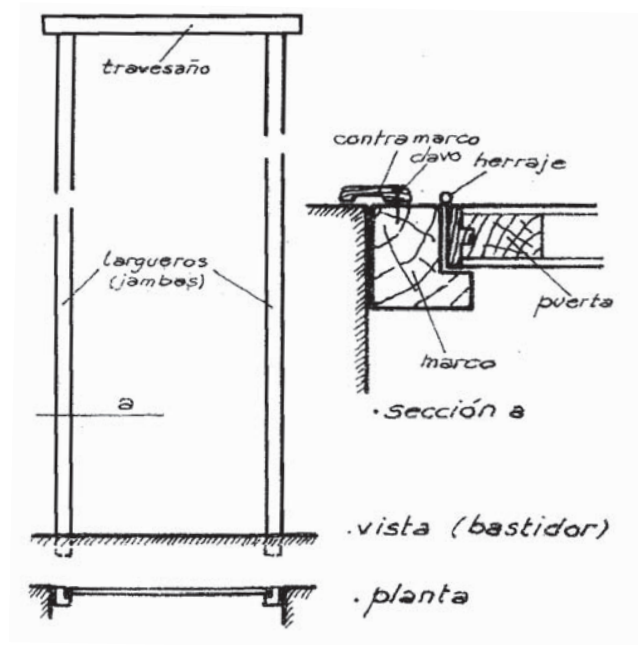
La carpintería de obra (o carpintería de taller) comprende los elementos que permiten controlar el uso o cerrar los vanos (huecos u orificios) de paredes, pisos y techos de los edificios. Algunos autores denominan cerramientos a estos elementos y aberturas a los vanos. Incluye a los que quedan incorporados permanentemente a la obra.

Sintéticamente, los vanos deben **permitir** el paso del aire, las visuales, las radiaciones, las personas, los muebles y por otro lado **Impedir** el paso de los ruidos, las corrientes de aire, las lluvias y los visitantes indeseables. Aunque cada vano se incorpora a la obra con funciones precisas, mediante elementos de carpintería es posible conseguir otros usos alternativos o complementarios.

ASPECTOS REGLAMENTARIOS

Los reglamentos establecen simultáneamente las dimensiones de locales, de aberturas y de los patios a través de los cuales se supone que están aseguradas condiciones aceptables de iluminación y ventilación para los primeros. En cada caso hay que recurrir al código de edificación vigente en el lugar de la obra, a fin de ajustar el diseño a las disposiciones vigentes, obligatorias de cumplimiento. Entre los aspectos contemplados –a título de ejemplo– indicamos los siguientes:

- ▶ Los locales (en viviendas) se clasifican en "principales" ("habitables"): estar, comedor, dormitorio, estudio, biblioteca (donde la permanencia es continuada) y los "secundarios" ("no habitables"): cocina, baño, lavadero, depósito, garaje, etc. Los locales habitables deben tener una superficie mínima de $6,00 \text{ m}^2$, con lado mínimo de 2,00 m. Y ventilar a un patio de superficie mínima de $10,00 \text{ m}^2$ y lado mínimo de 2,50 m.
- ▶ Para los locales no habitables el patio puede tener superficie mínima de $6,00 \text{ m}^2$ con lado mínimo de 1,50 m. Para estos locales se permite la ventilación de "ático".



Los retretes pueden iluminarse y ventilar por tubos o claraboyas.

Todos estos locales deben tener por lo menos dos aberturas (puerta y ventana) de las cuales por lo menos una (la ventana) debe dar al exterior. Las aberturas deben estar en distintos paramentos.

► La superficie mínima de iluminación debe ser $1/12$ de la superficie de piso y no menos de $2,00 \text{ m}^2$, y la de ventilación $1/5$ de aquella.

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Para encarar el diseño de las aberturas y los elementos de la carpintería, aparte de dar cumplimiento a los reglamentos, debemos conocer el destino del local y el lugar en que está ubicado, para dar respuesta –entre otros– a requerimientos de:

- ▶ **Comunicación:** física y visual: el tamaño de los elementos que deben circular por las aberturas nos determina las dimensiones de las mismas. En lugares de descanso y trabajo intelectual son importantes las visuales. Éstas dependen de las posibilidades que brinde el entorno del edificio.
 - ▶ **Privacidad:** contrariamente a lo indicado en a) existen locales donde la preocupación es evitar las visuales del exterior al interior. Para este propósito nos valemos de cerramientos cuyas características hay que establecer en cada caso.
 - ▶ **Iluminación y ventilación:** como hemos visto las reglamentaciones establecen las dimensiones mínimas de las aberturas para asegurar condiciones de confort. Pero estos valores deben ser verificados atendiendo fundamentalmente a la orientación, en respuesta a los vientos para la ventilación y el sol para la iluminación y asoleamiento.
 - ▶ **Protección:** por medio de cerramientos adecuados y accesorios se puede brindar protección a las aberturas para evitar o disminuir la acción del viento en invierno, el sol en verano, la lluvia, los efectos de la temperatura, humedad y otros factores climáticos.
 - ▶ **Seguridad:** ya sea por los mismos elementos constitutivos de los cerramientos u otros que se agreguen al efecto, como cortinas, postigos, celosías, rejas, etc., se brinda seguridad a los moradores de los espacios interiores.
- En el diseño de los elementos (aberturas y cerramientos) deben solucionarse además los aspectos referidos a **higiene, mantenimiento, uso y terminación**.
- ▶ **Morfológicos:** al decidir el diseño en sí hay que establecer concretamente la forma, tamaño, escala humana, proporción y color de cada uno de los elementos.

Aparte de los requerimientos anteriores, hay que responder a otros factores tales como el paisaje natural y el cultural construido; las costumbres y modos de vida; las posibilidades que brindan los materiales y las tecnologías de producción, sin olvidar a los de orden económico y reglamentario.

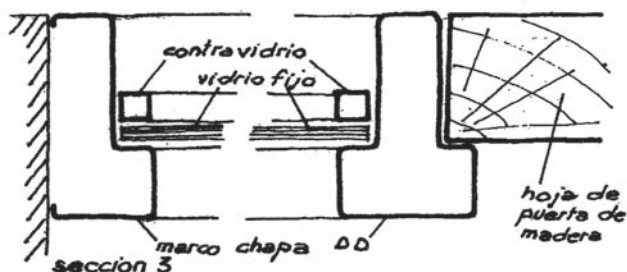
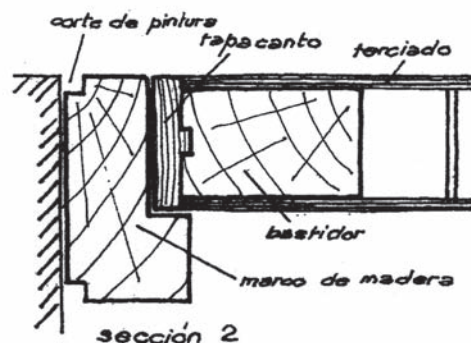
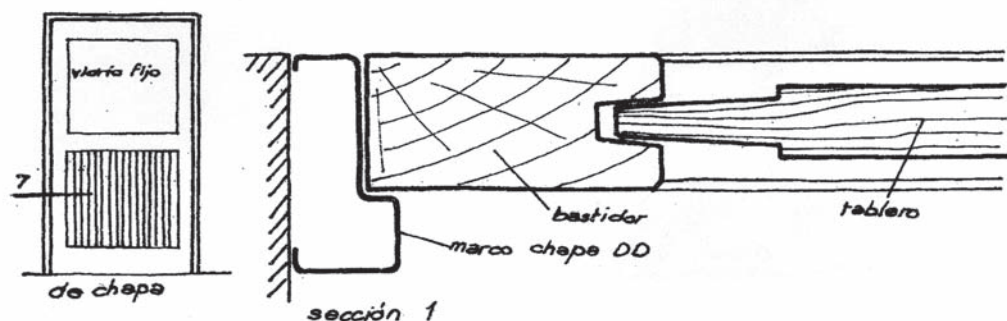
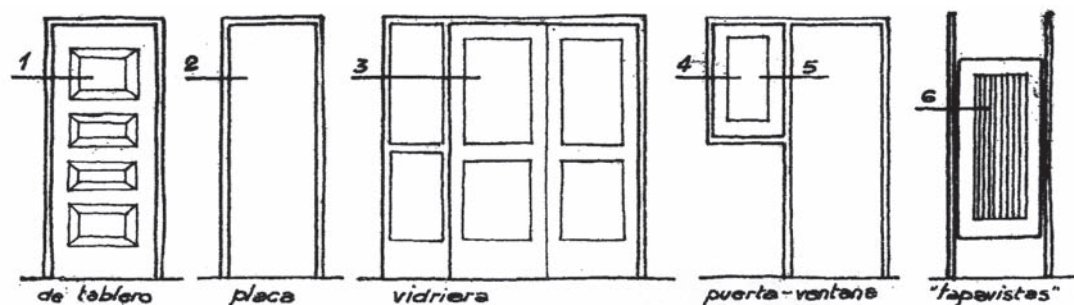
Carpintería de obra

El tema de la Carpintería de Obra, es sumamente extenso y sobre el mismo existe suficiente bibliografía específica por lo que nosotros nos limitaremos a hacer referencia a: los tipos de aberturas, funciones que cumplen en la obra, materiales usados, formas de abrir, herrajes, etc. para cada uno de ellos; en forma sucinta.

A. PUERTAS

Permiten el acceso de personas y elementos a los locales de los edificios. Las dimensiones deben responder en consecuencia a estos. Están compuestas por dos elementos fundamentales:

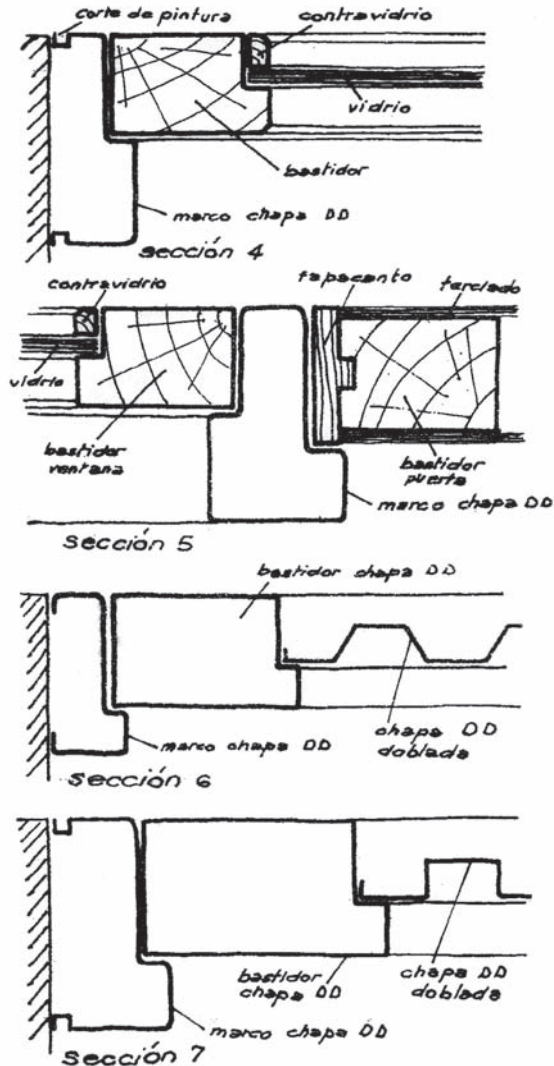
► Puertas



el marco (fijo) y la hoja (móvil). Los herrajes permiten el movimiento de la hoja y asegurar el cierre en el momento oportuno.

El marco (cerco o bastidor) se fija al muro o tabique y puede complementarse con el **contramarco** que oculta la junta entre marco y muro. Los **marcos** cajón abarcan todo el ancho del muro. El marco puede abarcar sólo la altura de la hoja o complementarse por sobre ella con montante para vidrio fijo o móvil, para permitir la entrada de luz y la ventilación aún con la puerta cerrada. La **hoja** (o puerta) es el elemento móvil que impide el paso cuando está cerrada. Los **herrajes** permiten el movimiento de la hoja. En función de éste y la forma de desplazarse diferenciamos las puertas: abatibles, giratorias, vaivén, guillotina, libro, plegadiza, levadiza, corre-diza, fuelle, arrollable, pivotante, telescópica, basculante, automática, de seguridad.

» Puertas



Para ejecutar tanto los marcos como las hojas se usan diversos **materiales**, entre los habituales podemos citar: la **madera**, maciza para los marcos y de tabla tirada, de tablero, placa (con madera terciada, aglomerados, placas), enchapada para las hojas. El **acero** se usa como perfiles laminados, extruídos, perfiles de chapa doblada similares a los anteriores y chapa doblada especialmente diseñada para cada caso, sobre todo para marcos y hojas vidriadas; el **bronce** se usa excepcionalmente debido a su elevado costo. El **aluminio** presenta uso creciente en carpintería de perfiles extruídos con aleaciones que mejoran las características del aluminio puro, que también se usa para las chapas.

El **vidrio** se usa en bastidores, puertas de madera o metálicas y el **vidrio templado** tiene suficiente resistencia para constituir por sí mismo la puerta, permitiendo además fijar los herrajes.

Otros materiales aumentan su difusión en la fabricación sobre todo de hojas de puertas: **plásticos** (resinas de poliéster armadas con lana de vidrio); el **PVC** y **espumas** brindan estanquidad y aislamiento acústico a puertas de madera y metálicas; hojas de **plástico** para puertas flexibles que brindan aislamiento térmico y acústico.

La unión entre el marco y la hoja, con perfiles adecuados permite el **contacto simple** o el **doble contacto** que asegura un cierre estanco, especialmente indicado en climas fríos o ventosos.

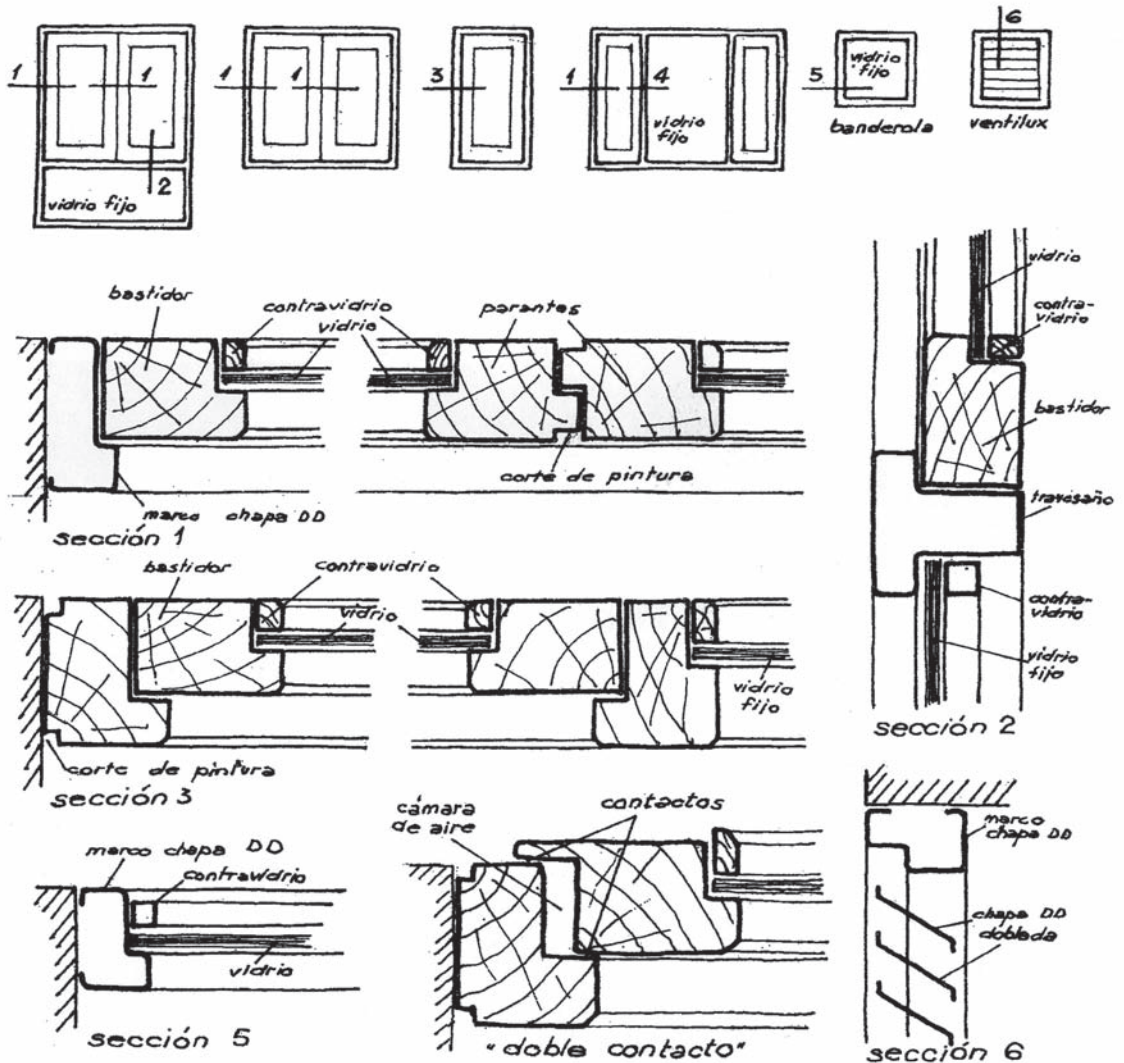
Mediante los **herrajes** se permite el movimiento relativo entre el marco (fijo) y las hojas (móviles); adaptados al tamaño y peso de las aberturas y los movimientos que se desea conseguir. Para unir la hoja al marco se pueden usar goznes, bisagras, pomelas, escuadras, pivotes, bisagras de embutir, guías, rieles, etc., de diversos tamaños, materiales y diseños según los materiales a vincular y manijas, aldabas, pomos, candados, cerraduras, pasadores, retenes, etc., para permitir la manipulación por los usuarios.

B. VENTANAS

Las ventanas se colocan en la obra con el objeto de cumplir las funciones de:

- ▶ **iluminación:** la relación entre las partes opacas y las vidriadas deben permitir un adecuado rendimiento luminoso. Los materiales más resistentes permiten usar secciones más reducidas en marcos y bastidores y aumentar la superficie vidriada. Los metales y plásticos permiten reducir las superficies opacas pero el uso de maderas de calidad puede favorecer el aspecto estético.
- ▶ **ventilación:** se estima conveniente asegurar la renovación del aire interior en 1,3 veces por hora el volumen del ambiente, valor vinculado con la ubicación geográfica, orientación y actividad a desarrollar en el local. El volumen de aire que ingresa depende del tamaño de la abertura y la diferencia de presión entre el interior y el exterior. Las ventanas corredizas permiten abrir sólo el 50% de la superficie disponible. Las ventanas de abrir o balancín, con mecanismos que permitan regular la abertura resultan más adecuadas, pero pueden causar molestias cuando están abiertas.
- ▶ **visibilidad:** depende exclusivamente de la calidad del cristal empleado, que no presente fallas que distorsionen las formas.
- ▶ **protección de los factores climáticos:** fundamentalmente viento y lluvia. El viento depende de la ubicación geográfica y de la altura a la que está ubicada la ventana. Donde los vientos son intensos hay que reducir las superficies móviles y las superficies fijas cerrarlas con vidrios de espesor adecuado. Cuando el viento no es tan intenso se pueden colocar ventanas "de abrir" y aumentar las superficies vidriadas. El agua de lluvia que se infiltra hay que colectarla y evacuarla al exterior evitando su ingreso al interior.
- ▶ **aislación térmica:** con el objeto de evitar la pérdida de calor en invierno y la absorción de calor en verano. La pérdida de calor se produce por transmisión y ventilación. Las superficies de vidrio y metálicas son especialmente frías en invierno. Durante el verano el vidrio transmite toda la radiación térmica del espectro visible y del infrarrojo. Las ondas son absorbidas por los objetos, los que emiten parte del calor absorbido en una longitud de onda más larga, que no es capaz de atravesar el vidrio hacia

• Ventanas



el exterior, lo que produce el "efecto de invernadero". Algunos tipos de vidrio reducen la transmisión del calor, pero aumentando considerablemente su temperatura y convirtiéndose en verdaderos radiadores. La solución es evitar el paso directo de los rayos solares a través del vidrio, colocando elementos de protección en el exterior. Los elementos constitutivos de las ventanas son similares a los de las puertas. Pueden ser fijas y móviles. Estas últimas se clasifican según la forma en que se mueven: "de abrir", con rotación alrededor de un eje vertical, mediante herrajes colocados en uno o dos montantes -para una o dos hojas- que abren hacia adentro; "a banderola", con rotación alrededor de un eje horizontal -inferior o superior- que abren hacia el interior o el exterior (resultan difíciles de limpiar en la cara exterior); "pivotantes"

rotan alrededor de un eje vertical que no coincide con el borde; "de proyección o automáticas" con rotación alrededor de un eje horizontal que desciende simultáneamente con el giro. En general abren hacia afuera, "a balancín" (o "basculante") y "reversibles" cuando giran entre 90 y 180° sobre un eje horizontal ubicado en el centro de la hoja; "corredizas" con desplazamiento horizontal sobre guías y con el agregado de rodamientos (en el umbral o en el dintel) para las más pesadas, las que funcionan mejor cuando las hojas son anchas (apaisadas); "a guillotina", con desplazamiento vertical sobre guías laterales, con o sin contrapeso para facilitar el movimiento, las que al igual que las corredizas permiten abrir sólo la mitad de la abertura y presentan dificultad para limpiar el vidrio en su cara exterior; "ventiletes" o "aereadores", constituidos por aletas transparentes u opacas orientables que giran sobre un eje horizontal o vertical sobre un marco de forma que solapan unas sobre otras, consiguiendo de esta manera un cierre relativamente estanco.

Para la fabricación de ventanas se usan prácticamente los mismos materiales que para las puertas, a los que se agregan aleaciones livianas, hormigón armado, algunos plásticos y PVC. Es muy extensa la variedad de perfiles laminados de acero y extruídos de aluminio que permiten solucionar eficientemente las más diversas situaciones. (La industria ofrece abundante documentación técnica con los perfiles disponibles y las soluciones posibles).

Combinando las soluciones de puertas y ventanas se fabrican puerta-ventanas, puertas vidriera, mamparas, vidrieras, etc.

C. PORTONES

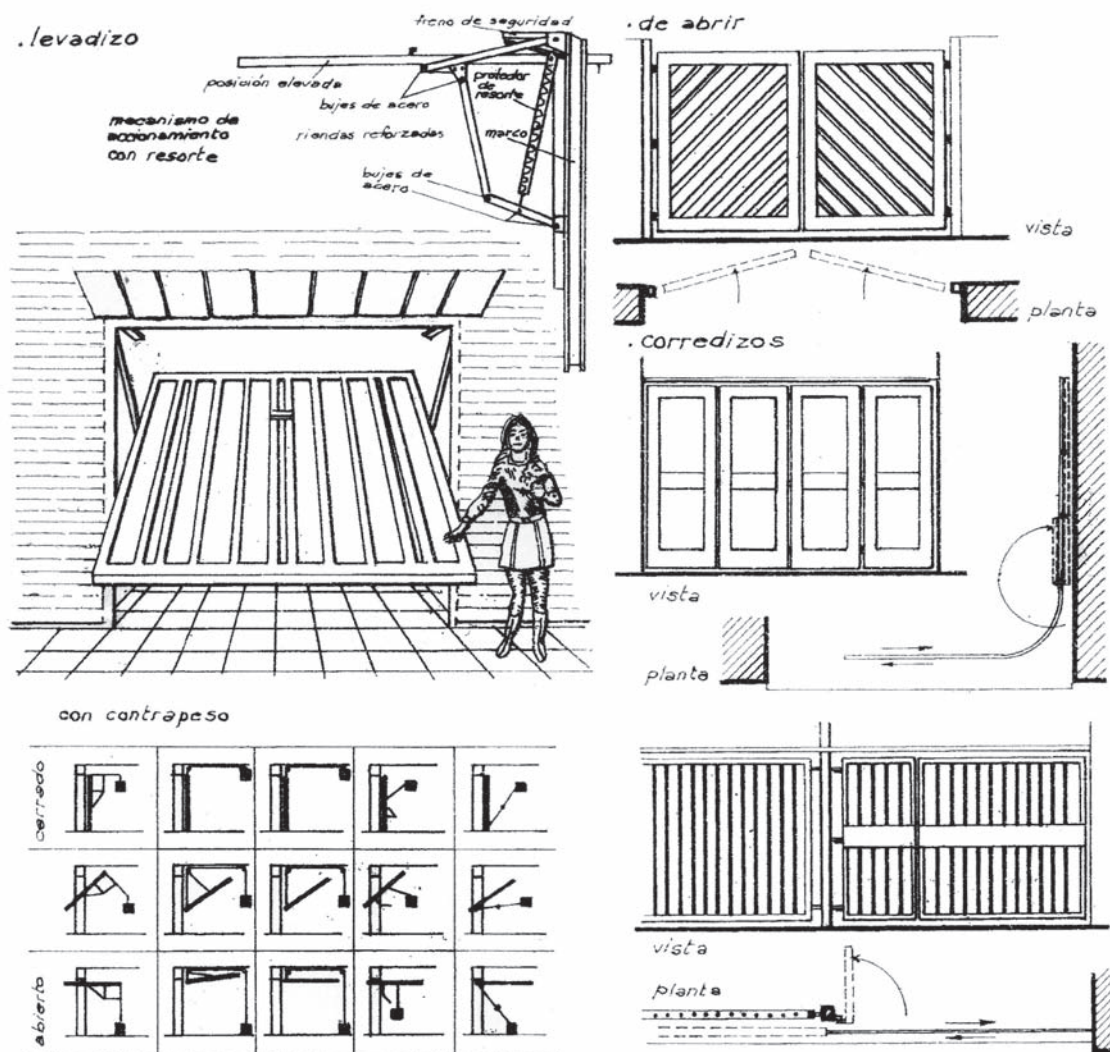
Permiten cerrar aberturas de mayor tamaño que las puertas comunes y se colocan en las entradas de garajes, estacionamientos, depósitos, fábricas, talleres, etc.

Se pueden accionar en forma manual o electromecánica. En el primer caso el movimiento se produce en forma similar a las puertas comunes, ("de abrir") con bisagras o pomelas, dividiendo el ancho total en dos o más hojas. Con diseño similar se colocan portones corredizos sobre guías, apoyadas sobre el piso o en grampas empotradas en los muros o elementos estructurales colocadas en la parte superior. Los desplazamientos pueden ser rectos - paralelos, exteriores o embutidos en el muro- en línea recta en su totalidad o combinando tramos rectos y curvos. En este caso es conveniente que el peso del portón sea soportado por los elementos superiores, colocando en el piso una guía para impedir el desplazamiento lateral del portón. Los mecanismos (ruedas o rulemanes) colocados en la base -en contacto con el piso- se ensucian y traban con facilidad dificultando el desplazamiento. En garajes de viviendas individuales y estacionamientos de edificios de departamentos se usan portones levadizos con diversos sistemas de movimiento para la apertura y el cierre, con posición final del portón paralela al techo.

Estos portones son de una sola hoja, aunque admiten la colocación de una pequeña puerta de servicio (de abrir) dentro de la estructura del portón. La hoja se desplaza sobre guías laterales colocadas en el marco y para facilitar el desplazamiento suelen colocarse contrapesos.

El accionamiento electromecánico se combina con el manual para permitir el movimiento cuando se interrumpe el suministro de energía eléctrica. Pueden agregarse además accesorios

Portones



tales como: control remoto con receptor y transmisor de VHF, timer automático electrónico y ojo electrónico que se acciona por la luz del automóvil, que permiten transmitir órdenes de apertura y cierre del portón a distancia.

Las hojas pueden ejecutarse con diversos materiales -similares a los usados en las puertas- aunque se recomienda no usar portones de hierro.

La colocación es similar a la de las puertas de grandes dimensiones.

Sobre la línea municipal también se colocan portones, sobre todo frente a la entrada de los garajes. Suelen tener la misma altura que la verja o muro de cierre; ejecutados con el mismo material que la verja o metálicos o de madera en caso del muro. Generalmente son "de abrir" con bisagras, con o sin rueda de deslizamiento sobre el piso de la entrada. Cuando la altura permite el paso de vehículos conviene que sean metálicos, corredizos, colgados o apoyados sobre guías colocadas en el piso o combinando las dos soluciones. El deslizamiento puede ser por el exterior o el interior del cierre de frente, paralelo al mismo, pudiendo accionarse mediante motores eléctricos.

D. ILUMINACIÓN CENITAL

Constituye un sistema que permite brindar iluminación natural a locales sin paredes exteriores o reforzar la que pueden brindar las puertas y ventanas que hemos descripto.

En algunas ocasiones se recurre a este sistema, aunque sean factibles las exteriores porque la iluminación cenital es de mayor intensidad que la que brindan las superficies verticales, siempre que se pueda evitar la incidencia directa de los rayos solares, cuando sean perjudiciales.

Las posibilidades de recurrir a este sistema de iluminación han aumentado a partir del uso de los plásticos que permiten adoptar con facilidad diversas formas y son más resistentes a los impactos que los vidrios tradicionales. Entre las posibilidades podemos enumerar:

- **Techos de vidrio:** Ejecutados con paños vidriados colocados sobre perfiles metálicos. La dificultad se presenta en la unión entre paños. No es conveniente el uso de masilla común, plástica al principio pero que endurece y se resquebraja con el tiempo. Hoy es posible el uso de mástics plásticos, elastómeros, etc. que evitan el problema, al mismo tiempo que permiten el movimiento de los vidrios.

Puede ser conveniente sustituir los vidrios por chapas traslúcidas por el peligro que presentan aquellos en caso de rotura. Al mismo tiempo hay que procurar que, mediante una pendiente adecuada el agua de condensación desagüe hacia los bordes.

- **Baldosas de vidrio:** Especialmente indicadas para pisos transitables (sobre sótanos o en azoteas); se construyen fácilmente, colocando un encofrado sobre el cual se ubican las piezas separadas para colocar la armadura, rellenando las juntas con mortero de cemento-arena 1:3. Se pueden construir paños de luces de hasta 1,40 m para pisos transitables y 1,60 m para los no transitables, que se colocan separados de la estructura de apoyo por lo menos 1 cm para permitir las dilataciones.

La industria fabrica baldosas cuadradas de 15x15 a 20x20 cm., rectangulares de 20x30 cm. y circulares de 12 y 15,5 cm de diámetro; en espesores de 4 a 8 cm. Se pueden cubrir superficies de 5 m² en los transitables y hasta 8 m² en los no transitables y abovedados. El vidrio puede ser coloreado y texturado.

- **Chapas traslúcidas:** Se colocan en sectores de cubiertas onduladas y plegadas. La forma de las chapas se adaptan a casi todos los tipos de chapas de hierro galvanizado, aluminio y fibrocemento.

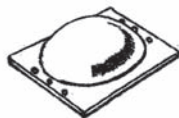
Estas chapas difunden la luz y transmiten el calor según el color. En general impiden el paso de los rayos infrarrojos (el verde oscuro sólo el 25%). Cuando además de iluminar es necesario ventilar se pueden usar chapas con claraboyas corredizas que provee la misma industria.

► Iluminación cenital

• cúpulas de acrílico



rectangular



circular

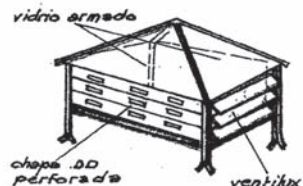
• tragaluz



cúpula de acrílico

chapa de aluminio

• claraboya

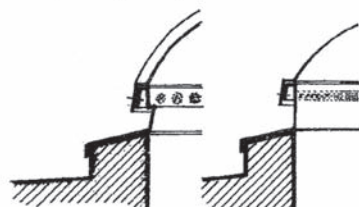


vidrio armado

chapa de aluminio perforada

ventilux

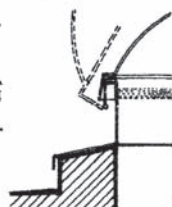
• claraboyas para iluminación y ventilación de acrílico



bóveda de cañón corrido



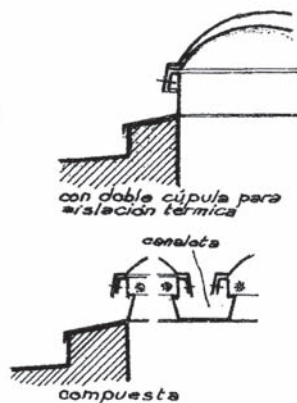
circular cuadrada



abatible



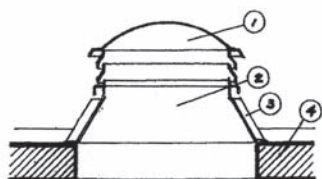
con ventilación aletada



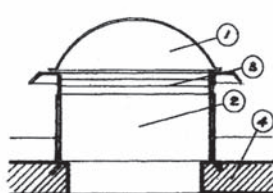
con doble cúpula para aislamiento térmico

conalata

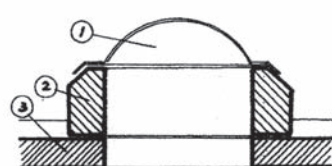
compuesta



- 1- cúpula
- 2- claraboya metálica
- 3- aislamiento térmico
- 4- losa



- 1- cúpula base cuadrada
- 2- claraboya metálica
- 3- rejilla de ventilación
- 4- losa



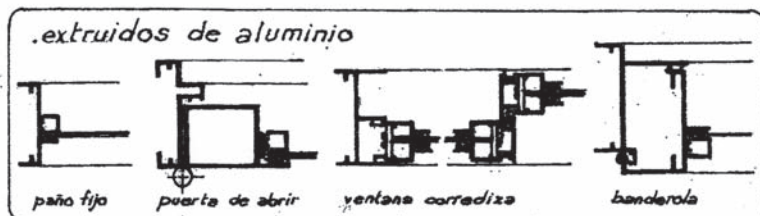
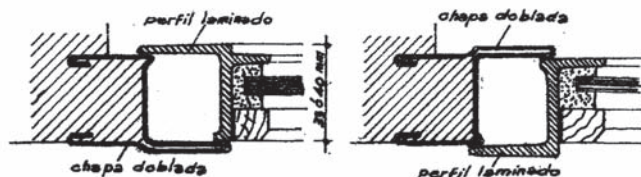
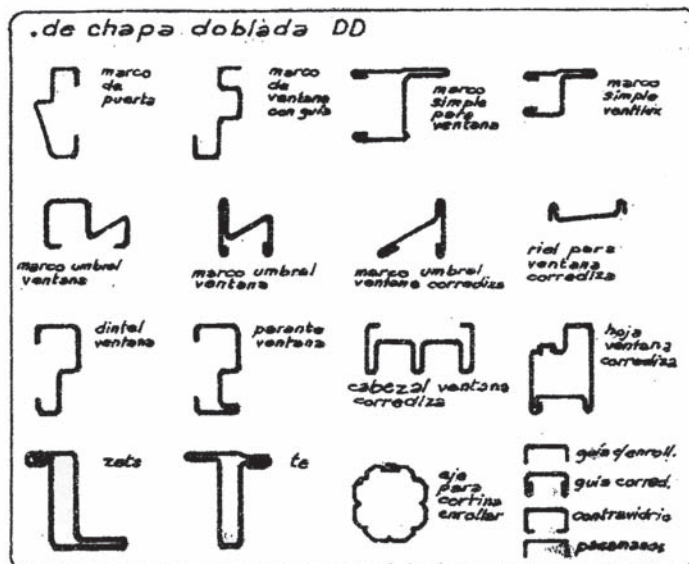
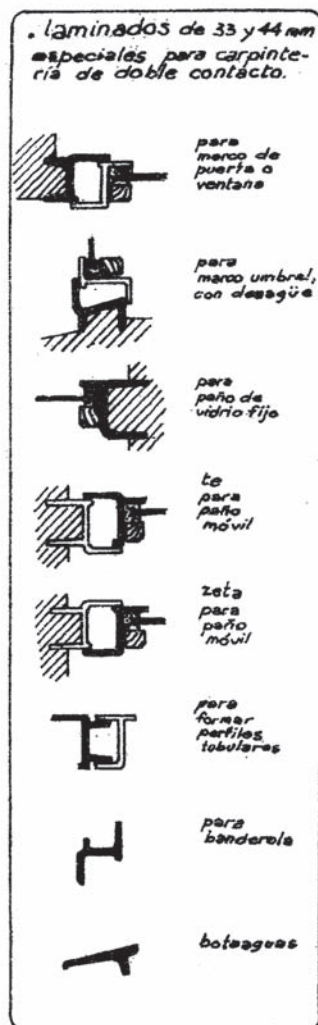
- 1- cúpula base cuadrada o circular
- 2- cajón de mampostería
- 3- losa

La unión entre las chapas y éstas con el resto de los elementos se puede ejecutar con juntas plásticas a base de poliuretano impregnadas con resinas y bitúmenes asfálticos especiales, con lo que se mejora la hermeticidad.

La industria provee además elementos que pueden ser colocados en los techos de tejas.

► **Cúpulas de acrílico:** La industria ofrece elementos standardizados, con o sin mecanismos de ventilación de diversas dimensiones (de 0,10 x 0,10 m a 2,00 x 3,00 m), de distintas formas: semiesféricas y piramidales, con base circular, ovalada, cuadrada y rectangular, a lo que se agrega una amplia gama de colores. Es así como pueden cubrirse prácticamente todas las necesidades que surjan en los proyectos. Se fabrican además con sistemas que permiten ventilar los locales (con costados aletados y abatibles). En general se colocan sobre superficies horizontales y también en paramentos verticales para la iluminación de "ático".

► Perfiles metálicos

**E. PROTECCIÓN LUMÍNICA Y VISUAL**

Puede conseguirse mediante elementos fijados a puertas y ventanas a las cuales acompañan en sus movimientos o fijados a partes de la obra con herrajes o mecanismos que permiten el movimiento independiente.

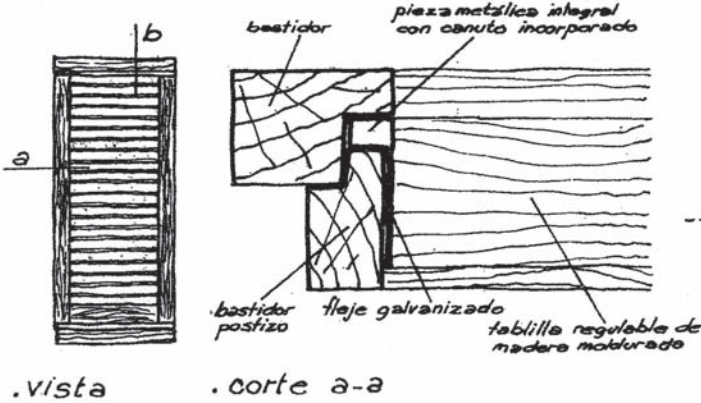
En general todos ellos impiden las visuales, pueden regular la entrada del aire y se colocan en el interior o el exterior, según el tipo. La variedad de diseños, ubicación, materiales, mecanismos de accionamiento, etc., es muy extensa y permiten solucionar las situaciones habituales.

Entre los de uso corriente indicamos los siguientes:

► **Postigos:** Constituye la solución más sencilla y consiste en un bastidor sobre el cual se coloca (encolada, clavada o encastrada) una placa delgada de madera terciada,

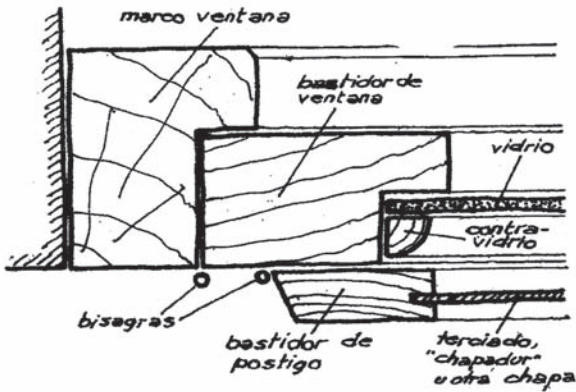
► Protección luminica y visual

. postigón regulable de madera

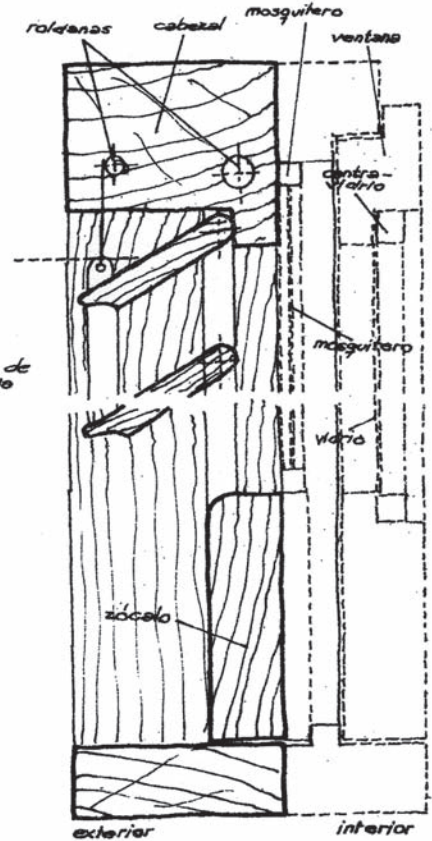


.vista

. corte a-a



. postigo sobre hoja de ventana



. corte b-b

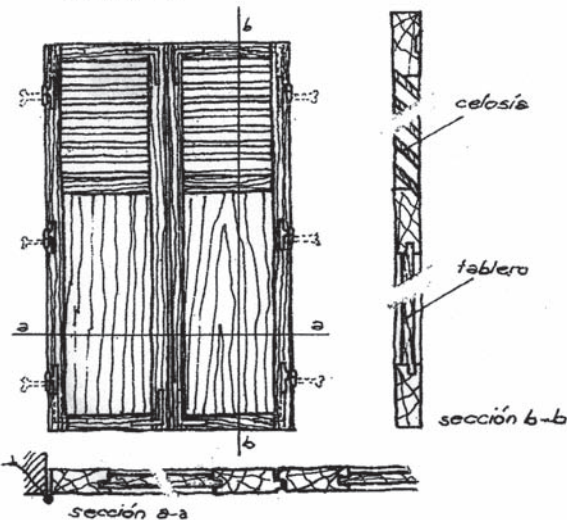
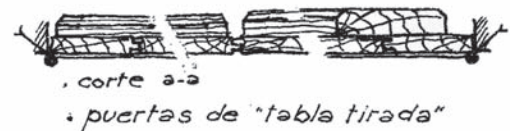
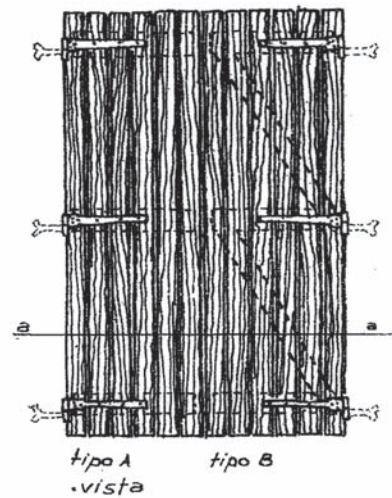
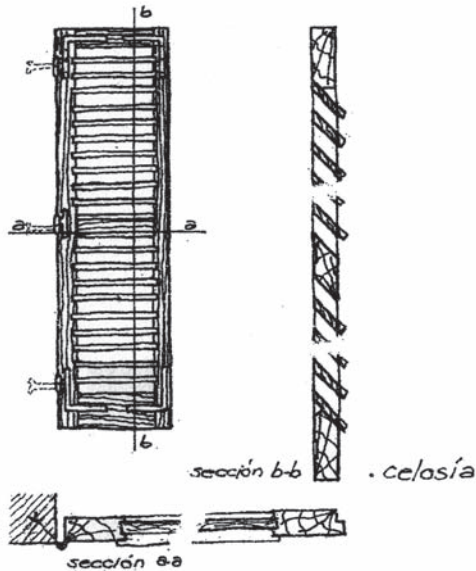
chapadur, fibras vegetales, etc. Fijado a las hojas de puertas y ventanas, se mueve junto con ellas y sólo impide las visuales. Se colocan en el interior.

► **Postigones:** Constituidos por un marco con doble bastidor y tablillas movibles de sección uniforme que permiten un total oscurecimiento y en posiciones intermedias regulan la entrada de aire y luz. Los herrajes son en general metálicos cincados o de nylon para ambientes salinos.

Como elementos complementarios se puede colocar traba de seguridad para impedir que las tablillas puedan ser abiertas desde el exterior; una hoja de ventana de abrir; hoja de mosquitero removible y reja de seguridad.

El bastidor puede ser fijo, corredizo o de abrir. Las tablillas se regulan mediante dos flejes metálicos continuos fijados en sus extremos que se accionan mediante un hilo

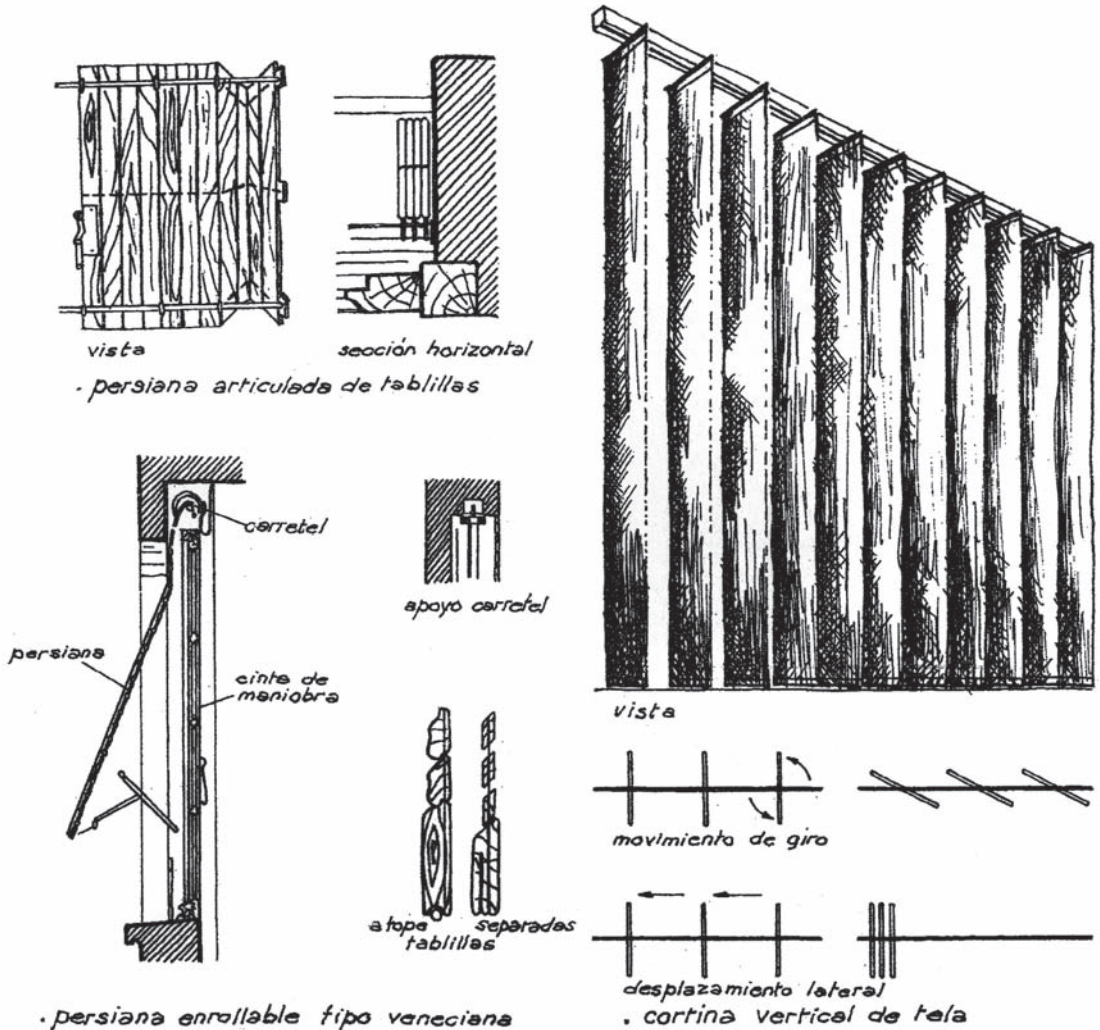
► Protección luminica y visual



trenzado resistente que alcanza el interior a través de roldanas que permiten el manejo. Se construyen con maderas tradicionales para este tipo de trabajos, de primera calidad, bien secas y tratadas para colocación al exterior, tales como cedro, mara, rauli, petiribí, etc. y excepcionalmente en chapas de acero o aluminio.

► Celosías: Con características similares a los postigones, pero con tablillas fijas, que impiden las visuales, tamizan la luz y permiten la ventilación cuando están cerradas. Se colocan al exterior con herrajes para abrir o corredizos, de una o más hojas. También se fabrican con tablas verticales, con travesaños, riostras y herrajes que permiten los mismos movimientos que los postigones, anteriormente descriptos.

► Protección lumínica y visual



► **Cortinas de enrollar:** Con tablillas de madera o perfiles plásticos; que se deslizan sobre guías laterales fijas o con articulaciones que permiten proyectarse hacia el exterior ("veneciana"), unidas entre sí por flejes metálicos o plásticos y que se arrollan sobre un tambor horizontal superior accionado mediante correa o cordón, cadena, y cable o fleje movido por manivela.

Se distinguen las de enrollar (con movimiento vertical), la veneciana (con movimiento vertical y proyección hacia el exterior) y "tipo Barrios" arrollables y con posibilidad de movimiento horizontal de las tablillas (independientes o simultáneos).

► **Cortina "americana":** Con tablillas de madera o flejes de aluminio, con mecanismo que permite el movimiento horizontal y apilar las tablillas en la parte superior.

Cuando se colocan en el interior hay que asegurar el libre movimiento de puertas y ventanas. Cuando se colocan al exterior hay que agregar guías laterales para evitar la acción perjudicial del viento.

► **Cortinas verticales:** Actúan como parasoles para regular o impedir la entrada del sol, pudiendo usarse también como divisores de ambientes y para impedir visuales. Se confeccionan en tiras de tela plastificada o cuerina de 12,5 cm de ancho y largo adaptado a cada ocasión. Se entregan en diversos colores y pueden cubrir hasta 5 m de ancho.

Los paños verticales se cuelgan, mediante perchas de acero inoxidable que se deslizan en una guía superior horizontal de aluminio templado y anodizado. Las perchas se colocan con separación de 11 cm que se enganchan en piezas alojadas en la guía. Estas piezas permiten a los paños dos tipos de movimiento: giros de hasta 180° sobre el eje vertical y desplazamiento lateral. Los movimientos de los paños se consiguen mediante cadena de bolillas y cordones. En el extremo inferior de cada paño se coloca un contrapeso, donde se conectan las cadenas que limitan el desplazamiento lateral.

F. PROTECCIÓN SOLAR

El método de recurrir a la instalación de sistemas de acondicionamiento para contrarrestar los efectos del calor provoca una gran inversión inicial en las instalaciones y un alto consumo de energía para su funcionamiento.

En muchos casos el diseño adecuado puede, si no eliminarlos, reducir en gran medida estos gastos. La posibilidad de lograr una adecuada protección solar varía desde el uso de vidrios aislantes hasta la instalación de parasoles u otros dispositivos de sombreado.

Con vidrios especiales se puede reducir en 40% la energía irradiada por el sol pero se pierde la posibilidad de aprovecharla en invierno.

Los dispositivos de sombreado impiden que la radiación alcance al edificio y muchos de ellos pueden enriquecer la riqueza formal del edificio. Tal el caso de los muros calados de ladrillo común o bloques cerámicos y de hormigón; elementos de sombra colocados en balcones profundos y **parasoles** horizontales y verticales –fijos, móviles y semimóviles.

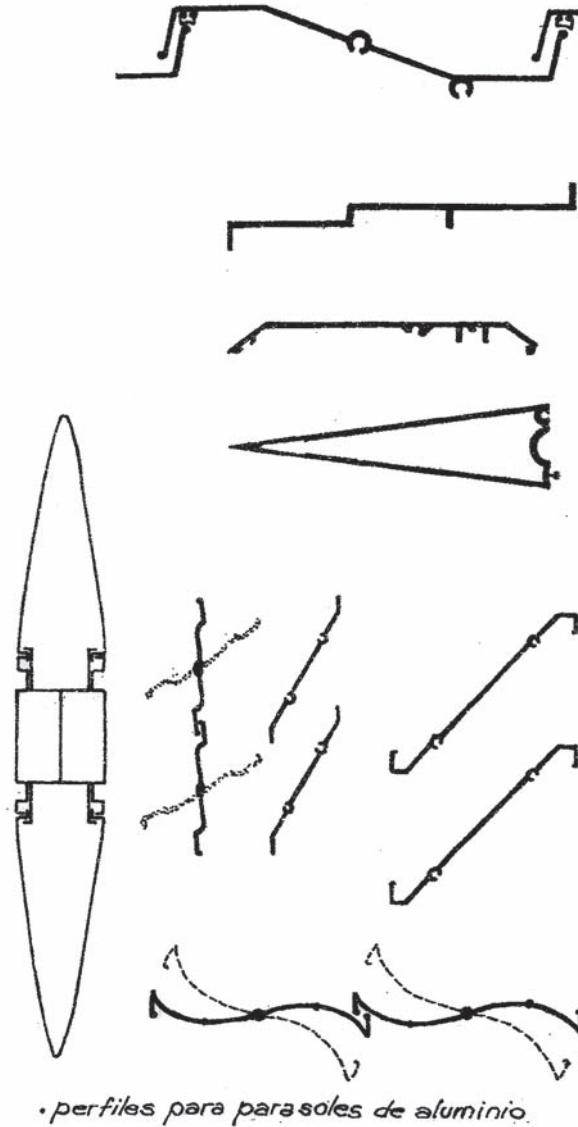
Los fijos quedan rigidamente vinculados a la obra y no se pueden regular, por lo que hay que ajustar con precisión sus dimensiones y posición. Los móviles pueden girar sobre su eje y además pueden desplazarse hasta desaparecer. Con ellos se puede proteger del 0% a 100% de la superficie.

Finalmente los semimóviles permiten la regulación parcial, dentro de ciertos límites.

Es fundamental, cuando se colocan parasoles, que estos estén separados del edificio para favorecer la convección del aire caliente entre la fachada y el parasol. Hay que procurar para su ejecución el uso de **materiales** con baja inercia térmica y alto poder reflectante.

El uso de la **madera** está restringido por la dificultad para mantenerla en condiciones, con costos razonables, teniendo en cuenta que la lluvia y el sol son quienes más la afectan. La industria provee productos adecuados para este fin. En caso de usar madera hay que seleccionar entre las más duras, cuidando además que estén bien secas en el momento de usarlas y realizar las tareas de mantenimiento periódicamente. Por otro lado conviene que sean fijos, ya que los herrajes deterioran con facilidad la madera durante los movimientos.

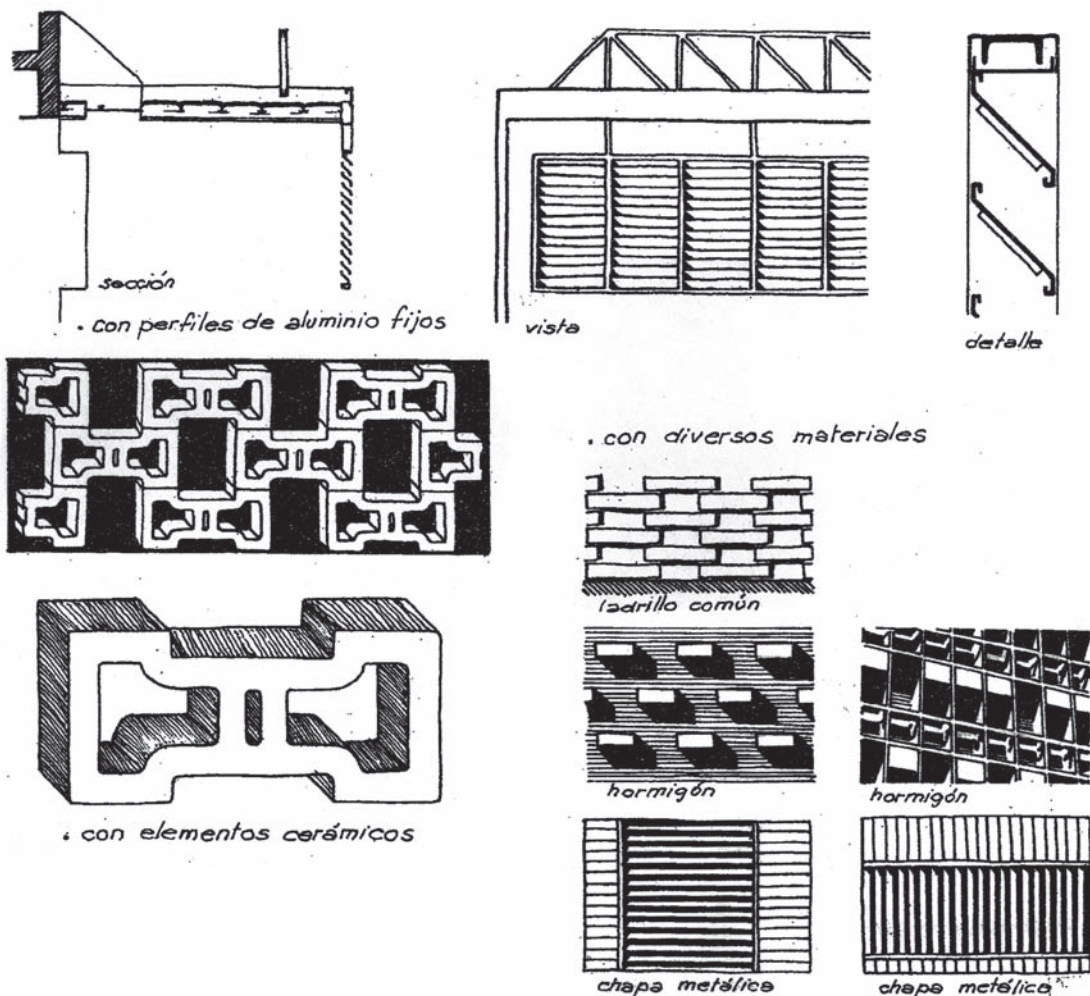
► Protección solar



En zonas con clima cálido seco, con gran diferencia de temperatura entre el día y la noche, pueden usarse parasoles de **hormigón**, que por su gran inercia térmica tardan bastante tiempo en absorber el calor por radiación, pero una vez desaparecida la fuente de calor lo devuelven lentamente. Este efecto puede aprovecharse para calentar los ambientes durante la noche. En cambio en climas cálidos y húmedos, donde la diferencia de temperatura entre el día y la noche es escasa, no es aconsejable su uso, salvo que el edificio se ocupe sólo durante el día.

La capacidad de reflexión del hormigón es muy escasa por lo que se debe recurrir al uso de revestimientos o pinturas, que aumentan el costo.

► Protección solar



Generalmente se usan elementos prefabricados (paneles o bloques) fijados a elementos de la obra. De manera similar pueden usarse bloques cerámicos, con los cuales se puede conseguir buenas terminaciones, con diseños variados, mediante tecnologías sencillas, similares a las aplicadas en la mampostería. Con estos elementos se puede asegurar simultáneamente sombra, ventilación y efectos decorativos interesantes, mediante el uso de bloques producidos con este fin y también con algunos de los destinados habitualmente para mampostería y losas alivianadas.

Es posible utilizar algunos plásticos -especialmente PVC, acrílico y poliéster reforzado con fibra de vidrio- que presentan la ventaja de adoptar casi cualquier forma, laminar o espacial; con diseños standard y especiales a solicitud del usuario. Son muy livianos en relación a la resistencia que ofrecen a lo que se agrega la posibilidad de lograr una amplia gama de terminaciones superficiales y cromáticas. Estos materiales son atacados por algunos agentes químicos que en general no están contenidos en la atmósfera.

Los más usados son los de perfiles metálicos –de aluminio o chapa esmaltada– aconsejables por su baja inercia térmica y buen poder reflectante.

El aluminio se emplea en perfiles laminares o tubulares extruídos, presentados en elementos terminados o para armar mediante combinación de perfiles.

Los perfiles tubulares huecos admiten mayores luces y la posibilidad, cuando se dejan los extremos abiertos, de conseguir corrientes ascendentes de aire caliente que mejoran el comportamiento del parasol.

Con chapa doblada esmaltada se pueden obtener perfiles similares a los de aluminio.

La posición de los parasoles –horizontal o vertical– se decide teniendo en cuenta lo que habíamos indicado en el capítulo 2 "Condicionantes Climáticos del Diseño Arquitectónico".

Cuando las paletas se colocan horizontales hay que evitar luces excesivas que producen flechas importantes y vibraciones en días ventosos.

Con perfiles tubulares se pueden alcanzar luces horizontales de hasta 1.80 m y verticales de 2,50 m.

Otros elementos de protección solar de uso más restringido los constituyen los toldos y marquesinas.

Los **toldos** –fijos, corredizos, arrollables o plegables– pueden ejecutarse con telas resistentes a la intemperie o con perfiles laminares similares a los usados en los parasoles indicados más arriba.

Mediante el uso de chapas conformadas se pueden cubrir patios en toda su superficie y conseguir un "lecho" con cierre hermético para el paso del aire, los rayos solares y el agua de lluvia.

