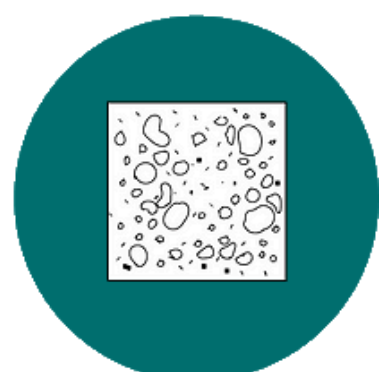
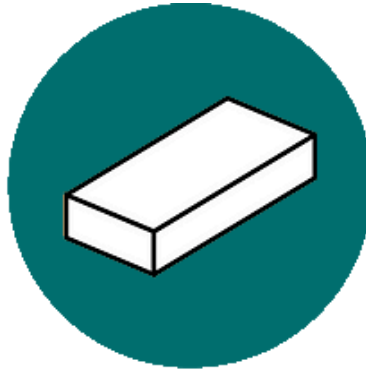
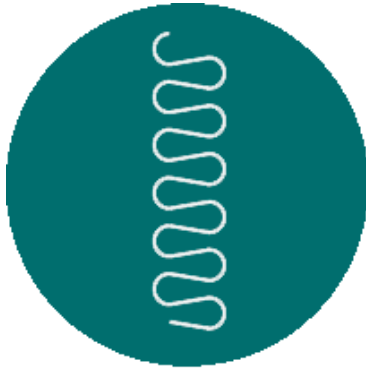




Universidad
Nacional
de Córdoba



FAUD
Facultad de Arquitectura,
Urbanismo y Diseño



APUNTE DE MATERIALES

Actualización 2024

ÍNDICE

MAMPUESTOS	3
1. Introducción	3
2. Ladrillo común o de campo	4
3. Bloques de mortero cementicio	8
4. Bloques cerámicos huecos	9
5. Ladrillos de hormigón celular curado en autoclave	11
6. Piedras naturales	12
7. Adobe	13
8. Mampostería + aislaciones - Ejemplos	14
9. Ejemplos de arquitectura	15
MADERAS	19
1. Introducción	19
2. Tipos de Madera	20
3. Madera aserrada	20
4. Propiedades Físicas de la madera	22
5. Propiedades especiales	23
6. Ventajas de su utilización	23
7. Formas de Comercialización	24
VIDRIOS	30
1. Introducción	30
2. Propiedades del Vidrio	31
3. Comportamiento ante la radiación solar	32
4. Efecto invernadero	34
5. Tipos de vidrios	35
6. Control climático en edificios vidriados	38
7. Vidrio y cambio climático	39
8. Resumen final	39
AISLANTES	41
1. Introducción	41
2. Aislación térmica	42
3. Aislación hidrófuga	48
4. Aislantes térmicos e hidrófugos - Ejemplos de uso	51
MORTEROS Y HORMIGONES	55
1. MORTEROS	55
2. HORMIGONES	61
METALES	67
1. Introducción	67
2. Características físicas	68
3. Técnicas de producción o fabricación	69
4. Clasificación	70
5. Formas comerciales	72
6. Técnicas de construcción	74
7. Ejemplos de arquitectura	76

MAMPUESTOS

Compiladora: Arq. Florencia Marciani.

Actualización 2024: Arq. Florencia Espinosa Barki; Arq. Javier Morán.

1. Introducción

Reciben este nombre todas las piezas constructivas (ladrillos o piedras) que están a la escala de la mano del hombre.

La palabra mampuesto significa “puesto con la mano”.

Con estas piezas se realizan las envolventes denominadas “mampostería”.

Según la materia prima y el proceso de producción los mampuestos pueden ser:

- Sobre la base de arcilla cruda – adobe- o cocidos –ladrillos-. A los ladrillos de producción artesanal se los denomina ladrillos comunes o de campo. Los producidos industrialmente se denominan ladrillos de máquina o bloques cerámicos.
- En base a piedras naturales, varían según la forma y el tipo de piedra empleada.
- En base a cemento y áridos, se obtienen bloques de mortero comúnmente denominados bloques de hormigón.

Según la capacidad de los mampuestos para resistir las cargas, se los puede clasificar en **portantes** y **no portantes**.

1.1. Muro de mampostería portante

Se emplean en estructuras indiferenciadas cumpliendo dos funciones básicas:

- *Función estructural portante*, son aquellos que resisten su propio peso y las cargas transmitidas por el plano superior. El reglamento CIRSOC (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles) de nuestro país dispone las condiciones que deben cumplir un muro para considerarse portante. Los mampuestos, a su vez, deben reunir diferentes cualidades con relación a espesores mínimos, sus trabas y la disposición de los huecos, en caso de tenerlos.
- *Función de acondicionamiento climático*, o sea constituir la piel o envolvente que protege y separa del exterior.

1.2. Muro de mampostería no portante

- Se emplean cumpliendo la *función básica de cerramiento*. Se utilizan mampuestos que están preparados sólo para recibir su propio peso. Pueden ser muros que sirvan para dividir espacios o muros exteriores que cumplen además la función de acondicionamiento climático.

2. Ladrillo común o de campo

Piezas cerámicas que se obtienen de la mezcla de arcilla, aserrín, paja o guano, y agua. Esta pasta más o menos plástica se moldea y posteriormente se seca al aire libre. Luego se produce la cocción de estos a una determinada temperatura, logrando que endurezcan en un proceso irreversible.