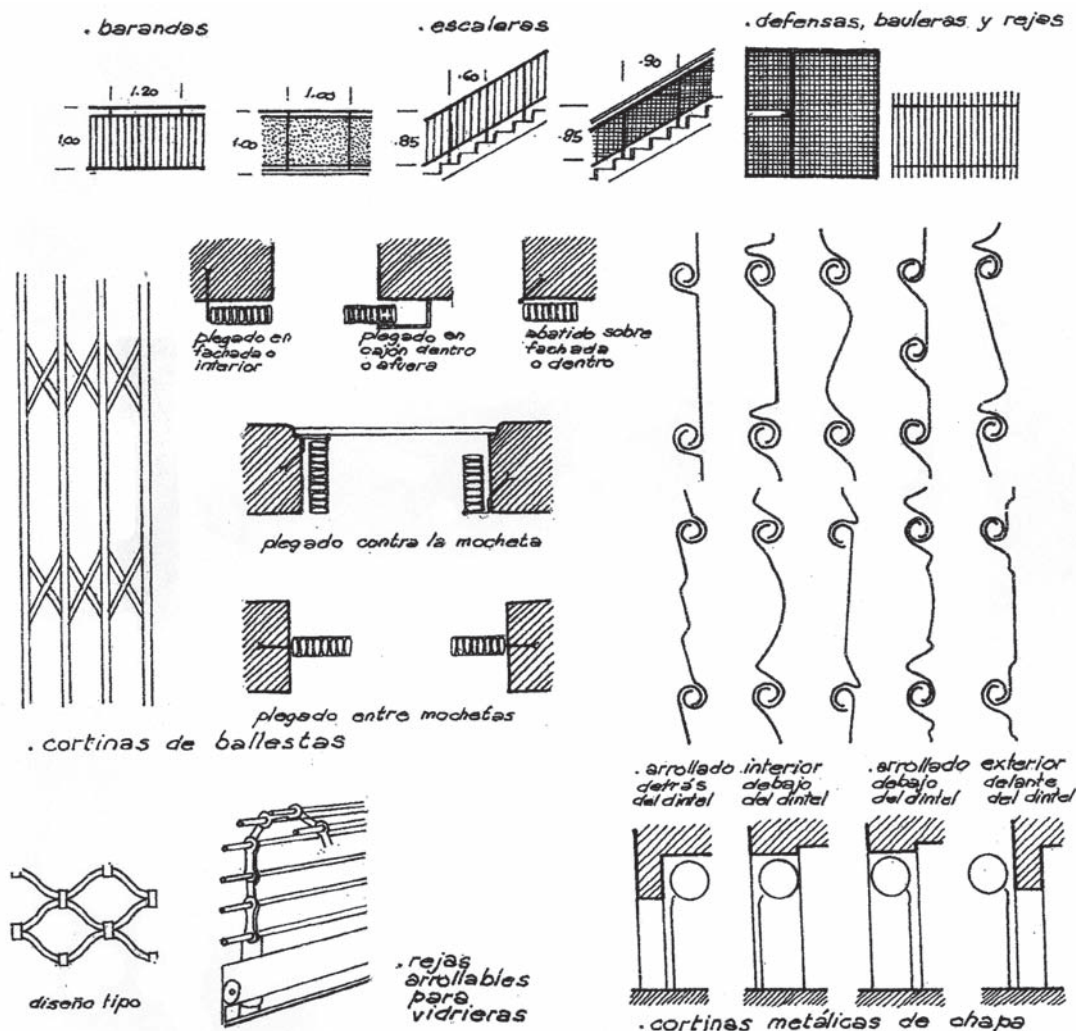
Especialmente para proteger superficies vidriadas y sobre entradas de edificios y también con fines publicitarios se pueden colocar **marquesinas**; con dimensiones y formas similares a los voladizos de hormigón, pero usando materiales de colocación "en seco", tales como madera, perfiles de acero, de aluminio, plásticos, etc.; con estructura propia que apoya en la estructura del edificio o en elementos de la misma previstos para este fin específico.

G. SEGURIDAD

Para protección de **personas y bienes** en los edificios se colocan elementos que permiten controlar el acceso a los mismos; tales como verjas, rejas, barandas, cortinas y mallas metálicas, etc., para ejecutar los cuales se usan materiales y tecnologías similares a los empleados en los elementos de carpintería indicados más arriba.

- ▶ **verjas:** para impedir el paso de personas y animales, se colocan sobre la línea municipal, en coincidencia con los portones de entrada, con la misma altura de éstos. En general se colocan sobre zócalo resistente a la humedad (piedra, hormigón, ladrillos, etc.), con alturas de alrededor de 1,00 m o si no de algo más de 2,00 m. En el primer caso el zócalo suele alcanzar los 20 cm y con él se consigue horizontalizar la base de apoyo de la verja. Cuando alcanza los 2,00 m de altura puede colocarse sobre el mismo zócalo o sobre murete de alrededor de 1,00 m (el murete puede ejecutarse con hormigón o mampostería de piedra o ladrillo u otro material resistente a los impactos y los agentes climáticos). El material corriente para las verjas es el **acero**–planchuela, barras redondas o cuadradas, tubos cuadrados, rectangulares o redondos, alambres tejidos, etc. y combinaciones

► Seguridad

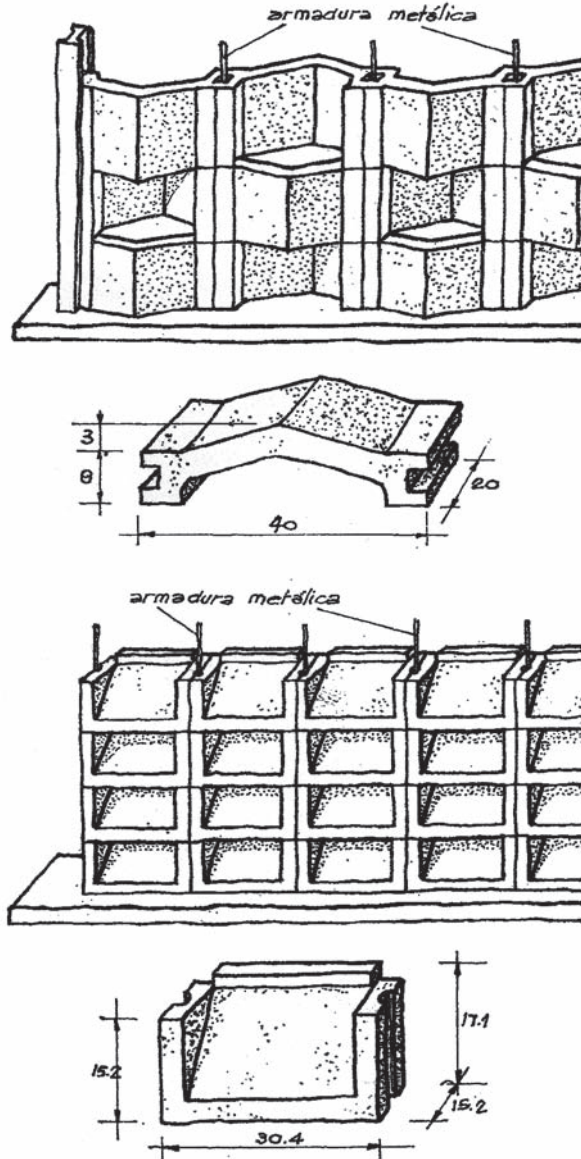


de los mismos. Este material es más resistente que la **madera** que necesita de tratamiento permanente cuando está expuesta a la acción consecutiva de la lluvia y el sol. No obstante, en zonas húmedas la madera se comporta mejor que el acero que se herrumbra con facilidad.

Cualquiera sea el material que se use para construir las verjas hay que evitar la colocación de elementos horizontales que pueden usarse para escalar la verja. En la parte inferior, para evitar el paso de perros y gatos se debe colocar alambre tejido o reducir la separación de los elementos verticales.

► **Rejas:** Para proteger puertas y sobre todo ventanas se colocan rejas con barras, generalmente verticales, que se mantienen separadas entre 10 y 12 cm mediante

► Cierre tapavista con bloques de hormigón



otras barras horizontales. La necesidad de colocación y la separación depende de la sección y largo de las primeras.

En general se colocan *fijas*, unidas a la obra de albañilería o a los marcos de ventanas y otras aberturas que no permiten el paso, o *móviles* en las puertas o portones. En este último caso hay que usar herrajes similares a los indicados en a. "Puertas" de este capítulo.

Excepcionalmente puede usarse la **madera**. En general se usan barras de **acero** –planchuelas, barras redondas, trefiladas, cuadradas y rectangulares–, tubos cuadrados y rectangulares, barras redondas comunes, alambre tejido, etc.

► **Barandas:** Para escaleras, balcones, terrazas, verandas y en general en todos los casos cuando se producen diferencias pronunciadas de nivel entre dos pisos contiguos.

Es conveniente además colocarlas en el perímetro de los sectores ocupados con elementos o actividades que representen algún riesgo para los ocupantes o visitantes del edificio.

Para su ejecución se usan los mismos materiales indicados para "verjas" y "rejas", con preponderancia del uso de la madera en espacios interiores.

► **Alambre tejido:** Además de los usos indicados más arriba se usan para delimitar bauleras, tendedores, estacionamientos, depósitos y en algunos casos para separar las propiedades.

Se ejecuta con alambre galvanizado de entre 2 y 5 mm de diámetro según la trama y el uso previsto, colocado sobre bastidores de tubos cuadrados, rectangulares o redondos de acero, caños galvanizados o perfiles laminados.

► **Cortinas metálicas opacas:** De chapa ondulada de acero, de chapas planas superpuestas o conformadas engarzadas entre sí que se arrollan sobre tambores similares a los de las cortinas de enrollar, para conseguir cierres opacos.

► **Cortinas metálicas transparentes:** a. De "ballesta", con deslizamiento horizontal, sobre guías fijas o móviles, formadas por perfiles U verticales unidas por pletinas cruzadas; se pueden alojar en un cajón (dentro o fuera del muro), abatirse sobre la fachada o plegarse sobre las mochetas del vano y b. "arrollables" sobre tambor horizontal, con mallas de diversos diseños –barras de acero rectas o conformadas de 10 mm de diámetro unidas entre sí por elementos metálicos de diverso tipo– que permiten el movimiento independiente de cada barra.

H. MUEBLES

Comprende los elementos que se fijan en forma permanente a la obra, colocados en **a. cocinas:** alacenas, armarios, bajo mesada, campana de humos; **b. dormitorios:** vestidores, guardarrropas, roperos, placards, tesoros de amurar y **c. baños:** botiquines, repisas, espejos, cubrebañeras, mamparas.

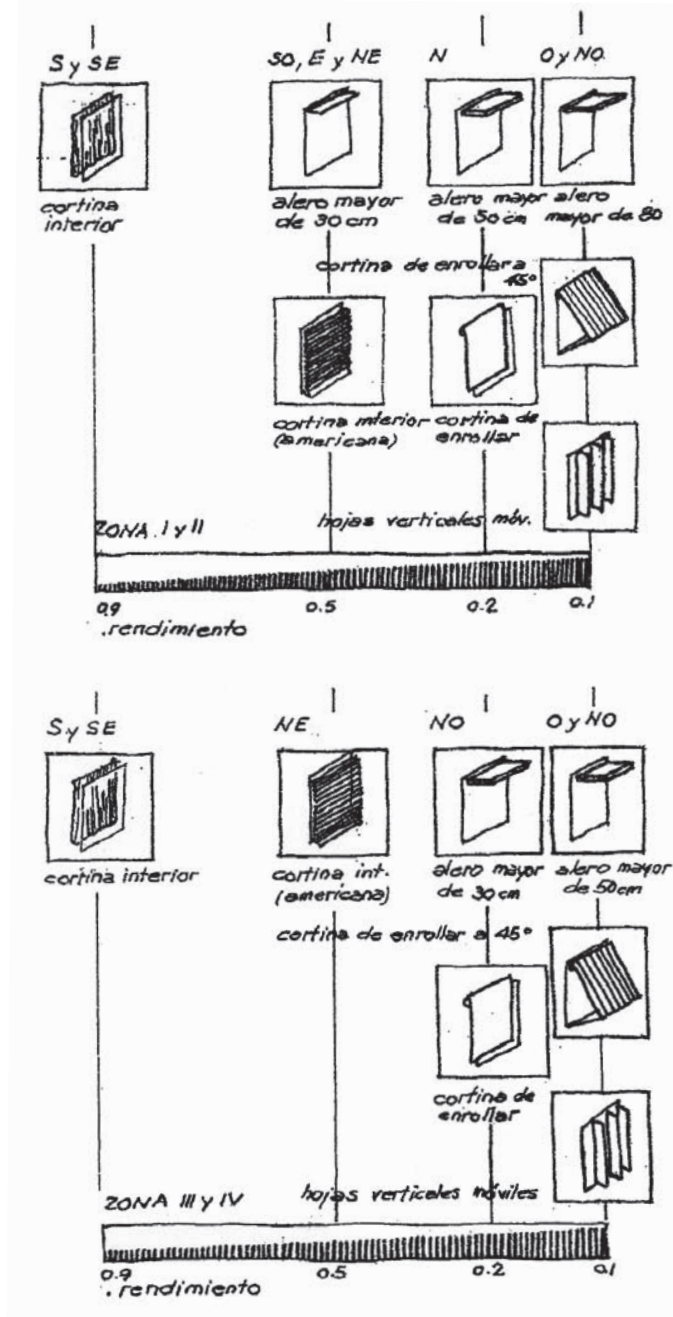
En general cuando no existen restricciones económicas, se ejecutan con maderas de calidad al natural en cocinas y dormitorios y en los baños los elementos que no entran en contacto con el agua, en donde se emplea chapa de acero doblada o aluminio.

Los muebles para cocina y baño generalmente se adquieren listos para colocar, de medidas standard; mientras que en los dormitorios se ejecutan a medida.

I. OTROS

Dentro del ítem "Carpintería de Obra" puede incluirse además las puertas para medidores de gas, agua, luz, gabinetes para cilindros de gas, claraboyas, etc.; generalmente de chapa de acero, con medidas standard, que provee la industria. La industria ofrece, listos para colocar,

► Elementos de protección solar (rendimiento según tipo y orientación)



prácticamente todos los elementos de Carpintería de Obra que hemos descrito, en diversos materiales, dimensiones y calidades, con los cuales es posible responder a todos los requerimientos que plantean los edificios y situaciones corrientes.

En la folletería se pueden obtener los datos técnicos.

PRECAUCIONES

- ▶ Las dimensiones mínimas de las aberturas para iluminación y ventilación están fijadas en los reglamentos, pero las dimensiones definitivas las define el uso: tamaño de los elementos que las atraviesan.
- ▶ El material se decide analizando la ubicación (interior o exterior), los factores climáticos, las posibilidades económicas, formales, de mantenimiento, etc.
- ▶ En zonas húmedas la madera –dura y bien estacionada– se comporta mejor que los metales, sobre todo al exterior.
- ▶ Cuando se quiere avanzar en los detalles de terminación, sin afectar la carpintería, se pueden colocar "premarcos" metálicos en donde posteriormente se colocan los marcos definitivos.
- ▶ En viviendas no es aconsejable el uso de carpintería metálica de acero –perfiles o chapa doblada– por su escasa aislación térmica y porque en general produce ruidos, aunque su uso se ha difundido en viviendas económicas.
- ▶ Salvo en aberturas de grandes dimensiones (por su peso), las mejores terminaciones se consiguen en madera, siempre que se asegure su mantenimiento.
- ▶ En cada caso se deben usar los herrajes adecuados para asegurar los movimientos y usos previstos. Los elementos corredizos conviene colocarlos en posición apaisada, con mecanismos de movimiento colocados en la parte superior, para facilitar el desplazamiento.
- ▶ Para decidir la posición de los parasoles –horizontal o vertical– se debe realizar un estudio de asoleamiento, en donde se contemplen la ubicación y tamaño de la abertura, el destino del edificio y la época del año y horario de uso de los locales.
- ▶ En los casos de iluminación cenital, en el exterior de pisos superiores y en ventanas corredizas hay que asegurar las operaciones de limpieza periódica de las superficies vidriadas.
- ▶ Los elementos de carpintería y la obra de albañilería, cuando están separados deben dejar espacio suficiente para tareas de mantenimiento (limpieza, pintura, etc.) y evitar que el agua de lluvia se deposite entre ellos.
- ▶ Los ladrillos y baldosas de vidrio, además de la iluminación cenital, pueden usarse en superficies verticales, usando la misma tecnología.
- ▶ Cuando se decida el uso de carpintería standardizada que ofrece la industria hay que verificar: calidad, estacionamiento y secciones de la madera; espesor de las chapas; dimensiones y secciones de los perfiles; soldaduras; cierres; herrajes; terminación de las uniones; etc., y en general, si responden a las especificaciones.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIO PARA LA OPERACIÓN

En general, todos los elementos de carpintería llegan a la obra listos para colocar.

En el capítulo respectivo analizaremos la forma de colocación.

El diseño –o la elección– de los elementos de carpintería a colocar en la obra es responsabilidad del proyectista de la misma.

Vidrios y cristales

Introducción

Los vidrios y cristales, en sus distintos tipos y calidades, complementan algunos de los elementos de carpintería o los sustituyen para obtener superficies que permiten –en distinta proporción– el paso de la luz y las visuales y al mismo tiempo impiden el paso del aire, la lluvia, las personas y los elementos transportados por ellas.

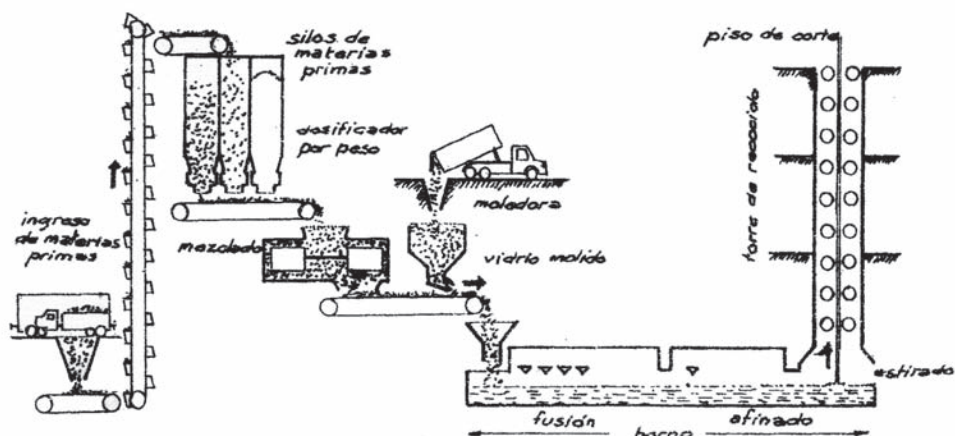
El componente básico para la fabricación del vidrio es la arena (sílice), a la que se agrega el carbonato de sodio (soda solvay), carbonato de calcio (piedra caliza) y otros componentes en pequeñas proporciones. Los carbonatos, calentados a elevadas temperaturas, forman los óxidos de sodio y calcio que al combinarse con la sílice producen silicato de sodio y silicato de calcio, los que mezclados constituyen el **vidrio común** y con silicato de sodio y potasio se obtiene vidrio para el caso que deba sufrir recalentamientos. Con silicato de potasio y óxido de plomo se obtiene el **cristal**.

Agregando diversas sustancias se pueden obtener algunas propiedades específicas: el óxido de magnesio le otorga resistencia y el óxido de aluminio durabilidad. Los vidrios coloreados se obtienen incorporando compuestos de cobalto (azul), cromo (verde esmeralda), hierro (verde claro) y manganeso (rojo).

Los métodos de fabricación del vidrio han sufrido modificaciones a través del tiempo, desde 3.000 años a.C. a la fecha. Los primeros recipientes de vidrio aparecen 1.500 años antes de Cristo y la técnica del soplado, que revolucionó la técnica de la fabricación, unos 50 años antes de la era cristiana.

En el período romano el vidrio fue soplado, moldeado, cortado, grabado, pintado y revestido. En los últimos siglos los métodos de fabricación cambiaron con nuevos procesos de fusión y sistemas automáticos de fabricación, para alcanzar actualmente un proceso altamente tecnificado de fabricación del vidrio plano.

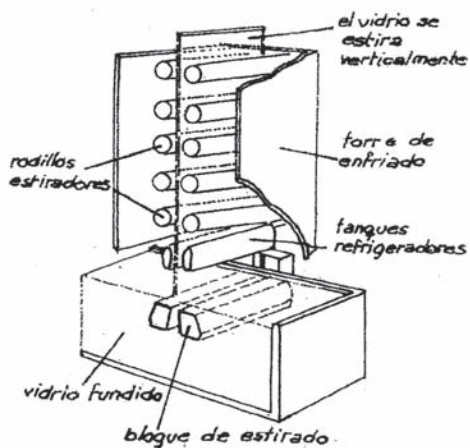
► Fabricación del vidrio



. etapas del proceso



. esquema de fabricación



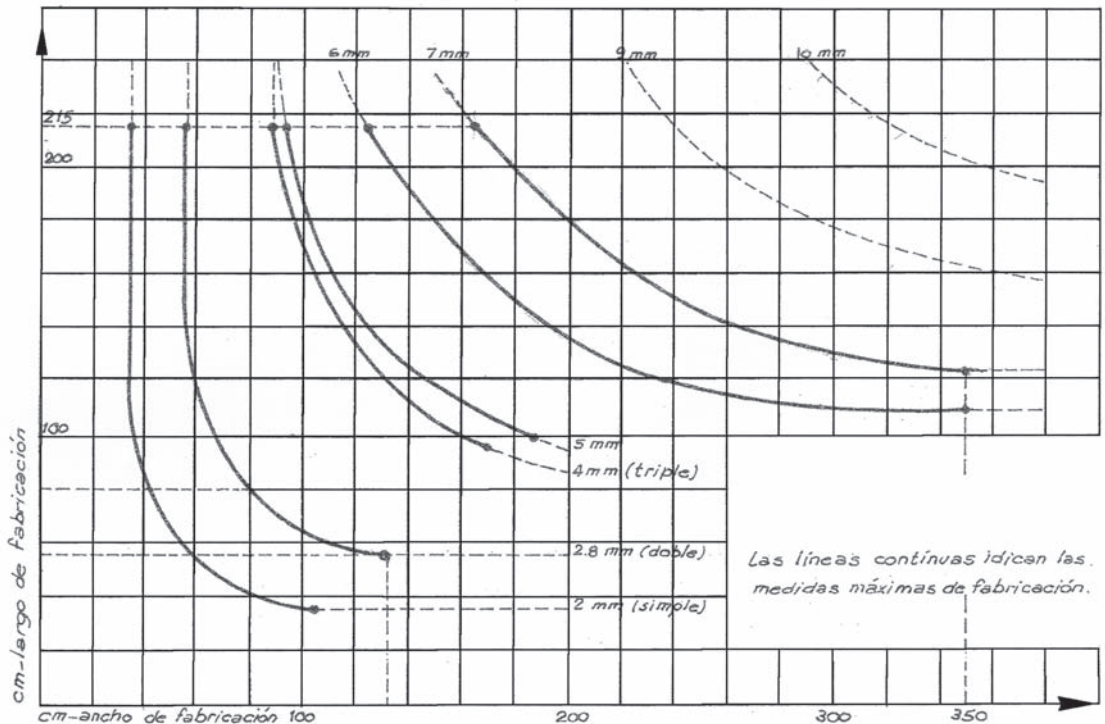
. estirado del vidrio

► Fabricación del vidrio

Los componentes básicos (sílice, carbonato de sodio y calcáreo), con las sustancias que se agregan para obtener las diversas variedades de vidrio se dosifican por peso, se mezclan mecánicamente y se trituran en molinos de mandíbulas, de rodillos de conos o de bolas. Para ayudar a iniciar la fusión, durante esta operación se agregan fragmentos de vidrio o trozos de cerámica, según el tipo de vidrio a obtener.

La fusión de la mezcla se efectúa en hornos intermitentes o crisoles a temperaturas que varían entre los 1.000 y 1.500°C. Cuando se alcanza el estado de fusión se eleva

• Vidrio común (tamaños máximos de colocación recomendada)



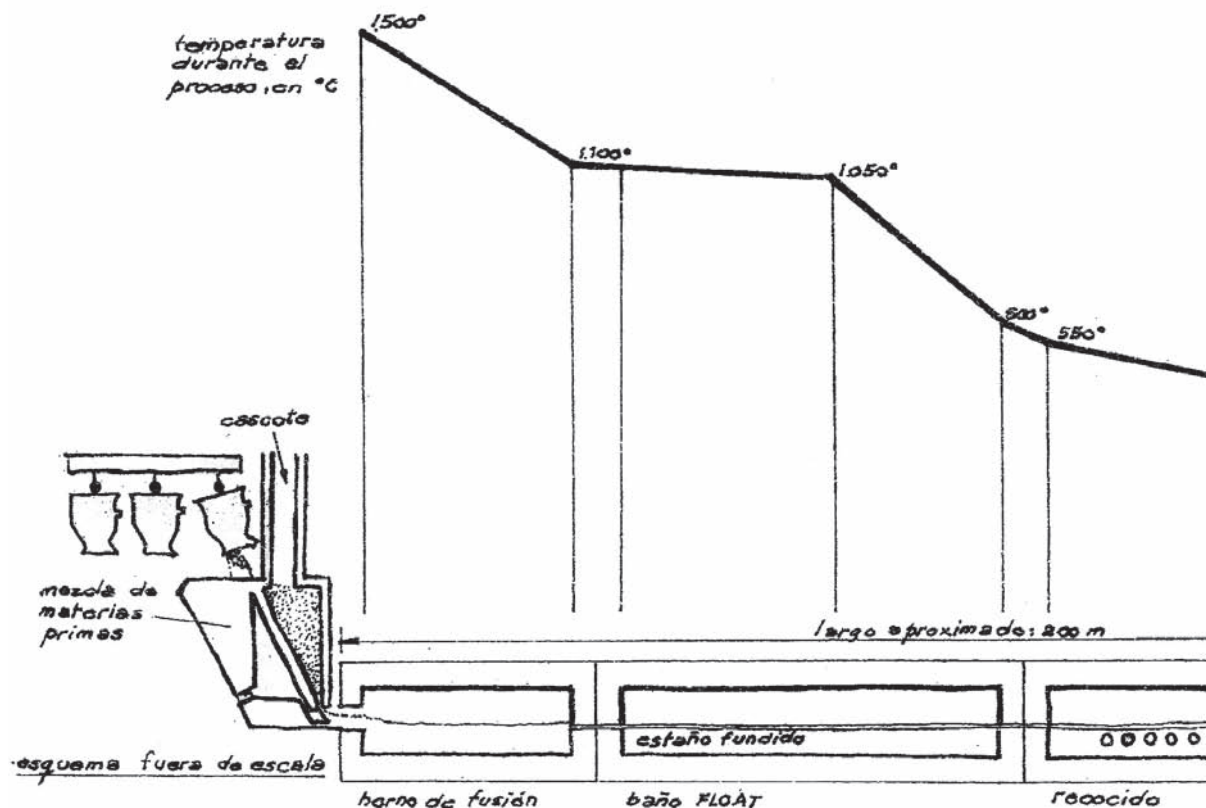
El gráfico cubre una altura de hasta 12 m y velocidad de viento de 101 km/hora soplando durante 1 minuto o ráfagas de 132 km/hora. (fuente: V.A.S.A.)

la temperatura en 100°C más para obtener la fluidez que permita batir la masa para que se desprendan las burbujas gaseosas y se puedan retirar las impurezas.

En los procesos de flujo continuo, con maquinaria automática, se utiliza horno construido con material refractario especial, que produce vidrio en gran escala; operando día y noche durante varios años, con capacidad de más de 3.000 Tn por semana. La masa fundida, transparente, se retira del horno para darle forma y someterla a diversos procesos de soplado, estirado, moldeo, prensado, etc., para obtener los diversos tipos de vidrio.

El soplado manual se emplea solamente para fabricar objetos pequeños y piezas artesanales. Para producir en forma masiva envases y botellas se emplean máquinas que utilizan el aire comprimido para producir el moldeo automático de las piezas. Para fabricar piezas macizas (balosas, tejas, etc.) se utiliza la masa vitrea en estado pastoso que se vierte en moldes y se prensa por medio de pistones.

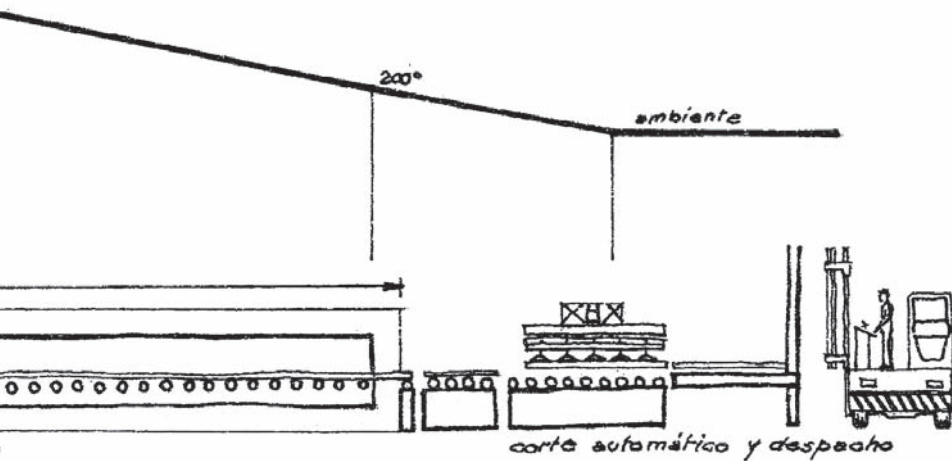
• Vidrio flotado



Para aplicación en obras nos interesa especialmente el vidrio plano, fabricado mediante procesos que han sufrido modificaciones a través del tiempo; desde el llamado "crown", en el cual mediante una boquilla metálica se soplab el vidrio hasta convertirlo en una esfera, la que adherida a una vara en el punto opuesto a la boquilla (que se separa) se hacía girar en forma continua hasta que, por la fuerza centrífuga, se obtenía un disco plano de alrededor de 1,00 a 1,20 m de diámetro. Mediante cortes se obtenían trozos de distintos tamaños.

Este método fue superado por el de "cilindro soplado" mediante el cual se podían obtener vidrios de mayores dimensiones. El proceso era similar al anterior hasta obtener la esfera. A partir de este momento, mediante un movimiento de balanceo se obtenía un cilindro de alrededor de 1,75 m de largo y 0,50 m de diámetro, al que se le separaban los extremos y se cortaba longitudinalmente. Luego se lo recalentaba y se aplanaba sobre un bloque de madera. Este proceso era muy lento y debía ser ejecutado por personas capacitadas especialmente para esta tarea.

A fines del siglo XIX se dio un gran paso, mediante la obtención de un cilindro estirado de vidrio fundido que se extraía de un recipiente circular. Durante el proceso



se soplaba aire en el interior del cilindro para mantener el diámetro constante, obteniendo un tubo de hasta 12 m de largo que después era cortado y aplanado.

En etapas posteriores (en 1887) se desarrolló un método en el cual el vidrio fundido pasaba entre rodillos para obtener una lámina continua con caras planas. Luego se agregó otro par de rodillos cuando se quería obtener una cara texturada. En 1923 se introdujo un proceso de fabricación continua de este vidrio, denominado impreso. El paso siguiente consistió en agregar una tela de alambre en el centro de la masa para obtener el vidrio armado, más resistente a los impactos.

En 1925, se incorporó una máquina para el pulido continuo de una cara, y en 1937 de ambas caras simultáneamente para obtener dos caras planas, paralelas entre sí, eliminando las imperfecciones del laminado y la distorsión de las imágenes.

La siguiente etapa -a comienzos del siglo XX- fue la fabricación del **vidrio estirado**. El proceso consiste en "izar" el vidrio fundido por medio de pares de rodillos que giran en sentido contrario. La cinta de vidrio se eleva a través de la torre de recocido, donde se endurece lentamente y al final del recorrido se corta en forma automática en largos predeterminados. Este proceso presenta ondulaciones superficiales que afectan

la calidad del producto y no permiten usarlo para espejos o en grandes superficies (vidrieras, mamparas, etc.). La solución a los problemas enunciados sobrevino con la invención –en 1959– del proceso Float, que permite obtener vidrio con caras planas y paralelas y libre de distorsiones, mediante un proceso continuo y automático, que reduce sensiblemente los costos.

El proceso de fabricación del **vidrio flotado** permite obtener una lámina continua de vidrio de 3,60 m de ancho que emerge de un horno de fusión continua (a 1100°C) y flota a lo largo de una piletta que contiene estaño en estado de fusión, en un ambiente con atmósfera y temperatura controladas durante un tiempo, que permite eliminar irregularidades y obtener superficies planas y paralelas entre sí.

La cinta de vidrio sigue avanzando sobre la superficie del metal líquido, mientras es gradualmente enfriada hasta obtener (a los 600°C) dureza suficiente como para ingresar en la etapa de recocido sin que los rodillos transportadores marquen la superficie inferior del vidrio, con lo que se obtienen caras brillantes pulidas a fuego que no requieren ningún tratamiento posterior.

Mediante la incorporación de iones metálicos durante el proceso de fabricación se pueden obtener superficies recubiertas con películas con propiedades reflectantes y de control solar.

El proceso se completa con sistemas mecanizados de manipuleo, corte, transporte y almacenamiento del producto, con operaciones conducidas y controladas mediante computadoras.

► **Propiedades del vidrio**

Las principales propiedades del vidrio son: transparencia, fragilidad, insolubilidad en agua, fusibilidad, resistencia a la acción de los ácidos (salvo el fluorhídrico) y baja conductibilidad del calor y de la electricidad.

El vidrio, observado con rayos X, no presenta partículas ordenadas en forma de red espacial. La estructura es similar a los líquidos (aunque es rígido y por eso se lo considera como un sólido). En realidad es un líquido sobreenfriado, de gran viscosidad.

IMPERFECCIONES

Los vidrios presentan imperfecciones de fabricación, que en algunos casos los hacen inaptos para ser usados, tales como:

- **burbujas:** inclusión gaseosa en la masa del vidrio, en forma variada, con dimensión menor de 1 mm. Las burbujas de menor tamaño se denominan "punto brillante" (hasta 0,3 mm) y "punto fino" (menor de 0,3 mm).
- **pedras:** partícula sólida extraña, incluida en la masa del vidrio.
- **botón transparente ("ojo"):** cuerpo vítreo, redondeado y transparente que puede producir relieve en la superficie.
- **hilo:** vena vítrea filiforme de naturaleza diferente al resto de la masa.
- **cuerda ("estría" u "onda"):** vena vítrea, que constituye una heterogeneidad de la masa y deforma la imagen.

- ▶ **rayado:** ranuras superficiales más o menos pronunciadas y numerosas.
- ▶ **impresión:** manchas blanquecinas, grisáceas o tornasoladas que aparecen en la superficie y que no desaparecen con los procedimientos comunes de limpieza.
- ▶ **marca de rodillo:** zona despulida de la superficie.
- ▶ **estrella:** grietas cortas, que pueden abarcar o no todo el espesor.
- ▶ **entrada:** rajadura en el borde, producida por corte defectuoso, irregularidad de recocido o golpe.
- ▶ **corte duro:** excesiva resistencia a quebrarse por la traza efectuada con el cortavidrio.
- ▶ **enchapado:** alabeo que deforma la imagen; falta de paralelismo y ondulación de la malla en el vidrio armado; falta de paralelismo en el rayado; diferencia del ancho en la profundidad de las rayas.

TRATAMIENTOS DEL VIDRIO

a. **térmico**, para darle mayor resistencia a los agentes atmosféricos y químicos: 1) el **recocido**, donde los elementos se calientan en un horno a 250°C; después se enfrían lenta y gradualmente en un túnel, con lo que se obtiene vidrio que puede ser cortado, esmerilado y pulido, pero que golpeado se rompe en trozos cortantes; 2) el **templado**, que se obtiene calentando los objetos hasta casi alcanzar el estado pastoso (650°C) y enfriándolos bruscamente con chorro de aire a temperatura ambiente, con lo que se consigue mayor resistencia al impacto y las variaciones de temperatura (hasta 300°C) sin romperse. Cuando se rompe lo hace en pequeños trozos sin bordes cortantes. Los trabajos –corte, perforado, grabado, etc.– deben realizarse antes del templado.

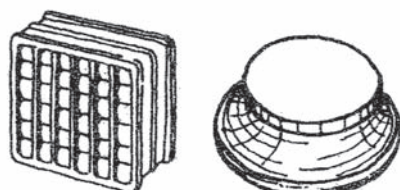
b. **grabado:** 3) el grabado **mecánico**, que se realiza con chorro de arena fina impulsado con aire comprimido que impacta sobre el vidrio al cual se ha adherido previamente una tela o chapa metálica con el motivo que se desea grabar; 4) el grabado por **vía química** se consigue recubriendo la superficie con un baño de cera o parafina caliente, sobre la que con objeto punzante o medios mecánicos se hace el grabado en la cera. El objeto se sumerge después en una solución de ácido fluorhídrico (o en sus vapores) donde se deja hasta obtener el grabado. La pieza se limpia sumergiéndola en baño de agua caliente para eliminar la parafina o cera. 5) el vidrio esmerilado se obtiene mediante un fuerte chorro de arena cuarzosa muy fina, de aristas vivas, impulsada por aire comprimido, que actúa sobre la cara pulida.

VARIEDADES DE VIDRIO USADO EN LA CONSTRUCCIÓN

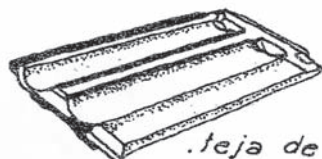
Están referidas al espesor; terminación superficial; comportamiento ante la radiación solar, los impactos corrientes y de proyectiles; la aislación térmica y las posibilidades decorativas.

a. **Transparentes**, sencillo –entre 1,7 y 2,0 mm– para trabajos económicos; doble –entre 2,2 y 2,5 mm– para trabajos corrientes; triple –entre 3,9 y 4,3 mm– para terminaciones más cuidadosas y grueso –entre 4,8 y 9,6 mm.

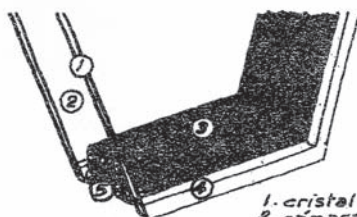
Se usan habitualmente para ventanas, puertas, vidrieras, etc. Se fabrican con anchos de 1,90 m hasta 2,60 m y altos de 0,95 a 2,20 m. Las dimensiones aumentan a medida que aumenta el espesor.



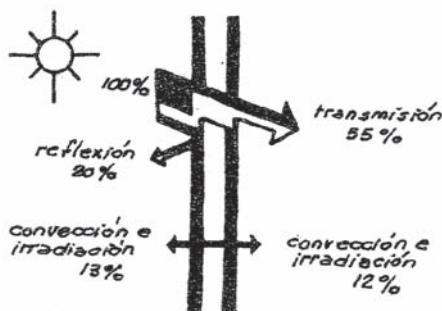
. baldosas de vidrio



. teja de vidrio



1. cristal
2. cámara baja densidad
3. perfil separador
4. barrera de vapor
5. deshumectante



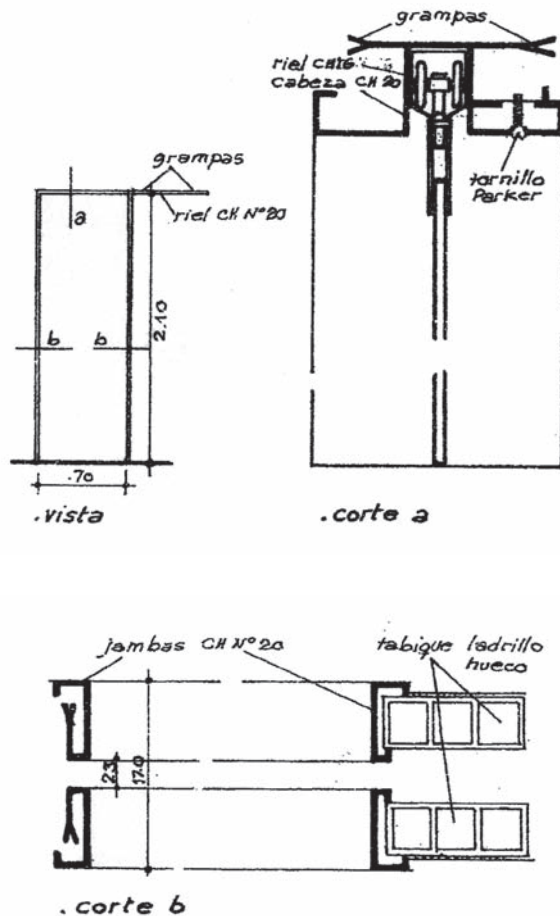
. incidencia solar sobre doble vidrio

b. Laminados, traslúcidos, que permiten el paso de la luz pero no la visión porque tienen una cara texturada, con diversos diseños y colores y con espesores variables según destino –de 3 a 6 mm–. Se distinguen entre ellos línea fantasía" (acanalado, granité, martelé, etc.); "línea fantasía especial" (spolite, stipolite, ártico, etc.); "línea color" (yacaré amarillo, verde, azul, armado verde, etc.) y "línea industrial" (stipolite, martelé, rayado, etc.).

c. Vita, que permite el paso de los rayos ultravioleta; para sanatorios, hospitales, escuelas, solarios, etc.; se fabrica en cuatro tipos: común, catedral, armado y cristal.

d. Para control térmico, obtenidos por el agregado de sustancias colorantes absorben parte de las radiaciones, disminuyendo la propagación del calor.

► Puerta corrediza "blindex"



e. **Inastillable**, compuesto por dos láminas de vidrio entre las cuales se coloca una lámina de plástico (polivinil butiral, PVB), se unen a presión y temperatura adecuadas, de manera que en caso de rotura, los fragmentos quedan adheridos a la lámina plástica.

f. **Armado**, con características similares al anterior, se fabrica colocando una malla o tejido de alambre con separaciones de alrededor de 2,5 cm (1") dentro de la masa vítrea cuando se encuentra en estado pastoso. Ofrece seguridad contra incendios y en superficies sometidas a impactos.

g. **Irrompible**, obtenido por un templado especial que lo hace elástico, no frágil, que se rompe en pequeños trozos no cortantes, alcanza una resistencia casi ocho veces mayor que el cristal común. Está especialmente indicado donde hay peligro de golpes, incendio; para puertas de ascensores, claraboyas, marquesinas, etc. Con este material se pueden armar estructuras autoportantes, mediante pequeñas piezas metálicas en los ángulos de unión de las piezas. Se fabrican en espesores de 9 a 14 mm y de dimensiones máximas de 1,00 x 2,50 m.

h. Antibala, constituido por un conjunto de láminas de vidrio y sucesivas láminas de plástico (PVB), con espesores entre 30 y 44 mm, sólo se afectan superficialmente por el impacto de balas de armas comunes y especiales.

i. Vitral ("vitraux"), se fabrica en dos variedades: "común", (traslúcido o inglés) y "decorado". Los vitrales se arman uniendo trozos de diversos colores por medio de tiras de plomo. Las pinturas para el decorado se aplican en frío, con pincel, mezclando los fundentes con bórax desleído en esencia de trementina y los colores dados por óxidos metálicos. Cuando se seca la pintura se colocan en hornos hasta la temperatura del rojo cereza, donde se funden los colores y penetran en la masa del vidrio.

j. Opalina, con un frente liso pulido a fuego y dorso estriado, coloreada en todo el espesor, no deja pasar el agua ni las materias grasas y es resistente a los agentes atmosféricos. Se fabrica en placas de 5.00 x 1.50 m. y 6 mm. de espesor, se entrega en siete colores básicos, se puede fraccionar en cualquier tamaño y se emplea para revestir fachadas, columnas, patios, azoteas, balcones, en exteriores y paredes, ciellorrasos, tabiques, paneles, decoraciones, mostradores, mesadas, chimeneas, separadores de ambientes, etc. en interiores.

k. Otros: para "revestimiento" con vidrios de diversos colores y espesores de 7 y 8 mm; "espejos" que se fabrican con cristales de la mejor calidad, de 6 a 7 mm de espesor, con dos manos de pintura de protección sobre el plateado; "baldosas para tabiques" de forma cuadrada y sección variable, con uno o dos frentes; "libras y lana de vidrio", se pueden obtener por soplado o estirado. En el primer caso, según la presión del aire se pueden obtener fibras largas y uniformes (fibra) o cortas y enmarañadas (lana). En el estirado el vidrio fundido sale por una boquilla y los filamentos se estiran mecánicamente hasta obtener el diámetro deseado; las "tejas" se fabrican tipo marsella en diversos colores y permiten el paso de la luz solar y eléctrica.

COLOCACIÓN EN OBRA

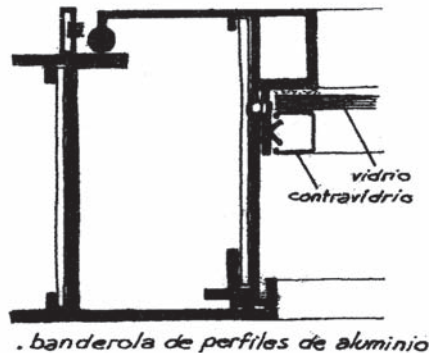
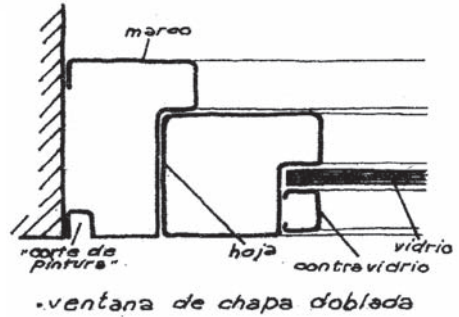
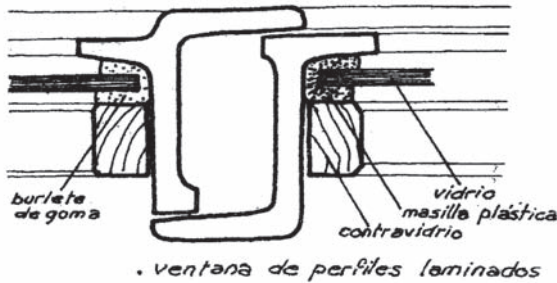
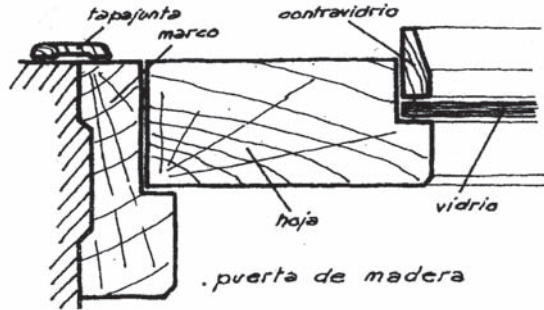
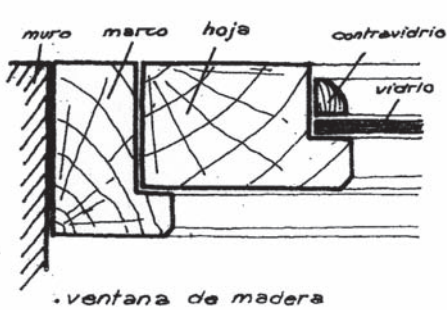
En los cristales "templados" se deben realizar todos los recortes y perforaciones previo al templado para alojar los cubrecantos, manijones, cerraduras, etc. Para el uso y manipuleo hay que seguir las instrucciones del fabricante.

Los espejos deben aislarse de la placa sobre la cual se apoyan y cuando se colocan separados para permitir la ventilación entre el espejo y la superficie de apoyo, sobre todo en ambientes húmedos.

Cuando se usan contravidrios de madera, aluminio, plásticos, etc., hay que cuidar que el obturador ocupe todo el espacio dejado en la carpintería para asegurar el cierre estanco y la firme posición del vidrio dentro de la misma.

Los vidrios transparentes deben cortarse y colocarse con las ondulaciones del cilindrado paralela a la base. Cuando se usa masilla hay que asegurar la permanente elasticidad de la misma, pero una vez colocada debe presentar un ligero endurecimiento superficial que la haga estable y permita pintarse. La masilla debe colocarse en ambos lados para asegurar la estanquidad. Los burletes deben contornear todo el perímetro de los vidrios. Deben ser elastoméricos, ya que deben emplearse a la intemperie (acción del sol, oxidación y deformación permanente por carga). Las uniones deben realizarse en las esquinas en "ingleta".

• Colocación

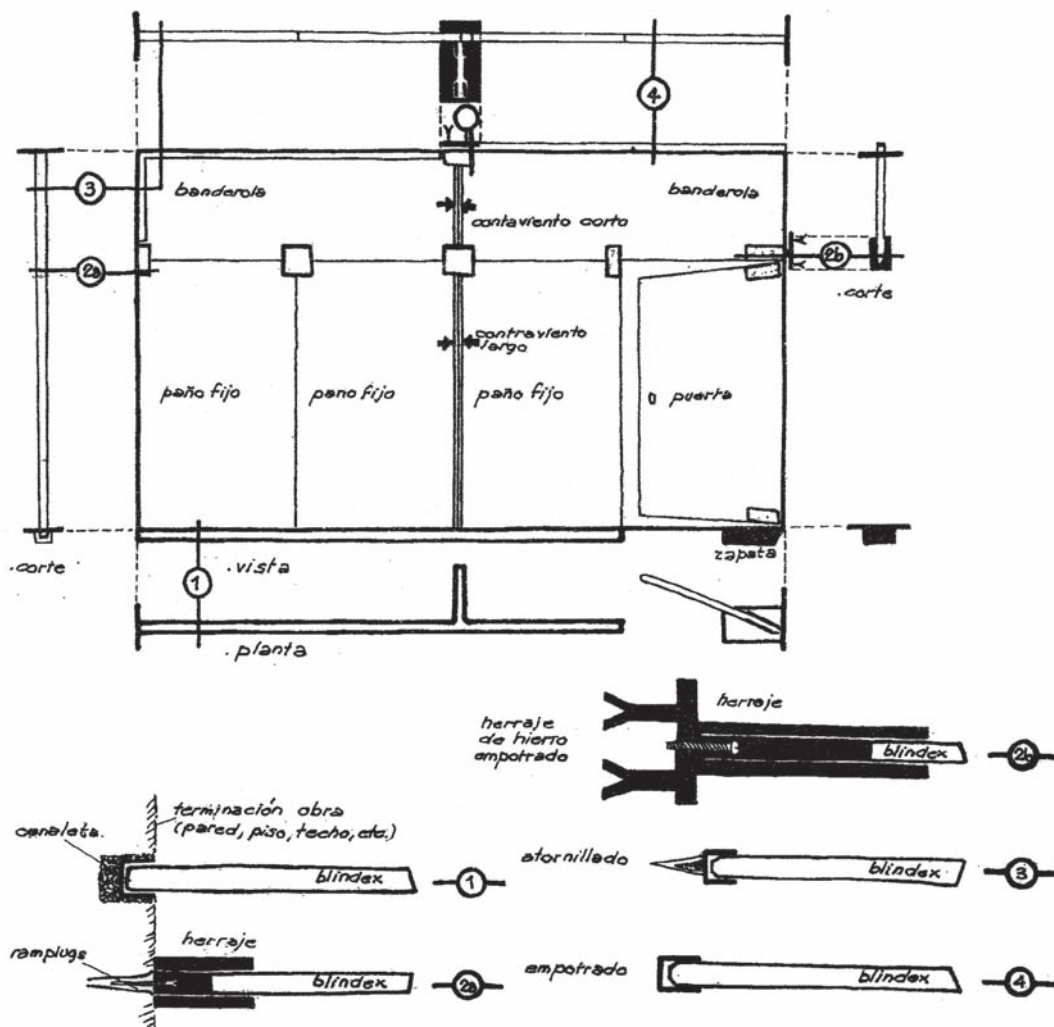


Para la colocación de los cristales especiales (ej. "blindex") deben usarse los elementos que dispone la misma industria que provee los cristales.

PRECAUCIONES

- ▶ Las dimensiones de los vidrios y cristales deben ser verificadas en la obra por el proveedor; quién además debe hacerse cargo de la colocación.
- ▶ Cuando se colocan vidrios inastillables ("blindex") es conveniente consultar previamente las dimensiones standardizadas y en lo posible ajustar las dimensiones del proyecto, de manera de acelerar los plazos de entrega, ya que no se pueden cortar.

► Colocación



- En el momento de diseñar la carpintería hay que decidir el tipo de vidrio o cristal a colocar, de manera de ajustar las dimensiones (los "rebajes" de los bastidores).
- Los vidrios y cristales es conveniente colocarlos después de haber pintado para que no se ensucien al pintar, pero es necesario cerrar los ambientes para que el polvo no ensucie la pintura. En cada caso el director de obra tiene que decidir la prioridad.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN

La colocación de los vidrios y cristales generalmente se subcontrata con el proveedor del material, quien dispone de los elementos y personal especializado para realizar la tarea.

Al director de obra le corresponde verificar la calidad del material y controlar la ejecución de los trabajos.

CAPÍTULO XXIII

Pinturas

Las pinturas son materiales usados en las obras para proteger otros materiales de la acción atmosférica, los agentes físicos y químicos, para facilitar la limpieza, contribuir a la higiene y colaborar para obtener terminaciones mejor acabadas, combinando los propósitos prácticos con los estéticos.

Siempre que sea posible hay que tratar de emplear materiales que no necesiten la aplicación de pintura u otros materiales para su mantenimiento. Ello es relativamente fácil de conseguir en los interiores, pero en el exterior los materiales están expuestos a la acción de los elementos climáticos, entre otros, que los deterioran en distinto grado por lo que resulta imprescindible la aplicación de sustancias protectoras.

COMPOSICIÓN DE LAS PINTURAS

Las pinturas están compuestas principalmente por los **pigmentos** que les dan cuerpo y proveen el color y el **vehículo**, líquido que mantiene en suspenso los pigmentos. De la naturaleza de éste último depende el tipo de pintura.

A estos dos componentes se agrega material inerte ("**carga**") para darle más cuerpo y el diluyente ("**diluyente**") para adelgazarla, ambos en escasa proporción.

Los **pigmentos** son partículas sólidas e insolubles. Según su origen se distinguen los "terreos", como los ocre; "carbónicos", casi todos negros; los "vegetales", como las lacas y los "sintéticos". Los "metálicos" están constituidos por metales finamente pulverizados. Los pigmentos más usados son: blancos, amarillos, verdes, azules, rojos, violetas, pardos y negros.

El **vehículo**, parte líquida que mantiene en suspensión los pigmentos está formado por dos elementos: el "aglutinante" es quien mantiene unidas las partículas de color al secarse y forma la capa protectora y el "disolvente" (o "diluyente volátil") que regula el estado líquido de la pintura.

Cuando se pinta una superficie, al evaporarse el disolvente actúa el aglutinante cementando las partículas del pigmento. Se produce un proceso físico. Lo mismo que ocurre con el agua en la preparación de los morteros de cemento. En cambio en las pinturas al aceite, que no tienen disolvente volátil, se produce un proceso químico: la oxidación del aceite.

Los vehículos volátiles son: el agua, las colas animales y vegetales, las gomas y resinas y las emulsiones. Los no volátiles son casi exclusivamente los aceites.

ESMALTES

Son pinturas cuyo acabado está dado por barnices. Secan más rápido que las pinturas al aceite dejando una película protectora más dura. La terminación es brillante pero también puede hacerse mate, aunque en este caso es menos resistente.

Se aplican como las otras pinturas (pero no pueden mezclarse con ellas) directamente sobre superficies de madera, metal y otros fondos.

Son productos sintéticos preparados a base de resinas artificiales, resistentes a diversos usos y la acción de ácidos, nafta, agua fría y caliente, altas temperaturas y el manoseo.

DISOLVENTES

Son líquidos que se agregan a una materia sólida para licuarla, sin dejar rastros de la parte sólida. Los volátiles se agregan para facilitar la obtención de capa delgada, que al secar produce una película dura.

A la pintura preparada se le puede agregar otro líquido (el diluyente) para aumentar el volumen, que pueden o no diluir la materia sólida, siempre que no modifiquen la tonalidad, transparencia, etc., del producto original. Como diluyentes se usan: aguarrás, esencia de trementina, alcohol, derivados del alquitrán y los thinners.

PREPARACIÓN PARA EL PINTADO Y REPINTADO

Para asegurar una buena terminación para la pintura de una superficie ésta debe estar adecuadamente preparada, sana, completamente seca, desengrasada y libre de óxidos.

La preparación de la superficie a pintar requiere de tareas previas para asegurar una terminación adecuada. Según el caso, será necesario efectuar todas o alguna de las siguientes tareas: limpieza, lijado, cepillado, enduido e imprimación.

Las **imprimaciones** y fondos son diferentes de acuerdo al acabado que se quiera obtener.

Cuando se desea obtener "acabado natural con **barniz**", se puede teñir la madera con soluciones colorantes acuosas (ej.: nogalina) o no acuosa (ej. tintes). Los tintes no levantan la fibra de la madera por lo que no hace falta el lijado posterior de la superficie y se puede obtener variación en las tonalidades. Cuando la madera tiene vetas y poros abiertos hay que aplicar tapaporos para evitar el rechupado y otros defectos de terminación. Se diluye en aguarrás para obtener la consistencia adecuada; se aplica con pincel o cepillo de cerdas duras, en dirección de las vetas de la madera, retirando el sobrante con arpillera después de 5 minutos de aplicado.

La **barniceta** (1 parte de aguarrás en 2 de barniz) se aplica sobre madera natural, teñida o con tapaporos. Cuando la madera es resinosa hay que aplicar previamente una capa aislante

de solución alcohólica de goma laca al 20%. Para preparar la barniceta se debe emplear el mismo barniz que para el acabado.

Para el "acabado natural con **laca transparente**" se procede de manera similar a la anterior, agregando entre el teñido y tapaporos una mano de sellador diluido, que disminuye la absorción de la laca por la madera.

El sellador diluido, con "thinner", se aplica con soplete. Una vez seco se lija, con papel de lija de grano fino, en el sentido de las vetas.

Para "acabado cubriente con pinturas al **aceite y esmaltes**", cuando la madera presenta grietas o fisuras, estas se rellenan con enduido y si es muy absorbente se aplica previamente una mano de fondo. Para pinturas al aceite la mano de fondo se hace con aceite sellador o una mano de pintura al aceite diluida con 10% de aguarrás. Cuando es para esmaltes o pinturas mates hay que dar una mano de buen sellado y alto poder cubriente para lo cual se usa fondo blanco sintético, al que puede agregarse color para usarlo como primera mano de pintura. Se puede aplicar con pincel o rodillo agregando aguarrás o con soplete agregando diluyente. Finalmente, para "acabado cubriente con **lacas pigmentadas**" se aplica el tapaporos como habíamos dicho antes.

Para los **acabados naturales o transparentes** se usan barnices o lacas transparentes. Los "**barnices**" se obtienen con resinas y aceites secantes apropiados, obteniendo materiales de buena dureza y secado. Los barnices sintéticos tienen mejor flexibilidad, secado, dureza y retención de brillo, con muy buena resistencia a la intemperie. Se usan barnices para exteriores, de buena elasticidad y retención de brillo. El barniz a base de poliuretanos da el acabado transparente ideal y puede usarse en interiores y exteriores para proteger y realzar la belleza natural de la madera. Se puede aplicar a pincel o soplete diluido en aguarrás si es necesario. Conviene colocar las superficies a barnizar en posición horizontal para obtener mejor resultado del trabajo. Puede usarse también el barniz sintético a base de resinas. En trabajos económicos en interiores, sobre todo en muebles; puede usarse "**tinta de lustre**" que dan al mismo tiempo el lustre y color deseado a la madera.

Las "**lacas transparentes a soplete**" ofrecen ventajas con respecto al acabado clásico con goma laca. Soporta mejor el roce y los cambios bruscos de temperatura y tiene mayor resistencia al alcohol. La laca se aplica a soplete, diluida con "thinner" si es necesario, previa preparación de la superficie con tintes, tapaporos y sellador.

La calidad de la laca, depende de la cantidad de material sólido que forma la película protectora, una vez que se evaporan los disolventes. Si hay humedad en el ambiente hay que agregar "retardador" para que no se condense la humedad sobre la superficie que da un velo blanquecino.

Se usan **acabados cubrientes** para interiores y exteriores.

En interiores se usan **esmaltes y pinturas preparadas al aceite**, con características similares a las indicadas para la pintura sobre mampostería y **pinturas al látex**, dando previamente una mano de un fondo especial, para fijar los colorantes o sustancias solubles de la madera.

Para exteriores se usan **esmaltes sintéticos y pinturas preparadas al aceite**, asegurando que tengan buena resistencia a la temperatura y firmeza de color. El que mejor se comporta es el esmalte sintético. Las **lacas a piroxilina** tienen excelente comportamiento a la intemperie, lavado y abrasión, son de fácil pulido y de notable permanencia en su color. Los acabados

nitro sintéticos son muy resistentes a la intemperie y mantienen inalterable el brillo durante mucho tiempo. La suciedad no se les adhiere y se lavan fácilmente con agua. Por su composición permiten pintar en días y ambientes húmedos sin peligro de "velado" o "blanqueo" de la superficie.

Para trabajos de **pintura sobre carpintería** metálica debe limpiarse la superficie con disolventes para eliminar las sustancias que perjudican la buena adherencia o secado de la pintura y además eliminar el óxido de la superficie a pintar. En los casos de superficies a repintar debe eliminarse la pintura anterior con lija, cepillo, lavado con agua, solvente o removedor. Este debe ser eliminado con aguarrás. También puede eliminarse "quemándola" con lámpara o llama suave.

La operación de pintado comprende dos etapas: a) el fondo y b) el acabado.

El **fondo** antióxido se aplica directamente sobre la superficie metálica. Cuando la superficie se terminará al aceite puede usarse fondo al aceite o sintético pero para esmalte o acabado sintético debe usarse fondo sintético exclusivamente. Es conveniente que el fondo sea cubierto lo antes posible con una mano de pintura de acabado. Cuando se recibe en obra la carpintería con una mano de pintura protectora conviene eliminarla y aplicar el antióxido. Las imperfecciones de la superficie a pintar se rellenan con masilla, en capas sucesivas, una vez que ha secado la mano de fondo. Una vez seca la masilla se termina lijando la superficie. Es conveniente, antes de aplicar la pintura de acabado, dar otra mano de fondo para uniformar la absorción. Para los **acabados** de la carpintería metálica se usan esmaltes y pinturas preparadas **al aceite, al látex, lacas a la piroxilina** que secan rápido y permiten pulido y lustrado posterior, con buena resistencia a los agentes atmosféricos y colores inalterables a la acción de la luz solar. Los acabados **nitrosintéticos**, por su mayor contenido de sólidos permiten obtener los mismos resultados que las lacas con menor número de manos de pintura. Se usan además acabados acrílicos, con lacas a base de resinas acrílicas, que brindan extraordinaria resistencia a la intemperie. Para materiales **no ferrosos** se deben usar pinturas adecuadas para cada caso, mejorando la adherencia tratando la superficie con líquidos especiales.

TIPOS DE PINTURAS

En este tema diferenciamos los materiales corrientes usados para pintura de paredes y ciellorrasos; sobre carpintería de madera y sobre carpintería metálica.

La pintura más económica es el blanqueo o **a la cal**, preparada a partir de la cal común, con agregado de alumbre u otra sustancia similar que aglutina el material, y óxidos de color. Se usa en general sobre el revoque de barro en la construcción de adobe y se adhiere con facilidad sobre el mortero de cal y arena. Puede aplicarse con brocha o máquina pulverizadora. La pintura **al agua** puede usarse en todo tipo de mampostería y con ella se obtiene un acabado económico, siempre que no se tengan grandes exigencias. Se aplica con pincel, brocha o máquina con la dilución que recomiendan los fabricantes, ejecutando el trabajo por capas delgadas y el mínimo de capas posibles para que la superficie no se cuartee o descascare por exceso de repintados. Se presenta en dos tipos: a) a base de colas, cementos o con la mezcla de los dos; para interiores y es recomendada especialmente al exterior en frentes, medianeras, cercos, etc. No puede usarse sobre yeso porque no se adhiere. Cuando las superficies están muy secas conviene mojarlas antes de aplicar la pintura; b) a base de tiza y cola, recomendada especialmente

para cielorrasos por su propiedad de absorber la humedad y adherirse con facilidad sobre el yeso. Puede aplicarse con pincel, brocha, rodillo o máquina pulverizadora y si se usa en ambientes algo húmedos conviene agregar a la mezcla 50 gramos de aceite de lino cocido por cada kilogramo de pintura al agua.

La pintura al **látex** se fabrica en base a látex sintético y pigmentos dispersados en agua. Para aplicarla se la diluye en agua, en cantidad adecuada al estado de la superficie. Puede aplicarse prácticamente en cualquier tipo de superficie, salvo en madera al exterior; usando calidades diferenciadas para el interior y el exterior. Seca rápidamente sin dejar olor; los ambientes pueden usarse el mismo día. La superficie puede lavarse con agua y jabón. Se aplica fácilmente con rodillo o pincel. Penetra poco aún en superficies muy absorbentes por lo que no necesita de imprimación previa. Cuando en la superficie hay partes sueltas deben eliminarse y sobre pinturas flojas, yeso mal fraguado y pinturas a la cal o tiza y cola se debe aplicar previamente un fijador, que le confiere a la pintura mayor resistencia al roce y a los golpes.

El **esmalte sintético** se obtiene con el empleo de resinas sintéticas, que permiten obtener un producto de acabado resistente, de rápido secado, con brillo permanente y con superficie que resiste bien el lavado, el roce y la intemperie. Este material permite asegurar la máxima protección y el mejor acabado, con colores resistentes a los elementos climáticos.

Con esmalte sintético semimate pueden obtenerse superficies interiores lavables y de gran duración, de aspecto satinado, ideal para puertas, ventanas, marcos, zócalos, muebles de cocina y de baño, etc. La industria ofrece este material listo para aplicar empleando pincel o rodillo. Cuando se desea aplicar con soplete debe diluirse con la mínima cantidad de aguarrás mineral que permita su uso.

Cuando la superficie a pintar tiene absorción despareja o excesiva hay que aplicar previamente **imprimación**, coloreada al tono de la pintura de acabado que permite economizar en las manos de pintura a aplicar. Se aplica fácilmente a pincel o rodillo.

Para emparejar paredes y superficies de mampostería y madera en general, eliminando sus imperfecciones, se aplican las manos necesarias en capas delgadas de **enduído**, diluido en una pequeña cantidad de aguarrás si es necesario, para facilitar su aplicación. Se extiende sobre la superficie con espátula o goma.

Las pinturas en **pasta** o **pastas al aceite** son dispersiones de pigmentos en aceite, que pueden contener otras sustancias inertes, cuya proporción influye en la calidad de la pasta. Para su empleo se deben diluir en aceites, aguarrás, etc.

En la obra se puede preparar pintura al aceite agregando aceite de lino cocido y aguarrás a la pintura en pasta. Para mejorar el brillo, la dureza y secado se incorporan barnices y esmaltes. Se obtiene pintura mate diluyendo las pastas con aguarrás.

La industria ofrece pinturas preparadas, listas para su uso. Están constituidas por pigmentos, finamente dispersados en aceites seleccionados y tratados. Estas pinturas ofrecen calidad uniforme, secado más rápido y ahorro de mano de obra.

Las pinturas preparadas pueden tener acabado brillante o mate.

Esta pintura proporciona un acabado brillante y liso, que protege y embellece cualquier superficie de metal, madera o mampostería, tanto en interiores como en exteriores. Para mejorar el resultado conviene aplicar previamente sobre mampostería, imprimación y sobre superficie de

hierro, antióxido de cromato. La pintura preparada brillante se aplica a pincel o rodillo y se puede diluir con aguarrás mineral para facilitar su aplicación.

Para asegurar una buena resistencia a la intemperie de las superficies de madera o metal conviene aplicar previamente pintura anticorrosiva. Se puede colocar con pincel o rodillo; diluido en aguarrás mineral puede aplicarse a soplete o por inmersión.

Para pintar frentes o exteriores se utilizan pinturas resistentes a la intemperie.

La industria ofrece además pintura especial para frentes, con acabado mate, resistente a los elementos climáticos para proteger y mejorar el aspecto de paramentos de revoque, hormigón, ladrillos, material para frente, etc.

Conviene asegurar el sellado de la superficie, lo que se consigue con diluyente sellador. Sobre superficies de revoque común o cuando la absorción es muy elevada o irregular -paredes viejas, ladrillos, etc.- conviene dar una o dos manos previas de pintura brillante y sellador antes de la mano final de pintura brillante de terminación.

La pintura y sellador se aplican y extienden fácil con pincel y rodillo, diluidos con el mínimo necesario de aguarrás mineral.

Para pintar la **carpintería de madera** debemos seleccionar los materiales de acuerdo al acabado de la superficie deseada. Para asegurar la adherencia hay que limpiar la superficie con cepillo de cerda dura y eliminar las manchas grasosas con aguarrás o nafta. Luego se lija en seco, sin dejar rayaduras, alcanzando la lisura deseada.

PRECAUCIONES

- ▶ Los defectos de la obra deben corregirse antes de pintar. No se debe usar la pintura para tapar poros, grietas u otros defectos.
- ▶ Es conveniente, antes de comenzar las tareas de pintura, que esté colocada la carpintería exterior, incluidos los vidrios y cristales, para proteger las superficies del polvo que acarrea el viento y de la lluvia. Al exterior hay que cubrir la superficie hasta que termina el proceso de secado.
- ▶ Las puertas y ventanas deben permanecer abiertas mientras no llueva o corra viento, para acelerar el secado.
- ▶ Siempre que el proceso lo permita conviene que cada mano sea de distinto tono del mismo color para poder verificar el número de manos aplicadas.
- ▶ Cada mano de pintura debe abarcar toda la obra. Antes de dar la última mano deben estar completamente terminados todos los demás ítems de la obra.
- ▶ Durante los trabajos de pintura deben tomarse las precauciones necesarias para no manchar los vidrios, pisos, revestimientos, cielorrasos, conductores o artefactos eléctricos y sanitarios, estructuras, etc.
- ▶ Antes de autorizar el uso de la pintura hay que solicitar la ejecución de muestras, sobre parte de la superficie a pintar o sobre trozos de chapa.
- ▶ Los elementos de hierro, queden o no a la vista, se montan en la obra después de haber recibido una mano de pintura antióxido sintética al cromato de zinc. En zonas húmedas es conveniente repetir la operación con una segunda mano. La última mano, de esmalte sintético, es conveniente aplicarla dentro de los 15 días de la mano anterior.

- ▶ Todas las etapas de pintado de las superficies que quedan a la vista deben realizarse con temperaturas entre 15 y 30 °C y humedad relativa interior al 80%.
- ▶ Las canalizaciones de servicios a la vista deben pintarse con los colores reglamentarios.

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN

Las tareas de pintura son ejecutadas en las obras por subcontratistas que disponen de los elementos y personal especializado, a los cuales la empresa contratista de la obra debe proporcionar los elementos y tareas que corresponden a la "ayuda de gremios".

Al profesional responsable de la obra le corresponde ordenar la oportunidad de ejecución de los trabajos y verificar la calidad de los materiales y de las tareas de ejecución de los trabajos.

Otros trabajos de albañilería

Agrupamos en este capítulo los trabajos denominados "de albañilería" (accesorios y complementarios) que posibilitan la ejecución de las instalaciones de servicios –que ejecutan los respectivos subcontratistas– y los trabajos de terminación de las obras, que corren por cuenta de la Empresa Contratista de la obra; para asegurar el funcionamiento correcto de todos los elementos.

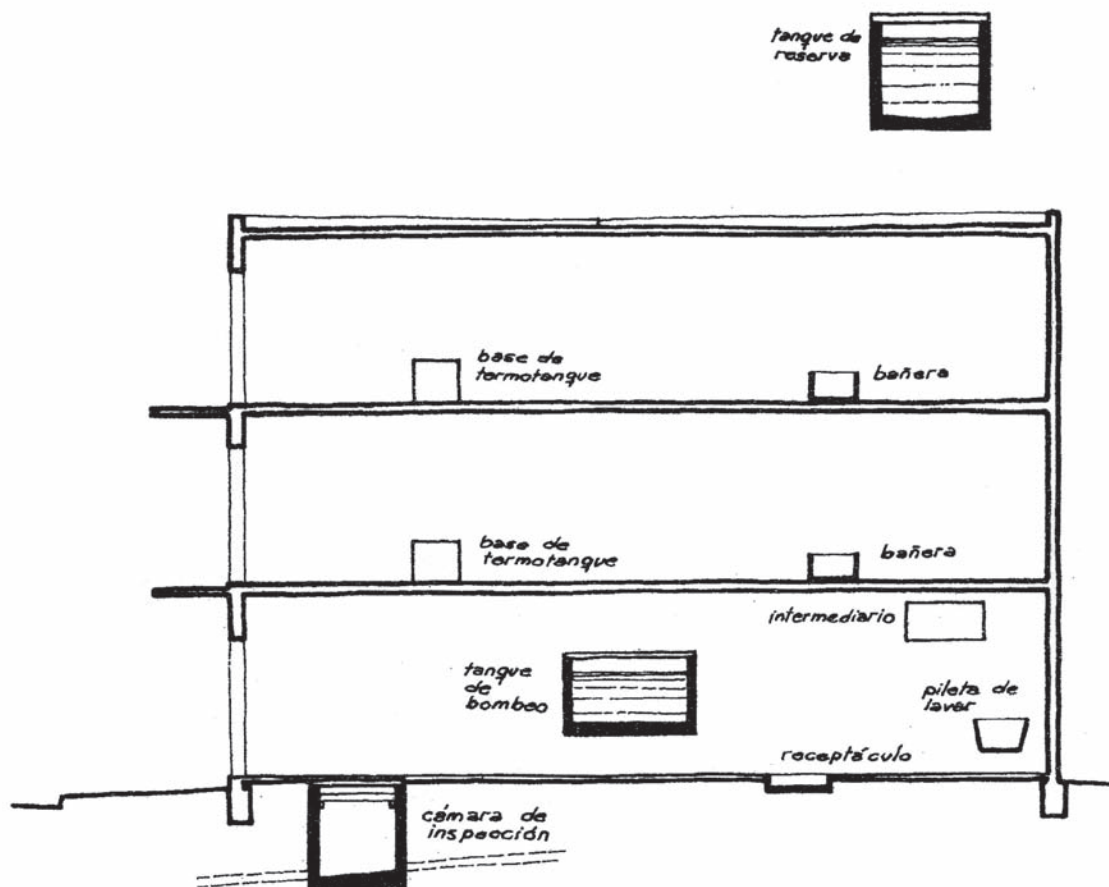
La empresa contratista y el profesional a cargo de la dirección de la obra son los responsables de coordinar este tipo de tareas, las que deben estar previstas en el Plan de Trabajo, preparado antes de comenzar la obra. Las previsiones deben tomarse en la etapa de Proyecto, oportunidad en la cual deben definirse con precisión los puntos y oportunidad de conexión de las instalaciones entre sí.

1. Para instalaciones de servicios

A. SANITARIA

► **agua fría:** La provisión de agua comienza con la colocación de la "llave de paso", a la vista o en nicho (con o sin puerta). En las obras corrientes –para asegurar la provisión de agua cuando disminuye la presión en las cañerías de distribución domiciliaria o en obras que superan la altura de planta baja– el agua llega al "tanque de bombeo", ejecutado en mampostería u hormigón armado o bien instalando tanques metálicos o de fibrocemento sobre bases de albañilería; con suficiente diferencia de altura entre el fondo del tanque y la bomba impulsora para que esta última no se "descargue". El agua asciende hasta el "tanque de reserva", el que puede ejecutarse con materiales y tecnologías similares al de bombeo. La altura del fondo debe responder a lo que establecen los reglamentos para asegurar el funcionamiento del sistema de calentamiento del agua previsto. El tanque de reserva puede apoyar sobre estructura de albañilería (mampostería u hormigón) o metálica.

► Instalación sanitaria (esquema)



En situaciones especiales, por razones de proyecto o estructurales, se puede sustituir el tanque de reserva por "equipos hidroneumáticos" que elevan la presión del agua para alcanzar la altura necesaria en el edificio. El agua llega al "tanque neumático" a través de bombas que la extraen de la cañería del servicio público o de un tanque de reserva intermedio.

La obra de albañilería en estos casos corresponde a la construcción de los locales para colocar los elementos de la instalación y el tanque de reserva en su caso.

► **agua caliente:** El agua se puede calentar: a) con calefón "tipo mendocino", tanque de chapa de hierro galvanizado (N° 18 ó 20) –sin revestir– colocado sobre base metálica o de mampostería; b) con calefón "de revestir", tanque de chapa de hierro galvanizada (N° 14 ó 16) soldada o remachada, colocado sobre parrilla metálica que permite que el fuego actúe bajo el fondo y la pared exterior lateral, separada alrededor de 10 ó 12 cm en todo el perímetro de la pared del revestimiento, ejecutado en mampostería; c) con calefón "instantáneo" a gas, en cuyo caso los trabajos de

albañilería se reducen a la colocación de ganchos de acero en los cuales se cuelga el artefacto; d) con "termotanque" a gas, el que se apoya sobre estructura o ménsulas metálicas o base de mampostería; e) con "tanque intermediario", en el cual el agua se calienta pasando por una serpentina ubicada en el hogar de la cocina y se deposita en el tanque desde el cual se abastece la instalación o bien colocando dos serpentinas conectadas entre sí: una en el hogar de la cocina y la otra dentro del tanque, donde transfiere el calor al agua que la rodea (el agua llega fría al tanque y se calienta al entrar en contacto con la serpentina que contiene agua caliente). El tanque intermediario se coloca sobre estructura metálica, debajo del cielorraso, para permitir la circulación del agua por termosifón.

► **desagües cloacales:** Se presentan dos casos: a) desagüe por gravedad y b) instalación por debajo del nivel de "tapada". En el primer caso deben ejecutarse las tareas de "ayuda de gremios" que indicaremos más adelante. En el segundo caso se debe construir el espacio necesario para alojar las instalaciones y maquinarias que permitan elevar los líquidos cloacales hasta la cañería de descarga a la colectora.

► **desagües pluviales:** La situación es similar a la anterior; aunque en este caso se puede optar por ejecutar un pozo absorbente para recibir las aguas de lluvia que no se puedan evacuar por gravedad hasta la calle.

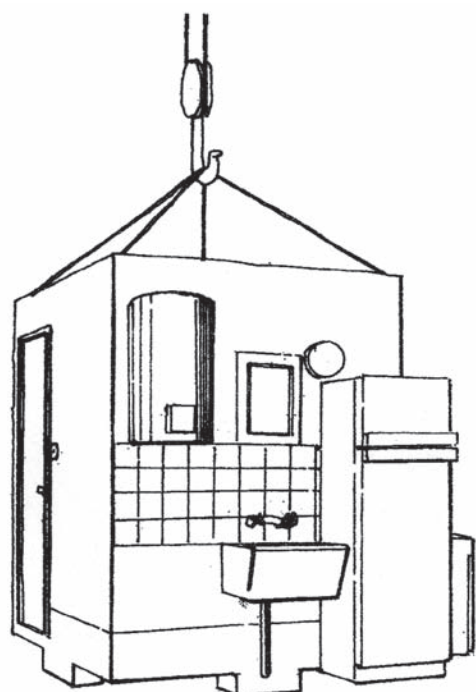
► **piletas:** Comprende la ejecución de piletas de lavar de albañilería o piletas de natación de mampostería u hormigón armado, sobre el nivel del terreno o excavadas; "receptáculos" y "bañeras" ejecutados "in situ", con mampostería u hormigón armado revestidas con azulejos, de placas de mármol o granito.

► **tabique sanitario:** Prefabricado; integrado por una estructura de sostén para las cañerías de baño, cocina y lavadero, compuesto de una estructura interior (caja), que contiene las cañerías de desagüe y se coloca bajo el nivel del piso y la estructura superior (bastidor) con la cañería de provisión de agua fría y caliente y las conducciones de gas y electricidad. Todas las canalizaciones están ejecutadas de acuerdo a las reglamentaciones vigentes. La puesta en obra comprende la fijación de la "caja" al espacio previsto en el piso de planta baja o el hueco de la losa descendida de las plantas superiores y del "bastidor" a las paredes y techos, según el sistema constructivo adoptado. La terminación puede realizarse con materiales en seco (tableros de yeso o madera aglomerada, placas, laminados plásticos, etc.) o con metal desplegado y mortero, etc.

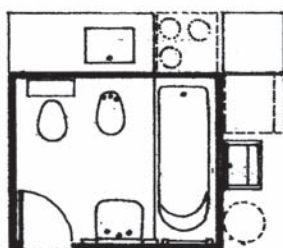
Sin usar los elementos prefabricados -que provee la industria- es posible ejecutar los desagües en la forma tradicional y las cañerías de distribución (agua fría y caliente, electricidad y gas) colocarlas en un bastidor armado en obra que se rellena con hormigón liviano y se coloca a posteriori sobre la cañería de desagüe y que puede terminarse con revestimiento tradicional de azulejos cerámicos, chapas metálicas, paneles, etc.

► **célula sanitaria:** La industria provee elementos pre-moldeados de hormigón armado, con cuatro paredes, piso y techo, que incluye todas las instalaciones necesarias para el normal funcionamiento de baño, cocina y lavadero. Se ejecutan de diversos

► Célula sanitaria

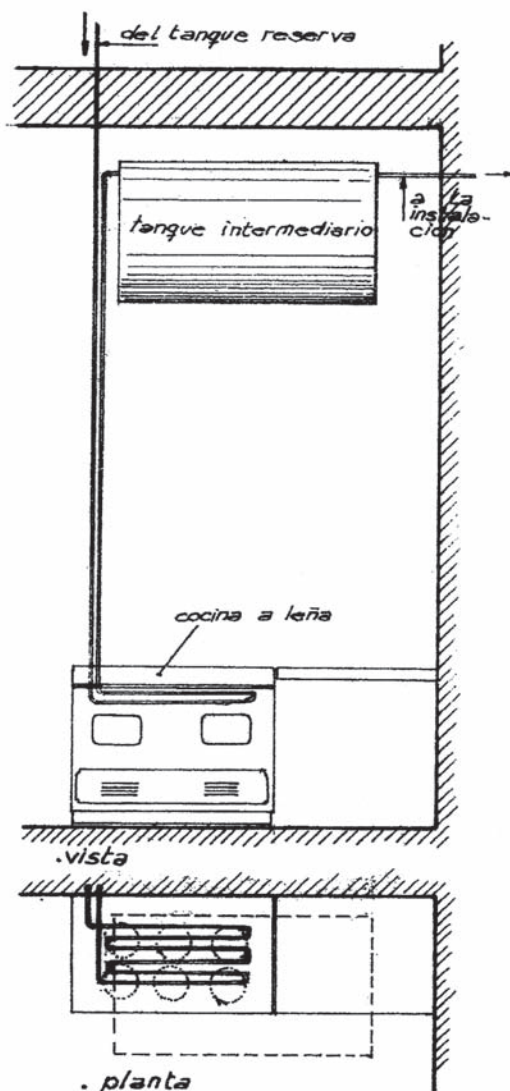


. vista



. planta

► Tanque intermediario



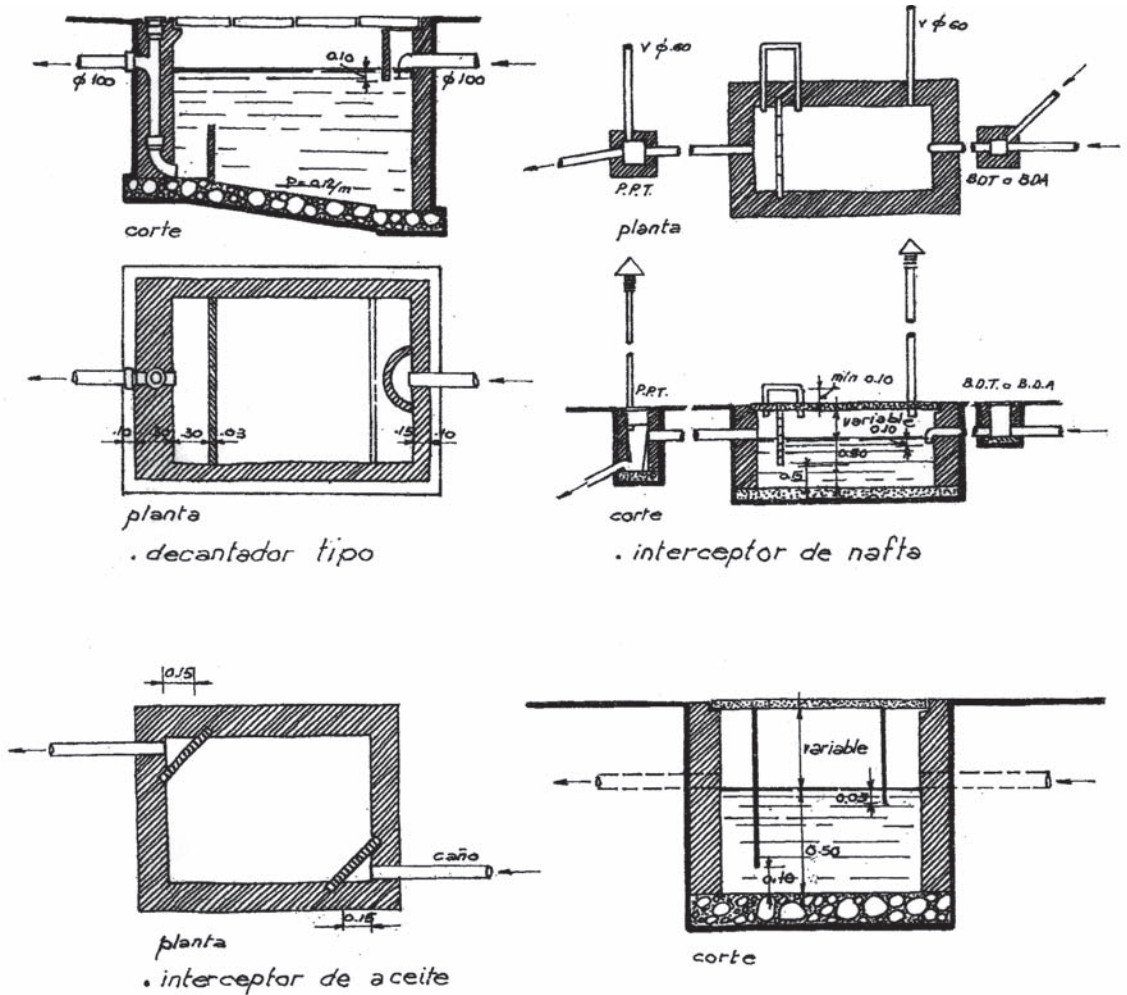
. vista

. planta

tamaños y diseños y distintos niveles de terminación. Una vez en la obra, se puede instalar en menos de 2 horas, para lo cual hay que prever el espacio adecuado, incorporando la unidad en el momento oportuno. En este caso la tarea de la empresa contratista se reduce a brindar la ayuda de gremios y ejecutar las conexiones de los servicios de provisión de fluidos y las de evacuación de las aguas servidas.

► otros: En edificios de viviendas de cierta envergadura, industriales, estaciones de servicio, talleres, frigoríficos, etc., la instalación sanitaria se integra con otros elementos que requieren trabajos de albañilería, que no ejecuta el subcontratista de la ins-

► Instalación sanitaria



talación; tales como: cámara de inspección; tanques de reserva contra incendio; canaletas de desagüe de techos; pileta de bombeo de agua de lluvia; tanque de expansión para instalación de aire acondicionado; sistema central de agua caliente; interceptores de barro, grasa y aceite, yeso y espuma; decantadores de cerdas y tripas, trapos y estopa; de lavadero de lanas; cámaras neutralizadores de ácidos; desarenadores, pozos de enfriamiento; trampas hidráulicas de hollín, etc. Para las tareas hay que consultar las reglamentaciones vigentes.

Las características de los elementos, calidad de materiales, formas de ejecutar los trabajos, pruebas de funcionamiento, etc., deben responder a las reglamentaciones vigentes en cada localidad, a las cuales deben ajustarse los trabajos.

B. ELÉCTRICA

Los trabajos de albañilería difieren según sea el tipo de instalación adoptada (embutida, a la vista, bajo el piso, por canalizaciones, etc.).

Aparte de las tareas correspondientes a la ayuda de gremios, el contratista responsable de la obra debe ejecutar otros trabajos que permitan el trabajo del subcontratista tales como: a) en instalación embutida en paredes, fijar los niveles de piso y ubicación de elementos para que el electricista pueda ubicar a su vez las cajas para conexiones y llaves, tomas, tableros, etc.; en la estructura de hormigón, terminar el encofrado y la colocación de la armadura de manera que la cañería y cajas puedan fijarse atadas o soldadas para establecer su posición antes del hormigonado (en hormigón a la vista hay que cuidar que la cañería no quede a la vista después de desencofrar); b) En cañería **a la vista**, debe colocar las ménsulas y otros elementos similares para colocar las cañerías o los conductores (sobre aisladores); c) Para alojar la instalación **bajo el piso** -tomacorrientes, líneas de teléfono y de baja tensión- se colocan conductos de chapa de hierro doble decapada, de espesor mínimo de 1,6 mm de espesor, soldado eléctricamente, fosfatizadas y pintadas con pintura antióxido por inmersión y d) Las **canalizaciones** en el interior o exterior del edificio puede ejecutarse con obra de albañilería (mampostería u hormigón) para alojar los conductores de la instalación eléctrica y otras instalaciones compatibles a las cuales se puede acceder mediante partes removibles para el mantenimiento, ampliaciones o modificación de las mismas. La instalación con conductores bajo tierra en espacios exteriores se colocan en zanjas excavadas al efecto, colocando los conductores ("protodur") protegidos con ladrillos sueltos y rellenando de nuevo la zanja con la misma tierra de la excavación.

La **puesta a tierra** de la instalación se ejecuta con jabalina de cobre macizo estañado de sección cruciforme de 38 mm de diámetro y 2 m de largo, con abrazadera de bronce fundido en el extremo superior, con sujeción a tornillo del cable de salida.

Se deben conectar a tierra todos los elementos metálicos -caños, armazones, cajas, gabinetes, tableros, artefactos, carcasas de motores, etc., mediante un conductor desnudo continuo. Las conexiones con la toma a tierra deben ser de cobre, con sección adecuada para la intensidad prevista.

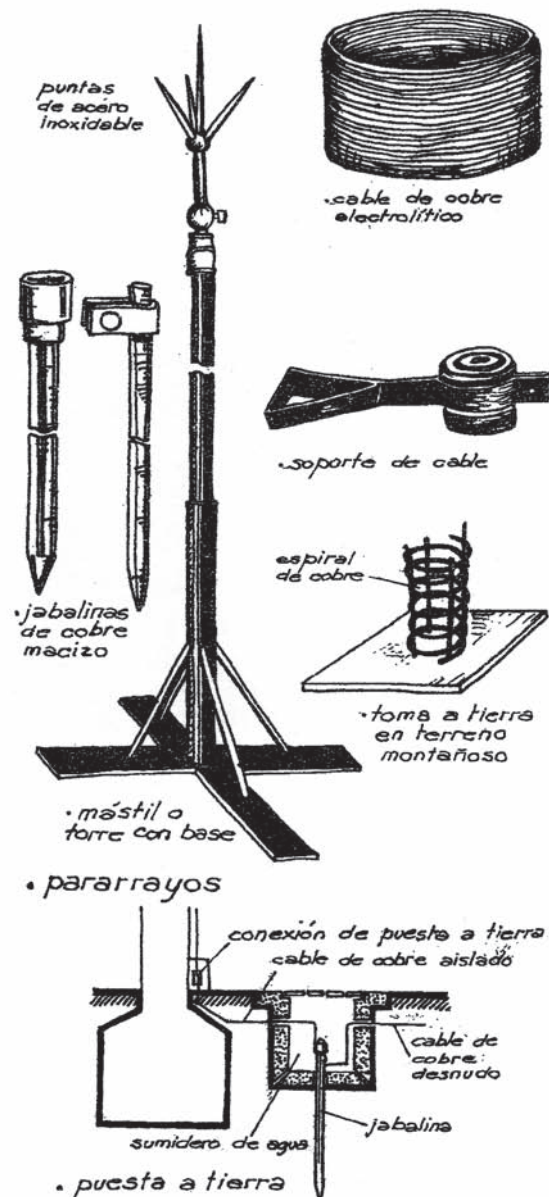
La jabalina debe introducirse, hasta alcanzar la primera napa de agua, en una perforación encamisada con caño de fibrocemento hasta la profundidad donde la compacidad del terreno asegure la permanencia de la perforación.

Corren por cuenta del Contratista de obra la ejecución de la columna del medidor y colocación de cajas para medidor, tableros generales y seccionales, portero eléctrico y antenas.

Los **pararrayos** tienen por objeto proteger los edificios de la acción destructiva de la caída de rayos. Los edificios más afectados son los que tienen cubierta inflamable, los que están aislados en terreno plano o en un declive y los que poseen torres, campanarios o chimeneas altas. La instalación comprende los dispositivos de captación, las derivaciones y la instalación de toma a tierra.

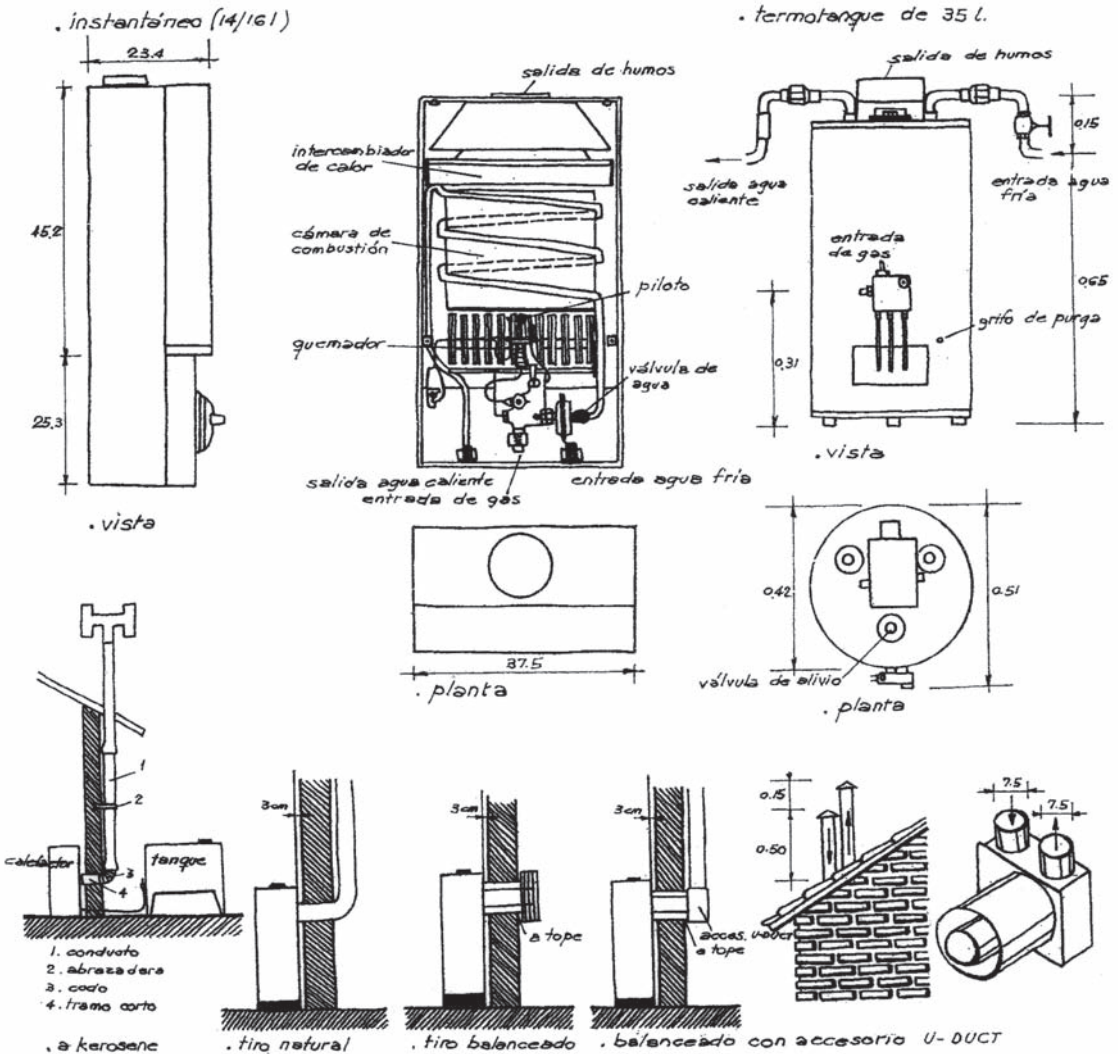
Los "dispositivos de captación" son barras metálicas, conductores u otros cuerpos metálicos, que reciben la descarga del rayo. Deben sobresalir del edificio que protegen. Habitualmente se colocan sobre las cumbreras y los aleros. En cubiertas metálicas pueden usarse los bordes del alero y la cumbrera y en techos de tejas las limahoyas y canalones metálicos para este fin, siempre que tengan la sección mínima necesaria y las uniones sean suficientemente sólidas.

► Instalación eléctrica



Las "derivaciones" se colocan para conectar diversos edificios a la instalación del pararrayos, cuando están ubicados en su entorno cercano. Otros elementos en los cuales se deben colocar derivaciones lo constituyen las chimeneas aisladas o estructuras análogas (antenas) de más de 40 m de altura, las señalizaciones de obstáculos, depósitos elevados de agua y estructuras metálicas análogas. Los campanarios y las escaleras de caracol metálicos constituyen

• Instalación eléctrica



otros elementos a conectar. Pueden utilizarse como derivaciones las paredes metálicas. En la instalación se deben evitar los codos bruscos y bucles estrechos.

Todas las partes metálicas de los edificios (conducciones de agua, de extinción de incendios, tubos de calefacción, estructuras de ascensores y escaleras metálicas, vigas y carriles de grúas, estructuras de acero u hormigón armado) pueden usarse como derivaciones de bajada.

La "puesta a tierra" es quien conduce la descarga a tierra y de su correcto dimensionamiento e instalación depende la efectividad del sistema. Está constituida, en esencia, por las líneas colectoras y los contactos a tierra (flejes, varillas o placas, según características del suelo). Los

colectores de tierra son conductores subterráneos sin aislar que se unen en distintos puntos de la puesta a tierra, sin necesidad de formar circuitos cerrados.

La instalación más simple comprende sintéticamente: pararrayos de bronce con 4 ó 5 puntas de acero inoxidable; mástil o torre; cable de cobre electrolítico de 25 mm² de sección; soportes para paso del cable con aisladores de porcelana vitrificada y jabalina de cobre de 1,80 m de largo.

Las tareas de albañilería consisten en la fijación de los elementos que sostienen los conductores y los indicados más arriba, correspondientes a "puesta a tierra".

Otras tareas corrientes a ejecutar por el contratista de obra lo constituyen la construcción de locales especiales para la instalación de medidores, transformadores o grupos electrógenos, a solicitud del usuario del edificio o exigidos por las reglamentaciones, en donde se establecen las características constructivas para su ejecución.

C. ELECTROMECAÁNICA

Al Contratista de obra le corresponde la construcción de las bases para compresores, ventiladores, electrobombas, mampostería y revoques de cámaras, acondicionadores, etc.

D. DE GAS

Los trabajos de albañilería corresponde a la colocación de la caja o puerta del nicho para el medidor; la construcción del gabinete para cilindros de gas envasado y de los nichos para colocación de artefactos de calefacción; las bases para apoyo de hornos, anafes y termotanques; los conductos que alojan las chimeneas y cañerías de ventilación de artefactos.

E. DE CALEFACCIÓN

Las obras comprenden la construcción de los locales que alojan las calderas, los apoyos para su colocación y el revestimiento con material refractario de los mismos; apoyos para tanques intermediarios, nichos para radiadores, colocación de ménsulas para apoyo de caloventiladores, de vaso de expansión, tacos de apoyo de las cañerías en losas radiantes.

La calefacción por **chimeneas** aprovechan como máximo el 10% del calor de combustión, a pesar de lo cual se siguen usando, por la sensación de bienestar que brindan y como calefacción adicional transitoria. El rendimiento se puede mejorar colocando cañerías que tomen aire del exterior o del propio local, que se calienta en contacto con las paredes (metálicas) del hogar y mediante cañerías se entrega en el nivel superior del local o en los pisos superiores.

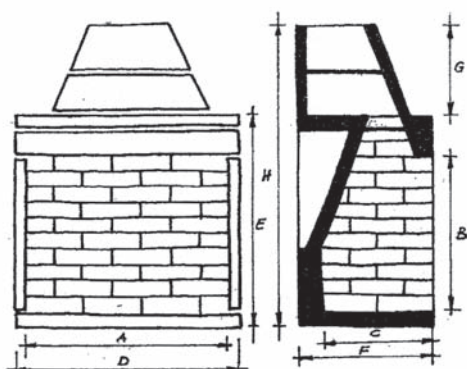
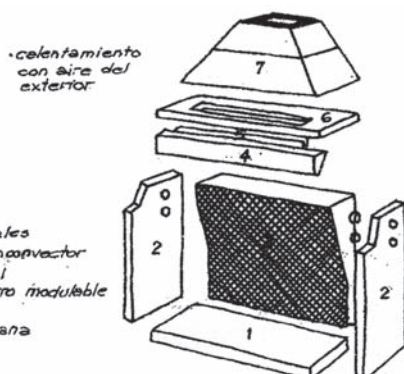
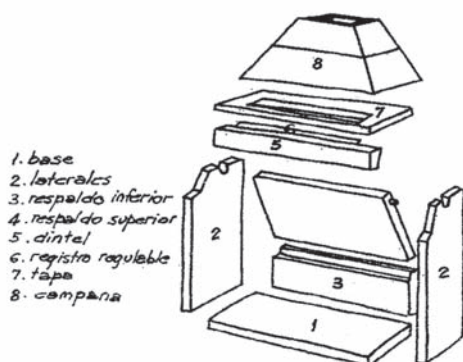
Las chimeneas se pueden colocar empotradas en los muros o libres con dos, tres o cuatro frentes. La combustión se puede mejorar con aire del exterior, mediante cañería que termina debajo del hogar. El aire se toma a ras del suelo protegiendo la cañería con tela metálica en la entrada.

Los **hogares de chimenea** ("estufas") pueden ejecutarse en obra, con obra de albañilería o con piezas premoldeadas.

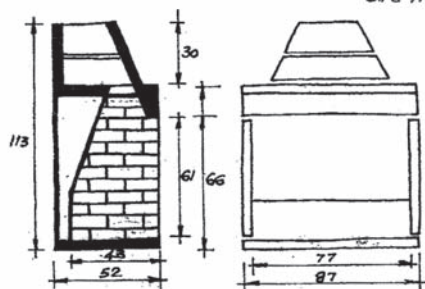
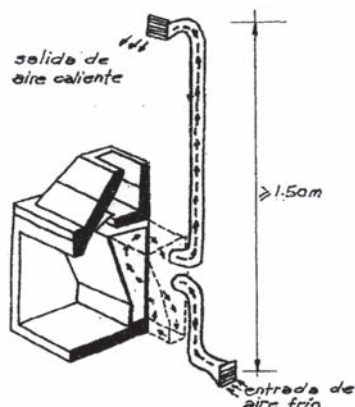
En todos los casos, para asegurar el funcionamiento hay que respetar en cada elemento (cuerpo de la chimenea, campana, registro de tiro y chimenea de tiro) las dimensiones que establecen las tablas; en relación al volumen del local.

El cuerpo de la chimenea debe ejecutarse con material refractario y el piso del local delante de la boca debe ser incombustible hasta 50 cm. El conducto de humos puede ejecutarse con

• Chimeneas



modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	kg	conducto
1	77	61	43	87	66	52	30	113	275	20x30
2	88	73	49	98	78	58	35	132	400	20x35
3	110	78	49	120	83	58	40	144	490	20x35



albañilería, con materiales incombustibles, terminado con elementos que impidan la entrada del agua de lluvia y favorezcan la eliminación del humo. La altura, por sobre el techo, depende de la ubicación con respecto a elementos naturales, de los edificios vecinos y del propio; para asegurar un funcionamiento correcto.

F. DE AIRE ACONDICIONADO

Esta instalación comprende equipos y elementos con características que varían según el servicio previsto (desde los equipos "individuales" para una habitación hasta los equipos de acondicionamiento "central" para servir grandes edificios y aún conjuntos de ellos).

Los trabajos de albañilería de una instalación corriente comprenden la construcción de bases de apoyo de la maquinaria y de los conductos; perforaciones en muros, losas y otros elementos estructurales para el paso de los conductos (cuando no han sido previstos en el proyecto), construcción de conductos de retorno en mampostería (bajo piso) y la construcción de locales para alojar la maquinaria (comprende la colocada en los subsuelos y en la terraza del edificio).

G. DE SERVICIO CONTRA INCENDIO

Se instala en edificios públicos, industriales y de viviendas colectivas y comprende la construcción de tanque de bombeo y de reserva cuando la presión del agua de la red es insuficiente para alcanzar las partes altas del edificio. El tanque de reserva puede alimentar simultáneamente los servicios sanitarios y contra incendios ("tanque mixto"), con capacidad adecuada. Además se deben colocar los nichos (metálicos de 60x60x15 cm con puerta con cerradura y frente de vidrio) para alojar las mangas y lanzas y los soportes para colgar los matafuegos.

2. Juntas de control y de dilatación

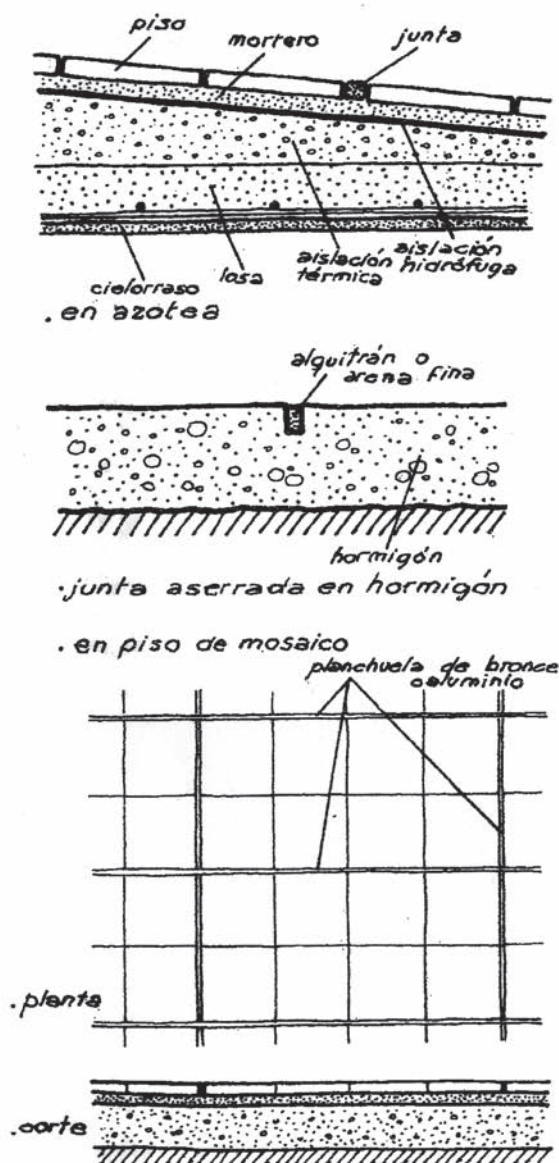
La necesidad de incorporar juntas en las construcciones tiene dos orígenes; la discontinuidad lógica de los componentes constructivos y la dilatación de los materiales por efecto del aumento de la temperatura. Todas las juntas deben: a) permitir que mantengan su posición inicial los elementos y b) dar lugar a las deformaciones o asentamientos de las estructuras de los edificios.

Las juntas de **control** (o "de montaje") tienen el propósito de facilitar los movimientos que inevitablemente se producen en las superficies expuestas a cambios de temperatura. En general se materializan (provocan) debilitando el material según trazados aproximativos, a los que se producirían espontáneamente. Algunas de ellas pueden coincidir con las etapas de construcción. Brindan la posibilidad, tanto al edificio como a sus componentes, de moverse sin causar perjuicios. Se colocan en pisos y también en paredes de hormigón y cielorrasos. Las juntas pueden provocarse durante la ejecución del trabajo, colocando tiras de metal o plástico en la posición establecida o cortando "a posteriori" parte del espesor del material con sierra circular de hoja abrasiva.

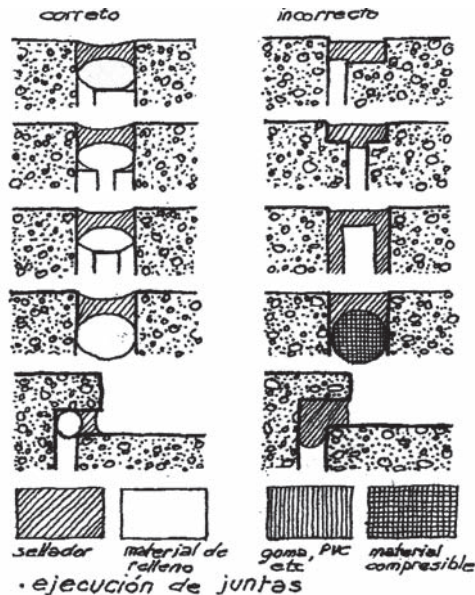
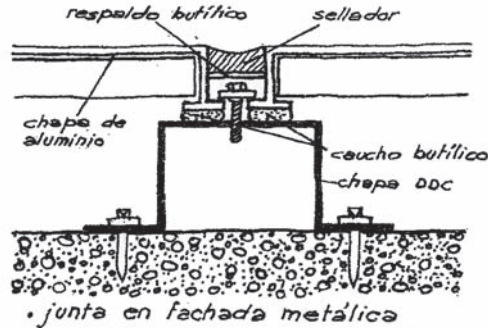
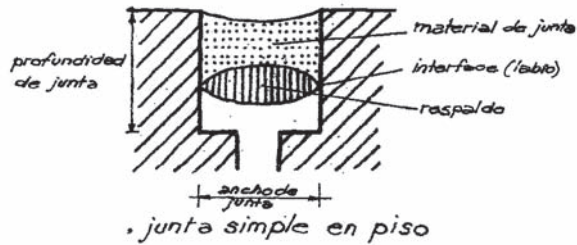
Las juntas de **dilatación** deben presentar las siguientes **características**:

- ▶ **durabilidad**: deben durar tanto como la obra gruesa o permitir el mantenimiento económico y rápido.
- ▶ **accesibilidad**: el acceso para el mantenimiento, reparación o reemplazo debe ser fácil, sin necesidad de desmontar o romper los elementos contiguos.
- ▶ **resistencia mecánica**: suficiente para absorber las cargas que actúan sobre la obra gruesa, sin presentar deformaciones permanentes ni modificar las restantes características.
- ▶ **estanquidad**: ya sea por el diseño de la junta o mediante el agregado de selladores, burletes u otros elementos, las juntas deben ser estancas al paso del aire y sobre todo del agua.

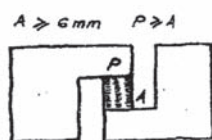
» Juntas de control



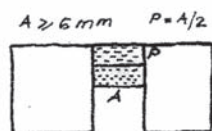
Las juntas están constituidas por la **interfase**, caras o bordes de las piezas vinculadas entre sí; el **huelgo** –espacio variable entre las interfases– que puede ser directamente el hueco o estar obturado con material plástico o elástico para mejorar la eficacia de la junta, el **material de estanquidad**, sellador o masilla, producto alveolar, perfil elástico (caucho neoprénico, elastómeros, PVC, etc.) y los **elementos de fijación**, en forma directa (tornillos, remaches, clips, broches, etc.) o indirecta (adherencia de los selladores o presión elástica de burletes).



Es posible calcular las dilataciones o contracciones de los materiales, en función de la longitud inicial, la diferencia máxima entre las temperaturas extremas y el coeficiente de dilatación térmica de los materiales. Salvo cuando se usa madera, que tiene muy bajo coeficiente de dilatación, puede ser necesario calcular las dilataciones, sobre todo cuando las superficies extremas sean de gran dimensión.



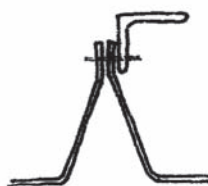
· junta de solape



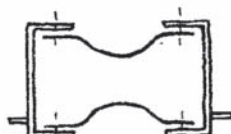
· junta a tope



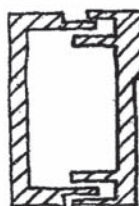
· junta de chapa a recubrimiento simple



· junta metálica elástica



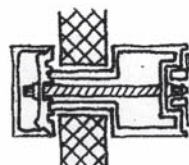
· junta con flejes metálicos flexibles



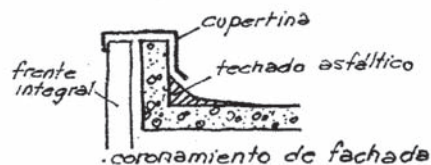
· perfiles extruidos de aluminio



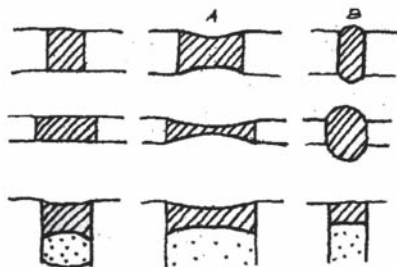
· perfiles conformados de chapa DO



· junta horizontal con cubrejunta



· coronamiento de fachada



· deformación de la masilla selladora durante la tracción (A) y la compresión (B)



· disposición incorrecta de junta horizontal

TIPOS DE JUNTAS

El diseño y materiales para ejecutar las juntas dependen de la ubicación en la obra y las características de las superficies a unir. Las soluciones varían según la ubicación de las mismas: exterior o interior, superficies verticales (muros) u horizontales (pisos, ciellorrasos y cubiertas).

En todos los casos las juntas se exponen a la vista por lo que hay que cuidar las terminaciones. En el exterior además deben ser estancas al paso del aire y el agua.

En el exterior (fachadas) se puede colocar juntas "metálicas elásticas", ejecutadas con perfiles elásticos y delgados que modifican su forma por las fuerzas que generan los cambios de tem-

peratura. Las juntas "a tope" son poco confiables y se usan generalmente en paneles de hormigón y se pueden mejorar con juntas "por encastre", sobre todo si se usan perfiles de aluminio o de chapa doblada con diseños similares a los perfiles laminados, pudiendo aplicar esta solución mediante la terminación adecuada de los bordes de las piezas contiguas. Para mejorar las terminaciones pueden colocarse "cubrejuntas" con funciones estéticas y de protección de la junta propiamente dicha. En la parte superior de la fachada se debe asegurar el cierre mediante "babe-tas" (cupertinas) de chapa de aluminio o de hierro galvanizado.

Al decidir la ubicación hay que procurar que estén protegidas de la intemperie, choques y deformaciones. Las juntas horizontales hay que protegerlas, incorporando "bota-agua".

Para el "sellado" de las juntas se emplean "masillas de estanquidad" (elastómeros y plásticos: siliconas, polisulfuros, poliuretanos, butilos, resinas acrílicas o vinílicas, aceites orgánicos, oleorresinosos, alquitranes de petróleo o carbón). La eficacia de la junta se asegura con un diseño adecuado.

En las terrazas hay que terminar la cubierta a ambos lados de la junta e instalar en ella una membrana flexible, con pliegue hacia arriba (U invertida), de caucho, metal o plástico; para que el agua se aleje de la junta.

En el **interior** -una vez asegurada la estanquidad exterior- las juntas se terminan con materiales de características que combinen adecuadamente con los revoques o revestimientos del muro, el piso o cielorraso contiguos.

En los muros y cielorrasos se colocan flejes de hierro pintados, madera o chapa galvanizada, fijadas en un sólo borde con tornillos, llenando el vacío con sellador.

En los pisos conviene colocar solías de acero inoxidable o bronce en forma similar a las anteriores. El sellador se sostiene con cinta de PVC.

Las juntas de dilatación dividen al edificio en dos o más, totalmente independientes ya que las juntas deben abarcar el edificio en toda su altura -desde los cimientos a la terraza- con lo que resultan separados la estructura, las paredes, pisos, cielorrasos, en todos los niveles.

Cuando no es posible separar las instalaciones de servicios -una para cada cuerpo de edificio- hay que adoptar soluciones apropiadas para estos puntos singulares.

La mayor dificultad se presenta en los conductos estancos (agua fría y caliente, gas, oxígeno, etc.) a los que en general se les incorporan codos flexibles. En los demás conductos (electricidad, aire acondicionado, teléfono, TV, etc.) se colocan fuelles flexibles para absorber los movimientos.

3. Obras de terminación

Comprenden trabajos no especificados anteriormente, que deben ser ejecutados por el Contratista de Obra, destinados a detalles de terminación en los cuales se emplean materiales y tecnologías analizados en los capítulos respectivos.

Indicamos a continuación algunos de estos trabajos y los materiales y tecnologías corrientes empleados para su ejecución:

- a. parapetos, cornisas, balcones, barandas, bauleras, ventilaciones, chimeneas: de mampostería u hormigón.

- b. cercos de frente y perimetrales: de mampostería.
- c. veredas interiores, perimetrales, municipal: de hormigón, piedra, mosaicos.
- d. arcos, antepechos, alféizares: de piedra, ladrillos, hormigón, cerámicos.
- e. planteros, jardines, maceteros: de hormigón, mampostería, piedras.
- f. mesada de cocina: mampostería y hormigón.
- g. parrillas: mampostería, hormigón, ladrillos refractarios, campanas de humo de albañilería.

4. Colocación de elementos

Los trabajos de albañilería en general se ejecutan una vez terminada la "obra gruesa", en algunos casos para permitir que las "terminaciones" puedan realizarse adecuadamente.

- a. premarcos: para puertas, ventanas, acondicionadores y tacos para "marcos cajón".
- b. marcos: para puertas, ventanas, portones, mamparas, placares, guardarropas.
- c. rejas, verjas, barandas, ménsulas, guías, rieles, pérgolas, tendederos, parasoles, rejillas de ventilación.
- d. secarropas, tesoros de amurar, botiquines, campanas de cocina, chimeneas, extractores, buzones.
- e. antenas y bajadas para teléfono, televisión, etc.

5. Ayuda de gremios

Reciben esta denominación los **trabajos y prestaciones** que debe realizar el Contratista de Obra (cuando no tiene a su cargo la ejecución de todos los trabajos de la obra) para colaborar con los Subcontratistas de: las instalaciones, carpintería, pisos, cielorrasos, cortinas, ascensores, pintura, yesería, aislaciones y vidrios, etc. La mayoría de ellos son similares para todos los subcontratistas ("gremios") y otros específicos para cada uno de ellos. Al confeccionar el presupuesto de la obra deben tenerse en cuenta, ya que su monto representa entre el 10 y 12% del total del resto de los trabajos.

Comprenden:

A. COMUNES A TODOS LOS GREMIOS

- Locales de uso general para el personal, destinados a vestuario, para comer y sanitarios; con iluminación.
- Local para depósito de materiales, enseres y herramientas; con iluminación.
- Facilitar los medios de transporte y personal para la descarga y traslado de materiales y elementos hasta el depósito respectivo o al lugar donde serán colocados y carga de los sobrantes que se retiran de la obra.
- Provisión, armado y desarmado de andamios. El movimiento dentro de un mismo piso corre por cuenta del Subcontratista.

- ▶ Suministrar, a una distancia no mayor de 20 m del lugar de trabajo, fuerza motriz –si está instalada en la obra– y un tomacorriente para la iluminación.
- ▶ Todo trabajo de albañilería tales como: pases de paredes y losas, armado de marcos y colocación de grapas, tacos y soportes, bases para maquinarias.
- ▶ Suministro de ladrillos, morteros y hormigones en el lugar de colocación y enseres tales como carretillas, baldes, canastas; (excluidas las herramientas de mano), y de agua en caso necesario.
- ▶ Colaboración en el emplantillado y verificación de las medidas en la obra, que deben ser efectuadas por el Subcontratista.
- ▶ Realizar los trabajos de limpieza de obra previa y posterior a la ejecución de los respectivos trabajos y retirar el material sobrante y escombros.

B. ESPECIALES PARA CADA GREMIO

- ▶ sanitaria: Empastinado de las uniones de los artefactos con paredes y piso.
- ▶ calefacción: Revestimiento de cañerías con metal desplegado, amurado de tapas para radiadores y para tanque de petróleo.
- ▶ incineradores: Provisión de combustible para las pruebas de recepción.
- ▶ ascensores: Amurado de grapas y perfiles, bases para máquinas; colocación de perfiles para apoyo de motores y de puertas exteriores y umbrales (solías).
- ▶ de gas: Ejecutar las protecciones que requiera el cuidado y conservación de los trabajos realizados mientras se ejecuta la obra.
- ▶ eléctrica: Excavación de zanjas para la colocación de cables, relleno y retiro de la tierra sobrante.
- ▶ pisos: Cuando son de piedra los coloca personal del Contratista de Obra, con la supervisión del obrero especializado del Subcontratista; quien tendrá a su cargo además el recorte y ajuste de las piezas a colocar. Protección, cuidado y conservación de los trabajos ya ejecutados hasta la terminación de la obra. Retiro de pastina y residuos del pulido.
- ▶ yesería: Hay que aclarar que corren por cuenta del Subcontratista: descarga, movimiento y carga de materiales, andamios y enseres de trabajo; cables y prolongaciones a partir del tomacorriente; andamios en general: tablas, tirantes, reglas, bateas y acumulación de desechos en cada local. La limpieza general de paredes y pisos debe ejecutarla el Contratista de Obra.
- ▶ frentista: Entrega del material en cada piso, incluida la carga y descarga y entrega de arena, cemento y mortero necesario en cada piso.

6. Limpieza de Obra

Esta labor debe ser realizada por el Contratista de Obra en forma permanente durante el desarrollo de la obra. La obra debe presentar los materiales ubicados en el lugar asignado.

Debe darse cumplimiento a las disposiciones vigentes relativas a instalaciones sanitarias y otras

comodidades para el personal de la obra tales como vestuarios, botiquines de primeros auxilios, sanitarios y lugares exclusivos para almuerzos; todos ellos en perfectas condiciones de higiene.

Los escombros y residuos resultantes de la ejecución de los diversos trabajos deben ser retirados del lugar de trabajo diariamente, hasta ser ocupados para rellenos o ser retirados de la obra.

La vereda municipal debe mantenerse limpia y libre de materiales y elementos de la obra en forma permanente, para asegurar el tránsito seguro de los peatones.

La **limpieza final de obra** puede ejecutarse antes o después de la conexión de los servicios, una vez que se hayan terminado de ejecutar todos los trabajos previstos en el proyecto, hasta la entrega definitiva de la obra. Esta tarea debe ser ejecutada por el Contratista de Obra.

7. Conexión de Servicios

Esta tarea suele ejecutarse una vez terminada la obra, aunque algunos de los servicios se conectan previamente.

Para comenzar los trabajos de la obra propiamente dicha y aún antes (obrador, depósitos, sanitarios, vestuarios, oficinas técnicas, etc.) es necesario contar con energía eléctrica y agua. Para estos servicios se pueden hacer las conexiones provisorias ("energía para obra" y "agua de construcción") o ejecutar las conexiones definitivas, sobre todo en el caso del agua que significa la rotura del pavimento y en algunos casos la interrupción del tránsito.

En lo posible, una vez roto el pavimento, es conveniente ejecutar la conexión a la red cloacal y aprovecharla para el desagüe de los sanitarios provisorios o algún artefacto definitivo que se usan mientras se ejecuta la obra.

La conexión a la red de gas conviene ejecutarla antes de terminar la vereda municipal, para evitar roturas posteriores.

Los servicios que se prestan por cables pueden conectarse a partir del momento en que están terminadas las "bajadas" respectivas, aunque no presentan ninguna dificultad en cualquier momento de la obra.

PRECAUCIONES

En realidad se reducen a la coordinación de las tareas entre el Contratista de Obra, los Subcontratistas y los proveedores de materiales y elementos que intervienen en los trabajos; de manera de asegurar la ejecución oportuna de cada una de las tareas.

El tema puede resolverse preparando, antes de comenzar la obra, el Plan de Trabajo respectivo (en lo posible por el Método del Camino Crítico, sobre todo en obras complejas y de gran magnitud).

ELEMENTOS Y PERSONAL NECESARIOS PARA LAS OPERACIONES

Han sido indicados oportunamente en los capítulos donde se desarrolló cada uno de los ítems.

En la coordinación de las tareas es imprescindible la participación del Director de Obra, quien debe decidir en última instancia sobre la conducta a seguir.

CAPÍTULO XXV

Construcciones con tierra

No hay oficio más bizarro
que el de trabajo con barro
Dios fue el primer alfarero
y el hombre su primer cacharro

Dicho popular

Introducción

En el presente capítulo analizaremos el uso de la "tierra sin cocer" como material -exclusivo o combinado con otros- para ser usado en la construcción de elementos del habitat humano, sobre todo viviendas. (En el capítulo 7 "Mampostería" hemos tratado la tierra cocida y sus usos más corrientes).

Antes de hablar del material y las tecnologías apropiadas y apropiables para la utilización en sus diversas combinaciones, consideramos pertinente formulamos algunas preguntas: ¿Es coherente que, a las puertas del año 2000, estemos diseñando ciudades que serán instaladas en el espacio y los planetas vecinos empleando nuevos materiales, al mismo tiempo proponemos la tierra, material usado hace más de 60 siglos?, ¿El uso de la tierra presenta hoy un símbolo de "status" social o la única posibilidad que tienen algunos para procurarse una vivienda?. En definitiva, **¿porqué construir con tierra?**.

Construir con tierra?. Sí, cuando no hay otra posibilidad mejor para millones de familias para las cuales la opción es tierra o nada. Como un tercio de la población mundial y la mitad de Iberoamérica seguirá construyendo con tierra, debemos colaborar y asumir la responsabilidad que nos compete para que lo hagan mejor.

A mediados de la década del '80, 1.500 millones de seres en todo el mundo se alojaban en construcciones de tierra, mientras hoy más de 100 millones no tienen donde alojarse y para más de 1.000 millones la construcción de tierra es la única esperanza. Mientras todos los materiales de construcción permanentemente aumentan su costo el de la tierra sigue siendo cero. El 80%

de los que construyen por autoconstrucción lo hacen con tierra y por otro lado, en muchos lugares del mundo es la única posibilidad de brindar albergue.

Encontramos vestigios de construcciones ejecutadas con tierra hace más de 6.000 años en Mesopotamia, Egipto, Medio Oriente y el Suroeste asiático y otras expresiones de uso en todos los continentes, casi todos los climas y latitudes y en las culturas preindustriales. En América la encontramos en el antiplano chileno, Perú, Méjico, Suroeste de EE.UU. y Oeste árido argentino, entre otros.

La tierra, como material de construcción, tiene extraordinaria abundancia, ya que el 74% de la corteza terrestre es tierra (arcilla y lateritas).

A esta abundancia hay que agregar otras características no menos importantes. El bajo consumo de energía para su empleo: mientras la tierra con 4% de cemento consume 55 termias por tonelada, el hormigón alcanza a 170 termias, la cerámica 700 y la lana mineral 7.800 por tonelada, (termia: cantidad de calor necesario para elevar de 14,5°C a 15,5 °C la temperatura de una tonelada de agua).

La tierra es material natural por su origen, sensual en sus formas, cálida por su tacto y tonalidades, voluptuosa a la vista y preserva la ecología, ya que cuando se destruye se confunde con el suelo. Con los medios técnicos y el nivel actual del conocimiento es posible alcanzar excelente calidad en el diseño, confort y habitabilidad, similares a los de otros sistemas constructivos, con menor costo y adaptable a la autoconstrucción. Forma parte del patrimonio cultural de la humanidad, representa una tarea social (de una comunidad) que abarca desde el aprendizaje a la transferencia del conocimiento en todos sus estamentos.

En zonas áridas el adobe, protegido de la lluvia, es un material insustituible. Los principales problemas para el uso lo constituye el agua y el sismo, los que se pueden solucionar, en el caso del agua mejorando el diseño y la tierra misma, por compactación, consolidación e impregnación con productos adecuados y para el sismo con un diseño adecuado, mejorando el material y la tecnología de ejecución (aplicando las normas existentes). Los daños que se producen en las obras dependen más del estado del mantenimiento y del diseño que del material.

Es responsabilidad de los profesionales de la arquitectura e ingeniería profundizar las tareas de investigación para ofrecer diversas posibilidades y alternativas de uso en los casos específicos, de manera que las respuestas no sean empíricas, recuperando en muchos casos técnicas en peligro de desaparición. En muchos países avanzados tecnológicamente (Francia, Bélgica, Alemania, Estados Unidos) lo están haciendo.

FORMACIÓN DE LOS SUELOS

El diccionario define al **suelo** como la superficie de la tierra. Con el mismo nombre también se designa al medio natural para el crecimiento de las plantas terrestres o a la colección de cuerpos naturales de la superficie terrestre que soporta (o es capaz de soportar) las plantas.

Los suelos se forman por la degradación de las rocas y el aporte de otros elementos, producto de la actividad orgánica y de soluciones circunstanciales en el sedimento.

En su formación se pueden diferenciar dos tipos de elementos constituyentes:

a) **alóctonos** -que han sufrido algún tipo de transporte antes de su deposición-están compuestos por arcilla (diámetro menor a 0.002 mm), limo (entre 0,002 y 0,050 mm) y arena (entre

0,05 y 2 mm), originadas en rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas de variada composición y b) **endógenos** –que se forma "in situ"– y su origen puede deberse a la alteración del estrato subyacente, por la acción con soluciones que circulan sobre el mismo, por la degradación de los sedimentos suprayacentes o de la actividad orgánica. El ejemplo clásico es la roca que se desprende de su posición original, se rompe en trozos más pequeños y que por acciones químicas y por efecto de los cambios de temperatura, la lluvia, el viento, etc. continúa degradándose, arrastrados por el agua hasta que se depositan en una selección natural, no sólo del tamaño del grano sino también mineralógica.

Por su granulometría podemos clasificarlos en:

- arcilloso: 60% de arcilla, 20% de arena y 20% de limo.
- franco-arcilloso: 40% de arcilla, 30% de arena y 30% de limo.
- franco: 20% de arcilla, 40% de arena y 40% de limo.
- franco-arenoso: 15% de arcilla, 65% de arena y 20% de limo.
- arenoso: 5% de arcilla, 90% de arena y 5% de limo.
- limoso: 10% de arcilla, 5% de arena y 85% de limo.

Uso de la tierra como material de construcción

Es evidente que resta todavía estudiar a fondo el tema, pero en donde la materia prima sea abundante, la tierra en forma de **adobe** puede solucionar el problema para ricos y pobres; para lo cual hay que seleccionar bien los suelos y aplicar tecnologías adecuadas. En general la población se radica en lugares donde se dispone de **tierra** para los cultivos y **agua** que posibilite el riego, elementos con los cuales se fabrican los adobes.

Las urbanizaciones en forma de ranchos, el uso de la tierras desocupadas inundables de mala calidad y sin servicios y los asentamientos informales afectan la salud de la población y se han convertido en el problema característico de las grandes ciudades, sobre todo en países del Tercer Mundo.

Estos problemas deben ser encarados procurando entregar los servicios esenciales a los terrenos donde se asentarán las viviendas, procurando que sean los propios afectados los que participen en la construcción, mediante los sistemas de autoconstrucción de esfuerzo propio y ayuda mutua.

El uso de la tierra, en distintas formas y sobre todo el adobe en sus distintos tipos, es una solución adecuada, ya que el usuario puede participar prácticamente en todas las etapas, desde la obtención del material hasta la construcción de su vivienda propia. Existen otras posibilidades del uso de la tierra como material de construcción, a la cuales haremos referencia en forma sucinta, en atención a su uso relativamente excepcional, para terminar con el adobe. Tal el caso de la tierra natural, sin ningún tipo de tratamiento; la **humedecida con agua** (tapia); **amasada con cemento y agua** (suelocemento); **con agregado de hidrófugo** (adobe estabilizado). El adobe común es **tierra amasada con agua y fibras vegetales**.

El Arq. R. Rotondaro clasifica el uso de la tierra en tres grupos o sistemas constructivos: monolíticos, de bloques y en estructura, según la técnica adoptada.

1. SISTEMAS MONOLÍTICOS

- a. tierra colada: se trabaja en forma similar al hormigón, inclusive con agregado de arena y hasta grava; fabricando bloques en el piso o directamente en el muro; muros portantes con estructura portante; pisos y contrapisos.
- b. tierra amontonada: apilando bloques de tierra suficientemente plásticos.
- c. moldeado directo: construyendo a mano, por moldeado directo con tierra con plasticidad para esta tarea.
- d. tierra apisonada o compactada: mediante máquinas hidráulicas o mecánicas (Cinva-Ram y otras); compactando mediante impactos en moldes o encofrado (tapia) o por vibración con máquinas adecuadas (bloques, pisos y contrapisos).

2. SISTEMA DE BLOQUES

- a. adobe hecho a mano: una de las técnicas más antiguas, sin usar moldes.
- b. moldeado a mano: es el más usado, con moldes de madera, para hacer uno o dos adobes por vez.
- c. adobe moldeado a máquina: con moldes de hasta veinte adobes por vez, manipulados a máquina.
- d. por extrusión: con máquinas que mezclan tierra y por extrusión producen un elemento continuo que se va cortando.
- e. bloques cortados en el suelo: se cortan los bloques en el suelo, se ponen de costado para su secado y después se coloca o corta en bloques más pequeños, para facilitar la colocación.

3. SISTEMAS EN ESTRUCTURA

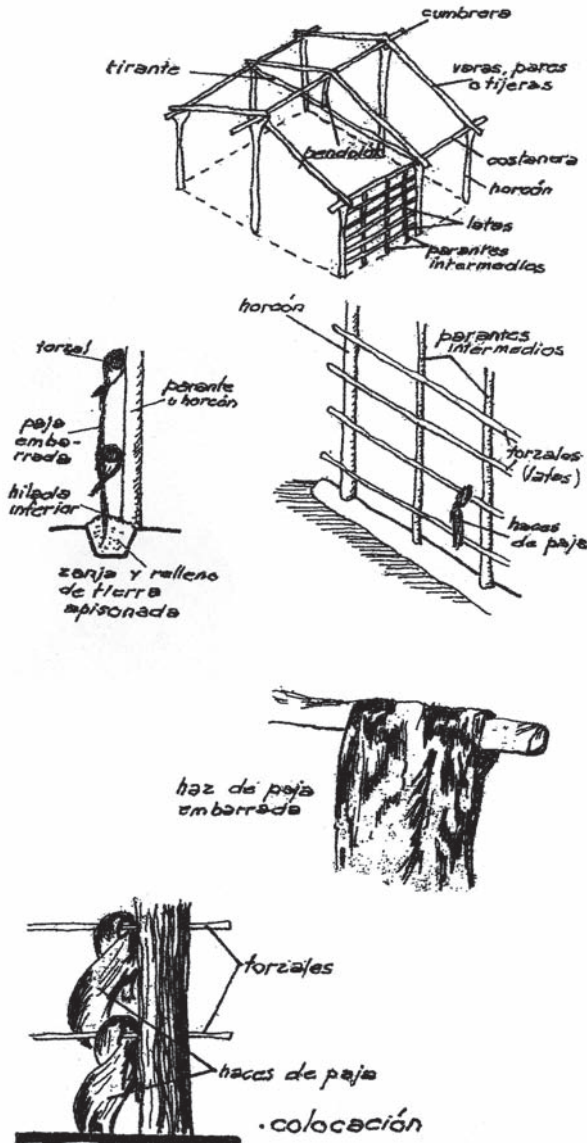
- a. tierra aplicada: sola o mezclada con barro se aplica sobre diversas estructuras: de palos, madera, entramado de varillas, o varillas y cañas.
- b. bolas en columnas: postes de madera con trama longitudinal de madera que se rellena con bolas de barro.
- c. paja y arcilla: elementos prefabricados, prensados para bloques, paneles, capas de techos planos y relleno de pisos de madera.
- d. relleno: usada como relleno de estructuras de madera, madera y metal desplegado, bolsas llenas de tierra, relleno de bloques de cemento o suelo-cemento.
- e. techos cubiertos con tierra: con jardín transitable como techo, en forma de capas gruesas o montículos de tierra sobre la cubierta.

En Argentina los usos más corrientes de la tierra son:

1. PARA MUROS

- a. **adobe:** generalmente portante, con mampuestos de barro y paja seca cortada, de dimensiones variables según la zona; unidos con barro con menos paja. Con tierra adecuada y paja seca se prepara un "pastón" con agua, se moldea sobre el suelo plano con molde simple o doble de madera, secados al sol; se usa entre 10 y 20 días después de "cortado".

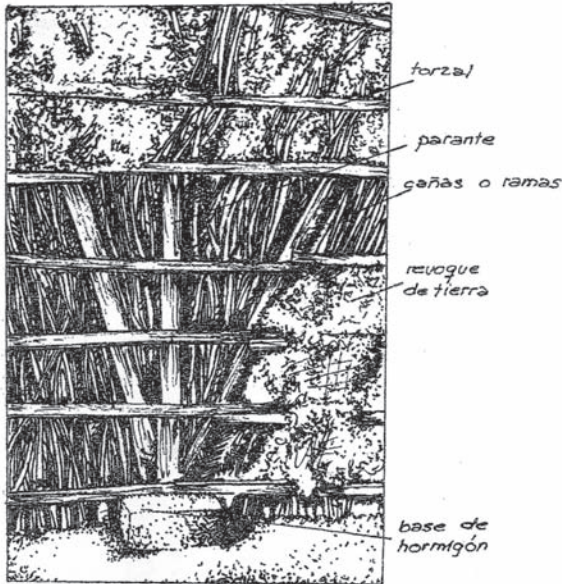
• Chorizo



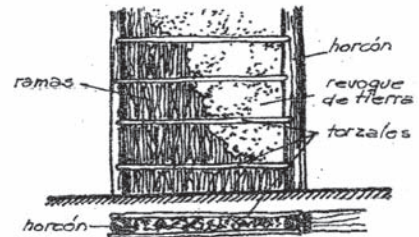
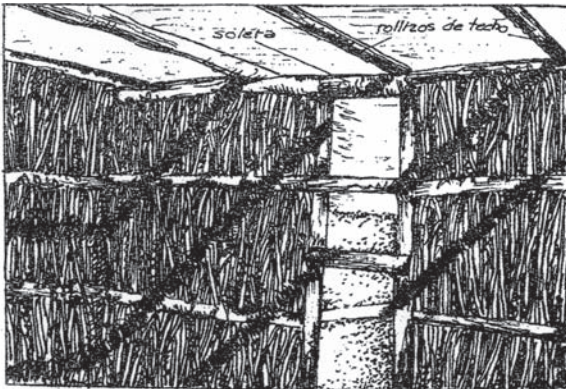
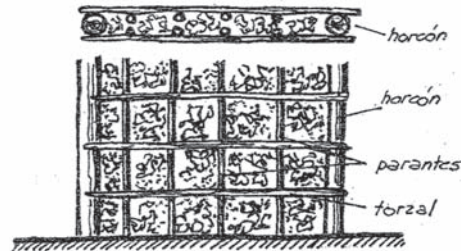
b. tapia (o tapial): generalmente portante, con tierra humedecida, con o sin paja, colocada en "cajones" de madera, apisonándola con pisón manual, en general por tramos de 1.50 y 2.00 m de largo, 0,40 a 0,50 m de ancho y 0,80 a 1,20 m de alto, repitiendo la operación hasta la altura deseada, por capas sucesivas de 7 a 15 cm de altura.

c. champa (o tepe): generalmente portante, con bloques cortados en el piso –cuando el suelo tiene césped o pasto bien tupido– de dimensiones similares a los adobes; secados durante 4 ó 5 días, se colocan con o sin mortero, con la cara con mortero hacia abajo.

. quincha



. estanco



d. **chorizo**: no portante, con manojos de paja que se imbrican (colocan superpuestas) en sostenes horizontales separados de 30 a 40 cm entre sí. Los sostenes pueden ser alambres o tientos fijados a los postes (u horcones) que hacen de columnas. La paja puede embeberse previamente en barro casi líquido y se revoca en ambas caras con barro.

e. **quincha**: no portantes, sólo para cierre. Sobre postes similares a los indicados en el sistema anterior se apoyan ramas o cañas horizontales, separadas de 50 a 60 cm, sobre los cuales se atan ramas o cañas más pequeñas sobre las que se coloca revoque de barro y paja en ambas caras. Puede hacerse con dos tramas, una interior y otra exterior, revocadas con barro y paja o una formando una pared más gruesa (en lugar de la trama) que se revoca en ambas caras con barro y paja.

"Quincha" proviene del idioma quichua (o ruma simi) y significa cañizo, seto, barrera o cerca. Hoy se da ese nombre a la pared rústica de bastidores de caña o troncos delgados, revocada con barro u otro material por una o ambas caras.

f. **estanteo** (estaqueo): no portante. La pared se consigue rellenando con barro no muy plástico el vacío que resulta de colocar dos bastidores de varillas horizontales apoyadas en parantes dobles de madera u horcones. Los paramentos se terminan revocados con barro.

2. PARA TECHOS

a. **torta de barro** (o entortado): sobre estructura de sostén con madera de cardón o ramas o troncos de arbustos en locales pequeños, se colocan capas de 4 a 7 cm de barro con paja cortada. El barro se coloca por fajas y se alisa con cuchara. A través del tiempo se agregan nuevas capas para reparar fisuras y evitar filtraciones.

b. **paja embarrada**: sobre la base indicada en el sistema anterior se colocan haces de paja seca, preparados en el piso y se los asienta con barro fino semilíquido.

c. **caña y barro**: sobre estructura de rollizos de álamo se colocan, clavadas o atadas, cañas sobre las que se colocan capas de barro con paja en forma similar a lo indicado en "torta de barro". El sistema es corriente en la zona Cuyo, terminando la superficie con pintura de cal y grasa animal.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON TIERRA

Hacemos referencia somera al uso más corriente de la tierra, sola o combinada con otros materiales, en diversos sistemas constructivos; salvo el caso del adobe que por su gran difusión recibirá un análisis más detallado.

a. Tierra natural

Como imitación de las grutas naturales en terrenos suficientemente resistentes o en zonas de climas tórridos, podemos citar la arquitectura tradicional de tierra excavada en el terreno natural. Las viviendas resultan en este caso protegidas por lo menos en tres de sus lados, con lo que resulta fácil conseguir un sensible descenso de la temperatura ambiente. Los "patios" desde los cuales se accede a las habitaciones pueden encontrarse de 4 a 10 m de profundidad y se puede favorecer la ventilación mediante orificios que alcanzan el exterior. En otros casos se aprovechan las concavidades naturales de las rocas, al reparo de los vientos fríos y enfrentando al sol de la mañana, completando las habitaciones con paredes ejecutadas con piedras del lugar. El techo, terminado con tierra, de gran espesor, acumula el calor solar que trasmite al interior.

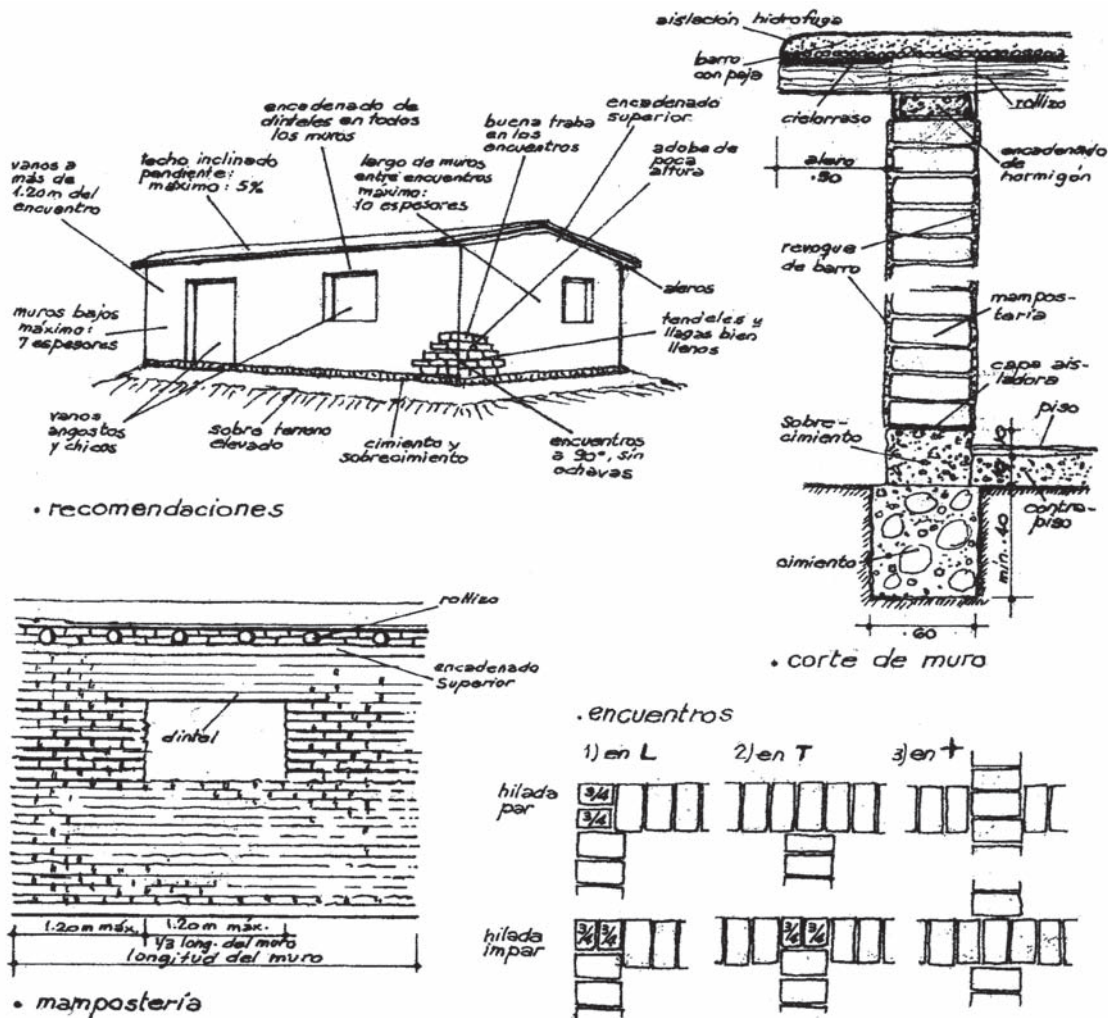
En terrenos bajos, con peligro de ser inundados por el agua de lluvia o de riego, la tierra se usa como material de relleno, procediendo como indicamos en el Capítulo 6.

También puede usarse para aislación térmica y acústica de paredes y techos. En el primer caso mediante terraplén perimetral y sobre el techo como dijimos más arriba.

b. Tierra humedecida con agua

Excepcionalmente se coloca en capas sin apisonar, para conseguir un muro monolítico que puede usarse para aislación y que se puede terminar superficialmente con yeso.

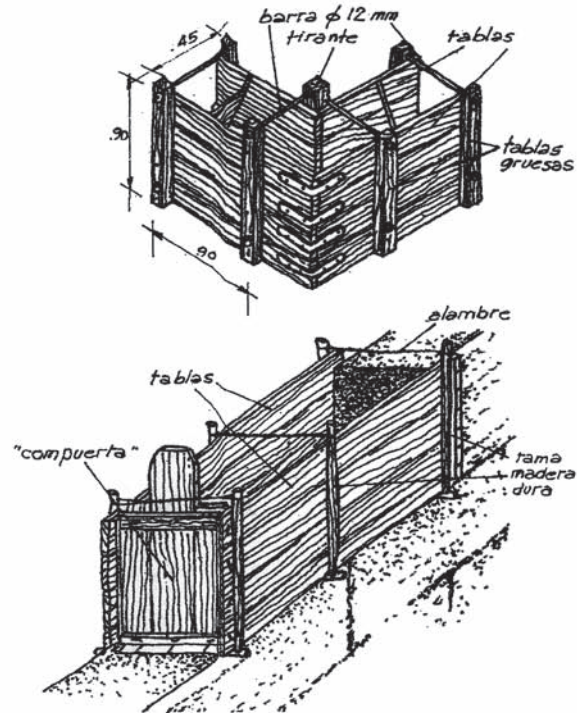
• Construcción con adobe común



Mediante la incorporación de encofrados de madera se pueden ejecutar muros de tapia (tapial) con tierra húmeda apisonada, en capas sucesivas, de alrededor de 20 cm comenzando por los costados y rincones.

El encofrado está constituido por tableros de alrededor de 0,80 m de ancho por 2,00 m de largo con tablas de 1 1/2 a 2 pulgadas de espesor, unidas mediante travesaños de 2" x 2" (5 x 5 cm) separados a 0,90 m. En los travesaños se colocan los separadores que mantienen en posición los tableros. En los extremos de cada tramo se colocan tableros -verticales o inclinados- a manera de "compuertas" para permitir el apisonado. A medida que avanza la ejecución del muro, el extremo de tapia ya ejecutada sirve de cierre y guía para la colocación del encofrado en el tramo siguiente.

• Tapia



• tapia y adobe



La mejor tierra para este tipo de trabajo es la que tiene alrededor de 75% de arena y no más del 30% de arcilla. Para mejorar la calidad del muro se puede agregar a la mezcla cal o cemento y armarse con cañas o ramas delgadas en sentido vertical y también horizontal. La cantidad de agua necesaria para preparar la mezcla varía con la composición de la tierra: para tierra arenosa entre 7 y 8% y para tierra arcillosa entre 16 y 18%. La resistencia máxi-

ma se alcanza después de 2 ó 3 años y depende de la calidad de la tierra y la intensidad del apisonado, el que generalmente se ejecuta a mano y excepcionalmente con aire comprimido.

c. Tierra amasada con cemento y agua

La mezcla de suelo, cemento y agua adecuadamente dosificada y compactada constituye el suelocemento, material especialmente indicado para la construcción de viviendas por los sistemas de esfuerzo propio y ayuda mutua.

Es posible reducir los costos siempre que se pueda usar la tierra del lugar y la mano de obra corra por cuenta del usuario.

La calidad del suelocemento depende del tipo de suelo, la proporción adecuada de cemento y la calidad y cantidad de agua de la mezcla.

Los suelos arenosos son los más aptos, mientras que los arcillosos (que absorben gran cantidad de agua, aumentan de volumen y se resquebrajan al secarse) deben ser equilibrados con agregado de arena. El limo es difícil de compactar.

Las proporciones más adecuadas son: arcilla de 5 a 10%, limo de 10 a 20% y arena de 60 a 80%.

El cemento permite estabilizar la mezcla y le da durabilidad y resistencia y evita que la tierra se convierta en barro y se desmorone por efecto de la humedad. También pueden usarse como estabilizadores los asfaltos, las cales y las resinas sintéticas y naturales. La proporción de cemento depende del tipo de suelo: para suelo arcilloso de 12 a 15%, para suelo limoso 8 a 10% y para suelo arenoso de 5 a 9%.

El agua debe ser limpia y libre de materias en suspensión o disolución (sulfatos y cloruros) y sobre todo de materias orgánicas.

La humedad excesiva provoca el deslizamiento de las partículas y su carencia la disgregación de la mezcla.

La cantidad adecuada oscila entre el 18% para los suelos arenosos y el 20% para los suelos arcillosos.

PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MATERIAL

Sintéticamente, la preparación del material debe seguir el siguiente proceso:

1. secar la tierra al sol.
2. pulverizar los terrones.
3. extenderla (en seco) en piso horizontal, plano, duro e impermeable.
4. extenderla en capas sucesivas de tierra de 10 cm y agregar cemento en la proporción establecida.
5. mezclar en seco hasta que presente color uniforme.
6. extender en capas delgadas, mojándose en forma de lluvia.
7. compactar (dentro de las 2 horas) por medios manuales o mecánicos.

Con la mezcla compactada se puede ejecutar muros monolíticos, con encofrados de madera o metal, con módulos de 1,80 x 0,75 m por el espesor del muro, compactando capas de 15 a 20 cm. El encofrado se puede retirar inmediatamente, cubriendo la superficie con arpillera húmeda durante 3 días y mojándola luego durante 8 días.

Las juntas verticales entre tramo y tramo deben ir trabadas y machimbradas.

Los bloques se producen en moldes simples y en máquinas moldeadoras. Los moldes pueden ser fijos o articulados, casi siempre de madera, donde se coloca el material por capas compactadas. Los bloques se mojan, después de 24 horas, durante 8 días y se pueden usar 21 días después de fabricados. Las máquinas pueden trabajar por vibrado o por compresión y conseguir bloques de gran calidad y duración, con medidas normalizadas y textura homogénea. Una de las máquinas conocidas es la bloquera Cinva-Ram, que produce bloques de gran calidad y duración, con medidas normalizadas y textura homogénea.

Los muros se ejecutan como cualquier pared de mampostería, con mortero similar a la mezcla de fabricación de los bloques a la que se agregan dos partes de cal hidráulica (9:1:2), curando la mampostería con cuidado. También se pueden asentar con mortero 1:3 (cemento-arena).

Recomendaciones para el uso del suelocemento:

- ▶ El suelo no debe contener materias orgánicas, que impiden la hidratación del cemento.
- ▶ Cuando se hacen muros monolíticos cada una de la etapas no deben sobrepasar 1/3 de la altura.
- ▶ Las juntas de trabajo, en horizontal, no deben separarse más de 2.00 m entre sí.
- ▶ Para aumentar las condiciones de impermeabilidad se puede pintar la superficie con lechada de cemento.
- ▶ La dureza de la superficie debe asegurar que no pueda ser perforada por los insectos.
- ▶ Se puede aumentar la resistencia agregando armadura con barras o mallas metálicas en los encuentros y esquinas y a lo largo de las hiladas.
- ▶ La construcción resulta de bajo costo, siempre que se use suelo del lugar.
- ▶ Usando espesores adecuados se puede obtener buena aislación térmica.

Excepcionalmente puede usarse el suelocemento para piso para lo cual es necesario contar con una base pareja, estable y de capacidad portante uniforme. El proceso de ejecución es similar al indicado más arriba y el curado debe mantenerse por lo menos siete días, después de los cuales se puede terminar con un riego asfáltico o bien usarlo como contrapiso.

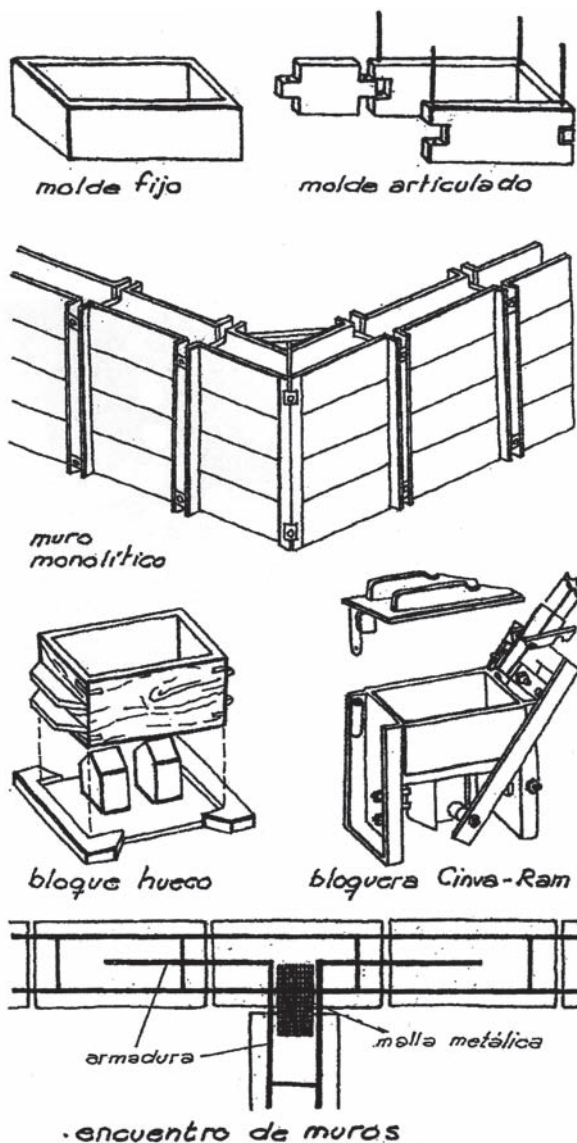
d. Adobe estabilizado

El adobe estabilizado es el adobe común al que se ha agregado una pequeña cantidad de asfalto del usado para pavimentos, con lo que se consigue favorecer la impermeabilización. Esta condición puede conseguirse con otros materiales, tales como emulsiones de látex, acrílicos, cal hidratada, yeso, goma de tuna, alumbre, etc. Hace siglos los indios "pueblo", en el Oeste de Estados Unidos, usaron la leche con este propósito.

Como en el caso del adobe común, la fabricación puede mecanizarse pero para disminuir los costos hay que utilizar métodos sencillos manuales, con pequeña inversión en equipos. Para seleccionar el sitio de extracción es conveniente evaluar la disponibilidad del yacimiento de características adecuadas o la posibilidad de mejorarlo con el agregado de materiales disponibles en la zona. Es conveniente complementar el estudio fabricando adobes de prueba y realizar los ensayos respectivos *in situ*.

Los mejores suelos son los que contienen un balance apropiado de arcilla y arena. Los suelos

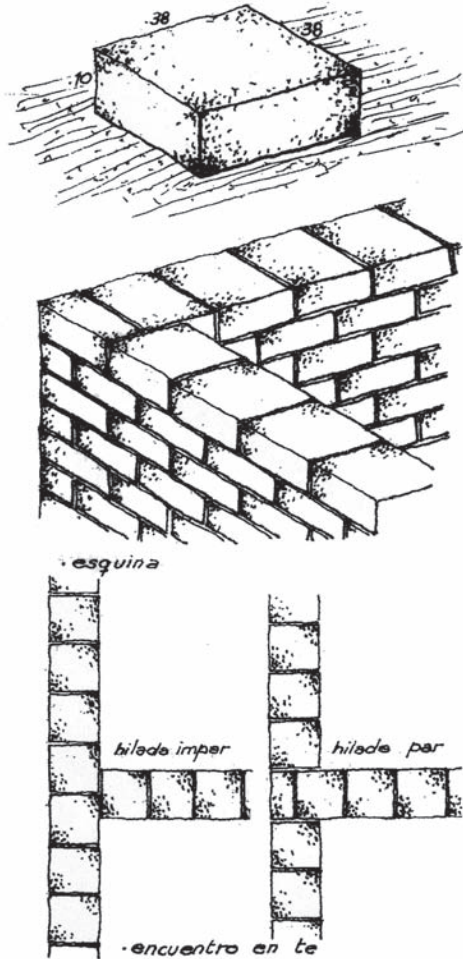
▸ Suelo cemento



arcillosos se erosionan fácilmente y los arenosos tienen poca fuerza cohesiva y se desmoronan. Cuando tiene excesiva materia orgánica, alcanzan poca resistencia y duran poco en presencia de humedad.

Los suelos más adecuados son los que responden a las siguientes características: 15% de arcilla; entre 55 y 75% de arena y de 25 a 45% de agregado fino (limo). Las sales no deben superar el 0,2%. Habitualmente se usa el "asfalto para pavimentos" en proporción de 2% del peso del suelo.

▸ Adobe peruano

**PROCESO DE FABRICACIÓN**

Es conveniente extraer de la tierra las piedras grandes y los elementos extraños. El suelo se humedece totalmente y se deja en reposo 1 ó 2 días. El mezclado puede hacerse en forma manual o mecánica, agregando el asfalto preparado en la segunda etapa de mezclado, entre 12 y 24 horas después de preparado el pastón. La operación de mezclado debe continuar hasta que el barro adquiera una coloración uniforme, momento en el cual se pueden agregar fibras vegetales. Se debe preparar la mezcla de barro y emulsión para ocupar durante 24 horas, que es el tiempo de evaporación del agua de la emulsión.

La superficie donde se "cortan" los adobes debe permanecer limpia, nivelada y de extensión suficiente para recibir la producción de 7 días. Para evitar que el adobe se adhiera al suelo, éste se cubre con una capa delgada de arena fina.

Los moldes, de madera o metálicos, deben mantenerse limpios para facilitar el desmoldeo de los adobes. El barro sobrante se retira con una regla de madera.

El tiempo de secado depende de las condiciones climáticas del lugar y puede extenderse de 2 a 4 semanas. Con climas muy calurosos conviene secarlos a la sombra durante los dos primeros días, para evitar el secado brusco que produce grietas.

Cuando la consistencia de los adobes lo permita (de 3 a 5 días) conviene colocarlos de canto para conseguir un secado más rápido y uniforme. Una vez secos pueden apilarse, protegiéndolos de la lluvia hasta ser usados.

Se fabrican con las medidas de los comunes (40x20x10 cm) o de los "peruanos" (38x38x10). La colocación es similar a la de los adobes comunes y se puede usar morteros de suelos con 2 ó 3% de asfalto o de suelos con cemento y asfalto (2 a 3%).

La mampostería se puede reforzar con cañas, carrizo o caña brava.

e. Adobe común

Constituye sin ninguna duda la forma más difundida de empleo de la tierra como material de construcción. Salvo cuando se usa la tierra natural, el adobe es la forma más sencilla de usarla, tanto en el proceso de fabricación como en el de incorporación en la obra, con tecnologías transmitidas de generación en generación a través de los siglos.

Mediante la aplicación de tecnologías adecuadas es posible evitar los perjuicios que ocasionan los dos principales enemigos de la construcción con adobes: el agua y el sismo.

La fabricación de los adobes comunes es similar a la indicada para el "adobe estabilizado" indicado anteriormente y lo que dijimos en "Mampostería" para los ladrillos comunes.

El material para la fabricación está constituido por una mezcla de tierra, fibras vegetales (paja de trigo, viruta de madera, pasto cortado, etc.) y agua, con las dimensiones indicadas más arriba ("adobe estabilizado"). Sintéticamente, el proceso de fabricación del adobe comprende las siguientes etapas;

a. amasado de la mezcla: ejecutado por personas, por animales (directamente por pisado o fraccionando ruedas metálicas en el pozo del barro) o por máquinas diseñadas especialmente para este fin.

b. "cortado": con adobera de madera (simples o dobles) sobre la "cancha", superficie plana de tierra, cubierta con arena fina para evitar que el barro se adhiera a la base.

c. secado: al aire libre, por acción de los rayos del sol, durante 3 ó 4 días en posición horizontal hasta que adquieren suficiente dureza para permitir ser colocados de canto para asegurar un secado uniforme y más rápido.

d. almacenar (aperchar): hasta el momento de ser usados, dejando libre la "cancha" para continuar el trabajo. Durante el tiempo que permanecen apilados hay que protegerlos de la lluvia, que produce un gran deterioro.

Durante todo el proceso hay que cuidar especialmente que no se incorporen sales; ya sea en la tierra, en el agua de amasado o de la superficie de la "cancha".

FALLAS CORRIENTES EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE

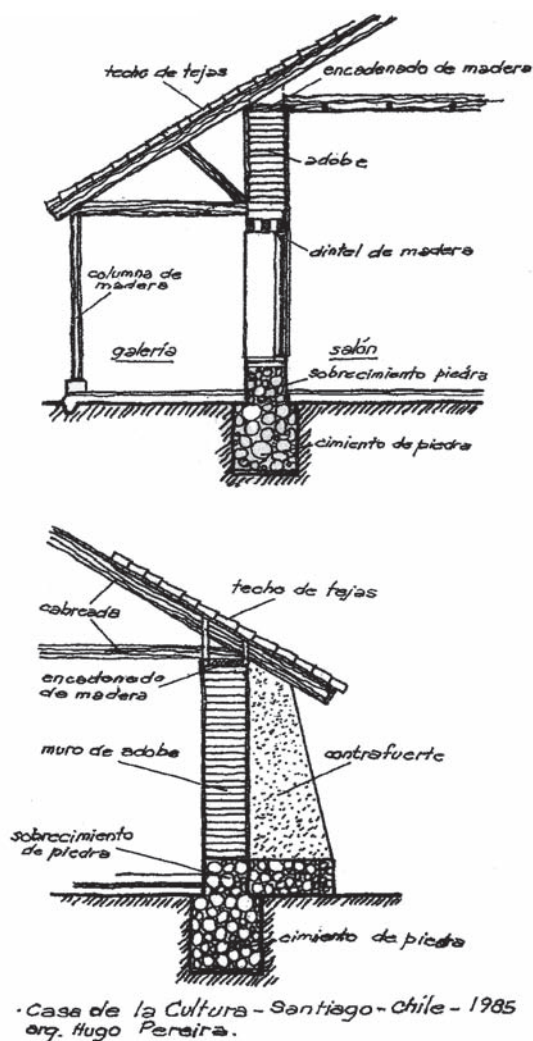
- Mala calidad del adobe, ya sea por el uso de tierra inadecuada o fallas en el proceso de producción.
- Dimensionamiento inadecuado del adobe. En general debido al exceso de altura (no conviene que pase los 10 cm).

- ▶ Insuficiente traba horizontal entre hiladas sucesivas, sobre todo cuando los adobes están colocados "de cabeza", debido generalmente al uso de adobes con medidas inadecuadas.
- ▶ Trabas incorrectas en los encuentros, con juntas continuas en 3 y más hiladas.
- ▶ Deficiente mano de obra en la etapa de colocación de los adobes.
- ▶ Dimensionamiento incorrecto de los muros: poco espesor del muro y excesivo largo (más de 10 veces el espesor) y altura (más de 7 veces el espesor).
- ▶ Vanos de puertas y ventanas muy anchos y poco empotramiento de los dinteles (menos de 0,50 m).
- ▶ Excesiva relación entre vacíos y llenos en el paño del muro. No debe sobrepasar 1/3 del largo.
- ▶ Falta de encadenado superior en los muros, donde debe arriostrarse el techo (rollizos, losa, etc.).
- ▶ Techos muy pesados y deficientemente unidos al muro.
- ▶ Escasa o ninguna protección del muro a la erosión, sobre todo la humedad del ambiente y del suelo, la lluvia, el salitre, etc.
- ▶ Construcciones de más de una planta.
- ▶ Uso exagerado de muros "de sogá" (0,20 m de espesor).

NORMAS BÁSICAS PARA LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE

- ▶ Ubicación de la obra: lejos del contacto con la humedad proveniente del riego, lluvia, revenición, etc.
- ▶ Evitar el contacto con suelo con sales. En zonas con sales superficiales el viento levanta el salitre y lo deposita sobre el paramento de los muros, los que se ven afectados por la humedad ambiente o de las lluvias. Hay que protegerlos con revoque y pintura adecuados.
- ▶ En lugares donde existe el riesgo que el agua alcance al adobe se debe construir sobre relleno o terraplén, con aislación hidrófuga del terreno natural, como habíamos indicado en los capítulos 6 y 8.
- ▶ Los cimientos pueden ser de hormigón de cemento (sin cal); mampostería de ladrillos recocidos ("recochos") asentados con mortero de cemento-arena 1:3; mampostería de piedras sin mortero ("pirca") o piedras asentadas con mortero 1:3 de cemento-arena.
- ▶ Siempre es conveniente colocar sobrecimiento de hormigón de cemento, arena y canto rodado (o piedra partida) en proporción 1:2:3, del mismo ancho del muro y altura suficiente para cumplir funciones de zócalo tanto interior como exterior.
- ▶ Sobre el sobrecimiento es conveniente ejecutar capa aisladora horizontal como habíamos indicado en el capítulo 8. Tanto la capa horizontal como vertical, si fuera necesaria, pueden ejecutarse sobre el sobrecimiento, con mortero de cemento-arena 1:3, empastado con hidrófugo (1 l por cada 10 l de agua de amasado). En el paramento exterior puede sustituirse por revestimiento impermeable (enchapado de piedras, etc.) para preservar la base del muro de la salpicadura de la lluvia.
- ▶ En la ejecución de los muros deben tomarse precauciones tales como: a) incorporar

► Adobe

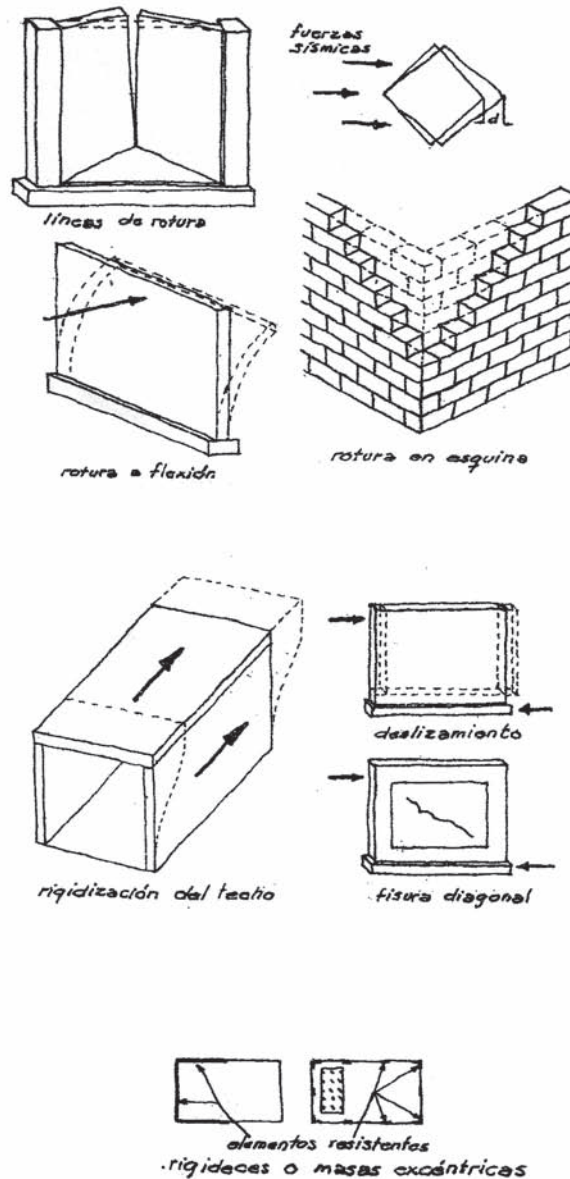


"contrafuertes", resaltos, refuerzos, etc. de manera de disminuir el largo de los tramos de la mampostería; b) colocar encadenado inferior mínimo (inclusive se puede suprimir), bajo todo los muros; c) colocar dinteles sobre todas las aberturas –en lo posible– "corridos" en todos los muros, de madera u hormigón armado; d) colocar encadenado superior corrido en todos los muros, sobre el cual se debe apoyar el techo.

► Hay que evitar las aberturas apaissadas, colocando vanos angostos y altos, que además favorecen la ventilación natural, sobre todo si se incorporan montantes (o banderolas) en las ventanas.

Por otro lado, no es conveniente colocar columnas de hormigón, ya que el mismo fragua inmediatamente y el barro usado para asentar los adobes demora hasta un año en terminar de secarse, se contrae y produce grietas y la separación entre los adobes

► Efecto sísmico



y el hormigón, los que actúan separadamente, de manera que cada paño de mampostería entre columnas se comporta como un muro suelto. Por la misma causa es conveniente ejecutar el revoque de los paramentos de los muros una vez que ha terminado de contraerse el barro de las juntas para evitar la aparición de grietas en la pintura superficial.

Proceso constructivo típico

En la construcción con adobes es conveniente seguir un proceso que responde a reglas establecidas por la experiencia, las que pueden resumirse en:

1. CIMIENTOS

Antes de decidir el uso del adobe debe controlarse la capacidad portante del suelo para verificar si tiene suficiente resistencia para recibir el peso de la construcción, con fundaciones de dimensiones corrientes.

De cualquier manera no conviene comenzar la mampostería hasta los 7 días posteriores a la terminación de los cimientos.

2. ALBAÑILERÍA

- Los adobes deben estar completamente secos y limpios en todas sus caras (la que estuvo en contacto con la "cancha" pueden tener arena, que dificulta la adherencia del barro de asiento).
- Hay que asegurar la horizontalidad de los tendeles (juntas horizontales) y la verticalidad de las llagas (juntas verticales) y la traba de éstas en hiladas sucesivas. Las llagas deben rellenarse completamente con el mismo barro usado para los tendeles.
- Los adobes no deben mojarse para que absorban la humedad del barro, asegurando de esta manera la adherencia entre sí.
- El barro para asiento debe elaborarse con material de las mismas características del usado para los adobes.
- Los refuerzos con cañas (u otros elementos) horizontales y/o verticales aumentan significativamente la resistencia del muro. Las cañas se adhieren mejor al barro cuando se cortan a lo largo. Los refuerzos verticales deben anclarse en el cimiento y unirse a la viga superior, de hormigón o madera.

3. TECHOS

Hay que tratar que sean lo más livianos posible. Para evitar las grietas en el barro de la cubierta, en superficies extensas y de poco espesor hay que agregar fibras vegetales o usar el material del "adobe estabilizado" para la operación. Habitualmente se colocan 2 capas delgadas de barro, separadas por una lámina delgada (fieltro asfáltico o film de polietileno).

4. INSTALACIONES

En lo posible conviene ejecutarlas "a la vista", pero evitando la formación de intersticios donde puedan alojarse vinchucas y otros insectos. Con la instalación a la vista es más fácil detectar las pérdidas de agua que tanto perjudican a la construcción con tierra.

5. TERMINACIONES

Donde llueve mucho, y sobre todo para proteger de la lluvia persistente de invierno se deben incorporar aleros perimetrales para proteger los paramentos exteriores. Se puede "tomar"

las juntas al ras y luego de limpiar bien la superficie pintarla a la cal o mejor aún al agua o a la tiza y cola.

Construcción con adobes en zonas sísmicas

Sintéticamente, podemos establecer los requisitos que deben cumplir las estructuras de los edificios con el objeto de asegurar un mínimo grado de protección sismorresistente, algunos de los cuales escapan a las construcciones de tierra (o son difíciles de conseguir).

1. UBICACIÓN

La construcción debe estar ubicada en terrenos estables y resistentes. En la realidad, sobre todo en las grandes aglomeraciones urbanas, las construcciones de tierra ocupan los peores terrenos (de relleno, en barrancas, en cursos naturales del agua de lluvia).

2. MATERIAL RESISTENTE

Los mejores materiales son los que tienen mayor resistencia y rigidez por unidad de peso, con elevado factor de amortiguamiento y comportamiento estable ante cargas cíclicas alternadas. El adobe sólo presenta buen comportamiento para amortiguar las cargas. Podemos decir que el adobe no es buen material para conseguir estructuras sismorresistentes.

3. CONSTRUCCIÓN LIVIANA

La fuerza sísmica depende fundamentalmente de la aceleración del movimiento y de la masa del edificio (ver Capítulo 12 "Estructuras"). En las construcciones de adobe, éste es el único material portante y resistente, por lo que las estructuras resultan pesadas. En general no se incorporan masas innecesarias pero de todos modos la construcción resulta pesada.

4. FORMA SIMPLE, SIMÉTRICA Y REGULAR

Los daños observados en las construcciones demuestran que éstos son menores cuanto más simple sea la obra. Es conveniente que las estructuras presenten regularidad y simetría en planta y en alzada. No son convenientes las plantas en forma de L, H, T o en cruz, donde las diversas partes vibran de distinta forma.

La estructura debe ser simétrica en lo que se refiere a masas y rigideces en dos direcciones perpendiculares. De otro modo aparecen torsiones en la estructura, muy difíciles de calcular y resistir con este tipo de construcción.

La forma ideal para resistir el sismo sería la circular, en donde es muy difícil solucionar el aprovechamiento de los espacios interiores. El cuadrado es la forma con mejores posibilidades, y último caso el rectángulo, con masas simétricas en planta.

Hay que evitar la colocación de masas extrañas (tanques de agua, etc.) en forma asimétrica y también sobrepasar la altura de una planta.

5. RIGIDEZ INICIAL Y TENACIDAD

Algunos autores piensan que las estructuras flexibles se comportan mejor ante las acciones del sismo que las rígidas, mientras que otros sostienen lo contrario.

Para un análisis correcto del tema hay que contemplar además las características del terreno. Las estructuras flexibles en terrenos blandos corren peligro que los períodos de vibración propios y los del suelo sean similares y entren en resonancia y amplíen los efectos. Un efecto similar se presenta con los edificios rígidos fundados sobre terrenos rocosos o muy duros.

Las construcciones de adobe son más bien rígidas y se fundan sobre terrenos de características similares (toman el material del lugar) con lo cual es fácil que se presenten efectos negativos.

Hay que tratar que los elementos no estructurales sean todo lo rígidos que se pueda, ya que es difícil conseguir con adobes una estructura flexible y estable ante cargas cíclicas alternadas, es decir una estructura tenaz.

6. DISTRIBUCIÓN UNIFORME DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

Los sismos al actuar sobre una construcción descubren los puntos estructuralmente débiles, que coinciden con los de cambios bruscos de resistencia, rigidez o ductilidad.

Cuanto más simétrica sea la estructura el número de estos puntos es más limitado. La resistencia de la construcción de adobe a la fuerza sísmica es asumida por los muros, pero solamente para las cargas que actúen en su plano, aunque las fallas se producen en las juntas. Es por eso que se debe aumentar la dimensión del muro para que la resistencia sea la adecuada; pero para ello es necesario que el muro esté enmarcado.

Pero los muros de adobe no resisten las fuerzas que actúan fuera de su plano, aún estando enmarcados. La solución es reducir el tamaño de los paños, disponiendo muros en dos direcciones, suficientemente trabados entre sí. El mayor efecto se produce en la parte superior del muro, en donde puede ayudar un techo suficientemente rígido.

7. ESTRUCTURA SOBREDIMENSIONADA Y SISTEMAS DE DEFENSA

Con una estructura redundante es posible que la falla que se produzca en un punto determinado pueda ser absorbida por otro elemento de la estructura. Pero esto no es suficiente. Es necesario establecer "líneas de defensa" con la incorporación en la estructura de zonas plásticas que permitan la disipación de energía y hacer actuar otras partes del sistema estructural. Una solución es rigidizar la estructura del techo. La solución ideal es hacer trabajar al conjunto de la estructura como una "caja", formada por los muros laterales y frontales y el techo que debe ser rígido. Cuando se emplea techo flexible es posible acercarse a la solución ideal colocando un encañado superior en todos los muros.

8. DETALLES CONSTRUCTIVOS ADECUADOS

Para asegurar un comportamiento adecuado ante el sismo hay que ejecutar la estructura con los detalles constructivos adecuados.

Para acercar el comportamiento de la estructura como al de una "caja" hay que ejecutar con prolijidad las trabas y los encuentros y uniones, cuidando especialmente la unión entre los muros y el techo.

9. EQUILIBRO ADECUADO ENTRE RIGIDEZ Y RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS

Cuando no se puede asegurar una unión adecuada entre los diversos elementos es inútil utilizar elementos estructurales dúctiles o resistentes.

Los puntos débiles son los de unión de muros entre sí y de estos con el techo y la principal causa de las fallas en construcciones de adobe por efecto del sismo.

La situación ideal se consigue cuando la resistencia de los elementos es similar en cualquier dirección, hecho poco frecuente por la presencia de puertas y ventanas o cualquier otra abertura en los muros.

10. FUNDACIÓN (CIMENTACIÓN) ADECUADA

Tiene especial importancia una forma de unir adecuada entre el muro y el suelo para evitar los deslizamientos mutuos. La posibilidad de desplazamiento es alta debido a la masa y rigidez del sistema y la baja resistencia al esfuerzo cortante del material.

Contribuye a este efecto el deterioro de la parte inferior de los muros de adobe por efecto de la humedad provocada por la lluvia, el riego o el agua ascendente del suelo, que penetra por capilaridad.

Para evitar estos efectos hay que colocar una capa aisladora horizontal, ejecutar revoque impermeable en el zócalo o usar cimientado de hormigón o aplicar simultáneamente todas las soluciones indicadas.

De acuerdo a lo expresado se concluye que resulta difícil obtener una construcción sismo-resistente usando estructuralmente adobe. No obstante, como decíamos al principio, se seguirá usando como material insustituible en grandes regiones del mundo, para lo cual indicamos algunas precauciones que deberían adoptarse para mejorar el comportamiento de las construcciones de adobe en zonas sísmicas.

- ▶ En el diseño, tanto en planta como en volumetría, debe procurarse obtener formas simétricas, acercándose en lo posible -en planta- al cuadrado. Las formas más complejas, en L o T se pueden "descomponer en rectángulos, separados entre sí 10 cm. La "densidad" de muros debe ser uniforme.
- ▶ La dimensión y ubicación de los vanos debe asegurar que los "llenos" prevalezcan sobre los "vacíos". En los encuentros y esquinas la porción de muros debe ser preponderante.
- ▶ Hay que evitar los muros "sueltos" (con borde horizontal o vertical sin arriostrar).
- ▶ Las mochetas, contrafuertes y pilares que se incorporen a la construcción por razones estructurales pueden aprovecharse con propósitos funcionales y estéticos.
- ▶ Los techos deben ser livianos, de fácil escurrimiento para el agua de lluvia, con voladizos para proteger el paramento del muro y bien anclados para resistir el empuje y la succión del viento. (Este aspecto debe ser estudiado a fondo, ya que los techos pesados aumentan la fuerza sísmica pero al mismo tiempo incorporan una carga vertical importante que estabiliza el muro. De hecho, los muros sin techos que apoyen sobre ellos, son los que se derrumban con más frecuencia).
- ▶ El encadenado superior debe ser continuo, sobre todos los muros y se puede ejecutar con vigas de hormigón armado, de madera escuadrada, rollizos o barras metálicas tensadas.

- ▶ Los elementos adosados a los muros deben unirse al mismo en toda su altura, desde el cimiento hasta el techo.
- ▶ Se puede reforzar la resistencia del muro con mortero de cemento sobre mallas metálicas interiores y exteriores, unidas entre sí.
- ▶ Hay que asegurar la resistencia de los paños de muro en dos direcciones perpendiculares entre sí.
- ▶ Se debe construir con las alturas mínimas permitidas en las reglamentaciones (sin sobrepasar 7 veces el espesor del muro) y los largos excesivos dividirlos en paños menores (largo máximo de 10 veces el espesor) por medio de pilares, muros o contrafuertes.
- ▶ Los vanos (puertas y ventanas) deben ser pequeños y enmarcados con refuerzos (pilares, contrafuertes, etc.).
- ▶ Hay que construir en terrenos con suficiente capacidad portante (mínimo 1,5 kg/cm²), con cimientos de profundidad mínima que evite que el agua (lluvia, riego, etc.) alcance el fondo de la zanja.
- ▶ Los adobes deben ser de buena calidad, de dimensión uniforme, bien secos y asentarse con barro preparado con la misma tierra que la de los adobes.
- ▶ Hay que cuidar la traba entre hiladas sucesivas, sobre todo en esquinas y encuentros.

En **Apéndice** se incluyen la norma "NTE E.80-Adobe" con las "Disposiciones generales para el diseño sismorresistente de construcciones en adobe" del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda de Perú (Innivi) y las "Conclusiones" del "Curso teórico-práctico Arquitectura de tierra y tecnología apropiada" realizado en Jujuy del 27 de Noviembre al 2 de diciembre de 1989, documentos referidos al tema que resulta de sumo interés consultar.

Resta todavía hacer referencia a los trabajos que permiten reforzar construcciones existentes y preservación y restauración de edificios de interés histórico y arquitectónico, temas sobre los cuales existe alguna bibliografía disponible.

La técnica escapa a los alcances de la presente publicación y es motivo de preocupación permanente de estudiosos especializados, preocupados por la preservación de importantes expresiones del patrimonio cultural de la humanidad ejecutadas con tierra.

Áreas sin servicios

Introducción

Agrupamos en este capítulo la descripción de las instalaciones para la provisión de servicios para la vivienda en áreas que no pueden acceder a las redes del servicio público -o privados- de provisión de los mismos. La situación se plantea en los casos en que la propiedad no es frentista a calles que cuenten con ellas, están muy lejos o cuando se desee adoptarlas como solución alternativa, ya sea por comodidad o por economía. En general las propuestas son para viviendas aisladas o pequeños conjuntos.

Analizamos separadamente cada uno de los servicios desde el supuesto que no se dispone de ninguno de los demás, indicando además las posibilidades de solución en caso que se disponga de algunos de ellos; ya que cada situación debe ser motivo de análisis que contemple todas las alternativas posibles. Las referencias son sucintas y para mayor información deberá recurrirse a la abundante bibliografía disponible, la que en general analiza en profundidad cada uno de los temas.

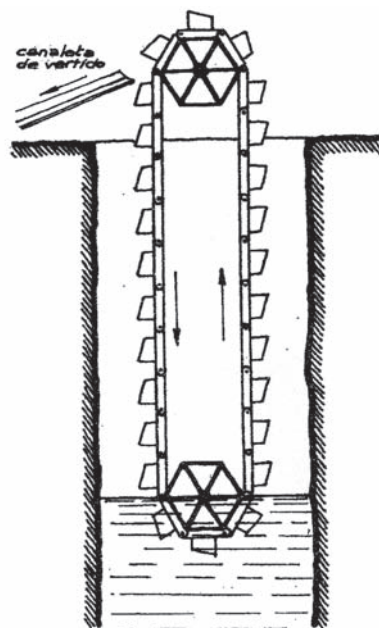
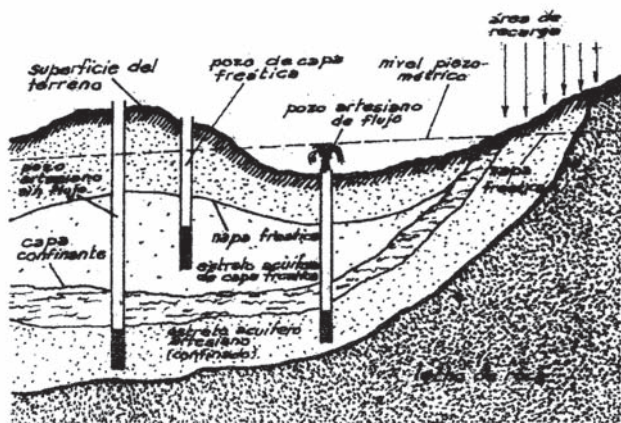
1. Provisión de agua

A. CAPTACIÓN Y ELEVACIÓN DE AGUA

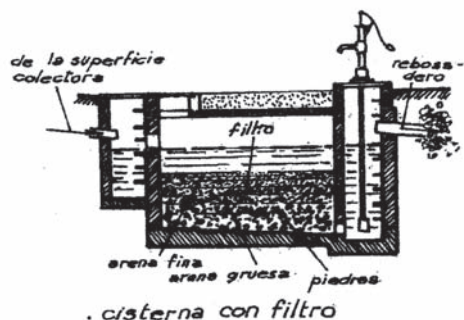
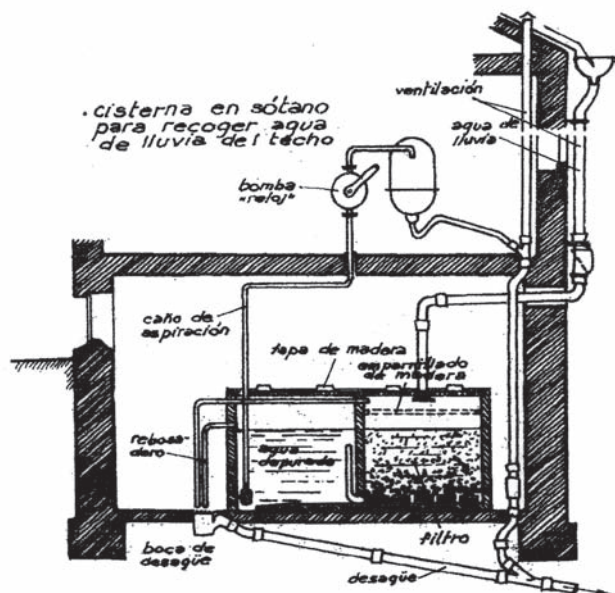
Sintetizando, podemos decir que es posible obtener aguas superficiales o subterráneas (ver "Ciclo del agua", capítulo 2).

El agua **superficial** se obtiene de la lluvia, los ríos, los lagos naturales, los embalses o lagos artificiales; los canales y acequias de riego. El agua de lluvia puede obtenerse de la que cae sobre los techos, patios y otras superficies especialmente preparadas al efecto. (En Gibraltar se ha impermeabilizado con hormigón una ladera del peñón para recoger el agua de lluvia). El agua caída se puede recoger y almacenar en aljibes excavados en el terreno, represas o depósitos (cisternas y

» Captación de agua del subsuelo



. noria de cangilones



. cisterna con filtro

piletas) ejecutados con mampostería u hormigón. De acuerdo al uso previsto se pueden incorporar filtros que permitan separar los elementos extraños que acarrea el agua. Cuando el agua se destine al consumo humano debe recibir un tratamiento adecuado posterior al filtrado, que permita eliminar bacterias perjudiciales. Mediante canalizaciones el agua puede transportarse también a tanques Australianos, de mampostería, hormigón, metálicos, etc.

Desde cualquiera de estos depósitos -hasta los cuales ha llegado por gravedad- puede bombearse hasta un tanque de reserva -por medios manuales o mecánicos- y a partir de allí la instalación de distribución del agua es similar a la ya indicada en capítulos anteriores. Puede usarse también agua de manantial una vez conocidas sus características y siempre que se evite todo tipo de contaminación desde su afloración hasta el lugar de consumo, depositándola como dijimos más arriba.

De **arroyos, ríos, lagos y embalses** se pueden obtener, mediante canalizaciones adecuadas transportando pequeños volúmenes de agua para llenar depósitos para abastecer viviendas individuales o pequeños grupos de ellas. En zonas bajo riego el agua puede obtenerse de **canales y acequias**, mediante **noria** impulsada por la corriente de agua que permite elevar el agua y depositarla en depósitos desde los cuales se bombea a depósitos elevados, previo proceso de filtrado y potabilización.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ha desarrollado un sistema sencillo para obtener agua potable de los cursos de agua de riego, que permite abastecer a una vivienda individual o un pequeño grupo de ellas. Se usa preferentemente en escuelas rurales y consiste en un tanque de fibrocemento de 300 litros donde se instala el filtro y otro de 100 litros que recibe el agua filtrada, a la cual se agrega "agua lavandina" para su potabilización. Un antiguo sistema de filtrado, usado en áreas rurales, lo constituye la "**destiladera**". Se compone de una estructura preferentemente de madera que sostiene en su parte superior una tinaja de barro cocido que hace de filtro. El agua filtrada se recoge en otra tinaja interior de barro cocido con superficie interior vidriada, desde donde se obtiene el agua para beber. Este sistema no asegura la potabilidad del agua, salvo que se agregue en la tinaja inferior alguna sustancia para este propósito.

El agua se puede elevar con **ariete hidráulico**, colocado en un curso de agua de suficiente caudal y velocidad que permita accionar el mecanismo.

Aprovechar el agua **subterránea** es particularmente importante en zonas áridas y semiáridas, tanto para el consumo humano como para destinarla al riego artificial, para lo cual es permanente la preocupación en la búsqueda de nuevas zonas con posibilidades de alumbramiento de agua y el mejor aprovechamiento de las existentes, que incluye programas de educación para evitar el derroche y la contaminación.

Ya habíamos visto como el agua llega a las capas inferiores de la tierra por infiltración alcanzando las diversas napas, a las que hay que recurrir por diversos medios para ponerla a disposición del consumo humano, asegurando haber alcanzado profundidades que aseguren la calidad y volumen necesarios.

En nuestro caso analizaremos la captación de agua del **subsuelo** para el consumo humano de viviendas individuales, pequeños grupos de ellas u otros destinos similares, pero siempre en pequeños volúmenes. El procedimiento consiste en elevar el agua en forma manual o mecánica usando para ello **pozos hincados, excavados o perforados**. El sistema se emplea para el suministro de pequeños asentamientos y con más frecuencia en la vivienda aislada. En el primer caso la distribución domiciliaria se realiza por redes, cuyo estudio escapa a nuestro propósito.

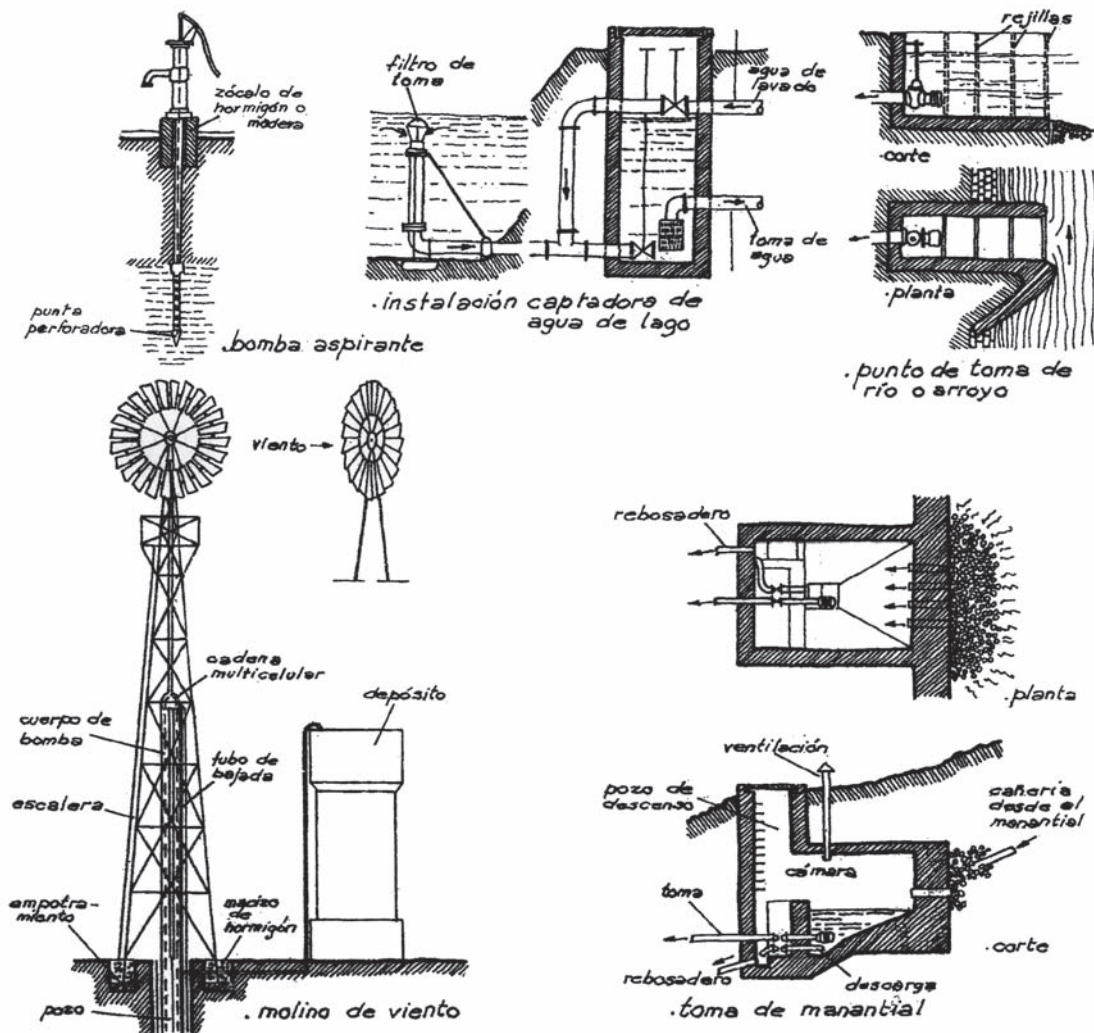
En algunos casos, cuando la conexión a la red exterior no es posible o el costo resulta antieconómico suele recurrirse a esta solución o combinarla con el suministro de la red.

La toma del agua debe hacerse aguas arriba de los puntos susceptibles de contaminación, asegurando además que no lleguen al pozo aguas provenientes del riego, de lluvias o de crecidas de los ríos.

Antes de decidir la implantación del pozo hay que asegurarse la calidad del agua, los volúmenes disponibles y la profundidad de las diversas napas.

Los pozos **hincados** se ejecutan con caños de acero galvanizado (con rendijas u orificios) de 1" a 3" (2,5 a 7,5 cm) de diámetro, hincados en el terreno hasta alrededor de 6,00 m de

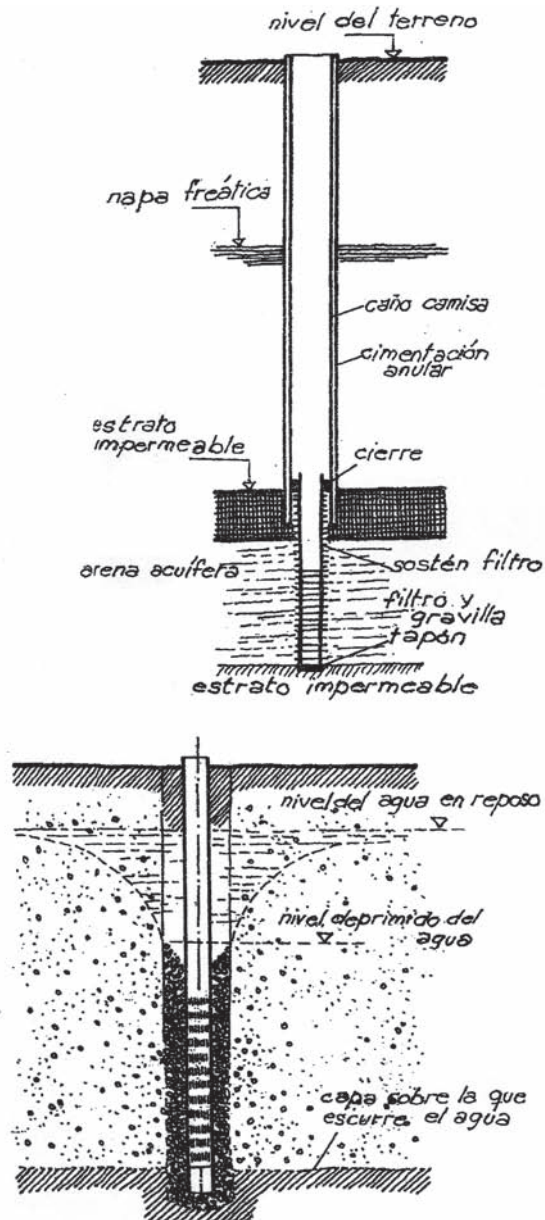
► Captación de agua



profundidad mediante la ayuda de un martinete. El agua es elevada por medio de bomba aspirante a pistón y se consiguen volúmenes para pequeños consumos o reforzar necesidades temporales. Con bomba aspirante-impelente es posible además elevar el agua a un tanque de reserva.

Con los pozos excavados se pueden alcanzar profundidades de hasta 10 m excavando el pozo, colocando anillos de hormigón de 1 a 1,5 m de diámetro. El anillo se coloca sobre el suelo, se excava la parte interior del anillo y se hunde éste mediante cargas que se colocan encima. Los anillos se unen en forma estanca, se compacta el terreno circundante y el cabezal debe salir 20 a 30 cm sobre el terreno natural para evitar la entrada de aguas superficiales. En el fondo del pozo se coloca un tubo filtrante rodeado de grancilla para el filtrado de agua circundante. Por otro lado hay que asegurar la estanquidad en la entrada de la tubería de aspiración en la pared del pozo.

Pozos



Los pozos perforados se ejecutan con equipos compuestos por trípode, torno y taladro. Al mismo tiempo que se ejecuta la perforación se introducen tubos de revestimiento hasta el fondo de la capa subterránea elegida, para evitar desprendimientos del terreno mientras se ejecuta la perforación. Se emplean tubos de acero 3" a 8" (7,5 a 20 cm) de diámetro, sin costura, con juntas roscadas. Cuando se ha alcanzado la profundidad establecida se introduce en el interior,

hasta el fondo, el filtro con el tubo correspondiente, elevando el tubo de recubrimiento hasta la altura suficiente para que el agua pueda entrar en el filtro.

Finalmente se introduce el tubo de aspiración y el cabezal aspirador. Para proteger el cabezal y la caída de impurezas, en la superficie se construye una cámara.

Para la elevación del agua se usan diversos tipos de bombas, según la profundidad del agua. Para 6 a 8 m de profundidad se usan bombas centrífugas o bombas a pistón. Para profundidades de hasta 15 m se colocan bombas por debajo del nivel del agua, accionadas por un motor que transmite el movimiento mediante barras. Para profundidades mayores se usan bombas sumergidas, constituidas por un equipo compacto que contiene el motor y la bomba. En este caso no hace falta tubo de aspiración.

Otra posibilidad para la obtención de agua son los **pozos artesianos** que permiten aflorar el agua confinada entre dos capas impermeables del terreno, cuyo nivel sobrepase el del sitio de la perforación. En este caso el agua surge naturalmente.

Finalmente indicamos los **molinos de viento** que accionan una bomba aspirante mediante mecanismos movidos por la acción del viento sobre aspas metálicas y almacenan el agua en depósitos superficiales o elevados.

En casos especiales o para pequeñas poblaciones el agua se transporta en **tanques** sobre camiones o vagones de ferrocarril, versión actual del legendario "aguatero".

Las "aguas salinas", obtenidas del mar, lagos y ríos y la que se obtiene del subsuelo puede desalinizarse para obtener agua potable mediante **destilación**; que comprenda dos etapas básicas: la evaporación y la condensación.

Un equipo simple consiste en un recipiente que contiene el agua salina que se calienta hasta producir vapor. A través de una cañería en serpentina el vapor se hace circular a través de un recipiente con agua fría, que produce la condensación del vapor, con lo que se obtiene agua destilada.

El agua se puede calentar por diversos métodos, según el combustible disponible en el lugar (leña, carbón, combustibles líquidos, etc.).

La **destilación solar** consiste en producir el proceso de evaporación por la acción del sol sobre "bandejas" de poca profundidad, con el fondo oscuro, sobre las que se deposita una capa delgada de agua salina. La bandeja se cubre con vidrios transparentes que dejan pasar los rayos solares, calientan el agua, producen la evaporación y condensan el vapor en su cara interior- por efecto del aire frío exterior- que fluye hasta los canales conductores de agua destilada.

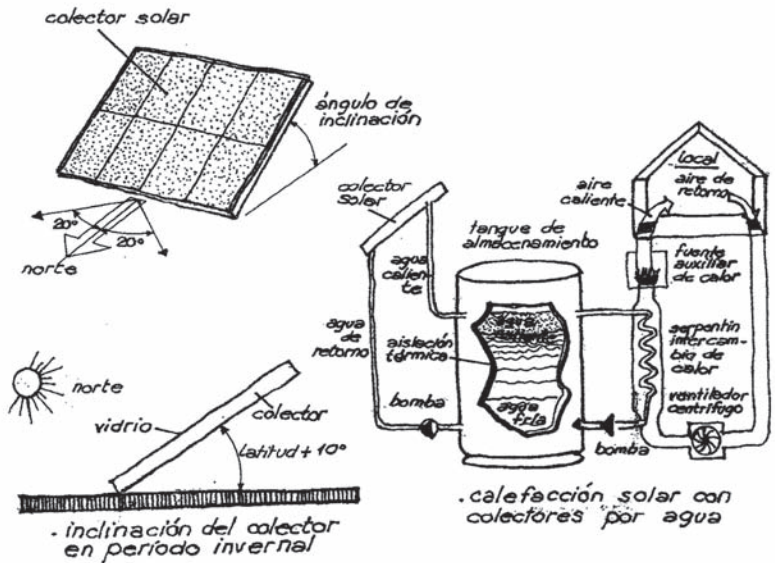
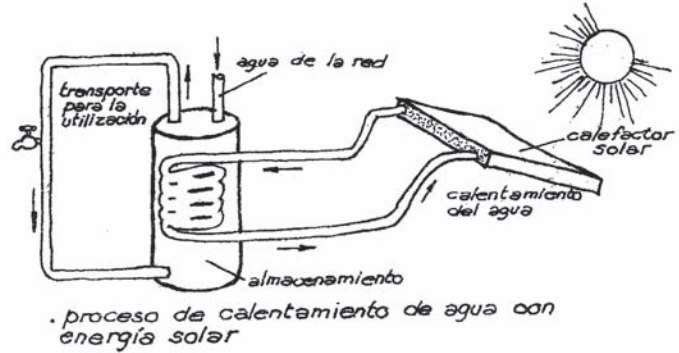
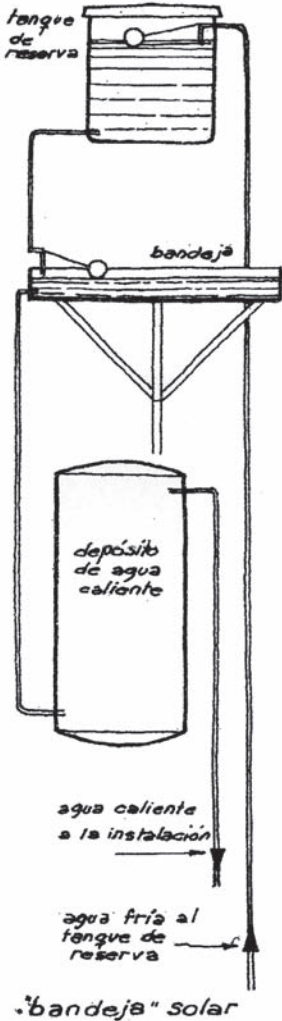
La escasez creciente de agua potable y en otros casos la inexistencia de la misma ha llevado a plantear la posibilidad de trasladar bloques de hielo -convenientemente protegidos- desde los polos, para ser usados como fuente de producción de agua potable.

En los lugares donde resulta difícil o costoso la obtención del agua potable se pueden separar los circuitos: uno para el agua **potable** destinada al consumo humano, la preparación de alimentos y la higiene íntima personal y otro de agua **filtrada** para los demás usos.

B. AGUA CALIENTE

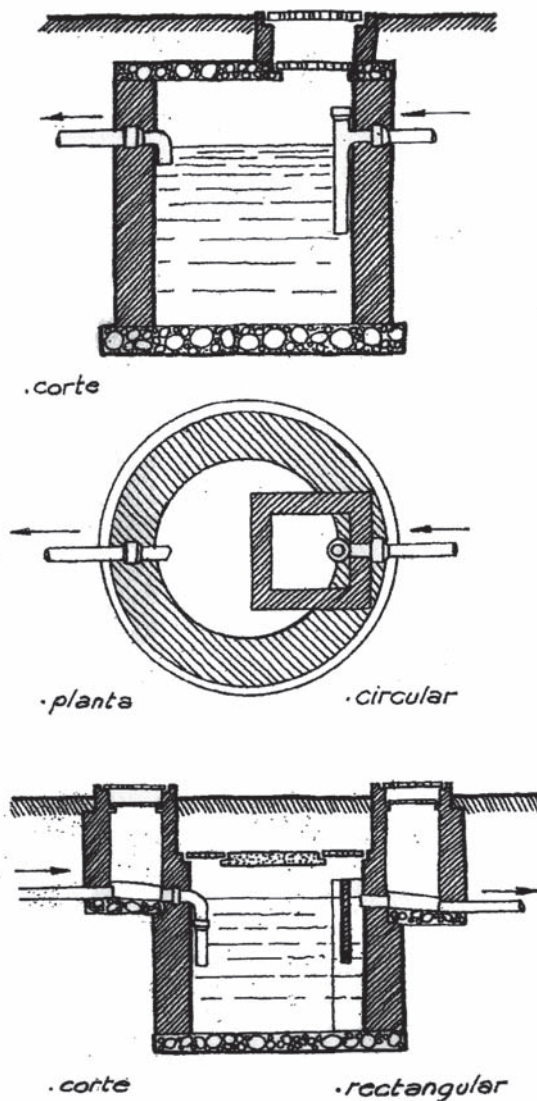
Una vez obtenida el agua como indicamos más arriba se puede calentar según alguno de los métodos explicados en capítulos anteriores; a los que podemos agregar, sucintamente:

► Agua caliente



- Colocar sobre el techo una bandeja de poca profundidad -con la superficie negra- y gran superficie sobre la que actúan directamente los rayos solares, asegurando la reposición mediante una cañería terminada con un flotante que mantenga el nivel de agua adecuado.
- Usar calefones solares, compuestos en esencia por un "colector solar" (superficie plana con un serpentín) conectado a un "tanque de almacenamiento", aislado térmicamente. Por efecto de termosifón se establece la circulación del agua entre el colector y el tanque. La instalación de provisión de agua caliente se alimenta del tanque de almacenamiento o el agua del tanque de almacenamiento se calienta por medio de un serpentín instalado en su interior, conectado al colector solar. La ubicación y posición del colector solar deben asegurar el mejor aprovechamiento de los rayos solares. En consecuencia deben estar orientados

▸ Cámara séptica



hacia el Norte, tratando que los rayos solares incidan perpendiculares a la superficie del colector. El colector puede ubicarse fijo o bien acoplarle un mecanismo que permita variar su inclinación a medida que lo hacen los rayos solares.

c. donde se disponga de energía eléctrica se puede acoplar un calentador eléctrico, sobre todo para la ducha.

d. de forma similar puede colocarse un calentador a alcohol que calienta el agua que circula por un serpentín.

e. otra posibilidad es aprovechar el agua caliente de las fuentes termales, ya sea usándolas directamente o en un intercambiador de calor incorporado a la instalación domiciliaria.

2. Eliminación de agua

Comprende los desagües pluviales y los de aguas servidas.

a. El sistema de eliminación del agua de lluvia depende de las características del terreno y la cantidad de lluvia caída.

Los terrenos absorbentes o con pendiente, sin depresiones, no presentan en general ninguna dificultad. En terrenos relativamente impermeables pueden construirse canalizaciones que conduzcan el agua hasta lugares donde no causen perjuicios. Si los volúmenes son pequeños y es posible excavar con facilidad se pueden construir pozos absorbentes hasta alcanzar capas permeables.

En general, en las viviendas aisladas, éstas se ubican en los sectores altos del terreno, sean éstos naturales o conseguidos mediante rellenos.

b. La eliminación de las **aguas servidas** requiere de sistemas bastante más complejos. Hay que distinguir además las características del agua resultante: el lavadero, la cocina y el baño. El desagüe del lavadero puede usarse para el riego de patios, verterlo a las acequias de riego o a los desagües respectivos, ya que sus características no presentan mayores dificultades. El agua de la **cocina** en general está acompañada de restos de elementos que pueden destinarse para alimento de los animales, separando el agua que resulta del lavado de la vajilla que contiene jabón, detergente y otros productos. Otra posibilidad es destinar los desperdicios –no sólo los de la cocina sino también los del baño– a la producción de **biogás** o bien producir el enterramiento de los mismos.

Las aguas servidas del **baño** son las que presentan mayores dificultades ya que son las que producen mayor contaminación y riesgo de transmisión de enfermedades.

La instalación más simple y también la más riesgosa es la **letrina**, constituida por un pozo excavado en el terreno natural, sin ningún tipo de protección. Se puede mejorar el comportamiento siempre que exista la posibilidad de agregar periódicamente agua y cal viva en terrones.

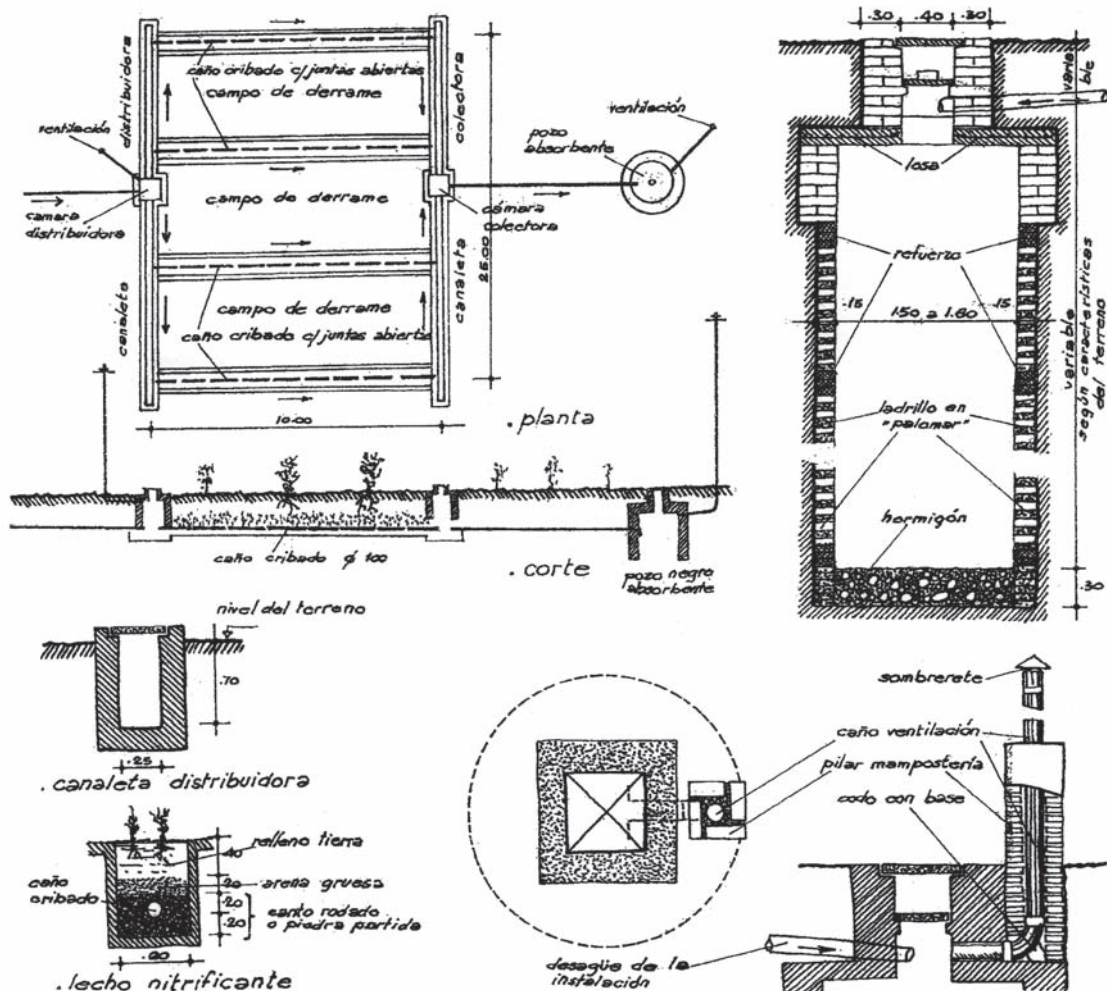
En terreno con subsuelo permeable –siempre que se asegure que los desagües no alcanzarán las napas de aguas inferiores de las cuales se eleva agua para el consumo– la solución puede ser la construcción de un **pozo negro absorbente**, al cual descargan directamente los desagües o intercalando una **cámara séptica**, antes del pozo negro, donde se depositan los elementos pesados y se produce una primer descomposición de los residuos. En terrenos con napas de agua poco profundas hay que recurrir a los **lechos nitrificantes** en los cuales se combina la acción microbiana aeróbica con la absorción y evaporación de los desagües, por medio de cultivos de especies vegetales no comestibles o arbustos con gran poder de oxigenación.

La instalación está constituida por caños perforados, con juntas abiertas, colocados a una profundidad aproximada de 50 cm apoyados sobre un relleno de grava, piedra partida o ripio, de 40 cm de espesor y protegidos en la parte superior y los costados por ladrillos con juntas abiertas, sobre los cuales se coloca una capa de carbonilla o grancilla de 20 cm, recubriendo todo finalmente con tierra vegetal donde se crían las especies vegetales.

Las aguas servidas que se producen en la vivienda pasan a una cámara séptica y de ésta a una cámara distribuidora la que –mediante una canaleta distribuidora– hace llegar el líquido a los caños

› Lecho nitrificante

› Pozo negro absorbente



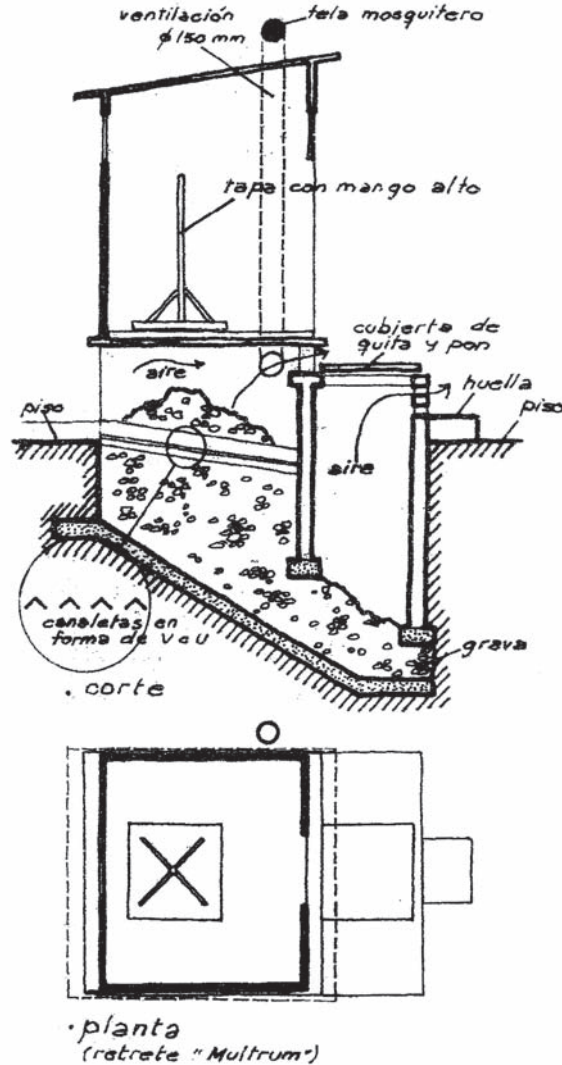
del lecho nitrificante. El líquido que no se insume en el campo de derrame –mediante una canal-
ta colectora– llega a la cámara colectora que los vierte a un pozo absorbente, como destino final.

Las lagunas de estabilización (o lagunas de oxidación) se emplean con diversos criterios
de proyecto y operación, que depende de las condiciones climáticas y el destino final previsto
para el efluente.

En resumen, en las lagunas se cumple un ciclo biológico en el que participan algas que por
fotosíntesis sintetizan el material celular, utilizando dióxido de carbono y produciendo oxígeno.
El oxígeno es aprovechado por microorganismos para oxidar el material que llega a la laguna.

Se distinguen tres tipos de lagunas: a) **anaeróbicas**, son las cargadas con mucha materia
orgánica que fácilmente agotan el oxígeno contenido en el agua. En realidad trabajan como las

• Compost



cámaras sépticas (con bacterias anaeróbicas). Producen en general malos olores por lo cual hay que ubicarlas teniendo en cuenta la dirección de los vientos dominantes para que no perjudiquen a las poblaciones cercanas; b) en la aeróbicas la descomposición y estabilización de la materia orgánica se produce en un medio aeróbico. El oxígeno disuelto favorece el desarrollo de las algas y no producen olores y c) facultativas, en las cuales sobre la materia orgánica se presenta una acción aeróbica en la superficie y un proceso anaeróbico en el fondo. El sistema es especialmente indicado para zonas áridas o semiáridas, donde el agua puede aprovecharse para riego o para recarga de las napas.

El sistema de **compost** (o compostaje) de líquidos cloacales y otra materias orgánicas pueden utilizarse bajo variadas condiciones y requieren gran cuidado del usuario y adecuado

mantenimiento. Consiste en agregar, regularmente, a los líquidos cloacales determinadas cantidades de desechos orgánicos biodegradables, cenizas, aserrín, pasto o restos de hortalizas; de manera de mantener una adecuada relación de carbono-nitrógeno en el material del compost.

Por ello, cuando no se dispone del material adecuado o resulta difícil su aprovechamiento, el sistema NO es recomendable. En cambio, cuando el usuario está motivado para producir humus (abono) para uso agrícola, lo puede conseguir utilizando un mínimo de agua. El sistema no es aconsejable en áreas de gran densidad de población.

El **biogás** es una mezcla de gases que se obtiene en biodigestores por fermentación anaeróbica de residuos orgánicos (vegetales y/o animales).

La utilización es relativamente sencilla y los costos de instalación pueden amortizarse entre 4 y 7 años por el aprovechamiento del gas. El residuo de la biodigestión (bioabono) y los costos de mantenimiento de la instalación son prácticamente nulos. Se produce con metano (55 a 70%), dióxido de carbono (30 a 40%) y otros gases.

El poder calorífico del biogás es de 5.000 a 5.500 K cal/ m³, según el contenido de metano. Algunas equivalencias del biogás son: 1,5 a 2,0 m³ de gas = 1 l de nafta; 1,5 a 1,8 m³ de biogás = 1 l de querosene o gas oil; 0,5 a 0,7 m³ de biogás = 1 Kg de leña.

Alternativamente, podrían funcionar; 1 heladera de 14 pies cúbicos: 10 horas; 1 lámpara a camisa: 12 hs: 1 motor de 1 HP: 2 hs; o se podrían cocinar 3 comidas diarias para una familia de 4 personas.

El proyecto, construcción, instalación y puesta a punto requieren un estudio especializado.

En terrenos donde no es posible (o no es conveniente) adoptar ninguna de las soluciones anteriores, para evitar que los desagües contaminen los terrenos vecinos o las napas inferiores, los desagües domiciliarios se vierten a piletas estancas, desde donde los barros son retirados por medio de **tanques atmosféricos** que los transportan y derraman en terrenos destinados a tal fin. Suele ser la solución adoptada habitualmente en las construcciones ubicadas en las márgenes de los embalses.

3. Provisión de luz

En los pueblos primitivos y en la era actual –en los lugares donde no se puede disponer de luz artificial– las actividades humanas se desarrollan durante las horas del día, aprovechando la **luz solar**.

En horas de la noche se puede aprovechar la luz del **fuego**, usado para calentar alimentos, los ambientes y preparación del alimentos.

Quemando **grasa animal** pueden obtenerse luz, sistema que se perfecciona con las velas, en donde un cilindro o prisma de cera, estearina, sebo u otra sustancia grasa con un pabilo en su eje se enciende y sirve para iluminar.

Uno de los primeros sistemas de iluminación pública lo constituyó el uso de las "**lámparas de carburo**", donde se quema acetileno (gas que produce la acción del agua sobre el carburo de calcio), también usado para la soldadura autógena.

Algunas ciudades (Madrid-España) conservan todavía alumbrado público con lámparas alimentadas por gas **metano**, obtenido de la red cloacal. Donde es posible obtener combustibles

líquidos –sobre todo kerosene– estos se usan para iluminar mediante **faroles y lámparas**, donde el combustible que sube por capilaridad a través de una mecha se quema en un ambiente protegido de las corrientes de aire. El mismo kerosene, depositado en un recipiente al cual se suministra presión con un émbolo, se hace circular por un tubería calentada donde se gasifica, quemándose dentro de una "camisa" de ceniza de seda (el comunmente llamado "SOL DE NOCHE").

Con la incorporación del **gas natural envasado** se puede usar el artefacto descrito anteriormente, conectándolo, con un regulador intermedio, al cilindro constituyendo una unidad compacta que suplanta al anterior, con mayor eficacia y menor riesgo.

4. Producción de calor

La principal y primitiva fuente de calor es el **sol**. Los rayos solares en diferentes latitudes, épocas del año y condiciones climáticas proveen la energía más barata y limpia de la cual es posible disponer. Ello es posible durante el día. La preocupación y dificultad reside en acumular el calor diurno para poder disponer de él en las horas nocturnas o en épocas y zonas con gran nubosidad. De este tema nos ocuparemos más adelante.

Tratamos ahora de la producción del calor para la preparación de alimentos y calentar los ambientes. Ya dijimos que el fuego fue el primer proveedor de luz y calor. El fuego puede alimentarse a **leña** que se quema en el suelo o en fogones elevados. Con la misma leña se produce **carbón** para usos similares. Para su producción se usa leña que se quema en combustión incompleta en hornos preparados al efecto (El proceso se interrumpe –taponando el horno– cuando se producen las brasas).

También se usa la leña en **salamandras**, constituidas por un recipiente de hierro fundido, en cuyo interior se queman los troncos. Se completa con una chimenea que evacua los gases de combustión al exterior. Tanto la salamandra como el conducto de humos calientan el aire del ambiente, mediante los fenómenos de radiación y convección. La chimenea incluye un registro que posibilita interrumpir la salida del aire caliente, una vez que la leña se ha convertido en brasas.

Otros sistemas de producción de calor, aplicables en viviendas lo constituyen los **hogares chimeneas** (Capítulo 24) alimentados a leña y las **estufas y calentadores a gas envasado**.

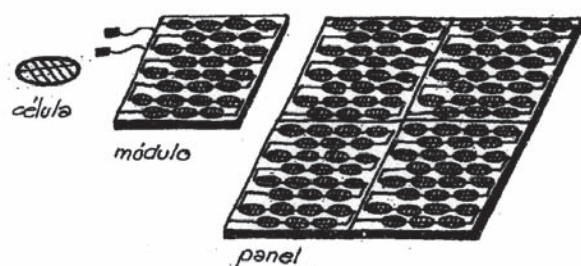
En talleres y edificios industriales, en grandes naves, se usan **quemadores** a kerosene, gas oil y otros combustibles en los cuales se produce la combustión completa y los gases se mezclan con el aire del ambiente. El aire en contacto con la chimenea se calienta; por conducción, radiación y convección calienta el ambiente.

La posibilidad de uso de biogás la hemos analizado más arriba.

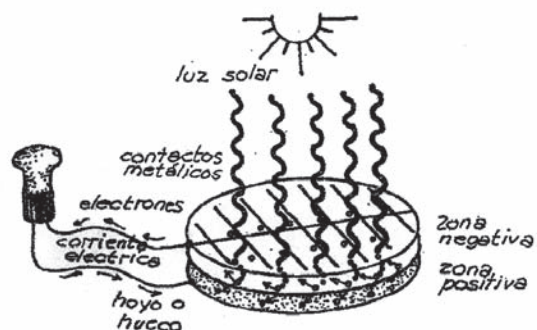
5. Eliminación de residuos

Hay que distinguir los residuos orgánicos, inorgánicos, biodegradables, nocivos, tóxicos, etc. Algunos de los residuos de las viviendas pueden usarse para la alimentación de animales.

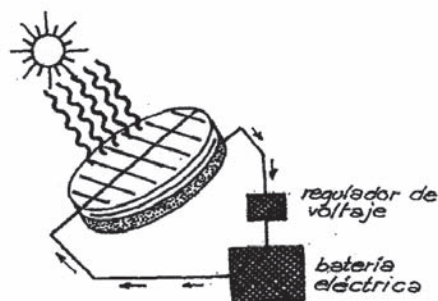
• Provisión de energía eléctrica



características de los paneles fotovoltaicos



funcionamiento de la fotocélula solar



captación y almacenaje de energía solar

Otros pueden quemarse (sólo en pequeñas cantidades, aunque igualmente contaminan el ambiente). Una solución más adecuada lo constituye el enterramiento, dentro de la misma propiedad o destinarlos a relleno sanitario, como habíamos visto (Capítulo 20).

Los desechos orgánicos biodegradables pueden destinarse a la producción de biogás o preparación de compost.

6. Provisión de energía eléctrica

Es posible obtener energía eléctrica en áreas sin servicios mediante el uso de pilas, a través de la transformación de la energía química o calórica en energía eléctrica. De la primera pila de Volta, compuesta por un apilamiento de arandelas de cinc, cobre y fieltro impregnado en ácido sulfúrico se obtiene la formada por dos láminas de cinc y cobre puro sumergidos en ácido sulfúrico. Entre los dos polos (positivo el cobre y negativo el cinc) se establece una corriente eléctrica.

Los **acumuladores** ("baterías") están formados por placas de **plomo** sumergidas en una solución de ácido sulfúrico. Por el intercambio de iones entre los bornes se produce la corriente eléctrica. Los electrodos están formados por rejillas de plomo con alveolos rellenos con minio, para el ánodo y con óxido de plomo para el cátodo. El ácido sulfúrico que se emplea es de 22° Baumé.

Los acumuladores de **níquel** están constituidos por un electrodo positivo de acero con alveolos con copos de níquel, y el electrodo negativo está constituido por cadmio mezclado con hierro pulverolento. El electrolito es potasa al 30% con litinio. Los electrodos de **plata** son pulverolentos contenidos en bolsas de celofán, uno de ellos de peóxido de plata y el otro por cinc. El electrolito es una solución de cincato de potasio.

Se emplean otro tipos de pilas y acumuladores; los que en todos los casos proveen de **corriente continua**. Con los **generadores** se obtiene **corriente alterna**. Pueden accionarse con: a) motores a explosión (a nafta, gas oil, fuel oil, gas natural, etc.) de diversos tamaños; b) aerocargadores, accionados por el viento, donde un rotor gira dentro de un estator; c) las micro-turbinas, colocadas en pequeños cursos de agua, mueven el generador de la corriente; d) mediante el uso de las fuentes termales es posible aprovechar el vapor para accionar turbinas.

En zonas con escasa población se puede obtener energía eléctrica con un sólo conductor (alambre), a partir de un transformador, usando la tierra como retorno.

7. Energía solar

Entre las múltiples posibilidades de aprovechamiento de la energía solar (sobre las cuales existe una muy extensa bibliografía) analizaremos sólo algunas de ellas.

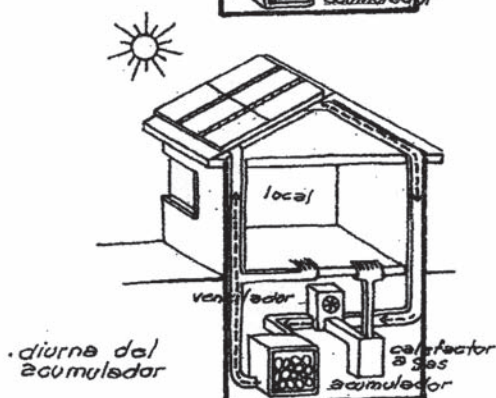
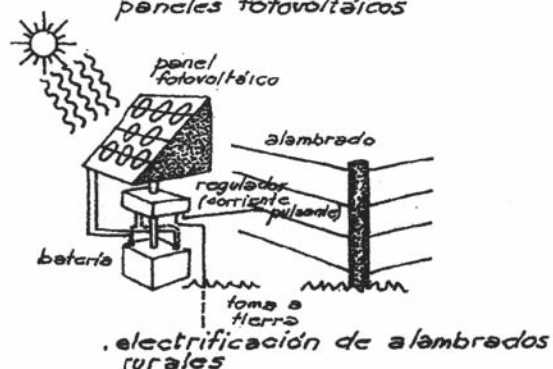
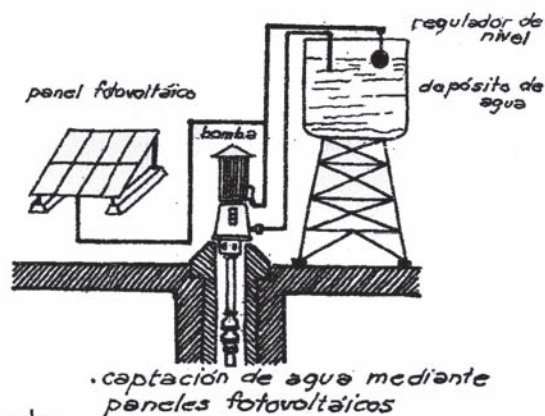
El aprovechamiento plantea dos problemas fundamentales: la gran dispersión sobre la superficie de la tierra y el carácter incontrolable y variabilidad en el tiempo de la intensidad de la radiación solar.

La cantidad de energía proveniente del sol supera las necesidades que se requieren en la tierra, pero todavía no se cuenta con un método económico y razonable para concentrarla en los lugares deseados. Además habría que asegurar el almacenamiento cuando la producción supera la demanda para utilizarla cuando la radiación solar es escasa o nula.

El aprovechamiento de la energía solar requiere los siguientes procesos:

- ▶ captación y concentración de la energía solar.
- ▶ transformación para su utilización.

► Calefacción solar



- almacenamiento en función de la demanda.
- transporte de la energía almacenada a los lugares de consumo deseados.

La captación y transformación de la energía puede realizarse mediante:

a. Sistemas pasivos, para la calefacción y ventilación de edificios, sin necesidad de usar ningún tipo de mecanismo que consuma energía; mediante un adecuado diseño del edificio,

utilizando materiales y sistemas constructivos apropiados. Con un perfecto conocimiento del clima del lugar, se puede adecuar el diseño para captar el máximo de energía solar en invierno y protegiendo la entrada en el verano. La vegetación puede complementar el control de la insolación y el viento.

b. Los sistemas **activos** transforman la energía solar mediante algún artefacto o dispositivo en energía calórica, mecánica o eléctrica. Tal el caso de los colectores solares para calentar agua o la conversión en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico en un material semiconductor (silicio monocristalino).

c. Los sistemas mixtos combinan los dos sistemas anteriores. Por ejemplo, planteando un sistema activo de captación para calefacción al mismo tiempo que se tienen en cuenta los aspectos pasivos en el diseño del edificio.

El **almacenamiento** de la energía producida se constituye en uno de los principales problemas, ya que la captación se limita a las horas del día, tiempo que varía durante el año, mientras la demanda se mantiene constante o, en general, aumenta cuando disminuye el tiempo de captación disponible (invierno). Cuando el suministro supera al consumo hay que disponer de la posibilidad de almacenar (verano) mientras que cuando el consumo supera la demanda se deben incorporar fuentes adicionales o suplementarias de energía convencionales.

Esta última solución significa duplicar las instalaciones con el encarecimiento respectivo inicial.

A medida que se mejoren los sistemas de almacenamiento se puede mejorar la autonomía de la instalación reduciendo al mínimo las instalaciones complementarias, llegando en el mejor de los casos a ser innecesarias.

Las posibilidades son variadas y hay que analizar en cada caso particular la solución más conveniente. Entre los más usuales podemos indicar los tanques de agua que se calientan por acción de los rayos solares durante el día y entregan el calor durante las horas de la noche, los muros acumuladores de calor, los lechos de piedra, etc. con funcionamiento similar.

En general, la inversión inicial es alta por lo que es necesario analizar el tiempo de amortización, considerando que estas instalaciones tienen una vida útil estimada entre 10 y 20 años.

Resuelto este problema, hay que tener en cuenta que la fuente de energía (el sol) es inagotable y gratuita y ninguno de los sistemas contamina el ambiente.

En realidad todos los sistemas de provisión de energía (viento, biomasa, energía vegetal y animal, las mareas, las olas, etc.) y la vida misma de animales y vegetales sobre la tierra tienen origen en la **energía solar**, de la cual de manera consciente o inconsciente hacemos uso permanente.

PARTE III

Apéndice

EN ESTA PARTE SE INCLUYE INFORMACIÓN ANUNCIADA EN EL TEXTO DESARROLLADO CON ANTERIORIDAD Y OTRA QUE SE CONSIDERA DE UTILIDAD PARA FACILITAR LAS TAREAS DE DISEÑO Y MATERIALIZACIÓN DE LA OBRA.

Materiales de construcción

Aclaración

Este capítulo está referido a los materiales de construcción de uso corriente. La nómina no es excluyente y no puede ser completa, en la medida que los avances tecnológicos permiten a la industria incorporar permanentemente nuevos materiales.

Se indican sucintamente, para cada uno de ellos: su origen, las principales características, los usos predominantes, **las formas comerciales (F.C.)** **modalidad de venta (V.)** habitual en los comercios del ramo; ya que sobre el tema existe abundante bibliografía a la cual pueden recurrir los interesados en profundizar sus conocimientos. A esta bibliografía se agrega además la información habitual de los fabricantes. Entre comillas (" ") marcas comerciales.

Al analizar las diversas operaciones de obra se insiste con algún detalle sobre algunos de ellos; por lo cual lo dicho aquí debe ser tomado sólo como información sumaria sobre los mismos.

► **acero:** Producto ferroso que puede ser forjado y soldado (contiene 0,05 a 1,7% de carbono). F.C: fleje; planchuela; pasamanos; chapa negra; hojalata; chapa galvanizada lisa; chapa galvanizada ondulada; chapa estriada; chapa perforada; metal desplegado; hierros de sección cuadrada; hierros de sección circular; alambres y varillas; de sección hexagonal, octogonal, medios redondos, triangulares; perfiles normales: en ángulo L, en U, en T, en doble T o I, doble T ala ancha (Grey); mallas metálicas, perfiles especiales para carpintería metálica; clavos (puntas París); tornillo prisionero o tirafondo; tornillos rosca madera; tornillos rosca chapa; remaches; cables (reunión de alambres alrededor de un alma de cáñamo o hierro dulce) de diferentes dimensiones. V.: por unidad, por peso, por longitud, por superficie, según el caso.

► **acero Inoxidable:** Resiste la corrosión de los agentes atmosféricos y algunos ácidos orgánicos. Se obtiene agregando al acero común carbono, silicio, cromo, molibdeno y aluminio en porcentajes de 0,3 a 20%.

- **aditivos para hormigón:** Se agregan para modificar el fragüe normal. Existen diversos productos, ver "sika".
- **adobe:** Prisma de tierra arcillosa, amasada con agua y agregado de aserrín o viruta de madera o de fibras vegetales, algo comprimida en moldes (adobera), secado al aire y sol, colocándolos de canto una vez endurecidos, cuidando que no sean afectados por la lluvia. Dimensiones comunes: 40 x 30 x 10 cm y peso de 15 kg.
- **adoquín:** Paralelepípedos de piedras naturales (basalto, granito, pórfido), usados para pavimentos rústicos. Son muy resistentes a la acción mecánica del tránsito de vehículos con ruedas metálicas. Los elementos, aproximadamente cúbicos, alcanzan de 10 a 15 cm de lado. También se fabrican de madera dura (algarrobo, quebracho, etc.).
- **aglomerados:** Se obtienen mezclando diversos productos con un aglomerante, amasándolos y dándoles forma por medio de moldes y prensa. Adquieren carácter pétreo por el fraguado. Son los aglomerados de arcilla, de cal, magnésicos y de cemento.
- **aglomerante:** Tiene la propiedad de adherirse a otros. Se usa para unir materiales, generalmente pétreos y formar morteros y hormigones. Pueden ser "aéreos" (sólo endurecen en el aire: yeso, cal y magnesio), "hidráulicos" (endurecen en el aire y en el agua: cal hidráulica y cemento) y los "hidrocarburos" (por enfriamiento o evaporación de sus disolventes: alquitrán y betún).
- **alambre:** Se obtiene por extrusión, de diversos metales. Se fabrican de distintos diámetros, según uso. Para atar estribos se usa acero: alambre negro recocado N° 17 (1,47 mm de diámetro); para encofrar N° 14 (2,10 mm de diámetro) y excepcionalmente hierro redondo de 4,2 y 6 mm de diámetro. Cuando existe peligro de oxidación por agua se usa alambre galvanizado. Para conductores eléctricos alambre de cobre de 1.0, 1.5, 2.0 etc. mm² de sección y en forma de "hilos" para fabricar los cables conductores.
- **alfombras:** Se fabrican en dos tipos: de bouclé (o rizadas) y de pelo cortado. a) de bouclé: de hilado de 100% de lana virgen o de 80% de lana virgen y hasta un máximo de 20% de nylon, y altura de pelo de 6 a 7 mm, sobre base de tejido de yute y algodón latexado e impermeabilizado; inmune a la humedad, al calor y a prueba de bacterias e insectos. b) de pelo cortado: de hilado de 100% de lana virgen y espesor mínimo de lana de 10 mm, sobre la misma base indicada en a). Los de textura bouclé son indicadas para el tránsito pesado. Son buenas aislantes térmicas y acústicas. Pueden usarse para revestir paredes, pero su empleo habitual es en los pisos. V.: por superficie.
- **"aliarita":** Agregado liviano, resultado de la expansión de rocas volcánicas. Esferas huecas de estructura alveolar hermética, de material silicoso de 0.2 a 4 mm de diámetro, color blanco, inertes, imputrescibles, incombustible, muy buen aislante térmico (similar al corcho). Se usa como agregado para conseguir hormigones livianos (200 a 1.100 kg/m³); para

aislación de techos, suelta o como mortero; revoques aislantes termoacústicos; para mezclarla con yeso, peso: 100 a 120 kg./ m³. F.C.: bolsas de 50 kg. V.: por bolsa.

► **alpaca:** Aleación de cobre (50 a 70%), níquel (13 a 25%), cinc (13 a 25%) y algo de estaño y hierro. Tiene buen brillo que no pierde por los agentes atmosféricos y los ácidos orgánicos débiles y se usa sobre todo para herrajes.

► **alquitrán:** Se obtiene por destilación de la hulla o madera, condensando los gases que se desprenden en la operación. F.C.: tambores de 200 litros. V.: por volumen.

► **aluminio:** Metal blanco brillante, blando. Se pueden fabricar alambres, chapas y perfiles laminados. Es resistente al aire pero lo atacan el agua potable y los ácidos. Es muy liviano: P.E: 2,7. También se usa en aleaciones de distintos tipos, el más importante el duraluminio: 90% de aluminio, con agregado de cobre, manganeso, magnesio, sílice y hierro.

► **arcilla:** Rocas muy finas: 0.002 a 0.0001 mm silicatos aluminicos, hidratados, amorfos y cristalinos, con impurezas. El "caolín" es arcilla pura y se emplea para fabricar porcelana. Para fabricar ladrillos se usa arcilla con cuarzo, carbonato de calcio y óxido de hierro. F.C.: a granel. V.: por volumen.

► **arcilla expandida:** Se obtiene amasando arcilla con agentes espumígenos; y sometiendo la mezcla a cocción en hornos continuos. Se producen pequeños rodados de hasta 2 cm muy livianos, aislantes térmicos y acústicos, con los cuales se pueden preparar hormigones muy livianos y resistentes. Se usa para fabricar bloques, rellenos de entrepisos y techos y tabiques aislantes. F.C.: a granel. V.: por volumen o peso.

► **arena:** Rocas con granos inferiores a 5 mm "gruesa" de 2 a 5 mm, "media"; de 1 a 2 mm y "fina": menos de 1 mm. Se obtienen de lechos de ríos, de barrancas y por trituración. F.C.: a granel. V.: volumen.

► **argamasa:** ver "mortero".

► **áridos:** De composición inorgánica, usados en morteros y hormigones, no modifican su estructura interior durante el fragüe. Existen diversos tipos: pétreos: arena, ripio, pedregullo, piedra partida, canto rodado, piedra "bola", etc.; cerámicos: ladrillos, baldosas, tejas, polvo de ladrillo, escorias.

► **asfalto:** Materiales minerales inertes aglutinados con betún, generalmente calizas. Se muelen y pulverizan en molinos y finalmente se tamizan para obtener granos de 0.1 a 3 mm. Con el asfalto se prepara el "mastic" asfáltico agregando betún en caliente. A este material se le mezcla arena de 1 a 12 mm, en un 40% para ejecutar los pavimentos asfálticos. Esta mezcla varía según la clase de obra y clima del lugar.

► **azulejos:** ver "porcelana esmaltada".

► **baldosa cerámica:** Composición similar al ladrillo. Fabricación: ordinarias: similar al ladrillo; finas: con prensas, formas y tamaños diversos. F.C.: diversas. V.: por unidad o por superficie.

► **baldosa cerámica esmaltada:** Producto vitrificado (gres), esmaltado sobre bizcocho crudo y cocidos ambos en un pasaje único a alta temperatura (1150° a 1200° C). Resistentes a la abrasión y a los cambios bruscos de temperatura; baja absorción de agua; muy resistente a los ácidos y agentes manchantes. Se usa para pisos y revestimientos interiores y exteriores. En general se fabrican en medidas múltiplos de 10 cm incluida la junta, y de diversas formas geométricas. F.C.: en cajas. V.: por superficie.

► **betún:** Mezcla de hidrocarburos naturales o de petróleo, sólidos, viscosos o líquidos, con pequeña proporción de productos volátiles. P.E.: 1,1 a 1,4. Se ablanda a los 50°C y funde a 100 a 130°C. Se oxida en contacto con el aire, lo ataca el agua estancada o saturada con cal a los 50°C. F.C.: sólido en panes. V.: al peso. F.C.: viscoso y líquido en tambores de 200 litros. V.: por volumen.

► **"blindex":** Cristal o vidrio templado. Por el temple, los cristales comunes adquieren elevadas tensiones de compresión en la superficie, que se corresponden con altas tensiones de tracción en el centro de la masa. Después de ello el material alcanza una resistencia a la presión igual a la del acero, que si llega a romperse lo hace en pequeños fragmentos sin aristas cortantes. Se fabrica a medida, ya que después de templado no se puede modificar. Una vez cortado se bisela, se perfora y se le practican los entrantes para los herrajes. En el horno se calienta hasta 700°C y después se lo enfría bruscamente con aire a presión. Dureza: 6,5 de la escala de Mohs. Con este material se fabrican mamparas; puertas de 1 y 2 hojas; giratorias; corredizas; plegadizas, sin límite de hojas; pivotantes; mamparas para baños, en colores; para antepechos; para exterior, con capa intermedia de espuma rígida de poliuretano inyectado e interior terminado con revestimientos a elección, es buen aislante térmico. Con paños de vidrio y láminas de polivinil butiral se forma un "sandwich" que se pasan por rodillos con calor para producir el primer sellado; luego se pasan a auto-claves a 150°C y a presión, descomprimiéndolos y enfriándolos lentamente. Se obtiene así un cristal muy resistente a los impactos, inclusive armas de fuego de relativa potencia. Se pueden cortar. La misma industria fabrica los herrajes. F.C.: los primeros: a medida y tamaños standard; los de seguridad, standard. V.: por superficie. Ver "vidrio".

► **bloques:** De hormigón, cerámicos, de escorias, de cerámica aglomerada, de poliestireno expandido, etc. Se fabrican con moldes de muy diversos tipos; macizos y huecos: con fragüe a temperatura ambiente en hornos a diferente temperatura, etc. Se usan para paredes, techos, pisos, aislaciones, revestimientos, etc.

- ▶ **brea:** Residuo de la destilación de los alquitranes. F.C.: en panes. V.: por peso.

- ▶ **bronce:** Aleación de cobre y estaño en diversas proporciones, mínimo 75% de cobre. Se fabrican prácticamente todos los elementos indicados en el caso del acero, pero sobre todo herrajes para carpintería y grifería para instalaciones sanitarias. P.E.: 8,8.

- ▶ **cal:** Aérea: con calcita calentada a más de 900°C se obtiene cal viva (óxido de calcio) y anhídrido carbónico. La cal viva apagada con agua, produce cal apagada o en pasta (hidróxido de calcio) y elevación de la temperatura. P. E.: de cal viva: 3.2 a 3.4. F.C.: en terrones, por peso y molida, en bolsas de 30 kg. La cal apagada endurece en el aire seco (fraguado) formándose nuevamente caliza. Variedades: 1) cal "grasa", de caliza con hasta 5% de arcilla, aumenta mucho de volumen y permanece mucho tiempo blanda en lugares húmedos. 2) cal "hidráulica", de caliza con más del 5% de arcilla, fragua en sitios húmedos y bajo el agua. La cal apagada se comercializa por volumen o peso.

- ▶ **calcita:** Carbonato de calcio, P.E. 2.6 a 2.8. Mediante calor (900°C), en hornos, se obtiene cal viva y anhídrido carbónico F.C.: en piedras a granel, V.: por peso.

- ▶ **canalón autoportante galvanizado:** Sin uniones transversales, puede cubrir luces hasta de 36 m, se fabrica en largos standard y a pedido. Se puede usar a un agua, dos aguas, plano o curvo.

- ▶ **canteras:** Explotaciones a cielo abierto o subterráneas de masas geológicas o yacimientos de donde se extraen las piedras naturales.

- ▶ **caña:** La variedad común (Arundo donax) es la más empleada. Se presenta con tallo leñoso de 3 a 6 m de largo y diámetro en la base de 2 a 5 cm. Es barata, liviana, impermeable y no se pudre con facilidad. Con ellas se fabrican "cañizos" tejiéndolas para hacer paredes, tabiques, base para el barro del techo o entramado para cielorraso suspendido de yeso. F.C.: atados de 50 ó 100 cañas. V.: por unidad.

- ▶ **caños con costura espiral:** Se fabrican con chapa galvanizada, hierro negro, aluminio o acero inoxidable. Se obtienen largos sin límites, sin soldaduras ni remaches, por lo que se reducen las uniones y soportes. Se usan para conductos de ventilación, calefacción y aire acondicionado; chimeneas; extracción de polvo y humo; desagües pluviales, etc. Se fabrican en diámetros de 5 cm a 2,03 m y espesores de pared de 0,4 a 1,65 mm.

- ▶ **caño de cobre:** Con temple duro y blando. Es resistente a la corrosión e incrustación, maleable (el blando), evita las pérdidas de carga debido a su superficie lisa interior. Se usan especialmente para cañerías de agua fría y caliente. El duro es muy resistente al choque y se adapta muy bien a los tramos rectos. F.C: temple duro; en tiras rectas de 5 m y diámetros 9, 13, 19, 25, 32, 38 y 51 mm; temple blando: rollos de 5 m, de diámetros 9 y 13 y 19 mm. V.: por longitud.

► **caños de hidrobronce:** Tubos sin costura de aleación cobre-cinc, obtenidos por extrusión. Son muy resistentes a la corrosión, gran ductibilidad y difícilmente forman incrustaciones. Se fabrican con dos espesores de paredes y se entregan desnudos o recubiertos (el standard), por una vaina de cloruro de polivinilo (PVC) que asegura la aislación, térmica y acústica. F.C.: tramos rectos de 4 a 6 m de largo o en rollos de 15 a 30 m, en diversos diámetros. V.: por longitud.

► **caños de polipropileno:** Para conducción de agua, sobre todo caliente. Son flexibles, con los extremos roscados, resistentes a los agentes químicos agresivos y la corrosión microbiana. Se unen con piezas roscadas del mismo material. F.C: caños de 6.0 m de largo, diámetro de 1/2" a 2" V.: por caño y pieza.

► **caños de PVC (policloruro de vinilo):** Flexibles con relativa resistencia a la rotura, al aplastamiento y a las presiones internas; impermeables, con superficies perfectamente lisa, uniones estancas con resina de PVC. Son especialmente indicados para desagües cloacales. Se fabrican con diámetros que responden a los indicados por los reglamentos en cada caso; con espesor de pared de 3,2 mm para obras de envergadura y edificios de más de dos plantas y de 1,8 mm para hasta planta baja y una planta alta. La industria provee además todas las piezas de unión y desagüe. F.C.: caños de 6.00 m de largo y piezas. V.: por caño y pieza.

► **caños flexibles de aluminio:** Tubo estanco de aluminio pestañado conformado según el sentido de un resorte o hélice con gran flexibilidad para adaptarlos manualmente a diferentes formas. Son muy flexibles, muy livianos, no se queman, resisten la corrosión, no requieren mano de obra especializada, no transmiten las vibraciones, se cortan fácilmente y tienen buena presentación estética. Se usan para instalaciones de aire acondicionado, ventilaciones de ambientes, calefones y termotanques, aspiración de gases, polvos y virutas, conexiones a difusores y protección de cables eléctricos. P.C.: rollos de 10 a 15 m y accesorios para conexiones. V.: por longitud y por pieza, respectivamente.

► **caños para instalaciones:** Se fabrican de diversos materiales. En general la misma industria provee las piezas, elementos y materiales de unión, en cada caso.

Instalación eléctrica: de acero con y sin costura; polietileno negro, PVC flexible y rígido.

Instalación sanitaria: de bronce flexible, de bronce roscado, fibrocemento, galvanizado, hierro fundido, hormigón simple comprimido, de plomo, de polietileno negro, de PVC flexible y rígido, chapa galvanizada.

Instalación de gas: negro de acero, galvanizado.

Aire acondicionado: chapa galvanizada.

► **"celotex":** Conglomerado constituido por fibras de caña de azúcar. Es muy liviano, impermeable y buen aislante térmico y acústico. Resiste los agentes atmosféricos, no es inflamable y se trabaja con facilidad (se puede aserrar, perforar y clavar). Se usa para revestimiento de paredes y techos. Para usos especiales se fabrica el "celotex acústico" que se

suministra en cuadros de 30 cm de lado, con orificios. Puede usarse también como base para pisos de distintos tipos (gomas, plásticos, alfombras, linóleo). F.C.: planchas de diversas medidas y placas de 30 x 30 cm. V.: por pieza.

► **cemento blanco:** ver "cemento portland".

► **cemento de albañilería:** Mezcla de cemento y cal en polvo, preparada en fábrica. Se emplea para preparación de mortero, con agregado de alrededor de 7 partes de arena. F.C.: en bolsa de 40 kg. V.: por bolsa.

► **cemento portland:** Calcinando hasta principio de fusión caliza y arcilla se obtiene el "clinker", el cual se pulveriza con 3% de yeso. La mezcla de arcilla y caliza puede hacerse por vía seca y vía húmeda. La cocción se realiza en hornos verticales y hornos giratorios, con temperatura de 1.500°C. Cuando el clínquer está frío se muele en molino de bolas con agregado del yeso. P.E: 2.9 a 3.2. Variedades: de fraguado lento y de fraguado rápido. El cemento puzolánico se obtiene al agregar al cemento portland puzolanas en proporciones del 15 al 40%. Cementos especiales: aluminosos, supercementos, sulfoaluminosos, expansivos, sin contracción, impermeabilizados, para albañilería, blancos, coloreados, magnéticos. F.C.: a granel y en bolsa de 50 kg. V.: por peso.

► **cerámica aglomerada:** Se fabrica con desperdicios de las fábricas de productos cerámicos que se descartan por alguna falla de fabricación o productos de demolición similares, mezclados con otros para conseguir una pasta de plasticidad y características similares a la arcilla, que permite el moldeo mediante temperatura. Se consiguen elementos con formas y dimensiones uniformes, con aristas vivas y superficies perfectamente planas. Se fabrican bloques huecos, ladrillos macizos y módulos para tabiques, umbrales, escalones, placas, etc. Su aspecto es similar a la cerámica convencional, tiene mayor resistencia mecánica y menor cantidad de rotura en el manipuleo.

► **"ceresita":** Se fabrica en pasta o polvo. F.C.: en pasta: envases de 1, 2, 5, 10, 20 y 220 kg; en polvo: bolsa de papel de 40 kg. V.: por peso. Ver: "hidrófugo".

► **cinc:** Metal gris azulado, brillante. No lo ataca el agua pura, pero sí la de lluvia, el yeso, el cemento y sus morteros. Se emplea para fabricar chapas lisas y onduladas, caños, canchales, cornisas, depósitos. P.E: 7,1.

► **clavos:** De acero, para ejecutar los encofrados. Se usa la variedad "punta París", en los cuales el diámetro está en función del largo. Los más usados son los de 2" (5,08 cm) y 2 1/2" (6,35 cm) y excepcionalmente de 1" (2,54 cm) y 1 1/2" (4,81 cm). Para clavar chapas de hierro galvanizado y aluminio, se usan clavos "cabeza de plomo" de 3" (7,62 cm). F.C.: clavos "punta París": en cajas de cartón de 1,5 kg y cajones de 40 kg V.: por caja o cajón. Cabeza de plomo, en caja de cartón de 100 unidades. V.: por caja.

► **cobre:** Se fabrican con este material chapas, caños y alambres; de diversas dimensiones. P.E: 8.9.

► **colas:** Son las animales, vegetales y sintéticas, según el proceso de obtención. Entre las "animales": se obtiene de las pieles, cueros, pescado, residuos de mataderos, caseína de leche o soja y sangre animal; para producir: gelatina, cola de conejo, cola de pescado, cola de caseína y cola de albúmina. Se emplean para pegar madera, papel y para fabricar pintura. Entre las "vegetales": de albúmina, dextrina, almidón, goma arábica; para producir: cola de almidón que se emplea para pegar papel. La goma arábica es muy resistente a la humedad. Entre las "sintéticas": de resinas artificiales o esteres de celulosa, la más conocida es la baquelita. F.C.: en trozos, polvo, copos, perlas, escamas, líquida. V.: por peso.

► **colector de ventilación:** Fabricados con mortero de cemento, en diferentes tipos, para conductos de ventilación o evacuación de gases de combustión, para columnas simples y dobles. Tienen resistencia mecánica para soportar la columna de elementos, las juntas estancadas, superficies lisas, resistencia a la temperatura de los gases de combustión, son impermeables y de baja conductividad térmica. F.C.: elementos de diversos largos, anchos de 20 cm y altura de 28 cm. V.: por elemento. Se complementan con sombreretes. Variante: Conducto modular y sombrerete de fibrocemento. Se fabrican 3 módulos distintos, de 2,8 m de largo, que permiten formar conductos de 180 y 400 cm² de sección libre en diversas combinaciones. Se complementa con sombrerete.

► **corcho:** Es la corteza del alcornoque, elástico, impermeable, aislante e imputrescible. Es muy liviano (P.E: de 0.12 a 0.24). Se emplea especialmente para fabricar el linóleo y aglomerados aislantes acústicos y térmicos.

► **cordeles:** Formados por un conjunto de hilos de cáñamo, lino, algodón, yute, plásticos, etc., retorcidos o trenzados. Son cuerpos alargados, flexibles y resistentes y se usan para levantar o sostener pesos, sujetar o atar piezas. Se fabrican (salvo los plásticos) rompiendo el tallo; sumergiéndolo en agua corriente; separando las sustancias que unen las fibras; secadas al sol o en estufas; se golpean para separar la corteza y se peinan los filamentos. Los cordeles se forman torsionando los filamentos de distintas formas para obtener: filástica, cordones, cuerdas, hilos, sogas, cordeles, maromas y cables. F.C.: madejas, rollos, a granel; de distintos materiales, diámetros y largos. V.: por pesos, por longitud.

► **"corlok":** Placa de fibras de madera (ver "chapadur") que recibe en fábrica un acabado superficial decorativo, y que por horneado adquiere terminación resistente y perdurable. Se fabrica en dos tipos: a) con colores lisos y b) con impresión de vetas de maderas varias. La misma industria provee el adhesivo y accesorios (perfiles de aluminio pulido-anodizado) para facilitar la colocación. Se usa para revestimientos de paredes y cielorrasos, tabiques, muebles. F.C.: placas de 1.12 x 2.44 y 3.05 m y espesor de 4.85 mm; perfiles de 1.50 a 3.10 m. V.: por placa y perfil, respectivamente.

- ▶ **"coribel"**: ver "planchas para cubiertas de techos".
- ▶ **cortinas**: Para cerramiento de aberturas, con el objetivo de eliminar o disminuir la luz exterior. Se fabrican de distintos tipos y materiales: "americanas": de chapa de aluminio, de plástico o de madera de espesor reducido; con dos movimientos: se inclinan y se pliegan hacia arriba por medio de cordones; "de enrollar": de madera o plástico liviano y reforzado, se arrollan sobre un "carretel" de madera, de chapa o plástico, dentro del taparrollo mediante cinta o cable; "regulables (tipo Barrios)", similar a la anterior, pero con la posibilidad de inclinar las 'tablillas". Para locales comerciales y como elemento de protección se usan las cortinas de chapa doblada o las de malla metálica ejecutadas con barras redondas de acero de muy variada conformación. La misma fábrica provee los mecanismos de accionamiento, que se incluyen en el valor de la cortina. F.C.: Se ejecutan a medida y se comercializan en superficies mínimas de 2 m². Cuando se supera ese valor se cobra la superficie efectiva. V.: por m².
- ▶ **cristal flotado**: El vidrio fundido que sale del horno se vierte sobre un baño de estaño líquido, consiguiendo de esta manera una hoja de dos caras perfectamente planas y paralelas, que no deforma las imágenes. Después se somete a una operación de recocido para eliminar tensiones con lo cual está en condiciones de ser cortado.
- ▶ **cromo**: Metal blanco azulado, muy duro, no lo afecta el aire y se usa fundamentalmente aleado con hierro o níquel para obtener el acero inoxidable. Se usa para proteger de la oxidación otros metales, por electrólisis, sobre todo en broncearía y herrajes para carpintería.
- ▶ **chapa de acero**: Se obtiene por medio de laminado en caliente o en frío, en operación continua para reducir el "desbaste plano", que ha producido el desbastador al actuar sobre los lingotes resultantes de la fusión. Es un material que se puede plegar y soldar, remachar o atornillar fácilmente tanto para estructuras plegadas como para componentes de cerramientos horizontales y verticales. En un baño continuo de solución de ácido clorídico o sulfúrico se obtiene la chapa "decapada" que es la usada en carpintería metálica. F.C.: en bobinas o en hojas de distintos espesores. V.: por peso.
- ▶ **chapa de acero aluminizada**: Chapa de acero revestida en ambas caras con aluminio puro. Tiene resistencia mecánica, refleja el calor y protección anticorrosiva.
- ▶ **"chapadur"**: Aglomerado de fibra de madera de eucalipto, unida a presión con resinas sintéticas. Se presentan con el frente liso o texturado y el dorso rugoso para facilitar la adherencia. La chapa lisa también se fabrica con perforaciones circulares, cuadradas o en cruz. Se usan para reemplazar la madera terciada. F.C.: chapas 1,22 x 2,44 a 3,05 m, espesor 3,2 mm. V.: por chapa.

► **chapas de aluminio:** ver "aluminio". Se fabrican de diversos tipos: lisas y acanaladas. Entre las últimas: "sinuosidad" con largos de 1,83 a 7,32 m, ancho de 1,23 y espesores 0,6 y 0,8 mm; "trapezoidal" con largos de 1,83 a 7,32 m, ancho de 1,06 m y espesor de 0,6 y 0,8 mm; "doblekresta" con largos de 1,83 a 7,32 m y espesor de 0,6 y 0,8 mm; "ZIP-RIB" en largos variados y ancho de 0,50 m, se entregan al natural o prepintadas en varios colores. Se fabrican también piezas especiales de unión. La industria provee, a pedido, chapas de hasta 16,00 m de largo. V.: por chapa.

► **chapas de fibrocemento:** ver "fibrocemento". Se indican algunos de los tipos que se fabrican: planas de 1.22 x 1.22 m y 6 mm de espesor; onduladas clásicas con largo de 1.22 a 4.50 m, ancho 0,95 y espesores 6 y 8 mm; "rural" con largos de 1,53 y 3,05 y anchos de 0,97 y 1,04 m; "perfil 76" con largos de 1,22 a 3,66m, ancho de 1,10 m y 6 y 8 mm de espesor; "canalón 86" con largos de 5,6,7,50 y 9 m, de ancho de 0,96 y 8 mm de espesor, "canalón 1000" con largos de 4,60, 6,00, 7,50 y 9,20 m, ancho de 1,00 y 8 mm de espesor y autoportantes para cobertizos. Para todos los tipos se fabrican piezas especiales de unión y elementos de fijación. V.: por chapa y por pieza.

► **chapas plásticas traslúcidas:** Onduladas, planas o texturadas; de políester reforzado con lana de vidrio, metacrilato, pigmentos. Absorbentes de rayos ultravioleta, se fabrican en dos calidades: standar y especial; en diversos colores y en modelos que se adaptan a los distintos tipos de chapas para techos. Peso: 14 kg/ m². V.: por pieza. Ver "techos".

► **"durlock":** Placa maciza de yeso, revestida en papel celulosa especial sobre ambas caras. Al núcleo de yeso se le adhieren láminas de papel de fibra resistente de espesor de 0,6 mm y gramaje aproximado de 300 gr/m². La unión del yeso y la celulosa se produce por "amalgama" de moléculas de sulfato de calcio que alcanzan a las láminas de papel durante el proceso de fraguado. Se fabrican placas de 0,50 a 1,20 m de ancho y largos de 1,20 a 1,60 m y espesores de 7, 9,5 y 12,5 mm. Las láminas son elásticas; aislante acústicas y térmicas; incombustibles. Se pueden usar en locales sanitarios, con precauciones. Conviene separarlos del piso 5 a 10 mm. Se pueden usar sobre bastidor de madera o sobre montantes de chapas galvanizada que provee la misma fábrica, al igual que los elementos de montaje (ángulos, tornillos, remaches, clavos, cinta y masilla). Se usan para paredes divisorias, cielorrasos y revestimientos interiores. F.C.: placas de diversas dimensiones y espesores. V.: por placa.

► **emulsión asfáltica:** o asfalto en frío, es betún dispersado en agua por medio de agitación enérgica de la mezcla, empleando como emulgente disolución de jabón. La proporción de betún es del 50 al 80% y el emulsivo 1 a 2%. F.C.: tambores de 200 litros. V.: por volumen.

► **escalla:** Trozos irregulares de placas de mármol de diversas calidades, tamaños y espesores. Se colocan como los mosaicos, concertando las formas de los elementos de manera de conseguir un piso de superficie plana continua. Las juntas entre los elementos se

lleen con pastina (agua, cemento y óxido de color) antes del pulido. F.C.: trozos irregulares. V.: por peso y por superficie.

► **estaño:** Metal blanco brillante. Resistente bien al aire y los ácidos orgánicos y lo atacan los ácidos y lejías. Se emplea para recubrir interiormente los caños de plomo para agua potable y fundamentalmente para soldaduras y tapones fusibles. P.E.: 7.3.

► **estereoestructuras:** Se basan en el agregado de elementos lineales ("barras") mediante uniones ("nudos"). El sistema permite la propagación en el espacio siguiendo direcciones predominantes, formando pirámides, tetraedros, etc. Todos los elementos resisten esfuerzos axiales con lo cual el material se aprovecha al máximo y el conjunto adquiere una alta rigidez multidireccional. El conjunto permite la modulación total, reducido peso, mínimo espesor, cerrar grandes luces (de 10 a 80 m y voladizos de 30 m), puede recibir cargas concentradas, fácil colocación de instalaciones, reducido tiempo operativo, fácil traslado y acopio. Las uniones pueden ser abulonadas o soldadas. Se pueden ejecutar con barras macizas o huecas y se pueden ejecutar in situ o en taller. El montaje se puede realizar izando grandes porciones de estructura prearmada en tierra.

► **"eucatex":** Chapa de fibra de madera de eucalipto (ver "chapadur"). Se fabrica en chapas de 1,22 x 2,44 y 3,05 m y paneles de 30,4 x 30,4 y 60,8 x 60,8 cm y espesores de 12 y 16 mm y en dos tipos: acústico y aislante. Uso similar al "celotex".

► **fibrocemento:** Formado por mortero de cemento y amianto (silicato de magnesio hidratado) como árido. También pueden usarse fibras minerales o vegetales. Proporción: 90% de cemento y 10% de amianto. Se fabrica igual que el cartón. Una vez conseguida la plancha se hace pasar por laminadora para su moldeado. F.C.: chapas lisas y acanaladas y caños de diversos tamaños y espesores. V.: por unidad. También se fabrican piezas especiales de unión.

► **fieltro asfáltico:** Cartón embreado. Se fabrica en rollos de 1.00 m de ancho por 20 de largo. Se usa para aislación hidrófuga, sobre todo de techos. F.C.: en rollo. V.: por rollo.

► **"flexiplast":** Placas de complejo de vinilo y otras resinas sintéticas, con estabilizantes, plastificantes, agregados minerales y pigmentos, sometido a proceso de elastoprensado y templado. Los gránulos deben integrar la masa total de la placa de manera que no se modifique el aspecto por el uso. Se colocan con adhesivo que provee el mismo fabricante del piso. Se fabrican placas de 25 x 25 cm y de 1,6 y 2 mm de espesor. Se usan para pisos donde se quiere obtener aislación térmica y acústica. Se pueden colocar sobre pisos existentes, por su escaso espesor, sin necesidad de modificar la altura de las puertas. Es fácil de mantener, no lo atacan los insectos ni roedores y resiste al manchado y uso normal. Se entregan en colores lisos, marmolados, madera y grabados. F.C.: cajas de 80 placas (5.00 m²). V.: por caja.

- ▶ **"fórmica"**: ver "laminado plástico decorativo".
- ▶ **"fulget"**: Material preparado con granulados, pastina a base de cemento blanco y colorantes. Se usa para terminados "a la piedra lavada". Los gránulos pueden ser piedras naturales, rústicas o redondeadas y granos de espesores diversos de 7 a 20 mm. Los colores se consiguen con los gránulos y la pastina. Generalmente se usa para exteriores: fachadas, halls de entrada, pasillos de escaleras, tanques de agua, etc. F.C.: bolsas de papel de 50 kg. V.: por bolsa.
- ▶ **fundición**: El producto de la segunda fundición del arrabio o fundición de primera fusión, de mayor homogeneidad y menor contenido de carbono, silicio y magnesio. Es muy frágil por lo cual es necesario hacerlo maleable descarburando las piezas con óxido férrico a 1000°C. Con este material se fabrican caños y piezas para conducción de agua potable en las redes y en desagües pluviales, cloacales y ventilaciones. También se fabrican columnas, de diferentes secciones.
- ▶ **"gang nail"**: Sistema de estructuras de madera unidas a tope mediante el uso de "conectores", especie de cepillo de chapa de acero galvanizado, que sustituye a los clavos y bulones, con lo cual no se disminuye la sección de la madera.
Disminuye mucho la cantidad de madera a usar en cada cabreada por lo que se pueden colocar con menor separación para eliminar los cabios y correas. El cordón inferior se usa como estructura de cielorraso. Se pueden ejecutar techos de dos o más caídas, planos, curvos, mansarda, etc.
- ▶ **"granilit"**: ver "fulget".
- ▶ **"granitex"**: Material para revestimientos interiores y exteriores, acabado "a la piedra". Se prepara con partículas de mármol triturado y ligante plástico en emulsión. El ligante, de color blanco lechoso, forma al secarse una película incolora y transparente, por lo que no hace falta el lavado como en el caso del "fulget". F.C.: bolsa de papel de 5 y 15 kg. V.: por bolsa. Se usa con "adherencia" (emulsión plástica) indispensable para la aplicación. F.C.: envases de 1 y 5 litros. V.: por envase.
- ▶ **granito**: Roca constituida por cuarzo (20 a 40%), feldespato (15 al 55%) y mica (15 al 55%), de distintos colores. P.E.: 2.6 a 3.0. F.C.: en planchas de distinto espesor. V.: por superficie.
- ▶ **granulado volcánico**: (piedra pómez): Es un vidrio volcánico compuesto por 74% de sílice, 13% de alúmina, 6% de óxido de hierro y 10% de compuestos sódicos y potásicos. Es un material muy liviano (peso: 400 kg/m³) que se une muy bien con el cemento por lo que se usa para la fabricación de bloques macizos y sobre todo huecos, que resisten bien a la compresión (100 kg/m²). Es muy buen aislante térmico y acústico. También se emplea suelto, como

relleno para aislación en paredes y techos. Ataca con facilidad al hierro y resiste bien los agentes atmosféricos, los ácidos, la humedad y las temperaturas elevadas. F.C.: en bloques de distintos tipos y medidas y a granel. V.: por piezas y por volúmenes o peso, respectivamente.

► **gres:** Pastas cerámicas vitrificadas, fabricadas con mayor prolijidad que la loza. Se obtienen ladrillos y baldosas vitrificadas, baldosas, mosaicos, caños y piezas especiales para desagües de aguas servidas. F.C.: diversas. V.: por unidad.

► **guardacantos:** De chapa galvanizada o de aluminio, para protección de esquinas, constituidos por una parte de chapa (el ángulo) y dos alas laterales de metal desplegado de la misma chapa. Se fabrican de 2.00 y 2.60 m de largo. También se fabrican con perfiles L y T y planchuelas y barras redondas de acero.

► **gunita:** Se llama así al hormigón arrojado con maquinaria que produce un chorro potente, sobre una malla metálica sostenida por terreno natural o encofrado inflado. Con este sistema se pueden conseguir superficies curvas, sin juntas de dilatación. Se obtienen mediante el sistema simplicidad constructiva, economía, estanquidad, rapidez, etc.

► **hardboard:** ver "chapadur".

► **hidrófugo:** Son productos que se agregan a los morteros y hormigones, para obturar los huecos. Actúan mecánica o químicamente. Pueden ser polvos inertes o activos, fluoruros, sustancias grasas y jabones, coloides e hidrocarburos. Para ser usados deben ser adherentes, no atacar al aglomerante, no ablandarse con el calor, no agrietarse con el frío y no envejecer con el tiempo. F.C.: diversas.

► **"hidro 3":** Caño flexible para agua fría y caliente; compuesto de tres capas. Capa exterior (ipsolen 1) resistente al medio externo, capa central (ipsolen 2) para resistencia mecánica y la capa interior (polipropileno) con rugosidad mínima. La capa exterior es resistente a cualquier tipo de clima y a la exposición solar (rayos ultravioletas); la central con agregado de fibras de vidrio para aumentar la resistencia mecánica y disminuir el coeficiente de dilatación y contracción y la capa interna permite la menor pérdida de carga y disminuye las incrustaciones. La misma industria fabrica las piezas de unión roscadas. F.C.: caños de 6 m de largo roscados en ambos extremos, diámetros exteriores de 21,3 mm (1/2") a 76,1 mm (2 1/2") y espesores de pared de 3,4 a 9,0 mm. V.: por caño y por pieza.

► **hierro dulce:** Tiene la propiedad de ser martillado y forjado al rojo (contiene 0.50 a 1% de carbono). P.E.: 7,8. Ver "acero".

► **hormigón:** Mezcla de un aglomerante, arena, grava (ripio) o piedra partida y agua. (Podría decirse que es la mezcla que resulta de agregar grava o piedra partida a un mortero). Algunas clases son: ciclópeo, en masa, armado, liviano, aireado, pretensado y según su colocación:

apisonado, colado, vibrado, centrifugado. Tiene la importante propiedad de adoptar con facilidad la forma del molde (encofrado).

► **hormigón armado:** ver "hormigón". Resulta del agregado de armadura de aceros de diversas características al hormigón. Con este material se ejecutan estructuras resistentes, que comprenden elementos de encadenado reglamentarios y otros que resultan del cálculo ("de carga"). Con él se ejecutan bases, columnas, vigas, losas, bóvedas, cúpulas, etc.

► **"impertech":** Mezcla de asfaltos plastificados con caucho butílico de aplicación en frío. Forma película impermeable, elástica, constante a la intemperie. Se presenta en estado de pasta fluida, de color negro, lista para usar. Se usa para goteras, construcción y reparación de techados asfálticos y de chapas metálicas, asfálticas y de fibrocemento y para impermeabilizar tanques de agua. F.C.: envases de hojalata de 2, 5, 10 y 18 litros y tambores de 200 litros. V.: por envases.

► **inertes:** ver "áridos".

► **"kerfix":** ver "pegamento".

► **"klaukol":** ver "pegamento".

► **ladrillo:** Tierra arcillosa, amasada con agua, moldeada a mano, a máquina, por prensas y por colada; desecada al sol o en hornos; cocido en hornos (900° a 1 000°C) intermitentes o continuos. Variantes: comunes, recochos (recocidos) y santos (vitrificados). Macizos o huecos. Dimensiones: variadas según el uso. P.E.: huecos: 1.2; macizos: 1.7; vitrificados: 1.9; mam-postería de ladrillos: huecos: 1.300 kg/m³; macizos: 1.800 kg/m³. F.C.: diversas. V.: por unidad.

► **laminado compensado:** Material constituido por hojas de madera, que se obtienen por desbobinado, encoladas entre sí, tratando que las láminas en contacto no tengan fibras paralelas -en lo posible a 90° entre sí con número de láminas en los posible impar (de tres: "terciado"). Para interior la cola es a base de ureaformaldeído y para exterior a base de fenol ("fenólico"). Este último tiene resistencia a la humedad y el agua, es más resistente que la madera natural, casi indestructible, no se raja y ofrece resistencia al fuego. Se usa para encofrado (resisten diez veces más que la madera natural), contrapiso para alfombras, muebles de cocina, estructuras laminadas. F.C.: paneles de 1,45 a 1,60 x 2,00 a 2,10 m y espesores de 5, 7, 10 y 15 mm. V.: por panel.

► **laminado fenólico:** ver "laminado compensado".

► **laminado plástico decorativo:** Planchas consistentes formadas por capas de papel kraft impregnado en resina, fenol-folmaldehído, consolidadas a alta temperatura y presión. La cara superficial es de alfa celulosa, con colores lisos o con impresiones decorativas. Son muy

resistentes a la abrasión, al impacto, al ataque de ácidos débiles y disolventes y de reactivos químicos de uso corriente. F.C.: se fabrican de muy diversas dimensiones y espesores. Se usan para revestir madera natural, terciada, aglomerada, fibrocemento. Se fabrican además con acabado especial para pizarrón y laboratorio. Se pegan con adhesivos de contacto provisto por el mismo fabricante de las chapas. V.: por plancha.

► **latón**: Aleaciones de diversos tipos de cobre y cinc. La proporción de cinc puede ser del 10 al 60%. Se usa en forma de chapas, alambres, tornillos, herrajes, etc. P.E.: 8,7.

► **"leka"**: ver "arcilla expandida".

► **"linex"**: Paneles de fibras de lino, aglomerados con resinas sintéticas, a presión y alta temperatura. Se obtienen de espesores de 12 a 35 mm con densidad de 400 a 450 kg/m³ estables y rígidos, con muy buena aislación termoacústica. El "cielolinex" se fabrica de 12 mm de espesor, con perforaciones para favorecer la absorción acústica. F.C.: linex: chapas de 1,22 x 2,44 mm, cielolinex: plaquetas de 30 x 30 y 61 x 61 cm. V.: por unidad.

► **linóleo**: Aglomerado de aserrín de corcho con aceite de lino, adherido a tela de yute. F.C.: rollos de 15 a 20 m de largo, 1 a 2 m de ancho y 2 a 7 mm de espesor, de diversos colores y dibujos. V.: por superficie.

► **losas**: Se ejecutan de diversos tipos. De hormigón armado macizo (común armado en una dirección y dos direcciones o cruzada; nervada (nervios en una dirección) y nervurada (con nervio en dos direcciones o "casetonada") y alivianadas con el agregado de elementos, generalmente huecos, de hormigón o cerámicos que actúan de relleno y permiten economizar madera de encofrado y mano de obra. Las alivianadas se ejecutan con viguetas armadas en situ, con "listones" comunes o pretensados; mediante placas pretensadas huecas, "tablas cerámicas" con armadura in situ. Las dimensiones de los elementos de relleno y la armadura y calidad de las barras resultan del cálculo. Algunos de estos sistemas permiten cubrir luces de hasta 8.00 m. La industria ofrece una extensa variedad de tipos, en permanente aumento.

► **loza**: Arcillas plásticas, ricas en alúmina y muy poco hierro, con agregado de caolín, cuarzo, feldespato, etc. Se recubren con esmaltes de diversos colores para impermeabilizarla y endurecerla. Se moldea en molde de yeso y se cuece. (1.100 a 1.200°C) y se obtiene el "bizcocho", se esmalta y se vuelve a cocer (1.000 a 1.100°C). Se fabrican artefactos y accesorios sanitarios y azulejos con arcillas seleccionadas y esmaltadas en una cara, con piezas especiales para terminaciones. F.C.: diversas formas, tamaños y colores. V.: por superficie o unidad.

► **machimbre**: Tablas de madera de espesor reducidas (generalmente 1"=2,5 cm) con las dos caras cepilladas y los dos cantos con cortes (macho y hembra) que permiten unir las de manera de crear una superficie continua. Se usa para revestimientos, apoyo de la cubierta de techo, carpintería de obra. Ver "madera".

► **madera:** Es el conjunto de tejidos que forman el tronco de los árboles. Es el material más liviano, resistente y de fácil trabajo que se usó en la construcción desde tiempos remotos. La madera seca al aire tiene entre 10 y 15% de humedad. La densidad aparente de la madera varía de menos de 0.5 para las muy livianas, 0,5 a 0,7 para las livianas hasta más de 0.8 para las pesadas; las más pesadas pueden llegar hasta 1,2. En zonas frías y templadas se producen las coníferas o resinosas que dan las mejores maderas y en zonas templadas y tropicales se producen las frondosas (resinosas: pinos, abetos, alerce, ciprés, cedro; frondosas: roble, haya, olmo, plátano, fresno, acacia, álamo, eucalipto). También se usan maderas de árboles frutales: nogal, cerezo, peral, olivo y algunas especies tropicales: caoba, tulipán, balsa, tea. En Argentina las maderas más conocidas son: álamo, cedros, virapiré, virapitá, pino, eucalipto, laurel, guayca, algarrobo, curupay, lapacho, caldén, quebracho, urunday, viraró, petiribí, paraíso, guatambú, e incienso, entre las nacionales y entre las importadas: raulí, alerce, laurel, pino insigne y araucaria (Chile), pino brasil (Brasil), pino spruce (Suecia), pino caribe (Centro América), cedro, viraró, petiribí, y lapacho (Paraguay). La madera resiste más tiempo, las temperaturas elevadas, que el hierro, por el carbón que se forma en su superficie. Se puede proteger impregnando los tejidos con silicato de sodio; con sulfato de amonio y cloruro de cal; cemento y cal, yeso y amianto. Se puede carbonizar, pintar e impregnar con cloruro de cinc, sulfato de cobre, alquitrán de hulla, urea sintética; para protegerla.

Se emplea también para la fabricación de madera terciada, laminada (chapa), en paneles compuestos por fibras aglomeradas unidas por resinas sintéticas.

Los usos en la construcción son diversos: estructuras, encofrados, andamios, entrepisos, cubiertas, pisos, cimbras, carpintería de obras, muebles y equipamiento en general. F.C.: rollizo, tablón, tabla, alfajía, machimbre, moldura, cenefa, contravidrio. Las designaciones están referidas a la sección transversal del elemento. Las dimensiones de la sección se expresan en pulgadas inglesas (1 pulgada (1")= 25,4 mm). El largo se expresa en pié inglés (1 pie= 30,5 cm). Los largos comerciales, de 2 en 2, llegan de los 12 (3,65 m) a los 30 pies (9,15 m). V.: por longitud, en base a la sección en pulgadas cuadradas, por "rollos", que corresponde a un tronco cortado en tablas longitudinales.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS MADERAS

humedad: La madera contiene agua de "constitución" en su naturaleza orgánica de "saturación" en las paredes de los elementos leñosos y "libre" por capilaridad. El agua libre desaparece después de algún tiempo, queda la de constitución y el agua de saturación se absorbe o evapora según el medio ambiente en que se encuentre la madera. Decimos que la madera está "seca" cuando el agua de saturación equilibra a la humedad de la atmósfera que rodea la madera (10 a 15% de su peso, en agua).

densidad: La "real" es prácticamente igual para todas (1,5). La "aparente" varía según la especie, con el grado de humedad y la parte del árbol que se considera y varía de 0,3 a 1,20.

contracción: Se contrae cuando pierde humedad en el sentido longitudinal, transversal y tangencial en porcentajes que van del 1 al 10%, respectivamente.

hinchamiento: Se produce cuando absorbe humedad. Aumenta el volumen del 2 al 6% y el peso puede aumentar del 50 al 150%.

duresa: Resistencia al desgaste, rayado, clavado. Depende de la densidad, estructura, edad y si el trabajo se hace paralelo o perpendicular a las fibras.

hendibilidad: Posibilidad de separar por cortes en sentido de las fibras, paralelos al eje del tronco.

conductividad: La madera seca es mala conductora del calor y la electricidad, húmeda conduce la electricidad.

duración: Depende de la clase y el medio donde se encuentre, pero depende sobre todo de la alternancia de humedad y sequedad que la perjudican mucho. La arcilla y arena húmeda la favorecen, menos la arena seca y muy poco el terreno calizo. La duración puede variar de 100 años para las más duras hasta 25 años las más blandas. Las duras impregnadas tienen duración prácticamente ilimitada.

► **madera compensada:** Formada por tablas o listones encolados. Se fabrican con las cuatro caras cepilladas y escuadradas y no presenta los movimientos propios de la madera maciza. Se fabrican tablas, tirantes, vigas, soleras, puntales, puertas macizas, para encofrado. Resisten a la flexión más que la madera maciza de la misma especie.

► **madera encolada:** Comprende la "terciada" (contrachapada) constituida por hojas delgadas de madera (3,5,7,9...) encoladas entre sí de manera que las fibras de las hojas en contacto no sean paralelas; "moldeada", similar a la anterior pero encolada a presión sobre un molde (macho y hembra) para obtener superficies conformadas; "laminada" (ver "madera compensada"); "empalmadas" por los extremos de dos elementos de la misma sección, mediante ensambladura para conseguir mayor longitud; "paneles aglomerados" (ver "linex, tablex") prensados planos y extruídos huecos; "enchapadas", encolando hojas de maderas delgadas, en general de buena calidad, sobre tableros y paneles de diversos tipos.

► **madera laminada:** ver "madera compensada".

► **malla de acero:** Constituida por varillas de acero de alto límite de fluencia, soldadas, en dos direcciones perpendiculares entre sí. Se usa para reemplazar los entramados de barras atados con alambre, para ejecutar losas, tabiques, estructuras pre-moldeadas, caños, pavimentos. Se fabrican mallas cuadradas y rectangulares, con distintos diámetros y separaciones de la barras. F.C.: paneles de 2,15 x 5,00 m y para diámetros de hasta 6 mm, en rollos de 2,15 x 50,00 m. V.: al peso. Variante: ancho 33 y 60 cm, largo 2,90 y múltiplos de 0,10 hasta 5,00 m.

► **manta elástica:** ver "trama elástica".

► **mármol:** Roca caliza metamórfica formada por calcita cristalizada y minerales accesorios (mica, serpentina, grafito). Se encuentra en forma natural y se puede tallar, torneear y pulir.

Resiste bien los agentes atmosféricos. P.E.: 2,0 a 2,8. F.C.: en planchas de distinto espesor. V.: por superficie.

► **mayólica:** ver "porcelana esmaltada".

► **membrana flotante impermeable:** Se fabrican con "alma" de asfalto plástico protegido con una banda de papel siliconado desplegable en el momento del soldado de la membrana. Resulta impermeable cuando se ejecuta correctamente la soldadura y puede dejarse flotante, soldando solamente el perímetro a la superficie a proteger. El espesor de la capa es de 1,5 y 2,5 mm. Variante: Membrana de cuerpo especial central de polietileno de baja presión, con dos caras de asfalto catalítico oxidado plástico y acabado terminal de lámina de polietileno o lámina de aluminio de temple extrablando. Variante: con alma de fibra de vidrio. F.C.: rollo de 1,05 m de ancho, 10 m de largo y 4 mm de espesor. V.: por rollo.

► **membrana impermeable:** Se elabora con PVC con aditivos especiales para colocar a la intemperie, de color blanco, de 1,2 mm de espesor, con refuerzo interior de fibras sintéticas. Resistente a los rayos ultravioletas y los cambios climáticos, a la tracción e inmune a las aguas agresivas, soluciones diluidas de ácidos, álcalis y sales; detergentes, jabón, etc. Se fabrican en distintas calidades para fundaciones, terrazas, techos, tanques, depósitos de agua, submuraciones, desagües cloacales y pluviales. Se pueden instalar flotantes o parcialmente adheridas en superficies horizontales y con anclajes en paredes verticales, inclinadas o abovedadas. F.C.: rollos de hasta 25 m² y anchos de hasta 1,40 m. V.: por rollo.

► **metales:** Cuerpos simples, sólidos a la temperatura ambiente, excepto el mercurio, que es líquido.

PROPIEDADES DE LOS METALES

fusibilidad: Permite que el metal fusionado penetre en los moldes para fabricar los elementos.

forjabilidad: Capacidad para soportar, en caliente, golpes de martillos, laminadores y prensas que permitan modificar su forma (si no permite se dice que es frágil o quebradizo).

maleabilidad: Posibilidad de modificar la forma a temperatura ambiente, por medio de martillado, estirado y laminado.

ductibilidad: Posibilidad de alargarse en dirección de su longitud para producir alambres o hilos.

tenacidad: Resistencia a la rotura por tracción.

facilidad de corte: Poderse separar en pedazos con herramientas cortantes.

soldabilidad: Poder unirse por presión dos elementos para formar uno solo. Sólo se puede hacer al rojo, por el martillo (o forja) o con el soplete (autógena), electricidad o aluminotermia.

oxidabilidad: Oxidación por el oxígeno del aire, produciendo el herrumbre que

destruye el material. Se evita mediante aleaciones o recubriendo la superficie con pinturas o metales.

► **metal desplegado:** Se obtiene realizando incisiones lineales de entre 5 y 6 cm de largo, separadas entre sí 2 mm y otro tanto de la línea siguiente. Luego de ello se estira transversalmente para obtener una tela con agujeros romboidales. Se fabrican con chapas de diversos espesores, según destino. El más usado se fabrica con chapa de acero negra y se destina especialmente a la ejecución de ciellorrasos suspendidos de yeso. F.C.: atados de 12 planchas de 0,70 x 2,54 m. V.: por atado o por plancha.

Variante: Con nervios, distancia entre nervios: 11,5 cm. F.C.: atados de 10 planchas de 0,70 x 2,50 m. Ver "acero".

► **mineral:** Conjunto de metales combinados químicamente con otros cuerpos (mena) acompañados por sustancias de naturaleza térrea (ganga). Del mineral se obtienen los metales, por las operaciones que comprenden la metalurgia y en el caso del hierro, la siderurgia.

► **"mini kalha":** Chapas metálicas conformadas en frío, de sección trapezoidal, autoportantes, para cubiertas y cerramientos. Por el sistema de fijación no es necesario perforar la chapa. Se usan distintos perfiles con chapas de espesores de 0,55 a 2,25 mm, para cubrir luces de hasta 27 m, sin apoyos intermedios. Es especialmente recomendada para cubrir grandes luces.

► **mortero** (o argamasa): mezcla plástica formada por un aglomerante, un árido y agua, usado para unir mampuestos o para protegerlos (revoque). Recibe el nombre del aglomerante (cal, cemento, yeso). "Bastardos" son los que tienen más de un aglomerante. Cuando tiene poca agua se denomina "seca", la normal "pasta" y cuando tiene mucha agua "lechada".

► **mosaico:** Piedra artificial formada por cemento, inertes y óxidos que aportan el color. Los más comunes son los "calcáreos" y los "graníticos". Se fabrican en moldes, mediante presión, en frío, con fragüe al aire y en agua o con vapor de agua. Están constituidos por "pastina" líquida: agua y óxido para los calcáreos y con agregado de escalla de mármol o granito para los graníticos; "seca": mezcla de cemento y arena gruesa en seco; y "baña": mezcla de cemento y arena gruesa húmeda. Se fabrican de diversas formas y tamaños, con superficies lisas o texturados los calcáreos y sólo lisa los graníticos. Estos últimos pueden entresarse rústicos o pulidos en fábrica. F.C.: piezas de diversas formas y tamaños. V.: por m².

► **níquel:** Metal blanco brillante, dúctil, maleable y muy tenaz. No se altera por el aire y lo atacan pocos ácidos. Se usa el mismo que el cromo para proteger otros metales, principalmente para broncecería y herramientas para carpintería.

► **opalina:** Vidrio con color incorporado homogéneo, con el frente pulido y el dorso estriado, impermeable al agua y las materias grasas, inalterable a los agentes atmosféricos y los

ácidos, salvo el fluorídrico. Se produce en planchas de 1.50 x 5.00 m y 6 mm de espesor, fraccionables en cualquier tamaño. Se usa para revestimientos interiores y exteriores. F.C.: en planchas de diversos colores. V.: por superficie.

► **paneles de hormigón:** Elementos premoldeados producidos industrialmente, con diversas conformaciones que permiten utilizarlos para cerramientos exteriores (fachadas y cubiertas) o interiores (tabiques, divisiones). Se fabrican de diversas formas, tamaños, texturas, dosificación de elementos, etc. para responder a las necesidades de cada proyecto, ya sean de aislación hidrófuga, térmica y acústica, incorporando además elementos para ventilación, iluminación y protección solar.

► **paneles de yeso:** Con orificios circulares que van de piso a techo para el pasaje de la instalación eléctrica. Los extremos tienen ranura y lengüeta para permitir el encastre mutuo. Tienen aceptable resistencia mecánica y al impacto. Son resistentes al fuego y buenos reguladores de la humedad. Se usan especialmente para divisiones interiores no portantes. F.C.: paneles de espesores de 7 a 10 cm, anchos de 60 cm y alturas de hasta 2.90 m. V.: por panel.

► **panel enchapado y enduido:** Se obtiene enchapando con madera de alta calidad ambas caras de los paneles de madera aglomerada, con espesores de 14, 17 y 20 mm. Los enduidos con la superficie terminada con una base de pintura sintética, se usan para muebles, revestimientos y decoraciones, tabiques, puertas, estanterías, ciellorrasos. F.C.: paneles de ancho de 1.80 m y largos de 0.60, 1.20, 2.40 y 3.00 m. V.: por panel.

► **parquet:** Tablas de madera dura (algarrobo, roble, eucalipto, caldén, pinotea) de 12 a 14 mm de espesor, con una cara cepillada y otra aserrada y los cantos con molduras macho hembra para permitir el encastre. Se fabrican en diversas dimensiones (anchos de 5 a 10 cm y largos de 10 a 15 cm). También se entregan en "mosaicos" rectangulares o cuadrados de alrededor de 40 cm de lado. Se usa para pisos, ver "madera".

► **pavimento articulado:** Se ejecuta con bloques de hormigón de diversos tipos y medidas que encastran entre sí. Se colocan sobre capa de arena. La arena se coloca directamente sobre el terreno natural nivelado y adecuadamente compactado. Es especialmente indicado en los casos que se producen trabajos permanentes de ampliación o modificación de cañerías subterráneas o cuando existe el riesgo de roturas localizadas; por la gran facilidad que presenta para sustituir sólo los elementos que resultan afectados en la operación, sin necesidad de modificar el resto. V.: por superficie.

► **pegamento:** Adhesivo sintético en polvo, en base a cemento blanco, especial para aplicar azulejos, mayólicas, pisos, mármol y otros revestimientos de piezas cerámicas o similares, en superficies horizontales y verticales. Puede aplicarse prácticamente sobre cualquier superficie interior o exterior. Mantiene fijas las piezas a partir de las 24 horas de colocado. F.C.: bolsa de papel de 5 y de 30 kg. V.: por bolsa.

- ▶ **"pentagrés"**: Revestimiento de elementos de porcelanas esmaltadas de 5 x 5 cm ensambladas con tirillas de papel en el dorso. Se presentan en planchas de 31 x 52 cm, con juntas entre pastillas de 2 mm. Resiste muy bien a los ácidos y álcalis, tiene buena resistencia a la flexión y al desgaste, es duro y absorbe poco el agua. Se presenta en diversos colores. Se usa para pisos y paredes, sobre todo en locales sanitarios, piletas de natación y en locales de gran circulación de personas. F.C.: en cajas con planchas de 31 x 52 cm. V.: por superficie.
- ▶ **perfiles de acero**: Se obtienen por el laminado de los "tochos" que produce el desbastador al actuar sobre los lingotes resultantes de la fusión. Se fabrican en acero de bajo contenido de carbono. Se fabrican perfiles laminados, extruídos y de chapa doblada. Los perfiles "laminados" son de dos tipos: normales y chapas y los especiales para carpintería metálica. El laminado se hace en frío o en caliente, mediante rodillos resistentes giratorios. Los "extruídos" se obtienen haciendo salir el metal caliente por una matriz de un modo mecánico y se producen barras, caños y distintas secciones perfiladas. Se usan exclusivamente para la carpintería metálica. Los de "chapa doblada" se obtienen conformando la chapa en frío con máquinas continuas de rodillos, a partir de flejes o láminas de acero. F.C.: barras de 6.00 m de largo en distintos espesores y formas. V.: por peso.
- ▶ **perfiles para carpintería**: ver "perfiles de acero".
- ▶ **perfiles para revestimientos**: De aluminio extruído con diseños decorativos para revestimiento de superficies o cerramiento de vanos. Se fabrican en diversos colores mediante anodizado. Se pueden colocar en forma vertical y también horizontal, teniendo cuidado de evitar la entrada de agua de lluvia.
- ▶ **"perlita"**: ver "aliarita".
- ▶ **"phonex phibra"**: Cielorraso termoacústico lineal, constituido por elementos en forma de U chata, de aluminio de 0,5 mm de espesor o chapa de hierro de 0.41 mm (N° 24), de 87 mm de ancho y 13 mm de alto. Se colocan sobre portadores en forma de U de aluminio de 1 mm o chapa de hierro (N° 20). Los portadores se suspenden de la estructura mediante alambre. Sobre los paneles se coloca placa de lana de vidrio de 2,5 cm, previa colocación de un manto de velo negro. F.C.: paneles de 9 m de largo y portadores de 5 m de largo. V.: por pieza.
- ▶ **placas de mármol**: Con ambas caras rectificadas para pisos, zócalos y revestimientos interiores y exteriores. Se fabrican con espesores de 11 mm. F.C.: para pisos y revestimientos: largos de 15 a 60 cm, anchos de 15 a 30 cm; zócalos: largos de 25 a 80 cm y anchos de 7 a 15 cm; azulejos: largos de 10 a 30 cm y anchos de 7 a 15 cm y parquet: largos de 20 a 30 cm y anchos de 7 a 10 cm. V.: por superficie.

► **planchas aislantes:** De espuma rígida de poliestireno expandido, formando estructura celular cerrada sin interconexión entre los microalveolos. Se fabrican con ambas caras lisas o con una lisa y la otra acanalada. Se usan para aislación térmica de techos, paredes y pisos, ver: "poliestireno expandido".

► **planchas para techos:** Compuestas de filtro base saturado con asfaltos especiales, entre dos chapas de asfalto estabilizado con elementos plastificantes y una capa superior de granulado cerámico siliconado, de color. F.C.: planchas de 1,00 x 0,33 m. V.: por pieza.

► **plástico:** Substancias, en general de origen orgánico, que adquieren formas por calor y presión y la mantienen después de enfriados. Alcanzan gran resistencia. En general se componen del aglutinante (resina) que le da solidez y elasticidad y la materia de relleno que le da dureza. Se pueden obtener de: cal, carbón, sal, celulosa, agua, aire y se clasifican en: termoestables, termoplásticos, y proteínas plásticas. Los "termoestables" permanecen rígidos e inalterables y se pueden cambiar de forma por el calor y la presión, sin que cambie la composición. Termoestables: bakelita, fenol colado, urea formaldehído, melamina, siliconas; termoplásticos: celuloide, acetato de celulosa, ebonita, goma, termopreno, resinas acrílicas y vinícolas, poliestireno; proteínas plásticas: caseína o cola fría.

► **plomo:** Metal blanco azulado, se agrisa en contacto con el aire. Puede laminarse en láminas finas; caños para agua, emplomado de otros metales; alambre y varillas. P.E.:11,3.

► **pedras artificiales:** Se fabrican para reemplazar a las naturales, con características distintas de las que se extraen de las canteras. Pueden ser los "cerámicos" obtenidos por cocción de las tierras arcillosas, los "vidrios" por fusión de óxidos y los "aglomerados", cuando se obtienen por compresión y unión de los elementos por medio de un aglomerante en frío, mediante el proceso químico del fraguado.

► **pedras naturales:** Se encuentran en la naturaleza, son las rocas, formadas por asociación de minerales. Pueden ser simples o compuestas, según si están formadas por uno o más minerales.

ENSAYOS DE PIEDRAS NATURALES

densidad: Cociente del peso de un cuerpo por su volumen. Puede ser "aparente" cuando se incluyen los poros y "real" cuando se excluyen. Se expresa en peso/volumen.

porosidad: Cociente entre volumen de los poros por el volumen total del cuerpo. Se expresa en tanto por ciento (%).

absorción de agua: Absorción normal es la cantidad de agua absorbida por una piedra, a presión y temperatura ambiente, hasta la saturación.

capilaridad: Propiedad del agua de ascender cuando se encuentra en contacto con dos superficies cercanas.

permeabilidad: Propiedad de los cuerpos de dejarse atravesar por los fluidos. Se mide por la cantidad de agua, en litros, que atraviesa un cuerpo, en una hora a una presión dada.

dureza: ver "escala de Mohs" (**Apéndice**). resistencia: A la compresión, flexión, tracción, corte, al desgaste, al choque, adherencia a los morteros, a los agentes atmosféricos.

► **piedra pómez:** ver "granulado volcánico".

► **pintura:** Mezcla líquida, generalmente coloreada que, aplicada por extensión, pulverización o inmersión; se usa para proteger y decorar los materiales de construcción. Es una dispersión formada por un pigmento sólido y un aglutinante líquido. El pigmento aporta el color, da consistencia y facilita el secado. El aglutinante mantiene unidas las partículas y las adhiere a la superficie sobre la cual se pinta. Los aglutinantes (o vehículos) pueden ser volátiles o no. Los "secantes" son cuerpos que se agregan a las pinturas para facilitar la oxidación de la pintura y disminuir el tiempo de secado. Los "barnices" son los líquidos que al solidificarse sobre las superficies dan una superficie lisa, continua, incolora, brillante. F.C.: en tarros de distintos tamaños. V.: por volumen o por peso.

CARACTERÍSTICAS DE UNA BUENA PINTURA

pintabilidad: Se debe extender con facilidad sin ofrecer resistencia al deslizamiento del pincel.

nivelación: A poco de ser aplicada deben desaparecer las marcas del pincel o rodillo.

secado: La película de pintura debe quedar libre de pegosidad al tacto y endurecer en el menor tiempo posible.

poder cubriente: Debe disminuir las diferencias de color del fondo con el menor número posible de manos.

rendimiento: Se determina por el número de m² de superficie pintada por litro de pintura gastada. Este valor varía con la absorción del fondo. Por eso debe cuidarse especialmente la preparación de la superficie a pintar.

estabilidad: Si presenta sedimento en el envase debe ser blando y fácil de dispersar y formar una película fina en la superficie, que debe ser eliminada al comenzar el uso.

viscosidad: Debe ser la necesaria para no chorrear ni acordonarse durante la aplicación.

► **pintura bituminosa:** En base a bitúmenes estabilizados y plastificados, con alto índice de ductibilidad y penetración, aún en capas finas y temperaturas bajo cero. Mantiene estas propiedades a la intemperie, enterrada, embutida en morteros y sumergida. Impermeabiliza y protege materiales en ambientes de agua de mar y salitrosos (hormigón, madera, metal, cubiertas metálicas o de fibrocemento, cañerías, canaletas de techados asfálticos e imprimación de juntas de construcción). F.C.: envases de hojalata de 1, 5 y 18 litros. V.: por envase.

► **pintura de aluminio:** En base a bitúmenes estabilizados y plastificados, con microesquamas de aluminio que tienden a flotar en la superficie y se acomodan formando una capa brillante que refleja los rayos solares. Se usa como aislante térmico y acabado metálico y protección anticorrosiva sobre hierro, madera, fibrocemento, asfaltos, vidrios, techados asfálticos. F.C.: tarros de 1, 5 y 18 litros. V.: por tarro.

- ▶ **pintura plástica para frentes:** En emulsión acuosa especial para exteriores. Forma película mate elástica, de rápido secado, fuerte adhesividad, impermeable y muy resistente al desarrollo de hongos. Es muy resistente a la intemperie, a la alcalinidad y al deterioro mecánico. Se usa también en interiores. Se puede usar sobre hormigón, ladrillo, bloques, piedras, revestimientos símil piedra, tejas, fibrocemento y revoques finos a la cal, fratasado o al fieltro. F.C.: envases de 2, 8 y 20 litros. V.: por envase.
- ▶ **piso de goma:** Se fabrican con una cara de superficie lisa o texturada, en rollos de 0,50 a 1,80 de ancho y en baldosas de 50 x 50 cm y espesores de 4, 5 a 6,5 cm. Además se fabrican elementos para zócalo y nariz de escaleras.
- ▶ **piso de madera:** Tacos biselados en su contorno, de maderas duras (algarrobo, caldén), secados en hornos y trabajados en piezas regulares de 10 x 10 cm. Se colocan como el mosaico común y no requieren pulido. Se entregan con terminación lisa o rústica.
- ▶ **"piso plast":** placas de 30 x 30 cm. Ver: "flexiplast".
- ▶ **pizarra:** Arcillas metamórficas, con cuarzo, mica, feldespato, calcita, etc. De estructura laminar y colores variados (gris, verde, azulado, negro). Se encuentra en forma natural. Se pueden clavar. P.E: 2.0 a 3.5 F.C.: piezas de forma cuadrada, rectangular o circular y otras derivadas de éstas. V.: por pieza, según tamaño.
- ▶ **pizarras de fibrocemento:** En planchas de 1.20 x 0.60 m y espesor de 4 mm, color gris natural y gris topo. Uso similar a la pizarra natural.
- ▶ **poliestireno:** ver "plásticos".
- ▶ **poliestireno expandido:** Constituido por partículas de poliestireno, con 5 a 8% en peso de un hidrocarburo volátil, parafínico y saturado. Bajo la acción del calor el hidrocarburo actúa como agente soplante que provoca la expansión. Se usa como aislante térmico, núcleo de hormigón, aislación de cañerías y tanques, estructuras flotantes, placas decorativas de cielorraso, encofrados perdidos y premoldeados, pisos flotantes. P.E: de 12 a 300 kg/m³. F.C.: en planchas de diversos espesores, lisas o texturadas, en esferas, medios tubos, etc. V.: por superficie, por piezas. Ver "plásticos".
- ▶ **poliuretano:** Material plástico esponjado rígido, obtenido por reacción química de 2 componentes líquidos (poliol e isociato) y un componente hinchante (freón). La reacción desprende calor, el freón pasa de líquido a gaseoso y queda atrapado en celdillas estancas. Es buen aislante térmico y acústico, gran resistencia mecánica y muy liviano. Se usan para fabricar muros, tabiques y placas atérmicas. Los muros y tabiques se fabrican en tres capas; las dos exteriores aportan resistencia mecánica y para ello se suele usar chapas lisas de fibrocemento de 4 mm de espesor. F.C.: muros: 2.40 y 3.00 m de largo, 0.60 m de ancho

y 80 mm de espesor; tabiques: 2.40 y 3.00 m de largo, 1.20 m de ancho y 32 y 50 mm de espesor; placas (sin revestimiento): 1.00, 2.30 y 2.40 m de largo, 0.50, 0.60 y 0.80 de ancho y 10 mm de espesor. V.: por unidad.

► **polvo de ladrillo:** Se obtiene de la trituración de los cascotes de ladrillos, generalmente obtenido de las demoliciones o de desperdicios de las obras. Se usa como inerte exclusivo, en lugar de arena; o combinado con ella para elaborar morteros. F.C.: a granel. V.: por volumen.

► **porcelana:** Características similares al gres, es la cerámica más fina, blanca, compacta, translúcida, sonido metálico, no la raya el acero y no la atacan los ácidos. Se moldea con prensas hidráulicas.

► **porcelana esmaltada:** Fabricada con cuarzo, feldespato, caolín, arcilla y pigmentos colorantes que se hornean a 1260°C de temperatura. Se fabrican con distintos acabados superficiales, colores y formas. Es resistente al ataque de los agentes químicos, dura, con escasa absorción de agua y difícilmente se cuarteja su superficie. Es muy resistente a la acción de los agentes atmosféricos. F.C.: en paños de 33 x 33 cm, encolados en malla de tela resistente que facilita su colocación en obra V.: por superficie.

► **puzolana:** Substancias silíceas, reducidas a polvo y amasadas con cal, usadas como aglomerantes hidráulicos, naturales y artificiales.

► **"rakoton":** Revestimiento a base de resinas plásticas sintéticas, endurece rápidamente y mantiene su adherencia y elasticidad permanente. Se presenta en dos tipos: "texturable" (resistente a los agentes atmosféricos, cubre remiendos y fisuras superficiales, es inodoro, atóxico, no inflamable, fungicida, permeable al vapor de agua, resiste a la abrasión y adhiera sobre todo tipo de superficie). El "no texturable" (en dos tipos, uno que permiten la respiración normal del ladrillo, evita la absorción de grasa, hollín y agua y otro 100% impermeable). Se usa como revestimiento de exteriores e interiores, impermeabilización de superficies exteriores y recubrimiento de tejas y ladrillos. F.C.: envases de 2, 6, 35 y 250 kg.; en diversos colores. V.: por peso.

► **refractarios:** Resisten sin deformarse y fundirse temperaturas superiores a 1600°C. F.C.: ladrillos, dovelas, bloques, placas, crisoles; de diversas formas y tamaños. V.: por unidad.

► **resinas poliamídicas:** Líquidas, viscosas, de color ámbar, derivadas por condensación de un ácido graso no saturado con una poliamina. Con las resinas epoxy forman compuestos que pueden usarse en revestimientos y recubrimientos (pinturas, pisos, protecciones anticorrosivas). Resisten muy bien la acción de ácidos. F.C.: envases metálicos de 1, 5, 20 y 180 kg. V.: por envase.

► **revestimiento de perfiles de aluminio:** Extruidos, con diseños variados para revestimiento

de superficies y cerramiento de vanos. Se fabrican en diferentes cobres, que varían según la incidencia de los rayos del sol y son muy durables. Pueden colocarse en forma vertical y horizontal. F.C.: perfil en barras. V.: por pieza.

► **"ruberoid"**: ver "fieltro asfáltico".

► **"salpicrete"**: Revestimiento cementicio con color, usado con texturas rústicas obtenidas por salpicado, fino o grueso. También se puede terminar planchado, espatulado, bolseado (no se puede fratar, peinar, pulir ni martelinar). Conviene aplicarlo sobre revoques grueso o fino de cemento-arena. Para otros fondos hay que preparar la superficie. Se puede usar en interior y exterior, cuando se desee obtener superficies texturadas. F.C.: bolsas de papel de 30 y 50 kg. V.: por bolsa.

► **sellador de siliconas**: Elastomérico en base a caucho sintético, obtenido de la síntesis química de sílice y derivados orgánicos. De aspecto pastoso y fuerte adherencia. Se aplica en albañilería, plásticos, metales, caucho, maderas. F.C.: envases aplicadores de 150 y 315 cm³ y tambores de 20 litros. V.: por envase.

► **"sika"**:

a. SIKA-1: Hidrófugo químico inorgánico líquido. Para revoques impermeables, revestimiento de pisos, morteros. Se mezcla una parte en 10 de agua de amasado.

b. SIKA-2: impermeabilizante de fragüe ultrarrápido.

c. SIKA-3: Acelerante de fragüe de cemento portland líquido, para mortero y hormigón. Se mezcla una parte en 15 de agua. La rapidez de fraguado varía con la dilución.

d. SIKALIT: Hidrófugo en polvo. Se mezcla en seco, el 2% del peso de cemento. Uso similar a SIKA-1.

e. ANTIFROSTO: Permite el fraguado del mortero y hormigón, a baja temperatura. Granulado para agregar al agua de amasado en proporción creciente a medida que disminuye la temperatura (1 kg. en 35 lts. de agua para -1°C a 1 kg. en 15 lts. para -10°C).

f. SIKA-FIX: Ligante para mortero y hormigón, líquido. Mejora la adherencia y resistencia del mortero, especialmente en capas delgadas, resistente a la nafta y el aceite.

g. SIKA-STOP: Emulsión aceitosa para encofrados. Especialmente cuando se elabora hormigón a la vista, facilita la limpieza posterior del encofrado.

► **"siliston"**: Impermeabilizante líquido en base de siliconas, para aplicar a revestimientos preparados (Ej.: "Super iggam"), hormigón, pinturas y revoques cementicios o a la cal. El material lo absorbe y queda fijo en los poros recubriendo su superficie. La superficie rechaza así el agua de lluvia pero permite la salida de vapores, gases y la eliminación de humedad de los muros. F.C.: envases de 2, 5, 10 y 200 litros. V.: por envase.

► **solados de PVC**: Compuestos por una capa superior de PVC transparente no poroso que resiste a la abrasión y la penetración de manchas; la segunda de PVC espumado de elasticidad

permanente y la base de soporte de asbesto (amianto) que estabiliza las dimensiones y otorga aislamiento térmico. Se fabrica con anchos de 1,30 a 1,40 m y espesores de 1,4 a 1,7 mm.

► **sombrilla cerámica:** Elemento cerámico hueco, diseñado para protección de azoteas y techos. Se coloca una vez terminada la cubierta de techo, ya que sólo actúa como aislante térmico de la capa impermeabilizante.

► **"spanacoustic":** Placas de fibra de vidrio con revestimiento de vinilo texturado que transmite las vibraciones a la fibra de vidrio que las absorbe. Es además muy buen aislante térmico. No lo afecta la humedad. Se fabrican en placas de 1,22 x 0,61 m y 2,5 cm de espesor. Con el mismo material se fabrican elementos tridimensionales con la superficie terminada con pintura acústica blanca que puede repintarse con látex. Se fabrican placas de 0,61 x 0,61 m y 2,5 cm de espesor. Se usan para ciellorraso suspendidos, para lo cual se usan perfiles de aluminio anodizado o hierro galvanizado. Se recupera totalmente el material en caso necesario y permite ejecutar instalaciones con facilidad. F.C.: placas. V.: por placa.

► **spray de poliuretano:** Para la aislación termo-hidrófuga. Se aplica sobre techos de chapa, losas nuevas o viejas, in situ; para reemplazar las carpetas asfálticas.

► **"super iggam":** Revestimiento cementicio con color, para interiores y exteriores y texturas: símil piedra en peinado fino, mediano y grueso; símil piedra pulida; símil travertino; piedra martelinada; etc. No se puede salpicar. Se coloca sobre revoque grueso de cemento-arena. F.C.: bolsa de 30 y 50 kg. V.: por bolsa.

► **suelo cemento:** Es el conjunto de suelo (tierra), cemento y agua, adecuadamente dosificados y compactados. La composición más adecuada del suelo es: arcillas: 5 a 10%, limo: 10 a 20% y arena: 60 a 80%. Las cantidades de cemento adecuadas son: para suelo arenoso: 5 a 10%, suelo limoso: 8 a 12% y para suelo arcilloso: 12 a 15%. El contenido de agua varía del 8 al 20%, cuidando que pueda adquirir forma y cohesión, sin que se pegue a la mano ni que se escurra agua. Es buen aislante térmico y resistente al fuego, resiste bien a la compresión pero no a la tracción o flexión, peso: 1.500 a 2.000 kg/m³. Con este material se pueden fabricar bloques macizos o huecos y muros monolíticos.

► **tabla cerámica:** Elemento cerámico hueco, especialmente usado para ejecución de techos y losas. F.C.: largo: 60, 70, 80 y 100 cm, ancho 33 cm y 6 y 9 cm de espesor. V.: por unidad. Ver "ladrillo".

► **tableros aglomerados:** De fibras de lino o astillas de madera. Se unen con resina sintética de úrea formaldehído, bajo alta temperatura y presión. Se fabrican en espesores de 9 a 35 mm y densidades de 400 a 600 kg/m³. Mantienen estables sus dimensiones, son homogéneos, buenos aislantes térmicos, presentan buena resistencia a la humedad (no al contacto con el

agua), buena resistencia mecánica y a los microorganismos, no los atacan los roedores, insectos ni polillas. Presentan buenas condiciones para la aislación y absorción acústica. Se emplean para aislaciones térmicas, alma de paneles complejos, revestimientos interiores, conductos de ventilación y para puertas, placares, estanterías, espesores, contrapisos, portantes, etc.

► **"tablex"**: Tableros de madera aglomerada compacta, de espesores de 6 a 22 mm y densidad de 500 a 700 kg/m³. Se usa en reemplazo de la madera natural. Se fabrican tableros de 1,22 y 2,44 m en dos variedades: duro y extraduro. También se fabrican revestidos con chapa de madera ("enchapado") con densidad de 500 a 600 kg/m³, en tableros de 1,20 x 2,40. F.C.: tableros. V.: por unidad.

► **tapia**: Muro de barro moldeado directamente en el lugar con tableros laterales. Se usa tierra con 15 a 20% de arcilla, amasada con poca agua apisonada en capas sucesivas de 10 cm de alto.

► **"techo plast"**: Masa asfáltica, para aplicación en frío. Se usa para elaborar in situ membrana impermeable continua sobre cubiertas, con cualquier pendiente, inclusive la vertical. Conviene usarse con trama (o manta) elástica. Es plástica y adhesiva y acompaña todos los movimientos de las cubiertas. Homogénea, no inflamable, de rápido secado, se puede aplicar sobre superficies húmedas. Se puede usar en muros de sótanos y paredes de pandere. F.C.: en envases metálicos de diverso tamaño. V.: por volumen.

► **tejas**: Composición y fabricación similar al ladrillo. De formas y tamaños diversos. Tipos más comunes: árabe, flamenca, portuguesa, plana (francesa o de Marsella). F.C.: color natural y esmaltado o vitrificadas. V.: por pieza o superficie. Se fabrican piezas especiales de unión y terminación.

► **terciado**: Chapas de madera unidas con resinas sintéticas. Las chapas de 1 mm de espesor cada una se colocan con las fibras encontradas y se unen por presión, generalmente en número impar. Se usan distintas maderas. La chapa de mejor calidad, algunas veces una sola; se coloca al exterior y es la que queda a la vista cuando se usa. F.C.: común de 1,60 x 2,10 m de 3 y 4 mm de espesor. V.: por chapa.

► **"termoteja"**: Fabricadas con poliestireno expandido, se colocan junto con la teja por traba y apoyo. Son aislantes térmicos e impiden la filtración de humedad y agua cuando se rompen las tejas. Se pueden colocar sobre techos de madera o losas. Sustituyen al fieltro asfáltico tradicional. Se fabrican con espesores de 20 y 45 mm, 40 cm de largo y 23 cm de ancho.

► **trama elástica**: Compuesta por fibras sintéticas enruladas distribuidas desigualmente, unidas entre sí por un aglomerado polimérico, para formar sobre el techo membranas continuas, elásticas y flexibles que acompañen las dilataciones y contracciones del material

sobre el que se asientan. Se puede utilizar con todos los techados plásticos. F.C: rollos de 20 m de largo, 0,95 m de ancho y espesor aproximado de 2 mm. V.: por rollo.

► **travertino:** Toba caliza (carbonato de calcio), se usa para revestimiento y para la fabricación de cal. Se encuentra en forma natural y se puede tallar, torneear y pulir. P.E: 1,8 a 2,8. F.C: en planchas de distinto espesor. V.: por superficie.

► **velo de fibra sintética:** Se fabrica en forma de velo calandrado, compuesto por fibras sintéticas delgadas, unidas entre sí con aglomerante polimérico, con la misma elasticidad en todas las direcciones. Se usa como membrana para elaborar techados planos, asfálticos y elastoméricos. F.C.: embalajes en cajas con rollos de 100 m de largo, 0.90 m de ancho y 0.3 mm de espesor, V.: por rollo.

► **vermiculita:** Se obtiene por calcinación de la mica. Es muy aislante del calor y sonido y absorbe olores y grasas. Con ella se pueden hacer morteros resistentes a altas temperaturas. F.C.: a granel. V.: por volumen.

► **vidrio:** Disolución sólida de silicatos de sodio, calcio, plomo, etc. Obtenidos por fusión a alta temperatura (sílice: 75%, soda: 13%, cal: 10% y otros metales). Se obtienen: 1) vidrio hueco soplado (botellas); 2) vidrio plano soplado: a partir del anterior, se secciona el cilindro y se aplana sobre una plataforma fija; 3) vidrio plano estirado: se estira hacia arriba la lámina entre dos cilindros; 4) vidrio plano colado: la masa fundida se lamina entre dos cilindros o entre un cilindro y una mesa y se obtienen lisos o grabados; 5) luna: son laminados, esmerilados y pulidos; planas o curvas; 6) vidrio prensado: prensando la pasta, no se pueden cortar con el diamante, se fabrican a medida; 7) lana de vidrio: se obtiene mediante aire comprimido que actúan sobre el vidrio fundido. Los espejos se obtienen cubriendo una cara de vidrio con una película de nitrato de plata, protegida con goma laca. Los colores se obtienen añadiendo óxidos, sulfuros y ciertos metales. Variedades. F.C.: vidrios planos sencillo, doble, cristalina, luna, impresos, vitrales, vitraux, armado, baldosas simples y dobles, vidrios de seguridad, tejas, fibra y lana de vidrio. V.: por superficie y piezas.

► **vidrio gris:** Opaco a la radiación infrarroja, deja pasar entre el 28 y 60% de la luz, según el espesor; en lugar del 87% de los vidrios comunes. Rechaza entre el 40 y 55% del calor solar. Se usa especialmente para grandes aventanamientos. Se fabrica en espesores de 4,2, 5,0, 6,0 y 9,6 mm.

► **viguetas prefabricadas:** Constituidas por elementos cerámicos que alojan las barras de acero común o torsionado. Se ejecutan en obra o en obrador según datos del cálculo.

► **viguetas pretensadas:** De hormigón supervibrado de alta resistencia a la compresión y trenzas de acero especial para pretensado; hormigón de 500 kg de cemento por m³ y

alambre de acero de 4 mm² de sección en trenzas bifilares y trifilares. F.C.: viguetas de distintos largo y armaduras. V.: por longitud.

► **yeso:** (sal de roca). Sulfato de calcio cristalizado con dos moléculas de agua. Se encuentra en forma natural, con distintas estructuras. El yeso cocido es el más empleado. Variedades: yeso blanco y negro. P.E.: 2,6. F.C.: a granel o en bolsas de 50 kg. V.: por peso.

Dureza de los materiales

La dureza del material se define como la "resistencia que oponen los cuerpos a dejarse penetrar o rayar por otros".

En la Escala de Mohs se establece un orden en el cual cada uno raya al anterior y es rayado por el siguiente.

1. Talco
2. Yeso (sal de roca)
3. Calcita (espato de Islandia)
4. Fluorita (espato flúor)
5. Apatita (fosfato de cal Impuro)
6. Feldespato
7. Cuarzo
8. Topacio
9. Corindón
10. Diamante

Pesos y medidas inglesas y otros datos

Longitud

- 1 pulgada = 25,4 milímetros
- 1 pie = 30,48 centímetros
- 1 yarda = 0,914 metros
- 1 braza = 1,828 metros
- 1 milla = 1,609 metros
- 1 milla náutica (U.K.) = 1.853 metros

Peso (masa)

- 1 grano (grain) = 64,798 miligramos
- 1 onza troy = 31,103 gramos
- 1 tonelada corta (shorton) = 0,907 toneladas métricas
- 1 tonelada larga (long ton) = 1.016,05 toneladas métricas

Área (superficie)

- 1 pulgada cuadrada = 645,16 milímetros cuadrados
- 1 pie cuadrado = 929,03 centímetros cuadrados
- 1 yarda cuadrada = 0,836 metros cuadrados
- 1 acre = 4.046,86 metros cuadrados
- 1 acre = 0,4046 hectáreas
- 1 milla cuadrada = 258,99 hectáreas
- 1 milla cuadrada = 2,58 kilómetros cuadrados

Volumen (capacidad)

- 1 pulgada cúbica = 16,387 centímetros cúbicos
- 1 pinta (U.K.) = 0,568 litros
- 1 galón (U.K.) = 4,54 litros
- 1 galón (USA.) = 3,78 litros
- 1 pie cúbico = 28,31 litros
- 1 bushel (U.K.) = 0,36 hectolitros
- 1 bulk barrel (U.K.) = 0,163 metros cúbicos

Náuticas

- 6 pies = 1 braza
- 100 brazas = 1 cable
- 6.080 pies = 1 milla náutica
- 1 nudo = 1 milla náutica/hora
- 1 pie = 12 pulgadas

Petróleo crudo

- 1 barril = 42 galones (USA)
- 1 barril = 39,47 galones (U.K.)
- 1 barril = 0,159 metros cúbicos
- 1 barril = 0,136 toneladas (aprox.)
- 1 barril/día = 50 toneladas/año (aprox.)

Energía

- 1.000 BTU (British Therman Unit) = 0,293 kw/h
- 100.000 BTU = 1 Termia
- 1 H.P. (U.K.) = 0,745 kwatios

Velocidad y consumo de combustible

- 1 milla/hora = 1.609 kilómetros hora
- 1 milla/hora = 0,868 nudos
- 1 milla/galón (U.K.) = 0,354 kilómetros/litro
- 1 milla/galón (USA.) = 0,425 kilómetros/litro

Temperatura

Grados Fahrenheit: °F Grados Centígrados: °C

Transformación:

$$\frac{5}{9} \times (°F - 32) = °C \qquad \frac{9}{5} \times °C + 32 = °F$$

-40 °F igual	a	-40 °C
32 °F igual	a	0 °C
59 °F igual	a	15 °C
37 °F igual	a	98,6 °C
50 °F igual	a	122 °C
100 °F igual	a	212 °C

Materiales preciosos

24 quilates equivalen al oro puro.

1 quilate métrico = 200 miligramos.

1 onza/troy (fina) = 480 gramos.

1 onza troy = 155,52 quilates métricos.

Aleaciones

ACERO ALEADO: Es acero que contiene por lo menos,
en peso = 0,3% de cromo o níquel.

o bien = 0,5% de silicio.

o bien = 0,08% de molibdeno.

o bien = 0,1% de wolframio o vanadio.

o bien = 1,6% de manganeso.

ACERO INOXIDABLE: Acero aleado que contiene, en peso 11,5% o más de cromo con o sin otros metales y menos de 1,1 % de carbono.

BRONCE: 88% cobre, 10% estaño, 2% zinc.

LATÓN: 70% cobre, 30% zinc.

Medidas de papel

Medida	Milímetros	Pulgadas
A0	841 X 1.189	33,11 X 46,81
A1	594 x 814	23,39 x 33,11
A2	420 x 594	16,54 x 23,39
A3	297 x 420	11,69 x 16,54
A4	210 x 297	8,27 x 11,69
A5	148 x 210	5,83 x 8,27
A6	105 x 148	4,13 x 5,83
A7	74 x 105	2,91 x 4,13
A8	52 x 74	2,05 x 2,91

A9	37 x 52	1,46 x 2,05
A10	26 x 37	1,20 x 1,46

El A 0 tiene un metro cuadrado de superficie.

Tabla de conversión

para convertir	en	multiplicar
LONGITUD		
-pulgada	milímetro	25,400
-milímetro	pulgada	0,039370
-pies	metro	0,30480
-metro	pies	3,28084
SUPERFICIE		
-pulgada ²	milímetro ²	645,160
-milímetro ²	pulgada ²	0,001550
-pies ²	metro ²	0,09290304
-metro ²	pies ²	10,763810
PESO (FUERZA)		
-libra (av)	kilogramo	0,45359237
-kilogramo	libra (av)	2.2046225
-tonelada (sh)	tonelada (met)	0.9071847
-tonelada (met)	tonelada (sh)	1,102311
-tonelada (lg)	tonelada (met)	1,016047
-tonelada (met)	tonelada (lg)	0,984206
-newton	kilogramo	0,1019716
-kilogramo	newton	9,80665
PESO (LONGITUD)		
-libra/pie	kg/metro	1.4881641
-kg/metro	libra/pie	0,6719703
PESO/ÁREA		
PRESIÓN - TENSIÓN		
-libra/pulgada ²	kg/mm ²	0,0007030696
-kg/mm ²	libra/pulg ²	1422,3343
-Mega-pascal	kg/mm ²	0,1019716

PESO/VOLUMEN

PESO ESPECIFICO

libra/pulg ³	gramo/cm ³	27,6799
gramo/cm ³	libra/pulg ³	0,036127

TEMPERATURA

-°Centígrado	°Fahrenheit	9/5
-°Fahrenheit	°Centígrado	5/9
-Temp. °F	Temp. °C	5/9 (°F -32)
-Temp. °C	Temp. °F	1,8 (°C + 32)

NOTAS

(av)	avoir dupois
(sh)	short = 2000 libras
(lg)	long. = 2240 libras
(met)	métrica

ACERO PARA LA CONSTRUCCIÓN - Formas comerciales (ACINDAR - Industria Argentina de Acero S. A.)

ACEROS PARA HORMIGÓN ARMADO

Diámetro Nominal	Perímetro Nominal	Peso Nominal	Peso por barra 12m	Número de barras									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MM	CM	KG/M	KG	secciones nominales (cm²)									
4.2	1,32	0,11	1,3	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	0,12	1,26	1,40
6	1,89	0,22	2,6	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	2,51	0,40	4,8	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52	5,03
10	3,14	0,62	7,4	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	3,77	0,89	10,7	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
16	5,03	1,58	18,9	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	6,28	2,47	29,6	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,27	31,42
25	7,85	3,85	46,2	4,91	9,82	14,73	19,64	24,55	29,46	34,37	39,28	44,19	49,10
32	10,05	6,31	75,7	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38	80,42
40	12,57	9,86	118,0	12,57	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,86	100,53	113,10	125,66

PERFIL T (en pulgadas)

Descripción	Altura sección	Alas		Mod. Resit.		Peso Nominal
		ANC.	ESP.	WX	WY	
	mm	mm	mm	cm²	cm²	kg/m
T 3/4 x 3/4 x 1/8	19	19	3.2	0.25	0.19	0.89
T 7/8 x 7/8 x 1/8	22	22	3.2	0.34	0.25	1.04
T 1 x 1 x 1/8	25	25	3.2	0.44	0.32	1.19
T 1 x 1 x 3/16	25	25	4.8	0.65	0.49	1.74
T 1 1/8 x 1 1/8 x 1/8	29	29	3.2	0.59	0.43	1.39
T 1 1/4 x 1 1/4 x 1/8	32	32	3.2	0.72	0.52	1.54
T 1 1/4 x 1 1/4 x 3/16	32	32	4.8	1.08	0.78	2.27
T 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	38	38	3.2	1.01	0.72	1.84
T 1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	38	38	4.8	1.54	1.10	2.72
T 1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	38	38	6.4	2.02	1.50	3.57

PERFIL DOBLE T

Descripción	Altura sección	Alas		Espesor Alma	Mod. Resist.		Peso Nominal
		Ancho	Espes.		WX	Wy	
	mm	mm	mm	mm	cm²	cm²	kg/m
IPN 80	80	42	5.9	3.9	19.5	3.00	5.9
IPN 100	100	50	6.8	4.5	34.2	4.88	8.3
IPN 120	120	58	7.7	5.1	54.7	7.41	11.2
IPN 140	140	66	8.6	5.7	81.9	10.70	14.3
IPN 160	160	74	9.5	6.3	117.0	14.80	17.9

PESO DE BARRAS REDONDAS, CUADRADAS Y EXAGONALES – kg/m

espesor				
pulg	mm			
1/8	3,17	0,062	0,079	0,068
1/4	6,35	0,248	0,316	0,274
	7	0,302	0,384	0,333
	8	0,394	0,502	0,435
	9	0,499	0,635	0,550
3/8	9,52	0,558	0,711	0,615
	10	0,616	0,784	0,679
	11	0,745	0,949	0,822
	12	0,887	1,129	0,978
1/2	12,70	0,993	1,265	1,095
	14	1,207	1,537	1,331
	15	1,385	1,764	1,528
5/8	15,87	1,551	1,975	1,710
	16	1,576	2,007	1,738
	18	1,995	2,540	2,200
3/4	19,05	2,235	2,845	2,464
	20	2,463	3,136	2,716
	22	2,980	3,795	3,286
7/8	22,22	3,040	3,871	3,352
	24	3,547	4,516	3,911
	25	3,848	4,900	4,244
1	25,4	3 973	5 058	4,380
1 1/8	28,57	5 026	6,399	5,542
	30	5,542	7,056	6,111
1 1/4	31,75	6,207	7,903	6,844
	32	6,305	8,028	6,953
	34	7,118	9,063	7,849
1 3/8	34,92	7,509	9,560	8,279
	35	7,543	9,604	8,317
	36	7,980	10,161	8,799
	38	8,891	11,321	9,804
1 1/2	38,1	8,938	11,381	9,856
	40	9,852	12,544	10,863
1 5/8	41,27	10,488	13,353	11,564
	42	10,862	13,830	11,977
	44	11,921	15,178	13,145
1 3/4	44,45	12,166	15,490	13,415
	46	13,029	16,589	14,367
1 7/8	47,62	13,963	17,778	15,387
	48	14,187	18,063	15,643
	50	15,394	19,600	16,974
2	50,8	15,890	20,232	17,522

PESO NOMINAL DE PLANCHUELAS (kg/m)

espesor		ancho																		
		1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/2	5
pulg	mm	12,7	15,9	19,0	22,2	25,4	31,8	38,1	44,5	50,8	57,2	63,5	59,9	76,2	82,5	88,9	95,2	101,6	114,3	127,0
1/8	3,17	0,316	0,395	0,474	0,553	0,632	0,790	0,948	1,106	1,264										
3/16	4,76	0,474	0,594	0,712	0,830	0,949	1,186	1,424	1,659	1,898	2,137	2,372	2,612							
1/4	6,35	0,633	0,792	0,947	1,106	1,266	1,583	1,899	2,216	2,532	2,849	3,165	3,482							
5/16	7,94	0,791	0,991	1,187	1,383	1,583	1,976	2,374	2,767	3,166	3,565	3,958	4,347	4,749						
3/8	9,52	0,949	1,188	1,424	1,659	1,898	2,373	2,847	3,322	3,796	4,271	4,745	5,220	5,695						
1/2	12,70		1,583	1,899	2,215	2,532	3,165	3,798	4,431	5,065	5,698	6,331	6,964	7,597	8,230					
5/8	15,87					3,164	3,955	4,746	5,538	6,329	7,120	7,911	8,702	9,493	10,284	11,075				
3/4	19,05					3,798	4,748	5,698	6,647	7,597	8,546	9,496	10,446	11,395	12,345	13,294	14,244			
7/8	22,22					4,430	5,538	6,646	7,753	8,861	9,969	11,076	12,184	13,291	14,399	15,507	16,614	17,722		
1	25,40								8,863	10,129	11,395	12,661	13,927	15,194	16,460	17,726	18,992	20,258	22,790	
1 1/8	28,57								9,969	11,393	12,817	14,241	15,666	17,090	18,514	19,938	21,362	22,786	25,635	28,482
1 1/4	31,75								11,079	12,661	14,244	15,827	17,409	18,992	20,575	22,157	23,740	25,323	28,488	31,653
1 3/8	34,92								12,185	13,925	15,566	17,407	19,147	20,888	22,629	24,369	26,110	27,851	31,332	34,813
1 1/2	38,10								13,294	15,194	17,093	18,992	20,891	22,790	24,689	26,589	28,488	30,387	34,185	37,984
1 5/8	41,27									15,458	18,515	20,572	22,629	24,686	26,744	28,801	30,858	32,915	37,030	41,144
1 3/4	44,45									17,726	19,941	22,157	24,373	26,589	28,804	31,020	33,236	35,452	39,833	44,314
1 7/8	47,62									18,990	21,364	23,737	26,111	28,485	30,859	33,232	35,606	37,980	42,727	47,475
2	50,80										22,790	25,323	27,855	30,387	32,919	35,452	37,984	40,515	45,581	50,645

FLEJES

Laminados en Caliente						
Anchos finales flejes		Espesores finales flejes		Diámetro Int.mm Flejes	Diámetro ext. para ancho mín. Flejes	Peso rollo kg
Max.	Mín.	Max.	Mín.			
170	110	5,0	2,2	510	1.328	927
170	116	5,0	1,6	510	1.328	927
170	128	5,0	1,6	510	1.308	1.040
190	170	6,0	1,6	510	1.306	1.376
219	203	6,0	1,6	510	1.300	1.678
256	244	6,0	1,6	510	1.310	1.996
276	274	6,0	1,8	510	1.310	2.229
286	276	3,5	1,8	510	1.310	2.229
298	296	6,0	3,3	510	1.311	2.437
308	306	3,3	1,9	510	1.311	2.437
329	326	6,0	3,0	510	1.312	2.669
366	326	3,0	2,1	510	1.312	2.669
354	350	6,0	3,7	510	1.267	2.670
394	394	6,0	3,7	510	1.216	2.689

CLAVOS

Punta Paris					
Medidas		Diámetro		Longitud	Unidades por kg aprox.
mm	pulg	mm	Calibre ASWG	mm	Nº
25,4	1	2,11	14	25,4	1.353
38,1	1 1/2	2,51	12 1/2	38,1	687
50,8	2	2,87	11 1/2	50,8	404
63,5	2 1/2	3,33	10 1/4	63,5	216
76,2	3	3,76	9	76,2	119
88,9	3 1/2	4,11	8	88,9	85
101,6	4	4,88	6	101,6	75
127,0	5	5,74	4	127,0	47
152,4	6	6,65	2	152,4	34
177,8	7	6,65	2	177,8	25
203,2	8	6,65	2	203,2	18

PARA TECHO CABEZA DE PLOMO

Tipo	Medida	
	d mm	l mm
Liviano	3,4	63,5
Liviano	3,4	76,2
Dentado	4,2	63,5
Dentado	4,2	76,2
Dentado	4,2	101,4

CLAVOS

Punta cajonero				
denominación	diámetro		longitud	cant. unid. x kg. aprox.
	mm	calibre J. de P.	mm	Nº
12/25	1,8	12	25	1.822
12/28	1,8	12	28	1.684
12/30	1,8	12	30	1.547
12/32	1,8	12	32	1.460
12/35	1,8	12	35	1.346
12/38	1,8	12	38	1.247
12/40	1,8	12	40	1.190
12/45	1,8	12	45	1.015
12/50	1,8	12	50	968
13/35	2,0	13	35	1.075
13/38	2,0	13	38	1.017
13/40	2,0	13	40	945
13/45	2,0	13	45	870
13/50	2,0	13	50	755
14/38	2,2	14	38	823
14/40	2,2	14	40	778
14/45	2,2	14	45	705
14/50	2,2	14	50	639
14/63	2,2	14	63	495

PERFIL T (en mm)

Descripción	Altura sección	Alas		Módulo Resistente		Peso Nominal
		ANC.	ESP.	WX	WY	
	mm	mm	mm	cm²	cm²	kg/m
T20X20	20	20	3,00	0,26	0,19	0,88
T25X25	25	25	3,50	0,48	0,34	1,29
T30X30	30	30	4,00	0,80	0,57	1,78
T35X35	35	35	4,50	1,19	0,87	2,33
T40X40	40	40	5,00	1,78	1,27	2,98
T45X45	45	45	5,50	2,46	1,75	3,68
T50X50	50	50	6,00	3,32	2,38	4,48
T70X70	70	70	8,00	8,69	6,20	8,37

ALAMBRE RECOCIDO COMERCIO (doble recocido)

Calibre ISWG (N°)	Diámetro (mm)	Sección (mm²)	Peso (kg/100m)	Longitud (m/100kg)
17	1,42	1,58	1,24	8047,23
14	2,03	3,23	2,54	3937,94

ÁNGULOS

Anchos		Espesores (pulg y mm)					
		1/8 3,18	3/16 4,76	1/4 6,25	5/16 7,94	3/8 8,52	1/2 12,70
mm	pulg.						
15,88	5/8	0,74					
19,05	3/4	0,89					
22,22	7/8	1,04					
25,40	1	1,19	1,72	2,20			
28,58	1 1/8	1,30					
31,75	1 1/4	1,55	2,25	2,91			
38,10	1 1/2	1,86	2,71	3,53			
44,55	1 3/4	2,22	3,25	4,24			
50,80	2	2,52	3,70	4,84	5,88	6,94	
57,15	2 1/4	2,84	4,17	5,46			
63,50	2 1/2		4,71	6,18	7,52	8,91	
76,20	3			7,40	9,02	10,71	13,97
88,90	3 1/2			8,72	10,65	12,67	16,58
101,60	4			10,05	12,28	14,63	19,19

PERFIL U

descripción		altura sección	alas		espesor alma	módulo resistente		peso nominal
			ancho	espesor		Wx	Wy	
actual	anterior	mm	mm	mm	mm	cm³	cm³	kg/m
UL60x30	PNU 6	60	30	6,0	6	10,50	2,16	5,07
UL65x42	PNU 6 1/2	65	40	7,5	5,5	17,70	5,07	7,09
UPN 80	PNU 80	80	45	8,0	6,0	26,5	6,36	8,64
UPN 100	PNU 100	100	50	8,5	6,0	41,2	8,49	10,60
UPN 120	PNU 120	120	55	9,0	6,0	60,7	11,10	13,40
UPN 140	PNU 140	140	60	10,0	7,0	86,4	14,80	16,00
UPN 160	PNU 160	160	65	10,5	7,5	116,0	18,30	18,80

Conductividad térmica de materiales usados en la construcción

▸ espuma rígida de poliuretano.....	0.014 a 0.021
▸ corcho expandido, aglomerado.....	0.020 a 0.035
▸ poliuretano expandido.....	0.021 a 0.052
▸ poliuretano expandido (densidad 20/kg./m ³).....	0.030
▸ amianto granulado y corcho granulado.....	0.030 a 0.044
▸ "aliarita".....	0.031
▸ lana mineral seca.....	0.032
▸ corcho seco.....	0.032
▸ arena seca.....	0.033
▸ amianto en planchas y corcho en planchas.....	0.033 a 0.076
▸ fibra de vidrio aglom. con resina y fieltro.....	0.034
▸ yeso en placas y poliestireno en planchas.....	0.035
▸ corcho expandido.....	0.035
▸ lana de vidrio.....	0.035 a 0.040
▸ lana mineral.....	0.040
▸ vermiculita.....	0.040 a 0.060
▸ "eucatex" aislante y poliestireno expandido en copos.....	0.043
▸ "eucatex" acústico.....	0.045
▸ corcho natural.....	0.045
▸ fibras de vidrio en planchas.....	0.045 a 0.069
▸ perlita.....	0.046
▸ tableros de fibras aglomerados.....	0.047
▸ tableros aglomerados.....	0.052 a 0.150
▸ espuma de vidrio.....	0.050
▸ madera.....	0.055 a 0.180
▸ "linex".....	0.061
▸ lana de amianto.....	0.063 a 0.230
▸ vermiculita suelta.....	0.068
▸ "tablex".....	0.070
▸ "chapadur".....	0.075
▸ perlita aglomerada con cemento.....	0.080 a 0.120
▸ materiales granulares (gran. volcánico).....	0.090 a 0.180
▸ vermiculita aglomerada con cemento.....	0.095 a 0.210
▸ fieltro bituminoso.....	0.100
▸ morteros y hormigones con agregados livianos.....	0.100 a 0.670
▸ perlita con yeso (revoque).....	0.120
▸ hormigón poroso.....	0.120 a 0.500
▸ placas de lana de madera.....	0.120
▸ arcilla expandida (a granel).....	0.125 a 0.150
▸ bitumen asfáltico.....	0.150

▸ fibrocemento en placas.....	0.150 a 0.870
▸ toba volcánica.....	0.170 a 0.380
▸ vermiculita en planchas.....	0.180
▸ panel de yeso.....	0.240
▸ bloques de hormigón (mampostería).....	0.260 a 0.680
▸ yeso en planchas.....	0.270 a 0.440
▸ terreno natural.....	0.280 a 2.800
▸ ladrillos huecos (mampostería).....	0.290 a 0.520
▸ fibrocemento.....	0.300
▸ yeso (enduido).....	0.340 a 0.550
▸ hormigón de "leka".....	0.360
▸ "durlock".....	0.380
▸ mortero de cemento.....	0.520
▸ ladrillo hueco.....	0.550
▸ cerámico (baldosas, tejas).....	0.600
▸ hormigón con agregados pétreos.....	0.610 a 1.500
▸ vidrio.....	0.700
▸ ladrillo común (mampostería).....	0.700 a 0.900
▸ barro (tierra con agua).....	0.780
▸ "blindex".....	0.800
▸ mortero de cemento.....	1.200
▸ hormigón armado.....	1.800
▸ vidrio gris.....	4.810

Los valores corresponden al coeficiente λ , expresado en:

kcal / h m °C = W / m °C; (1 kcl / h = 0.86 W) en donde:

kcal: kilocalorías

h: hora (tiempo)

m: metro (espesor)

°C: diferencia de temperatura en grado centígrados

W: watt

Otros valores pueden obtenerse en la Norma IRAM N° 1160/74:

"Acondicionamiento térmico de los edificios".

Escala de Beaufort

(Capítulo 2, "Condicionantes climáticos del diseño arquitectónico")

Es la que adopta el Servicio Meteorológico Nacional para denominar los vientos, de acuerdo a la velocidad, dato de importancia cuando deben decidirse algunas características de los edificios.

VELOCIDAD

escala	denominación	km/h	nudos
0	calma	0-1	0-1
1	ventolina	1-5	1-3
2	suave	6-11	4-6
3	leve	12-19	7-10
4	moderado	20-28	11-16
5	regular	29-38	17-21
6	fuerte	39-49	22-27
7	muy fuerte	50-61	28-33
8	temporal	62-74	34-40
9	temporal fuerte	75-88	41-47
10	temporal muy fuerte	89-102	48-55
11	tempestad	103-117	56-63
12	huracán	118-133	64-74

(1 nudo = 1 milla náutica/h = 1.853 m/h)

Sensación térmica

La sensación térmica es la temperatura que realmente se siente en la piel cuando es enfriada por el viento. La "sensación de frío" depende de cada individuo y depende de la edad, estado de salud, tipo de alimentación, vestimenta, etc.

El dato es importante cuando se desarrollan actividades al aire libre para determinar el tipo de abrigo necesario.

TABLA PARA CALCULAR LA SENSACIÓN TÉRMICA

		Temperatura del aire en grados centígrados (°C)																
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6
Velocidad del viento en km/hora	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6
	8	8	7	6	4	3	2	1	0	-1	-2	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
	16	5	4	3	2	0	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13
	24	3	2	1	-1	-3	-5	-6	-7	-8	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17
	32	0	-1	-2	-3	-5	-7	-8	-9	-10	-11	-13	-14	-16	-18	-20	-21	-22
	40	-1	-2	-4	-6	-7	-8	-9	-11	-12	-13	-15	-17	-19	-21	-22	-22	-23
	48	-2	-3	-5	-7	-8	-9	-11	-12	-14	-15	-16	-19	-21	-22	-23	-25	-26
	56	-3	-4	-6	-7	-9	-10	-12	-13	-15	-17	-19	-21	-22	-23	-25	-26	-27
	64	-3	-4	-7	-8	-9	-10	-13	-14	-16	-18	-20	-22	-23	-24	-26	-27	-28

(elaboración según tabla del Servicio Meteorológico Nacional)

Sonidos y ruidos

El **sonido** es la sensación de las ondas de presiones variables que emanan de una fuente de vibraciones; que transformadas en el oído en impulsos nerviosos se interpretan en el cerebro.

Las personas jóvenes son capaces de detectar frecuencias de vibraciones entre 20 y 20.000 ciclos por segundo (Hz), pero para los oídos de las personas de mediana edad los límites máximos

de captación descienden de 12.000 a 16.000 ciclos por segundo. Para medir los sonidos se emplea una escala logarítmica de decibelios (db), en donde un aumento de 6 de ellos representa una duplicación de la presión del sonido.

El **ruido** es un sonido no deseado. Puede provenir tanto de la voz humana o la música como de las fuerzas naturales, motores, engranajes, ruedas metálicas en la calzada, explosiones, etc. Las posibilidades son muy diversas y se presentan con mayor frecuencia en las grandes ciudades.

La escala siguiente indica como se ve afectado el oído humano por sonidos de distintas presiones:

sonido o ruido	decibeles	váticos/cm ²
límite de escucha	0	10-16
hojas crujientes	10	10-15
ruido ambiente rural	20	10-14
dormitorio tranquilo	30	10-13
sala de estar tranquila	40	10-12
oficina corriente	50	10-11
conversación de frente a frente	60	10-10
interior de un automóvil	70	10-9
grito a corta distancia	80	10-8
calle con tránsito	90	10-7
sierra eléctrica	100	10-6
orquesta sinfónica	110	10-5
tren elevado cercano	120	10-4
comienzo del dolor	130	10-3
avión a reacción a corta distancia	140	10-2

Asoleamiento

(Capítulo 2, "Condicionantes climáticos del diseño arquitectónico")

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE AZIMUT Y ALTURA SOLAR (1° MÉTODO GRÁFICO)

Aplicaremos el método de L. Mattioni en el siguiente ejemplo:

El lugar elegido es la **ciudad de Neuquén**, con latitud $\phi = 38^\circ 58'$ sur, media entre los extremos norte ($21^\circ 46'$ S, en Jujuy) y Sur ($55^\circ 56'$ S, en Cabo de Hornos) del país.

El día elegido corresponde al solsticio de invierno (21 de junio, con declinación $\delta = +23^\circ 27'$).

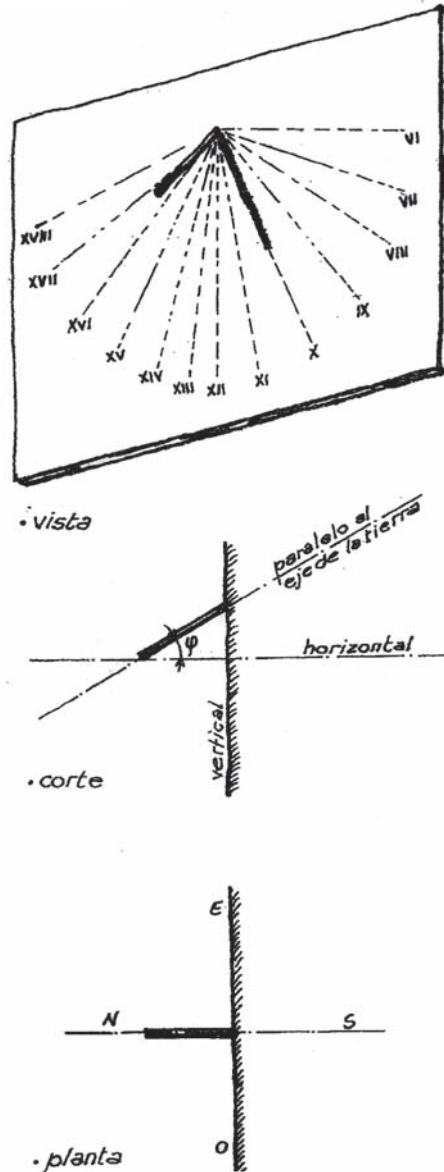
Para obtener los valores de azimut a y altura solar h nos valemos de dos secciones del mundo; normales entre sí: la meridiana y la horizontal.

La sección **meridiana**, que contiene la dirección N-S, pasa por los polos celeste N_c y S_c y contiene el eje del mundo y la vertical del lugar (cénit arriba y nadir abajo). Esta sección forma un plano perpendicular al plano horizontal (tangente a la tierra en el punto considerado).

La sección **horizontal**, que coincide con el plano del horizonte; contiene las direcciones N-S y E-O.

A partir de este momento trabajamos simultáneamente con las dos secciones, representadas por los dos círculos, con centro en el observador P. (Recordemos que la tierra es un punto).

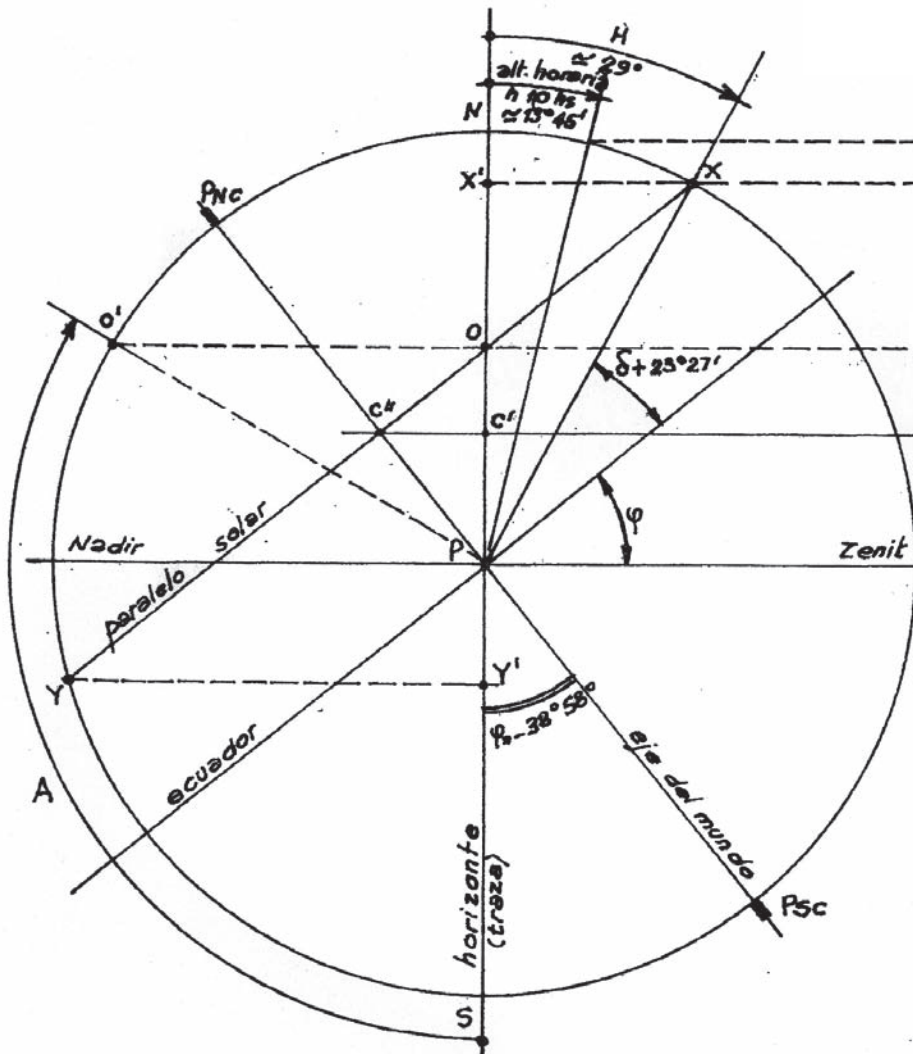
• Reloj de Sol



El diámetro es a elección. En la sección meridiana, a partir del horizonte (traza del plano horizontal) trazamos el eje del mundo, que forma con él un ángulo igual a la latitud del lugar: $39^{\circ} 00'$. Normal al eje del mundo trazamos el ecuador (traza del plano del ecuador).

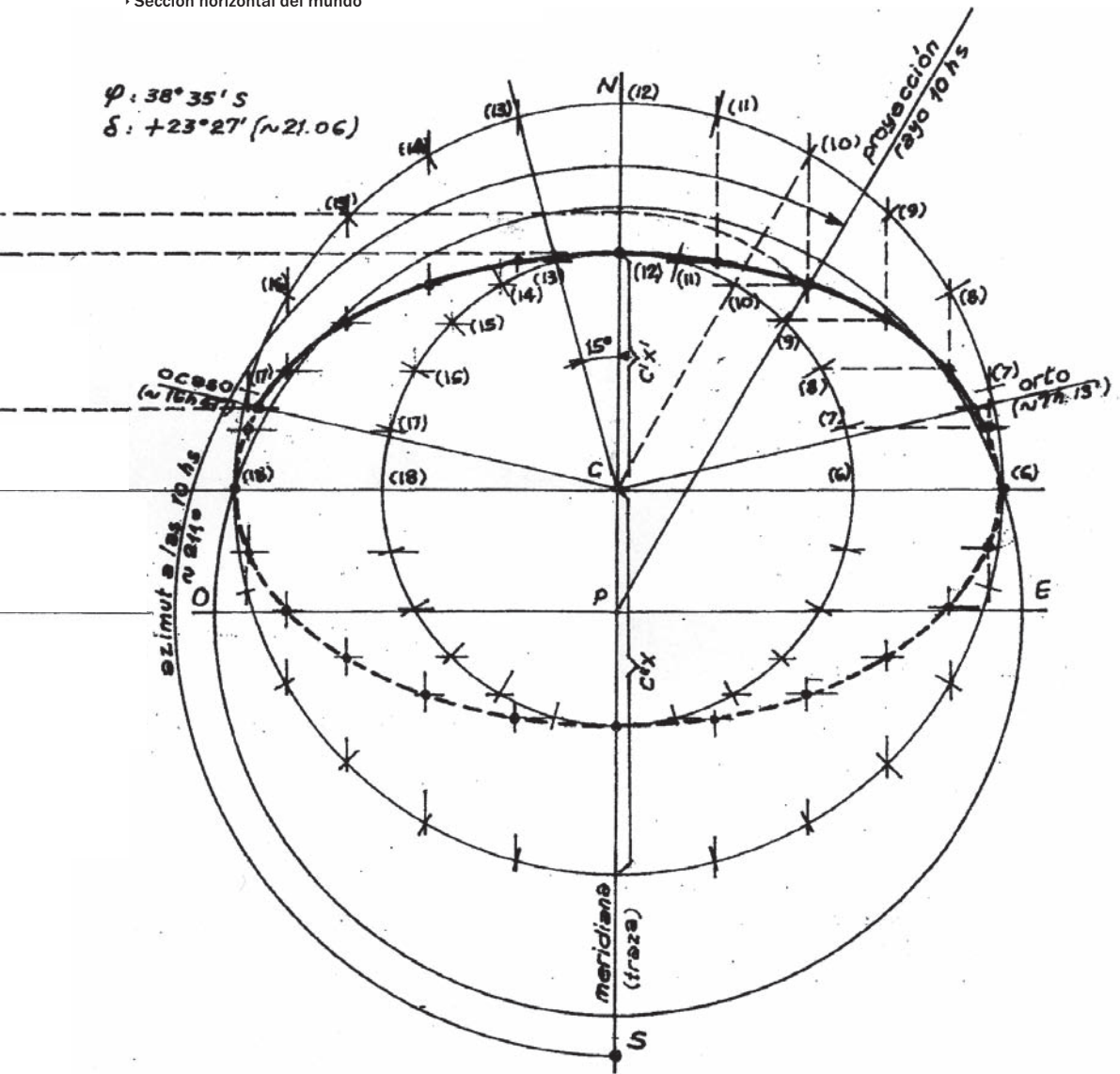
Como la declinación δ de $+23^{\circ} 27'$ corresponde al comienzo del invierno en el hemisferio sur, el sol está "sobre" el ecuador, más cerca del polo norte. Tomando la declinación a partir del ecuador determinados sobre la esfera celeste el punto X, que corresponde a la posición del sol a las 12 horas verdaderas del día considerado.

▸ Sección meridiana del mundo



La altura solar H de esa hora resulta: $H = 90^\circ - (\varphi + \delta) = 90^\circ - (39^\circ 00' + 23^\circ 27') = 23^\circ 33'$. Como el sol está en el meridiano del lugar el azimut es 180° . Si el sol está a las 12 horas en el punto X el paralelo solar que recorrerá ese día (paralelo al ecuador) tiene un radio igual a $C''X$. La proyección de la circunferencia que recorre el sol sobre el plano del horizonte es una elipse, que podemos construir a partir de dos circunferencias con diámetros iguales a: $X'Y'$, proyección del diámetro verdadero XY sobre el plano de horizonte y el propio diámetro verdadero XY .

• Sección horizontal del mundo



El centro de las dos circunferencias es C, proyección del centro del paralelo solar C" sobre el plano del horizonte.

Para construir la elipse recurrimos a un procedimiento gráfico: dividimos la circunferencia en 24 arcos iguales de 15° ($360^{\circ}/24$) que corresponden cada uno al recorrido del sol en la hora considerada. La hora 12 corresponde a la dirección N-S, cuando el sol se encuentra sobre el meridiano del lugar, por definición.

Los puntos O de orto (salida del sol) y ocaso (puesta del sol) corresponden como es lógico, al punto de tangencia entre la sección horizontal del mundo y la elipse proyección del paralelo solar de ese día. Estos puntos son simétricos con respecto a la dirección N-S. La parte de la elipse por debajo del horizonte corresponde a las horas de la noche.

En este momento estamos en condiciones de determinar el azimut a y la altura solar h para cualquier momento del día; la hora de salida y puesta del sol y en consecuencia la duración del día.

El azimut de la proyección de los rayos lo medimos en el plano horizonte. Por abatimiento, en la sección meridiana determinamos la altura solar. En la figura se indica el procedimiento para la hora 10.

DETERMINACIÓN DE AZIMUT Y ALTURA SOLAR (2° MÉTODO GRÁFICO)

Elegimos, como ejemplo, un lugar ubicado a la latitud $31^{\circ} 30' S$ (San Juan $31^{\circ} 30'$; Córdoba $31^{\circ} 24'$; Santa Fe $31^{\circ} 39'$; Paraná $31^{\circ} 44'$), para el solsticio de verano, cuando el sol alcanza la declinación sur máximo: $+23^{\circ} 27'$. En detalle para las 10 hs.

El proceso es el siguiente:

En la sección meridiana del lugar trazamos el horizonte.

Por el observador P trazamos el eje del mundo; que intercepta a la bóveda celeste en el Ps celeste, tomando la latitud $\varphi = 31^{\circ} 30' S$ a partir del horizonte. El ecuador celeste es normal al eje del mundo y pasa por el observador P. Hacia el Ps celeste, a partir del ecuador trazamos el paralelo solar correspondiente al día elegido, con declinación $\delta = +23^{\circ} 27'$.

Sobre el abatimiento del paralelo solar sobre la sección meridiana, indicamos los valores que correspondan en a las 12 horas diurnas. Cada hora corresponde a 15° del círculo y la hora corresponde al paso del sol por el meridiano.

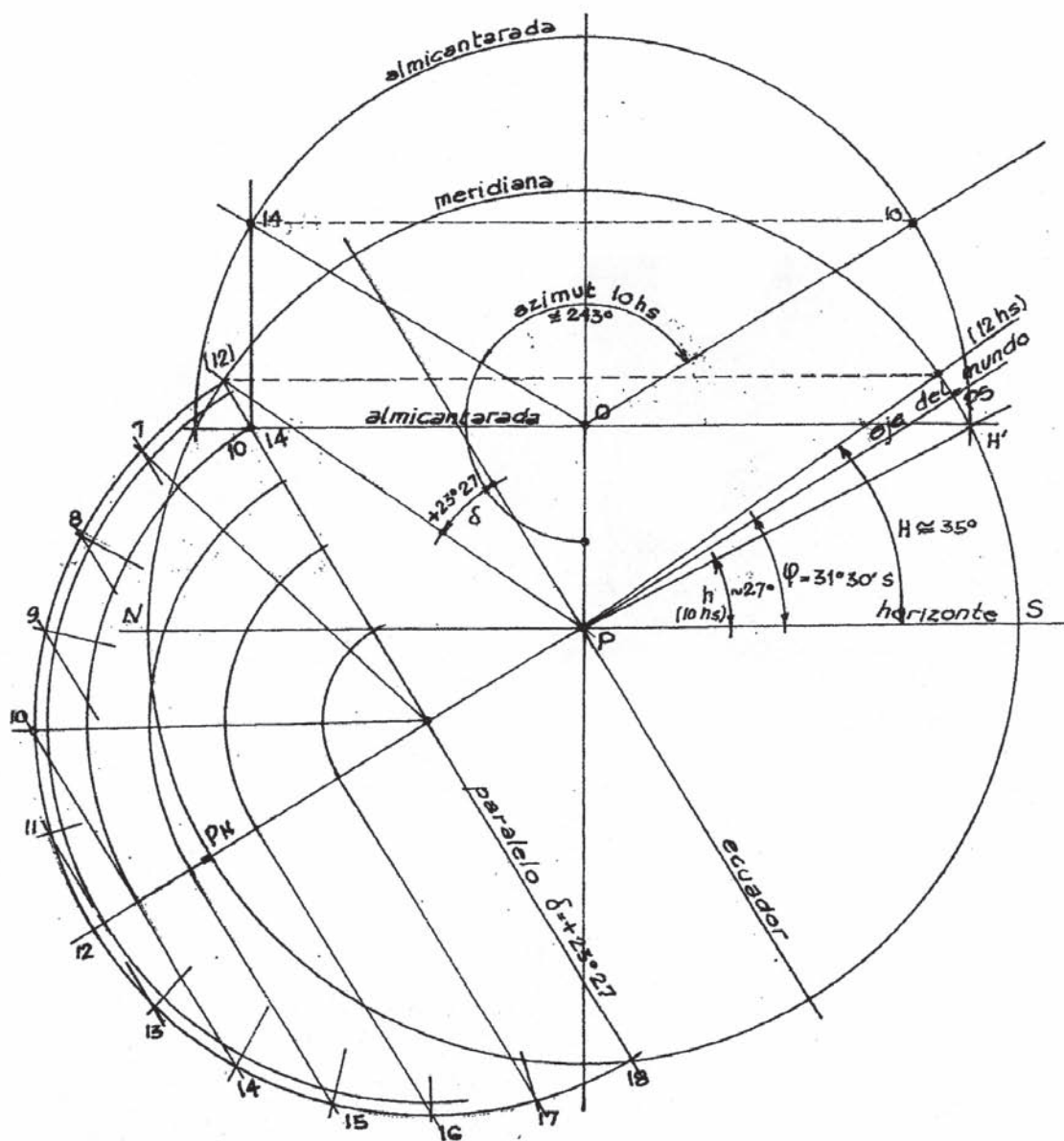
Llevamos al paralelo solar los puntos que corresponden a la posición del sol, para cada una de las horas del día (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17). En este momento estamos en condiciones de determinar azimut y altura solar del sol a la hora que nos interese. En nuestro caso para las 10 horas (simétrica de las 14).

Para ello es necesario dibujar, en la sección meridiana la traza del plano **almicantarada** (paralelo al horizonte que pasa por el sol, a esa hora). Por donde la traza de este plano intersecciona al círculo meridiano (H') pasa la recta que nos determina la altura solar $h = 27^{\circ}$, para las 10 hs.

El azimut, que se mide sobre el plano del horizonte; podemos medirlo también sobre el plano almicantarada abatido sobre el plano meridiano.

Como el sol está en el plano almicantarada y en el paralelo solar, el punto 10" corresponde a la posición del sol a las 10 horas y la recta O 10" es la proyección del rayo solar que pasa por el observador P; sobre el plano de almicantarada.

Como habíamos dicho, partiendo del sur y siguiendo el sentido SONE, medimos el azimut $a = 243^{\circ}$, para las 10 horas.



Rendimiento de morteros (capítulo 7 “Mampostería”)

El **rendimiento** de un mortero es la relación que existe entre el volumen aparente de los materiales o componentes sueltos de un mortero y el volumen aparente de los mismos ya empastados.

Recordemos que **volumen aparente y peso específico aparente** es el del material seco y suelto, el que se obtiene normalmente. Estos valores cambian según el grado de compactación, humedad, etc., de los materiales.

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES

1 m ³ cemento	1400kg
1 m ³ cal aérea en pasta	450 kg
1 m ³ cal aérea en polvo	560 kg
1 m ³ cal hidráulica en pasta	590 kg
1 m ³ cal hidráulica en polvo	620 kg

COEFICIENTES DE APORTE

Materiales	coef.	% vacíos
Cal en polvo	0.45	55
Cal en pasta	1.00	0
Cemento Portland	0.45	55
Cemento rápido	0.37	63
Yeso en polvo	0.35	65
Arena fina	0.50	50
Arena mediana	0.57	43
Arena gruesa	0.60	40
Polvo de ladrillo	0.56	44
Piedra partida	0.53	47
Cascote ladrillo	0.60	40

AUMENTOS DE VOLUMEN DE ARENA HÚMEDA

% Hm	% de Volumen
0	0
1	7.5
2	15
3	23
4	29
6	28.5
8	27
Saturación	0

AGLOMERANTES

Clasificación	Índice de hidráulicidad	Tiempo de frague	Medio
Cal, grasa y magra	0.00 a 0.10	Variable	Aire
Cal débilmente hidráulica	0.10 a 0.16	16 a 30 días	Agua
Cal medianamente hidráulica	0.16 a 0.31	10 a 15 días	Agua
Cal propiamente hidráulica	0.31 a 0.42	5 a 9 días	Agua
Cal eminentemente hidráulica	0.42 a 0.50	2 a 4 días	Agua
Cemento lento	0.50 a 0.65	1 a 12 días	Agua
Cemento rápido	0.65 a 1.20	5 a 10 días	Agua
Cemento magro	1.20 a 3.00	Fraguan unidos a la cal	
Puzolánidos	3.00		

Volumen real y peso específico real es el del material compacto sin huecos, valor teórico obtenible en laboratorios.

Las mezclas tienen un volumen menor que el que ocupan los materiales sueltos, ya que los espacios vacíos de un agregado grueso son llenados por el agregado fino, y los de éstos por el aglomerante.

PESOS ESPECÍFICOS DE MORTEROS

Morteros de	Unidad	P. Esp.
Cal y arena fresco	kg/m ³	1.800
Cal y arena fraguado	kg/m ³	1.650
Cemento y arena fraguado	kg/m ³	2.100
Cemento y agua fraguado	kg/m ³	2.200
Cemento, cal y arena fraguado	kg/m ³	1.700 - 1.900
Cal, arena y polvo de ladrillo	kg/m ³	1.600
Yeso y agua	kg/m ³	1.000

PESOS REALES Y APARENTES DE LOS MORTEROS

Material	Peso esp. real t/m ³	Peso esp. aparente t/m ³
Cemento Portland	3 10	1 40
Cal de Córdoba (en pasta)	1.40	1 40
Cal de Azul (en polvo)	1.40	0.85 a 1.15
Cal hidráulica hidrat. (polvo)	1.90	0.59 a 0.63
Arena gruesa seca	2.60	1 65
Arena gruesa húmeda	2.60	1 45
Arena gruesa muy húmeda	2.60	2.00
Arena mediana seca	2.60	1 50
Arena mediana húmeda	2.60	1 32
Arena mediana muy húmeda	2.60	1.80
Arena fina seca	2.60	1 35
Arena fina húmeda	2.60	1 20
Arena fina muy húmeda	2.60	1.65

La relación entre el volumen real y el aparente de un material es el **coeficiente de aporte**. Es un valor que representa la incorporación de cada material al mortero, es el aporte de materia sólida y también la relación entre el peso aparente y el peso real, es un coeficiente de compactidad, y mediante su aplicación se calcula el rendimiento de un mortero. El producto del volumen aparente por el coeficiente de aporte es el volumen real.

Es importante el **porcentaje de humedad** en los materiales por la variaciones que se producen en su volumen, de ello depende el rendimiento de un mortero. Arena y polvo de ladrillo en estado saturado de humedad o en caso contrario completamente secos, ocupan menor volumen que en estado de humedad media, por lo tanto la cantidad de material que entra en un m³ de mortero depende del % de humedad de los mismos. Consecuentemente, la arena húmeda aumenta el volumen y disminuye su peso específico, de allí que la arena mojada sea más liviana que la seca. El polvo de ladrillos se encuentra normalmente dentro de los mismos límites que la arena. En calces y cementos la compactación hace que sea muy variable el volumen obtenido con un mismo peso.

PLANILLA DE ÍNDICES Y COEFICIENTES

N°	Clase de obra	Unf.	Tipo mezcla	Materiales			
				cemet. tn	cal tn	arena m³	
01	Relleno, nivelación y compactación	m³					
02	Excavación, cimientos y bases	m³					
03	Capa horizontal concreto e hidrófuga	m²	1	0,011		0,025	
04	Capa aisladora vertical con panderete de ladrillo	m²	3	0,0025	0,002	0,013	
05	Mampostería de bloques comunes	m²	2	0,016	0,006	0,065	
06	Mampostería de bloques tabiques	m²	2	0,002	0,0008	0,009	
07	Mampostería de ladrillo hueco de 0,20 m	m²	2	0,009	0,007	0,030	
08	Mampostería de ladrillo hueco de 0,10 m	m²	3	0,0035		0,009	
09	Mampostería de ladrillo común	m³	2	0,079	0,028	0,285	
10	Mampostería de ladrillo visto común	m³	2	0,079	0,028	0,285	
11	Mampostería de ladrillo armado común	m³	2	0,079	0,028	0,285	
12	Mampostería de panderete armada	m²	3	0,0025	0,002	0,013	
13	Mampostería de ladrillones de 0,20 m	m²	2	0,022	0,015	0,070	
14	Mampostería de ladrillones de 0,10 m	m²	2	0,012	0,008	0,025	
15	Cubierta de techo con velo de vidrio	m²	5	0,009	0,006	0,085	
16	Cubierta de techo terminada con asfalto y grancilla	m²	4	0,006	0,006	0,030	
17	Cubierta de techo con baldosa cerámica	m²	5	0,010	0,006	0,090	
18	Cubierta de techo con membrana	m²	5	0,010	0,005	0,090	
19	Salpicret	m²					
20	Jaharro común a la cal	m²	4	0,002	0,0025	0,017	
21	Jaharro bajo azulejo	m²	8	0,005		0,023	
22	Jaharro a la cal y enlucido de yeso	m²	4	0,082	0,003	0,017	
23	Enlucido común a la cal	m²	5	0,0005	0,001	0,007	
24	Revoque impermeable de tanque	m²	1/6	0,015		0,025	
25	Cielorraso común a la cal	m²	5	0,003	0,035	0,025	
26	Cielorraso al yeso	m²	4	0,002	0,0025	0,018	
27	Contrapiso de hormigón de 0,07 a 0,08 m de esp.	m²	7	0,005	0,020	0,035	
28	Piso hormigón fratasado incluido contrapiso	m²	7/3	0,015	0,0065	0,068	
29	Piso cemento alisado incluido contrapiso	m²	7/6	0,017	0,0075	0,078	
30	Piso cerámico con carpeta	m²		0,010		0,030	
31	Piso flexiplast manto concreto 1,6 mm	m²	3	0,010		0,025	
32	Piso mosaico calcáreo en general	m²	5	0,002	0,003	0,025	
33	Piso mosaico granítico en general	m²	5	0,002	0,003	0,025	
34	Zócalo calcáreo	m	10	0,0003	0,0004	0,003	
35	Zócalo granítico	m	10	0,0003	0,0004	0,003	
36	Zócalo madera cedro de 5 cm de altura	m					
37	Umbrales, solías y antepechos	m²	12	0,006	0,015	0,025	
38	Revestimiento azulejos	m²	13	0,005	0,0025	0,024	

Fuente: Arq. Ornar A. Belelli - Prof. Titular "Construcciones II" - Fac. Arquitectura U.N.S.J.

C O N S T R U C C I Ó N D E E D I F I C I O S

Materiales				Mano de obra	
N°	canto rodado	ladrillo común mil	Se indica en cada caso:	oficiales horas	ayudant. horas
01					1,60
02					2,50
03			Hidrófugo: 0,250 kg	2,20	0,15
04		0,025	Emulsión: 5,0 kg	0,95	1,0b
05			Bloques 0,013 mil	3,50	3,00
06			Bloques: 0,013mil	0,60	0,40
07			Ladrillo cerámico: 0,013 mil (0,18 x 0,20 x 0,40m)	1,10	0,90
08			Ladrillo cerámico: 0,021 mil (0,25 x 0,18 x 0,08) — Hierro barra: 0,0005 tn	0,90	0,80
09		0,330		5,20	4,20
10		0,330		7,00	6,00
11		0,330	Hierro barra: 0,0043 tn	5,40	4,30
12		0,025	Hierro barra: 0,0004 tn	0,65	0,6b
13			Ladrillones: 0,035 mil	1,80	1,20
14			Ladrillones: 0,018mil	1,20	1,00
15			Velo de vidrio: 2,20 m² — Emulsión: 3,00 Ltros — Gran. volcánico: 0,100 m³	1,50	2,00
16	Grancilla	0,025	Velo de vidrio: 2,20 m² — Asfalto 5,00 kg — Tierra 0,100 m³	1,10	1,20
17		0,003	Velo de vidrio: 2,20 m — Bald. cerámica: 0,025 mil/simple — Emulsión: 3,00 Lts. — Granulado volcánico: 0,100 m³	1,15	1,30
18			Membrana: 110 m² — Emulsión: 1 Ltr. — Granulado volcánico 0,070 m³	0,80	1,20
19			Salpicret: 8 kg	0,20	0,10
20				0,50	0,1b
21				0,70	0,35
22			Yeso: 0,015 tn	0,65	0,50
23				0,25	0,15
24				1,50	0,50
25				1,20	0,15
26			Yeso: 0,095 tn	1,30	1,25
27				0,20	0,35
28	0,075			0,50	0,50
29	0,100			0,70	0,50
30			Mezcla adhesiva: 3 kg. Cerámico: 1,05 m²	1,80	1,20
31			Emulsión: 1,50 kg P. Flexiplast: 1,00 m²	0,90	0,50
32			Mosaico: 1,05 m²	0,80	0,40
33			Mosaico: 1,05 m²	0,80	0,40
34			Zócalo: 1,05 m	0,15	0,10
35			Zócalo: 1,05 m	0,15	0,10
36			Madera cero: 1,10 m	0,30	
37			Lo que corresponda: 1,00 m²	2,50	2,00
38			Azulejo: 1,05 m²	1,50	0,50

Cómputo y presupuesto

Con la documentación técnica de la obra –planos, planillas y pliegos de condiciones– se pueden confeccionar el **computo métrico** de los diversos ítems y aplicando las planillas que anteceden los **análisis de precios** de cada uno de ellos. Con estos dos valores –a los cuales se agrega el valor global de algunos ítems (instalaciones, carpintería, pintura, etc.)– se puede preparar el **presupuesto** global de la obra. A partir de las mismas planillas se puede establecer la cantidad de materiales y las necesidades de mano de obra para ejecutar los trabajos.

Estas operaciones deben ser hechas por personal especializado y junto con la programación escapen al alcance de esta publicación.

Organización de la obra (Programación)

Comprende:

- la **coordinación**: ordenar, combinar y armonizar el programa de acción, para ejecutar el edificio con eficiencia y economía en el plazo previsto.
- la **programación**: fraccionar el problema en una serie de operaciones precisas y determinadas que constituyen el programa de ejecución.
- la **planificación**: previsión y establecimiento del programa de avance de los trabajos por fragmentos, en el tiempo. Se visualiza en los planes de trabajo (plannings).

GANTT

N°	ÍTEMS	% INCIDENCIA	10 meses									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Excavaciones de zanjas y bases	0,49	0,49									
2	Hormigón ciclópeo	2,65	2,65									
3	Bases, columnas, encaden y dinteles	11,54	2,32	4,61	4,61							
4	Mampostería	9,38		3,76	3,76	1,85						
5	Losas cerámicas	11,90				5,95	5,95					
6	Capas aisladora horizontal	0,23		0,23								
7	Contrapiso común a la cal	1,21				1,21						
8	Pisos	3,66						3,66				
9	Zócalos	1,31							1,31			
10	Cubierta de techos	6,65						3,32	3,33			
11	Revoque	8,49					4,25	4,24				
12	Azulejos	1,47							1,47			
13	Antepedechos	0,12							0,12			
14	Umbrales	0,13							0,13			
15	Vidrios dobles	0,53										0,53
16	Pinturas	13,39								4,46	4,46	4,47
17	Carpintería metálica	5,11						1,70	1,70	1,71		
18	Carpintería de madera	6,07							3,04	3,03		
19	Instalación sanitaria	8,66			1,73	1,73	1,73				1,73	1,73
20	Instalación de gas	2,88								1,44	1,44	
21	Instalación eléctrica	4,13								1,38	1,37	
		100,00%										
Porcentajes mensuales			5.46	8.66	10.01	10.75	13.31	12.42	11.10	12.02	9.00	6.47
Porcentajes acumulados			5.46	14.06	24.16	34.91	48.22	61.14	72.24	84.26	93.26	100

PLANES DE TRABAJO

Es un tema de especialistas con profundo conocimiento de la obra, de los métodos de trabajo y de las técnicas de elaboración de los planings, para coordinar, en el tiempo y el espacio, los materiales, las herramientas y maquinarias, y el personal.

► Clásico de barras (Gantt)

Para confeccionarlo se indican las tareas en el orden de ejecución tradicional y el tiempo de ejecución de cada una de ellas. Tiene el inconveniente de no establecer con precisión las relaciones mutuas entre las distintas tareas, pero es más fácil visualizar el avance de la obra.

► De flechas – PERT

Se basa en la noción del camino crítico. Es una red más o menos compleja de flechas en donde se traducen: a) las limitaciones de ciertas intervenciones con relación a otras y b) el momento de lanzamiento y el final de ejecución de cada operación con relación a otras tareas y al conjunto de la obra. El camino crítico es la sucesión de tareas que condicionan el plazo contractual.

Es especialmente indicado para obras complejas y permite determinar con precisión en cada momento las necesidades de materiales, maquinarias y personal.

Se indican los gráficos de Gantt para un vivienda de 124 m² de superficie cubierta y de PERT para una de 84 m².

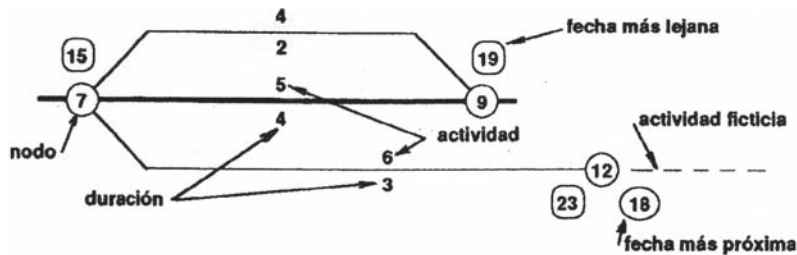
PERT es la abreviatura de "Program Evaluation and Review Tecniche" (Técnica de Elaboraciones, Evaluación y Control de Programas).

Esta técnica fue creada en el año 1958 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de los EE.UU., con la colaboración de la empresa Lockheed y Booz, Allen y Hamilton Internacional Inc., para programar, evaluar y controlar el complejo proyecto de concesión y construcción de submarinos atómicos armados con los proyectiles "Polaris". Se trataba de cumplir este proyecto de gran envergadura en el término fijado, controlando y coordinando con la máxima eficacia los esfuerzos de doscientos cincuenta empresarios, nueve subcontratistas y de numerosas agencias gubernamentales dispersas en todo los Estados Unidos.

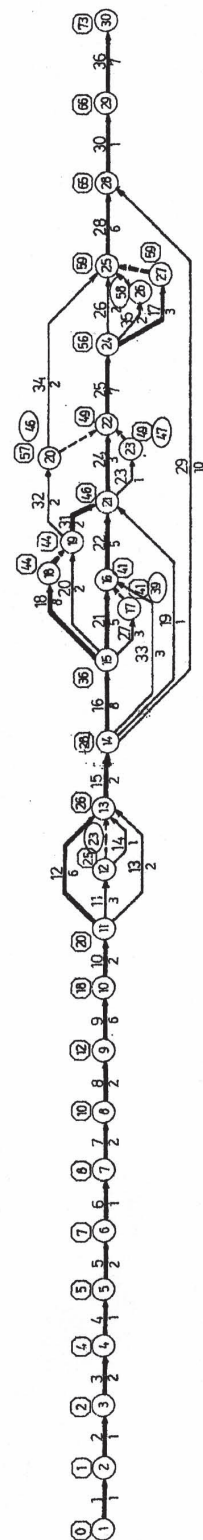
Aplicando PERT, estos esfuerzos fueron bien integrados y los problemas potenciales descubiertos, previniendo así demoras, con lo que el proyecto fue llevado a cabo dos años antes de lo previsto.

El sistema, mantenido en secreto hasta 1961, ha tenido desde ese momento amplia difusión y hoy no se concibe una obra de cierta envergadura que no se programe por este sistema.

En nuestro país una de las primeras obras programadas con este sistema fue el Banco de Londres, en la ciudad de Buenos Aires, proyectado por el arqu. Clorindo Testa. La programación por el Camino Crítico fue preparada por el ing. Hilario Fernández Long.



N°	Descripción de actividad	Durac.	Antes	Después
1	Preparación terreno - nivelación	1	-	2
2	Replanteo	1	1	3
3	Excavación de cimientos y bases	2	2	4
4	Relleno de cimientos	1	3	5
5	Armado encadenado inferior bases y columnas	2	4	6
6	Relleno encadenado inferior y bases	1	5	7
7	Contrapisos	2	6	8
8	Emplantillado - capa aisladora horizontal	2	7	9-11
9	Mampostería en elevación	6	8	9-11
10	Llenado de columnas	2	9	11-12-13
11	Armado encadenado superior y losa	3	8-10	14-15
12	Revoque grueso interior	6	11-10	15
13	Calar paredes bajadas luz	2	11-10	15
14	Cañería luz losa	1	11	15
15	Llenado de columnas, encad. Superior y losa	2	11-12-13-14	16-19-29-33
16	Fragüe losa	8	15	18-20-21-27
17	Colgar carpintería	3	25	28
18	Pozo abs., red exter., sanitarios, bajadas	8	16	23-24-31-32
19	Bajadas electricidad	1	15	23-24
20	Colocación marcos carpintería	2	16	23-24-31-32
21	Cubierta de techos	5	16	22
22	Cielorrasos grueso y fino	5	21-27-33	23-24
23	Construcción bases de sanitarios	1	18-19-20-22-31	25
24	Revoques finos interiores	3	18-19-20-22-31	25
25	Pisos y umbrales	7	23-24-32	17-26-35
26	Zócalos - mesada de cocina	2	25	28
27	Tanque de reserva de agua	3	16	22
28	Pintura - vidrios	6	17-26-34-35	30
29	Vereda exterior, verja, cercos, etc.	10	15	30
30	Artefactos eléctricos	1	28-29	37
31	Revestimientos	2	18-20	23-24
32	Antepechos	2	18-20	34
33	Revoques gruesos exteriores	3	15	22
34	Revoques finos exteriores - tomado juntas	2	32	28
35	Colocación de artefactos sanitarios	2	25	28
36	Despeje - limpieza final - terminación	7	30	-



PLANILLA DE HORMIGONES

Clase de trabajo Unidad m³	Tipo de mezcla	materiales							mano de obra	
		cemento tn	arena m³	canto rod. m³	maderas		hierro tn	alamb.	oficial horas	ayte. horas
					tablas m²	tirantes ml				
A Simple para cimient 30% piedra bola	I	0,140	0,280	0,575					1,50	4,50
				0,300						
B Simple muro sótano	II	0,250	0,400	0,800	1,15	0,60			5,50	6,50
C Bases y zapatas	II	0,300	0,500	0,700			0,024	0,200	6,00	11,00
D Encadenado interior y arriostramiento	II	0,250	0,400	0,800	2,50	0,20	0,090	0,700	15,00	16,00
E Columnas encaden.	II	0,250	0,400	0,800	2,50		0,085	0,700	14,35	16,10
F Columnas de carga	III	0,300	0,400	0,800	2,50	0,35	0,098	0,600	14,35	17,10
G Vigas de carga	III	0,300	0,500	0,700	3,50	1,35	0,100	0,800	19,00	21,00
H Losas macizas	III	0,300	0,500	0,700	3,00	1,70	0,080	0,600	16,00	15,00
I Tabiques y tanques	III	0,300	0,500	0,700	3,30	2,50	0,060	0,700	30,00	25,00
J Escaleras	III	0,300	0,500	0,700	2,50	0,40	0,080	0,600	21,00	17,00
K Encadenados y dinteles	III	0,250	0,400	0,800	2,50	0,20	0,090	0,700	15,00	16,00
L Losa cerámica	III	0,015	0,025	0,035	0,22	ladrillo 8	0 6			1,12
						10	0,0022			
M Losa con bloques	III	0,015	0,025	0,035	0,22		0,0022	2,10	0,80	1,12

MORTEROS Y HORMIGONES CON CEMENTO DE ALBAÑILERÍA

	materiales componentes					destino
	cemento de alb.	arena	cascotes	"leka"	agua	
1	1	7			1,50	mampostería gruesa
2	1	5			1,25	tabiques y asiento de bloques
3	1	5			1,25	revoques gruesos
4	1	3			1,25	revoques finos
5	1	4	8		1,75	contrapisos de cascotes
6	1			7	1,25	contrapisos de "leka"
7	1	5			1,25	carpetas bajo parquet
8	1	5			1,25	alisados bajo techado asfáltico
9	1	3			1,50	colocación de azulejos
10	1	5			1,25	submuraciones

PLANILLA DE MORTEROS (MEZCLAS)

Tipo	proporción en volumen						observaciones
	cemento	cal	canto rodado	piedra bola	granulado volcánico	arena	
I	1		5	3		3	Cimientos
II	1		4			3	Zapatas y encadenados
III	1		4			2	Estructuras resistentes
1	1					2 1/2	Capa hidrófuga
2	1	1				5	Asiento de bloques y ladrillos
3	1					3	Pisos de concreto y tabiques de panderete
4	1/4	1				3	Jaharras y asiento de mosaicos
5	1/8	1				3	Enlucidos - Asiento baldosas y cielorrasos
6	1					1	Alisado de hormigón
7	1/2	1	7			3	Contrapiso
8	1/2	1				4	Asiento piedra
9	1/2	1			10	1	Techos
10	1/4	1				4	Zócalos
11	1		6			4	Rellenos
12	1	1/2				4	Umbrales
13	1	1				4	Azulejos
14	Hormigón resistencia cúbica 28 días 225 kg/cm²						Estructura resistente losa, viga, columna y tensores

Cálculo de estructuras (Capítulo 12, "Estructuras")

Para el dimensionamiento de los elementos estructurales de los edificios deben tenerse en cuenta las cargas que habrán de soportar; que corresponden al peso propio (materiales que intervienen en la construcción) y la sobrecarga (peso que resulta de la actividad ["destino o uso"] a desarrollar en los espacios).

Pesos unitarios de materiales almacenados y de los empleados en la construcción, en toneladas por m³

(Estos valores medios pueden modificarse bajo la influencia del grado de humedad y, en ciertos casos, también por el grado de asentamiento)

▶ Acero.....	7,850
▶ Amianto.....	2,300
▶ Arcilla húmeda apisonada.....	2,200
▶ Arcilla seca.....	1,800
▶ Arena seca.....	2,000
▶ Arena húmeda.....	2,100
▶ Arena fina seca de 0 a 1 mm.....	1,550
▶ Arena gruesa de 0 a 8 mm.....	1,750
▶ Asfalto comprimido.....	2,000
▶ Asfalto colado.....	1,600
▶ Avena.....	0,600
▶ Azúcar.....	0,750
▶ Basalto.....	3,000
▶ Cal hidráulica.....	0,750
▶ Caliza blanda, porosa.....	1,750
▶ Caliza dura, compacta.....	2,600
▶ Cemento a granel.....	1,600
▶ Cemento en bolsa.....	1,200
▶ Ceniza de hulla.....	0,900
▶ Clinker.....	2,150
▶ Coke.....	1,300
▶ Corcho natural.....	0,240
▶ Corcho aglomerado.....	0,400
▶ Cristales para espejos.....	2,500
▶ Enlucidos de mortero de cemento.....	2,000
▶ Enlucidos de mortero de cal.....	1,700
▶ Enlucidos de yeso.....	1,000

‣ Escombros de edificios (tipo medio).....	1,400
‣ Escorias.....	0,935
‣ Fibro-cemento.....	1,850
‣ Granito.....	2,700
‣ Grava sin arena, seca.....	1,500
‣ Grava sin arena, húmeda.....	1,600
‣ Greda.....	2,200
‣ Gres natural.....	2,500
‣ Gres artificial embaldosado, tubos.....	2,000
‣ Heno (a granel).....	0,100
‣ Heno (empacado).....	0,300
‣ Hielo.....	0,900
‣ Hormigón armado.....	2,400
‣ Hormigón normal apisonado.....	2,500
‣ Hormigón de escorias, sin arena.....	1,100
‣ Hormigón, con grava sola.....	2,250
‣ Hormigón de piedra pómez, de pulzolana sin arena.....	1,000
‣ Hormigón con mitad de arena.....	1,600
‣ Hulla, antracita.....	0,900
‣ Hormigón, con grava sola.....	2,250
‣ Hormigón de piedra pómez, de pulzolana sin arena.....	1,000
‣ Hormigón con mitad de arena.....	1,600
‣ Hulla, antracita.....	0,900
‣ Ladrillo común macizo.....	1,800
‣ Ladrillo hueco.....	1,600
‣ Ladrillo refractario.....	1,900
‣ Ladrillo silicio - calizo.....	1,950
‣ Leña de haya.....	0,450
‣ Leña de roble.....	0,550
‣ Leña de pino.....	0,320
‣ Leña de abeto.....	0,350
‣ Leña en haces.....	0,150
‣ Libros apilados o en estantes.....	0,850
‣ Madera seca de haya.....	0,740
‣ Madera seca de roble.....	0,710
‣ Madera seca de pino.....	0,490
‣ Madera seca de abeto.....	0,440
‣ Mampostería de ladrillo cerámico macizo.....	1,650
‣ Mampostería de ladrillo perforado.....	1,400

‣ Mampostería de ladrillo cerámico, hueco.....	1,200
‣ Mampostería de ladrillo silicio - calizo.....	2,000
‣ Mampostería de ladrillo de clinker.....	1,900
‣ Mampostería de gres.....	2,400
‣ Mampostería de granito o de mármol.....	2,700
‣ Mampostería de piedra.....	2,400
‣ Papel.....	1,050
‣ Papas.....	0,700
‣ Piedra de cantera amontonada.....	2,000
‣ Pizarra.....	2,680
‣ Pizarra arcillosa.....	2,820
‣ Plomo.....	11,350
‣ Porcelana.....	2,450
‣ Resina.....	1,090
‣ Trigo, centeno, cebada a granel.....	0,750
‣ Toba.....	1,900
‣ Turba.....	0,600
‣ Vidrios para vidrieras.....	2,500
‣ Vidrios de botella.....	2,600
‣ Vidrios ordinarios, verdes.....	2,650
‣ Vino en cubas.....	0,750
‣ Yeso amontonado.....	1,300
‣ Yeso en barriles.....	0,850

Sobrecargas accidentales (para el cálculo de las estructuras)

El Código de Edificación de la Ciudad de Buenos Aires establece las siguientes cargas y sobrecargas permitidas (en kg/m²):

A. EN LOCALES CERRADOS

‣ habitaciones.....	150
‣ comedores y salas de recepción en viviendas - oficinas.....	200
‣ comedores públicos, salones de baile y otros donde se puedan realizar reuniones.....	500
‣ baños y cocinas.....	200
‣ salas de enfermos en hospitales y sanatorios.....	200
‣ aulas.....	350
‣ bibliotecas, archivos.....	400
‣ locales públicos.....	400

▸ salas de espectáculos.....	500
▸ salas o locales para deportes.....	600
▸ pasillos, escaleras, balcones, en viviendas.....	300
▸ en edificios públicos, comerciales, industriales.....	500
▸ mercados.....	400
▸ garajes, depósitos comunes, grandes tiendas y almacenes.....	500
▸ locales sin destino fijo.....	600
▸ esfuerzo horizontal aplicado sobre el pasamanos de balcones y escaleras:	
en edificios de vivienda.....	40
en edificios públicos, comerciales e industriales.....	100

B. EN AZOTEAS

▸ azoteas accesibles.....	150
▸ azoteas inaccesibles.....	100
▸ azoteas donde pueda aglomerarse público.....	500

C. EN PATIOS DE MANIOBRAS

▸ para carga y descarga, siempre que el peso de los vehículos no importe una carga mayor.....	800
--	-----

D. PARA ESTRUCTURAS QUE SOPORTAN CARGAS MÓVILES

- la sobrecarga que resulte de la aplicación de las anteriores se debe aumentar en un 25% como mínimo para absorber choques y vibraciones.

CARGAS MÍNIMAS A UTILIZARSE EN EL CÁLCULO

Cuando del estudio efectuado resulten valores menores que los mínimos consignados a continuación, estos últimos prevalecerán y serán utilizados para el cálculo:

▸ para entresijos con accesos de personas en general.....	500
▸ para entresijos de azotea con o sin acceso y de baños y cocinas.....	600

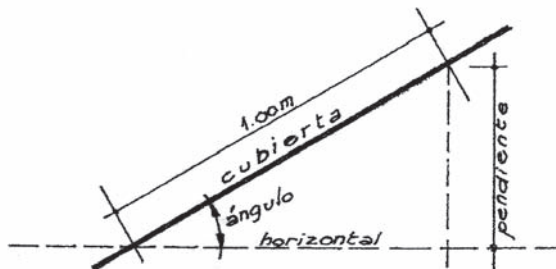
En cada caso debe consultarse el Código de Edificación vigente en el lugar de la obra.

En zonas sísmicas debe además obtenerse las fuerzas sísmicas, corte sísmico en los distintos niveles de un edificio de varias plantas utilizando para ello la Norma NAA 80, vigente en el país.

(Ver "Diseño de estructuras sismo-resistentes", del Ing. Hugo GIULIANI. Facultad de Arquitectura, UNSJ, 1986).

Pendientes adecuadas para materiales de techar (Capítulo 14, "Cubiertas para techos")

Algunos materiales de techar no son impermeables más que a partir de cierta pendiente. Otros (teja árabe, por ejemplo) corren peligro de resbalar sobre tendidos muy empinados. Las pendientes apropiadas para los diferentes sistemas de techar se indican a continuación.



Naturaleza del material	Pendientes (en m por metro de proyección ortogonal o ángulo de inclinación)							
	en el llano (altitud 500 m)				en la montaña o la costa (menos de 15 km del litoral)			
	mínimo		máximo		mínimo		máximo	
	m/m	ang.	m/m	ang.	m/m	ang.	m/m	ang.
I. PIZARRA								
Clavada con parte vista entera	0,30	16°	vertical	90°	0,80	39°	vertical	90°
Clavada con parte vista cortada (escama, ojiva)	1,00	45°			1,80	61°		
Colocación con gancho	0,60	31°			0,80	39°		
II. TEJA (1)								
Grande con encaje	0,50	26°	1,75	60°	0,70	35°	1,75	60°
Pequeña con encaje	0,60	31°	1,75	60°	0,80	39°	1,75	60°
Flamenca	0,85	40°	1,75	60°	1,20	50°	1,75	60°
Arabe o lomuda	0,60	31°	1,75	60°	0,80	39°	1,75	60°
Plana grande	0,25	14°	0,40	22°	0,25	14°	0,40	22°
Plana pequeña	0,85	40°	1,75	60°	1,00	45°	1,75	60°
Teja de Borgoña de formato pequeño	1,00	45°	1,75	60°	1,25	51°	1,75	60°
III. TABLAS DELGADAS DE MADERA	1,00	45°	vertical	90°	1,00	45°	vertical	90°
IV. CINCO COBRE EN HOJAS								
con dobladillo simple de 0,04 m	0,25	14°	vertical	90°	0,40	22°	vertical	90°
con dobladillo simple de 0,05 m	0,20	11°	0,24	13°	0,30	16°	0,39	21°
con dobladillo doble o con solape	0,11	6°	0,19	11°	0,15	9°	0,29	16°
con resaltos (pendientes sobre el cabio antes del resalto)	0,05	3°	0,10	6°	0,05	3°	0,14	8°
V. PLACAS ONDULADAS								
Cinc, chapa de acero o amianto-cemento	0,30	16°	vertical	90°	0,50	27°	vertical	90°
VI. PLOMO								
Cubiertas	0,11	6°	vertical	90°	0,15	9°	vertical	90°
Azoteas	0,03	2°	0,10	6°	0,03	2°	0,14	8°
VII - ELEMENTOS BITUMINOSOS								
Fieltro o cartón asfaltado	0,08	5°	vertical	90°	0,08	5°	vertical	90°
Fieltro o cartón alquitranado	0,08	5°	0,20	11°	0,08	5°	0,20	11°
El máximo 1,75 m puede aumentar si las tejas van clavadas con clavos especiales o sostenidas por ganchos o poseen ojales.								

Evacuación del agua de lluvia (Capítulo 14 "Cubierta de techos")

PENDIENTES Y PERFILES DE LOS CANALONES (CANALETAS)

Es inconveniente que se coloquen con pendiente mínima de 5 mm/ m, cuando están ejecutados con Chapa de hierro galvanizado, cobre o plomo. Cuando se usan caños de fundición o chapa de acero puede reducirse la pendiente, pero hay que asegurar la limpieza periódica; sobre todo en zonas de lluvias poco frecuentes. La pendiente puede darse colocando la canaleta inclinada a la vista o agregando un doble fondo (inclinado) con la canaleta horizontal para dar respuesta a razones estéticas.

TABLA PARA CALCULAR LA SENSACIÓN TÉRMICA

Sup. Evac. en Planta m ²	Sección de Canaleta Semicircular (en cm ²) Pendiente en mm por m							
	1	2	3	6	7	10	15	20
20	65	50	45	40	35	30	25	22
30	85	70	60	50	45	40	35	30
40	105	80	70	60	55	50	40	35
50	120	95	85	70	65	55	50	45
60	140	110	95	80	70	60	55	50
70	155	120	105	90	80	70	60	55
80	70	135	115	100	85	75	65	60
90	185	145	125	105	95	85	70	65
100	200	155	135	115	100	90	80	70
120	210	100	155	110	115	100	90	80
140	255	200	170	145	130	115	100	90
160	280	220	190	160	140	125	110	100
180	305	240	205	170	150	135	120	105
200	350	255	220	185	165	145	125	115
300	440	340	295	245	220	195	165	150
400	540	420	365	305	270	235	205	185
500	615	490	425	355	315	290	240	215
600	720	560	485	405	360	315	275	245

Cuando la sección es trapezoidal las secciones se aumentan 10% y cuando son triangulares 20%.

DIÁMETROS DE LAS BAJADAS

Diámetros	Superficie en planta de los tendidos evacuados (en m ²) Tubo conectado con el canaleta	
	Por un manguetón (1)	Por un embudo (2)
6	28	28
8	50	50
10	79	79
12	113	113
14	154	154
16	201	201
18	254	254
20	314	314
22	380	380
24	452	452
25	490	490

(1) Cada cm² de sección evacúa 1m² de tendido
(2) Cada cm² de sección evacúa 1m² de tendido

Construcción con tierra (Capítulo 25, "Construcciones con tierra")

Desde el 27 de noviembre al 2 de diciembre de 1989, en San Salvador y Quebrada de Humahuaca (Jujuy), se realizó el Curso Teórico-Práctico de ARQUITECTURA DE TIERRA Y TECNOLOGÍA APROPIADA, coordinado por el Arq. Rodolfo ROTONDARO; del Programa de Ecología Regional de la Universidad Nacional de Jujuy. En esa oportunidad se elaboraron las siguientes:

Conclusiones

Las siguientes conclusiones se han elaborado a partir del debate general realizado el Jueves 30 de Noviembre de 1989 en San Salvador de Jujuy, con participantes y expositores del curso. Los temas debatidos se han referido a las características generales y particulares, que incluyen problemas de gestión, diseño, producción y salvaguarda, educación, difusión de perspectivas en torno a las arquitecturas de tierra.

ASPECTOS GENERALES:

1. Sería conveniente reiterar y difundir la importancia de las diversas manifestaciones arquitectónicas y tecnológicas de tierra sin cocer de nuestro país, como de VALOR PATRIMONIAL, propio de las distintas culturas, ya sea como arquitecturas vernáculas, como patrimonio histórico-arquitectónico y urbanístico, y como tecnología genuina de cada región, así como por los rasgos comunitarios que todavía persisten en torno a ellas, sobre todo en áreas rurales.
2. El adobe y otros sistemas constructivos que usan la tierra como principal material, deberían ser considerados como materiales de construcción junto con los ya existentes en el mercado, como así ocurre habitualmente en comunidades semirurales y rurales de diversas zonas del país.
Para conseguirlo, la primera tarea indispensable sería su normalización y estandarización para poder competir con otros materiales, ajustándose especialmente a las características de cada lugar.
3. Dada la dispersión y falta de continuidad de los diversos estudios realizados y en marcha en el país, referentes a la temática, sería conveniente gestionar la sistematización de las investigaciones y su inclusión en facultades de arquitectura y urbanismo, ingeniería, colegios técnicos, así como el apropiado asesoramiento a las áreas de ciencia y técnica del Estado Provincial y Nacional.
4. Sería conveniente incluir dentro de los planes educativos existentes o nuevos planes, en los establecimientos primarios, aspectos referidos al conocimiento de las construcciones de la región y de la capacidad y persistencia de las construcciones de tierra;
5. Para reforzar la idea anterior, sería conveniente la interrelación de las personas, grupos de estudio, organismos no gubernamentales y dependencias provinciales y nacionales que tengan que ver con el diseño y construcción de obra públicas y privadas de tierra, entre sí con los organismos de ciencia y técnica que existen en las provincias; debería realizarse una

difusión sistemática de las posibilidades de los sistemas constructivos de tierra en cada región, destinada al conocimiento de toda la población y a su salvaguarda.

6. El rol del Estado debería ser el de patrocinar y apoyar institucional, material y económicamente el desarrollo de construcciones de tierra y tecnología apropiada aplicada a las mismas, a nivel regional.

7. En este sentido, deberían utilizarse medios y métodos de difusión que cubran la mayor amplitud posible de ámbitos de la comunidad, y con un lenguaje comprensible para la población en general así como cartillas simples para comunidades rurales.

8. Los diseños nuevos deberían equilibrar las innovaciones sobre lo tradicional, como por ejemplo, la forma del edificio, elementos de refuerzo, forma del mampuesto, normas sismo-resistentes –entre otras– con las características de la arquitectura tradicional de la región o lugar de que se trate, a fin de evitar la deformación del diseño tradicional regional, justificado por las mejoras introducidas. En este sentido, los mejoramientos deberían transitar el período de tiempo y las etapas adecuadas a las características de la arquitectura y población del lugar.

9. En el diseño de planes y proyectos referidos a construcciones de tierra se debería considerar como uno de los parámetros más importantes la adaptación a las condiciones socio-económicas de la comunidad o grupo al cual ésta destinado.

10. En función de la importancia de integrar los distintos factores y condicionantes que intervienen en el diseño arquitectónico y urbanístico, es indispensable agrupar disciplinas socioculturales como antropología, sociología, arquitectura, historia, arqueología, junto con disciplinas de otras ciencias como biología, ecología, geología, física, química, ingeniería, economía. Esta forma de trabajar en equipos interdisciplinarios es indispensable para afrontar y resolver la problemática relacionada con las construcciones de tierra.

11. La planificación relacionada con la temática que plantee el desarrollo de tecnología apropiada debería contemplar una participación real de la comunidad involucrada, desde las etapas de determinación de las necesidades hasta las de evaluación. Trabajar con los usuarios desde el principio debería ser uno de los requisitos principales a tener en cuenta; en este sentido, sería conveniente generar discusiones que intenten rever y reflexionar los métodos de trabajo empleados por planificadores, diseñadores y constructores.

12. Con el estudio de las arquitectura regionales y particularmente el relevamiento de las características de las construcciones de tierra sería conveniente determinar, para cada región, cuales sistemas constructivos son los más apropiados y qué mejoramientos sería posible implementar.

13. De acuerdo a los estudios de factibilidad económica realizados en diversas partes del mundo, se ha demostrado que, con un diseño integral adecuado, las construcciones de tierra representan una alternativa posible y muchas veces más barata que la que ofrecen los materiales industrializados existentes en el mercado local o regional.

14. Asociado con la idea anterior, el gran número de viviendas que se necesitan para el año 2000, plantea un desafío frente al cual la tierra cruda ofrece un ALTERNATIVA POSIBLE, no desconocida y poco explotada. Los esfuerzos de organismos como UNESCO y de diversos programas oficiales de vivienda en Europa, África, Estados Unidos, Asia Menor y Latinoamérica, desde hace varias décadas, son un válido testimonio de que las perspectivas son ciertas.

ASPECTOS PARTICULARES

1. El deterioro principal de las construcciones de tierra se debe, generalmente a defectos de la construcción y a la falta de mantenimiento periódico, y no a la humedad ambiente del lugar, como muchas veces se argumenta. Lógicamente, el clima local influye en el diseño tecnológico, pero es un condicionante del diseño y que debidamente resuelto no tiene porqué ser causa de deterioro de la obra.

2. Como parte de las actividades de difusión se debería incluir la aclaración de que la vinchuca y otros insectos habitan en huecos y lugares con vegetación, en construcciones de usos varios, que pueden estar hechas con tierra cruda o con ladrillo hueco o bloques de cemento. El error de asociar los insectos a las construcciones de barro está más de acuerdo con el desprecio por el material que con fundamentos racionales.

Es necesario además construir las terminaciones en forma prolija, independientemente del material que se emplee.

3. Dada la importancia de identificar los suelos aptos para construir, así como las pruebas mínimas de calidad del material y de muestras, antes y durante la obra, sería conveniente instalar pequeños laboratorios para ensayos simples de control de calidad en la obra, y también coordinar el acceso a laboratorios existentes en la región, con equipamiento más completo.

4. En la evaluación de los diseños regionales, en particular los vinculados con las construcciones de tierra, se deberían integrar los aspectos estéticos, tanto arquitectónicos como paisajísticos, a los demás parámetros considerados.

La estética es una pauta de diseño en las arquitecturas populares, asociada a otras, que muchas veces se parcializa o desplaza en los estudios y evaluaciones.

5. Desde el punto de vista de la formación de recursos humanos, sería conveniente planificar cursos a nivel regional para formar técnicos y profesionales relacionados con la temática, así como dar participación informativa a funcionarios y políticos con competencia en el área.

6. Para organizar la información, sería conveniente crear bancos de datos a nivel regional y nacional que la concentren, así como una red de personas, grupos, organismos e instituciones que trabajen en relación con estos temas.

7. Los encuentros, jornadas y reuniones científicas relacionadas con la temática, deberían pedir a los expositores no sólo información de las actividades en marcha sino conclusiones críticas que hayan obtenido hasta el momento.

Norma NTE E. 080 adobe

CONSTRUCCIONES DE ADOBE - DISPOSICIONES ESPECIALES PARA DISEÑO SISMORESISTENTE

(Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda de Perú - ININVI)

1. ALCANCE

La norma comprende lo referente al adobe como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño de ésta.

El objetivo del diseño de construcciones de adobe es proyectar edificaciones que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso de las mismas.

No se contemplan las soluciones especiales que consisten en la combinación del adobe con otros materiales conformando estructuras aporticadas.

Los proyectos que se elaboren con bases y alcances distintas a las consideradas en estas normas, deberán estar respaldadas con un estudio técnico.

2. REQUISITOS GENERALES

2.1. El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobes deberá adecuarse a los requisitos estructurales que se señalan en la presente norma.

2.2. Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.

2.3. Las dimensiones y requisitos que se estipulan en los párrafos siguientes tiene únicamente el carácter de mínimos y no eximen de manera alguna del estudio y cálculo correspondientes que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse en el diseño, de acuerdo con la función de los elementos y de la construcción.

2.4. Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso con una altura máxima de muros de 3,00 m entre piso y viga solera, pudiendo éstos llegar hasta 4,00 m en la parte más alta de los tímpanos, los que deberán ser adecuadamente arriostrados (Fig. 1).

2.5. No se harán construcciones de adobe en granulares sueltos y en suelos cohesivos medianos o blandos o cuando la capacidad portante del suelo sea menor de $1,5 \text{ kg/cm}^2$.

2.6. Independientemente de los criterios que se utilicen para dimensionar los elementos de una construcción, se deberá adicionalmente estudiar la colocación de refuerzos y/o arriostramientos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.

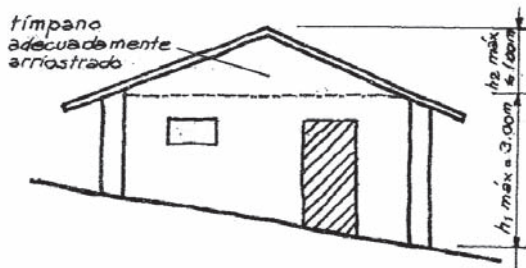
3. DEFINICIONES

3.1. Adobe: Bloque macizo hecho con barro sin cocer y eventualmente un componente como paja, aserrín, viruta, etc.

3.2. Adobe Estabilizado: Adobe en el que se han incorporado otros materiales (asfalto, goma de tuna, alumbre, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia de humedad.

3.3. Mortero: Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o barro con paja y otros elementos componentes, como asfalto, cemento, cal, arena gruesa, etc.

Fig. 1



3.4. Altura Libre de Muro: Es la distancia vertical entre elementos de arriostre horizontales.

3.5. Muro Arriostrado: Es un muro cuya estabilidad está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales,

3.6. Extremo Libre de Muro: Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

3.7. Vigas Solera: Son elementos que conectan a los techos con los muros y, adecuadamente diseñados, actúan como elementos de arriostre horizontal (Sección 7.4). Su uso es obligatorio.

3.8. Arriostre: Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de un muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

3.9. Contrafuerte: Es un arriostre vertical construido con ese único fin.

4. ESTRUCTURAS

4.1. Principios básicos de Estructuración.

4.1.1. Usualmente la falla de estructuras de adobe a sismos es frágil. El mecanismo más común es el vaciamiento de los muros a causa de la pérdida de estabilidad lateral que ocurre cuando falla o se destruye el amarre de las esquinas y encuentros, lo que puede conducir a un colapso progresivo.

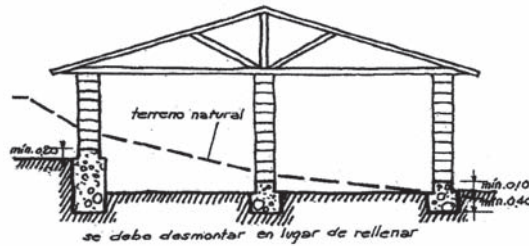
4.1.2. Las construcciones de adobe deben ser compactas, con suficiente longitud de muros en cada dirección, de ser posible todos colaborantes (portando el peso del techo), cuya planta tienda a ser simétrica preferentemente cuadrada, con vanos pequeños y centrados al medio de las paredes. La distribución arquitectónica debe obedecer a este esquema.

4.1.3. Se definirá obligatoriamente un sistema que asegure el amarre de las esquinas y encuentros.

4.2. El conjunto estructural de las construcciones de adobe estará compuesta de:

- a. Cimentación.
- b. Muros.
- c. Elementos de arriostre horizontal.
- d. Elementos de arriostre vertical.
- e. Techo.
- f. Refuerzos.

▸ Fig. 2



5. CIMENTACIÓN

La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 40 cm.

- Los cimientos para los muros deberán ser de hormigón ciclópeo o mampostería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso del mortero Tipo II (Sección 10.3).
- El sobrecimiento deberá ser de hormigón ciclópeo o mampostería de piedra asentada con mortero Tipo I (Sección 10.2), y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo (Fig. 2).

6. MUROS

6.1. Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá definiendo sus dimensiones, utilizando arriostre o refuerzos. En el caso de usarse refuerzos de cualquier tipo para garantizar la estabilidad de un muro, se deberá demostrar técnicamente la factibilidad del sistema utilizado.

6.2. Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización. Deberá verificarse la calidad y la resistencia a la compresión del adobe, usando ensayos de campo o de gabinete.

6.3. El espesor de los muros será función de la altura libre de los mismos y de la distancia entre los elementos de arriostre vertical.

Las distancia máxima entre los elementos de arriostre vertical será la menor de las siguientes expresiones:

$$L \text{ máx.} = \frac{64e m^2}{h_1} \quad \text{ó} \quad 10 \text{ em}$$

donde:

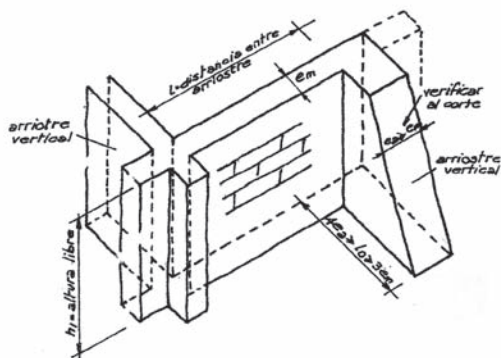
em = espesor del muro arriostreado (Fig. 3) — h_1 = altura libre del muro (Fig. 1)

Para facilitar este cálculo se presenta la Tabla 1.

TABLA 1. VALORES DE L MAX. (en m)

$e m \backslash h_1$	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00
0,30	2,50	2,40	2,30	2,20	2,10	2,00	2,00	1,90
0,35	3,40	3,20	3,10	3,00	2,90	2,80	2,70	2,60
0,40	4,00	4,00	4,00	3,90	3,80	3,60	3,50	3,40
0,45	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,40	4,30
0,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Fig. 3



6.4. En general los vanos deberán estar centrados. El borde vertical no arriostrado de puertas y ventanas deberá ser considerado como borde libre.

La longitud entre el borde libre de un muro y el elemento vertical de arriostre más próximo no excederá de cuatro (4) veces el espesor del muro.

La distancia mínima entre bordes libres o entre borde libre y el elemento de arriostre vertical más próximo será de 0,80 m.

6.5. Como refuerzo se podrá utilizar cualquier material estable y que sea compatible con el material del muro, según lo especificado en la Sección 9.

6.6. Los muros deberán ser diseñados para garantizar su resistencia, según lo especificado en la Sección 11.

7. ELEMENTOS DE ARRIOSTRE

7.1. Para que un muro se considere arriostrado, deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos.

7.2. Los elementos verticales de arriostre tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir las fuerzas cortantes a la cimentación.

Cuando el arriostre vertical está constituido por un muro o contrafuerte, su longitud en la base no será menor de tres (3) veces el espesor del muro (Fig. 3).

7.3. Se considera arriostre horizontal al elemento o conjunto de elementos que posean una rigidez suficiente en el plano horizontal como para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros. Estos elementos se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerándose a éste como losa, sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él.

7.4. Se deberá garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deberán conformar un sistema continuo e integrado.

8. TECHOS

8.1. Los techos deberán en lo posible ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros y fijados adecuadamente a éstos a través de la viga solera.

8.2. Los efectos deberán ser diseñados de tal manera que no produzcan en los muros empujes laterales que provengan de las cargas gravitacionales.

8.3. En general, los techos no pueden considerarse como diafragmas rígidos y por tanto no contribuyen a la distribución de fuerzas horizontales entre los muros. La distribución de las fuerzas del sismo se hará por zonas de influencia sobre cada muro longitudinal, considerando la propia masa y las fracciones pertinentes de la masa de muros transversales y la del techo.

8.4. En el caso de utilizar tijerales (cabreadas), el sistema estructural del techado deberá garantizar la estabilidad lateral del mismo.

8.5. En las construcciones de adobe es especialmente importante estudiar las pendientes de los techos y la longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.

9. REFUERZOS

9.1. Para todo tipo de edificaciones de adobe, es obligatorio:

- a. El uso de vigas soleras.
- b. La colocación de refuerzos interiores en los muros.
- c. Que los refuerzos garanticen la conexión de los muros en encuentros y esquinas (para evitar la separación y desplome de los mismos).

9.2. Se cuidará, especialmente, los anclajes y empalmes de los refuerzos para garantizar su comportamiento eficaz.

9.3. Los materiales utilizados como refuerzo serán:

9.3.1. Caña o similares, en tiras, colocadas horizontalmente cada cierto núcleo de juntas (máximo cada 4 hileras) en todos los muros unidas entre sí mediante amarres adecuados en los encuentros y esquinas. Se reforzará la junta que coincide con el nivel superior e inferior de todos los vanos. Deberán coincidir los niveles superiores de los vanos (puertas y ventanas). Adicionalmente se colocarán cañas o elementos de características similares como refuerzos verticales, ya sea en un plano central entre unidades de adobe (Fig. 4), o en alveolos de mínimo de 5 cm de diámetro dejados en los adobes (Fig. 5). La distancia máxima entre refuerzos verticales será de 60 cm.

En ambos casos se asegurará la adherencia, rellenando los vacíos con mortero. Estas configuraciones serán obligatorias.

El refuerzo vertical deberá ser anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. Se usarán caña madura y seca o elementos rectos y secos de eucalipto y otros similares.

9.3.2. Madera. Se usará dinteles de vanos y vigas soleras sobre los muros.

La viga solera se anclará adecuadamente al muro y al dintel si lo hubiese.

10. MORTEROS

Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán recibir el mayor cuidado.

10.1. Los morteros se clasifican en 2 grupos:

- a. Tipo I (en base a cemento y arena).
- b. Tipo II (en base a tierra con o sin aglomerantes).

Miscelánea

Las unidades de medida

Como hemos dicho al comienzo de esta publicación la obra de arquitectura está destinada a albergar al hombre y en consecuencia las dimensiones de los espacios deben responder en alguna medida a las de éste. En rigor, las primeras unidades de medida tomaron en cuenta las dimensiones de los miembros del cuerpo humano.

Apreciamos las dimensiones físicas de una obra de arquitectura cuando disponemos junto a ella de un hombre, ya sea real o en imagen. El tamaño de sus partes está en función de las dimensiones del propio hombre y de los elementos que necesita para desarrollar sus diversas actividades. A estas "dimensiones físicas" hay que incorporar además, las que resultan de las "sensaciones" que experimentan los individuos que usan los espacios.

Tomando a la especie humana como unidad de medida surgieron las primeras medidas, algunas de las cuales se conservan en diversos países.

En cada pueblo medieval inglés las mediciones estaban estandarizadas sobre un poste, cuya longitud total coincidía con la suma de los largos de **dieciséis pies derechos**, tocándose la punta de los pies con el talón del siguiente, de otros tantos hombres tomados al azar, después de misa, un domingo a la mañana.

La cuarta parte (4 pies) de esa longitud constituía una **yarda** (1,20 m en este momento). Para medir las telas se usaba en cambio la yarda continental de tres pies (91,5 cm), medida en el borde de la tela entre la punta de la nariz y el extremo del brazo extendido. Apareció así la **vara** de 16 1/2 pies ó 5 1/2 yardas de tela (5,03 m).

La **milla** se estableció como la longitud de mil dobles pasos de un soldado romano, estandarizada en 320 varas u 8 **estadios** (longitud del surco) de 40 varas cada uno y el **acre** (un día de labranza para un yunta de bueyes) en 160 varas cuadradas. La **milla cuadrada** se estableció en 640 acres (equivalente a 259 hectáreas).

Prefijo	Símbolo	Factor	
		N Numérico	C Científico
tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}
giga	G	1 000 000 000	10^9
mega	M	1 000 000	10^6
kilo	k	1 000	10^3
hecto	h	100	10^2
deca	de	10	10^1
unidad		1	1
deci	d	0.1	10^{-1}
centi	c	0.01	10^{-2}
mili	m	0.001	10^{-3}
micro	u	0.000 001	10^{-6}
nano	n	0.000 000 001	10^{-9}
pico	P	0.000 000 000 001	10^{-12}
fento	f	0.000 000 000 000 001	10^{-15}
atto	a	0.000 000 000 000 000 001	10^{-18}

El micro se escribe con la letra griega μ (mu).

Los leños para el fuego (la madera en general) de cuatro pies, se cortaba cada uno en tres trozos de dieciséis **pulgadas** (400 mm) de largo para facilitar el manejo. De la dimensión de las 16 pulgadas han surgido las medidas más usuales de 4 por 8 pies (1,22 m x 2,438 m) de diversos paneles y chapas, empleados en la construcción. Algo similar ocurrió con las dimensiones del ladrillo común que desde la Edad Media adoptó dimensiones y pesos que facilitaron el manejo con una mano dejando la otra libre para usar la cuchara de albañil.

En la actualidad algunos elementos de construcción responden más a la maquinaria y equipos que los levantan y los transportan para facilitar y acelerar los procesos productivos que a las dimensiones humanas.

El **sistema métrico decimal** (SMD) es independiente de la escala humana.

La unidad básica del sistema es el **metro** (m), definido originalmente como la diez milonésima parte de un cuarto de meridiano, desde el polo norte al ecuador (el metro patrón, de platino iridiado, se conserva en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas de París, desde 1889). Hoy el metro corresponde a 1.650.763,73 longitudes de onda de luz anaranjada del kriptón 86.

La unidad de superficie es el metro cuadrado (m^2) es decir la de un cuadrado de 1 metro de lado.

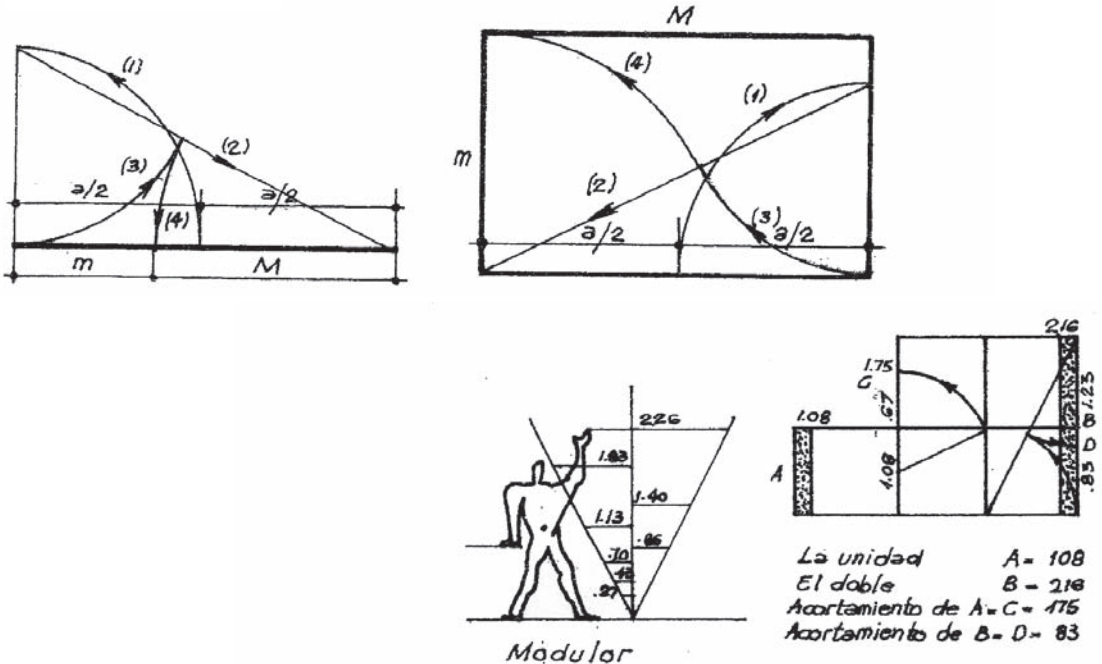
Para medir los volúmenes se emplea el **metro** cúbico, capacidad de un cubo de un metro de lado, equivalente a 1.000 litros, cada uno de los cuales corresponde a un cubo de 10 cm de lado.

La unidad de peso es el **kilogramo**, que corresponde a la masa de 1 litro de agua a 4°C de temperatura (cuando tiene la mayor densidad).

La unidad de medida del tiempo es el segundo (el período de rotación de la tierra alrededor de su eje –que constituye un día– dura 23 horas, 56 minutos 4 segundos y el año 365,256 días), que corresponde a 9.192.631.770 períodos del cesio.

En la escala Celso la unidad de temperatura es el **grado centígrado** (°C), que surge de dividir en 100 grados la extensión entre los puntos de congelación y de ebullición del agua (a nivel del mar).

• Proporciones



El sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA) ha sido adoptado por Ley Nacional del Sistema Internacional de Unidades (SI) y normalizado por el Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, en su norma IRAM 2.

En el Sistema Métrico Decimal que usamos habitualmente existen múltiplos y submúltiplos generalmente conocidos, a los cuales se han agregado otros, que es conveniente conocer.

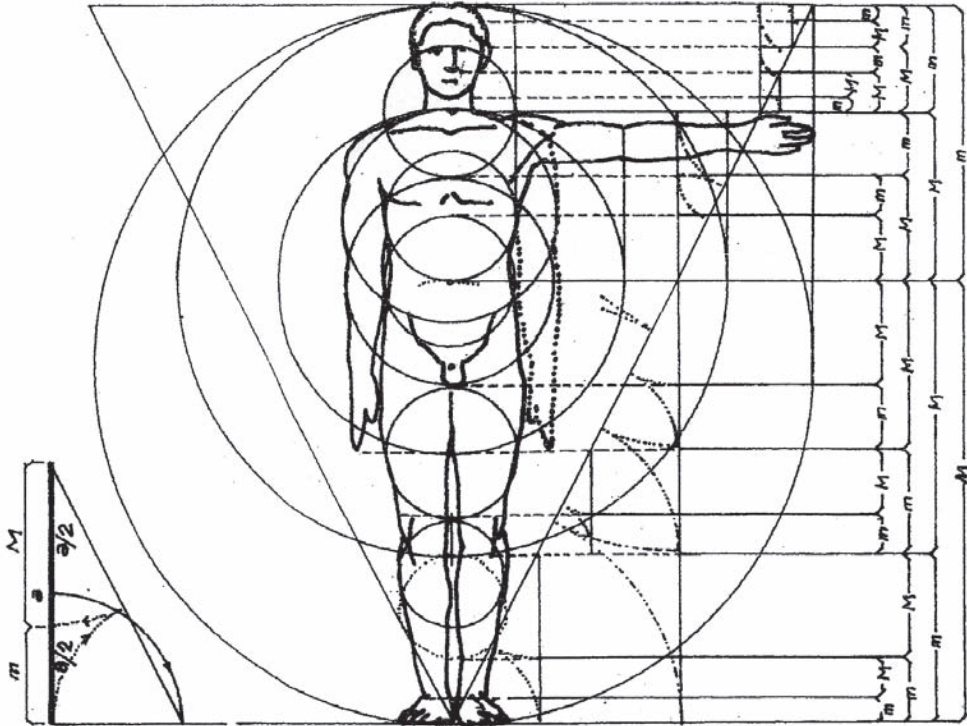
Proporciones del cuerpo humano

Por lo menos desde unos 3.000 años antes de Jesucristo (en una tumba de las pirámides de Menfis se encontró un cánon acerca de las proporciones del hombre) los hombres de ciencia y los artistas se han preocupado de las proporciones del cuerpo humano.

Desde Tolomeo, Policleto, Alberti, Leonardo da Vinci, Miguel Ángel y Durero hasta Le Corbusier en nuestros días han tenido en cuenta las medidas del hombre –generalmente la **altura**– y las proporciones existentes entre sus partes; generalmente aplicando la "proporción armónica" (sectio áurea) para dimensionar los espacios y sus partes constitutivas.

Se dice que dos segmentos están en **relación armónica** cuando la longitud del segmento menor m y la del mayor M cumplen la proporción:

$$\frac{m}{M} = \frac{M}{M+m}$$

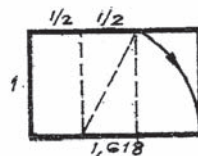


Se considera al rectángulo formado con lados en relación armónica al de proporciones más bellas.

Otro rectángulo con características similares es el que resulta de dividir un número por el anterior en la serie que resulta de sumar los dos anteriores, comenzando con 1,2 con la que se obtiene:

1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144,233, ... cociente que tiende a 1,618, conocido como el "número oro" (o número ϕ)

Gráficamente, el "rectángulo de oro" se obtiene:



A. Zeisnig, en el pasado, estudió las proporciones del cuerpo humano y estableció relaciones basadas en la proporción armónica (división entre media y extrema razón).

Las cuatro fuerzas

De acuerdo al conocimiento actual en el universo actúan partículas portadoras de fuerza que se pueden agrupar en cuatro categorías, según la intensidad de fuerza que transmiten y con el tipo de partículas con las que interactúan.

- ▶ **Fuerza gravitatoria:** Es universal, ya que la experimentan todas las partículas, según su masa o energía. Es la fuerza más débil. Actúa a grandes distancias y es atractiva.
- ▶ **Fuerza electromagnética:** Intearctúa en partículas cargadas eléctricamente como los electrones y los quarks, pero con las partículas sin carga. Es mucho más intensa que la fuerza gravitatoria (un 1 con 42 ceros detrás veces más). Hay dos tipos de carga: positiva y negativa. La fuerza es atractiva entre dos partículas de distintos signo y repulsiva cuando son del mismo signo.
- ▶ **Fuerza nuclear débil:** Es responsable de la radioactividad. En esta categoría, a altas energías, todas las partículas se comportan de manera similar y a bajas energías lo que parecen ser partículas diferentes, son la misma partícula en estados diferentes.
- ▶ **Fuerza de interacción nuclear fuerte:** Es la que mantiene a los quarks unidos en el protón y el neutrón, y a los protones y neutrones juntos en los núcleos de los átomos. Esta fuerza tiene la propiedad llamada de confinamiento: siempre liga a las partículas en combinaciones tales que el conjunto total no tiene color. A energía normales, la interacción nuclear fuerte es tan intensa que une a los quarks entre sí intensamente.

Historia del tiempo, de Stephen W. Hawking, capítulo 5