2.1. Características físicas

Dimensiones aproximadas: E: alto 5,5 cm; A: ancho 12,5 cm; L: largo 26,5 cm

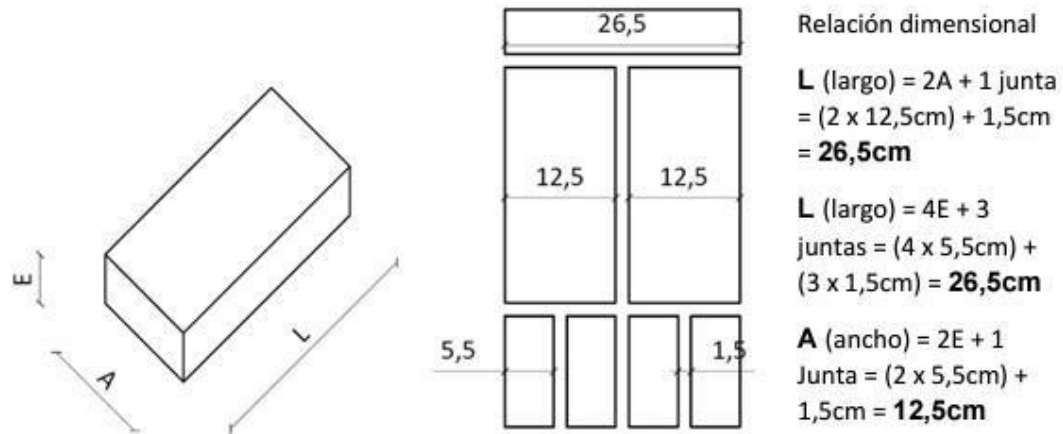


Figura 1. Dimensiones y relaciones de lados del ladrillo

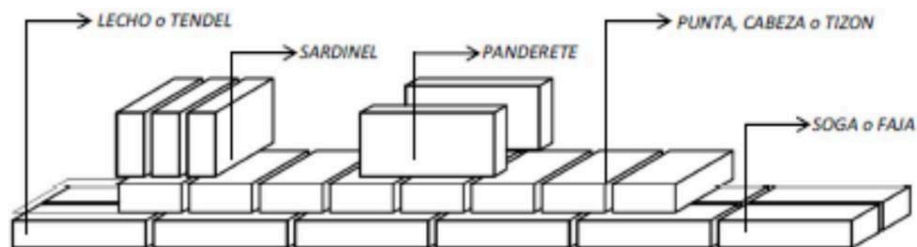


Figura 2. Formas de colocación de los ladrillos

2.2. Resistencia de la mampostería

Los ladrillos están compuestos por un material resistente a la compresión y muy poco al corte y a la tracción. Por lo que son adecuados para conformar elementos que reciban únicamente cargas gravitatorias.

La mampostería de ladrillos a pesar de estar constituida por pequeñas unidades se comporta como un sólido continuo, siendo capaz de transmitir los esfuerzos de modo uniforme.

Este monolitismo se consigue trabando entre sí las piezas cerámicas según determinados patrones geométricos, denominados aparejos o trabas, y fijándolas con mortero; así se consigue que las capas trabajen en conjunto y transmitan los esfuerzos uniformemente.

2.3. Trabas y aparejos

Se conoce como Aparejo o ley de traba a la disposición y trabazón con los que se coloca el material empleado en muros.

Para conseguir un plano monolítico se deben colocar las piezas de modo que se generen juntas perfectamente horizontales y juntas verticales discontinuas.

Las juntas tanto verticales como horizontales deben pasar de lado a lado del muro.

2.3.1. Muros de 15 cm

Aparejo a media asta: Se ejecuta con ladrillos colocados de soga. Las juntas verticales de cada hilada deben coincidir con el medio de los ladrillos de las hiladas superior e inferior.

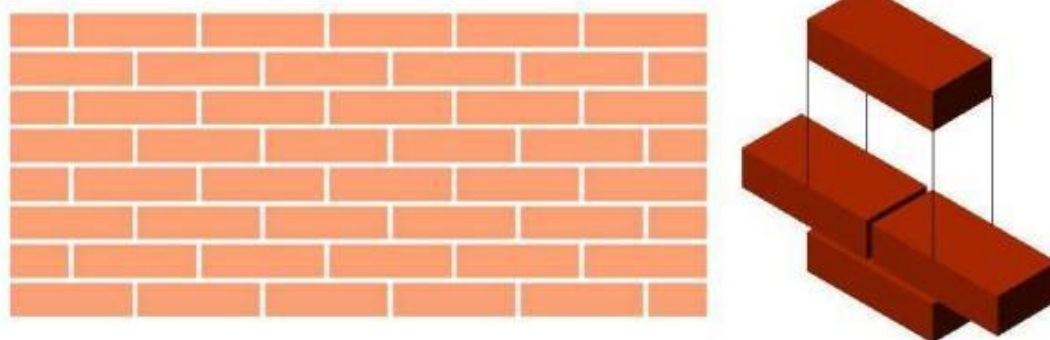


Figura 3. Aparejo media asta o soga

2.3.2. Muros de 30 cm

Aparejo inglés o cruzado: Se alternan las hiladas de soga de tizón. Las de soga corren alternativamente medio ladrillo, formándose las cruces indicadas en la figura. Es muy usado.

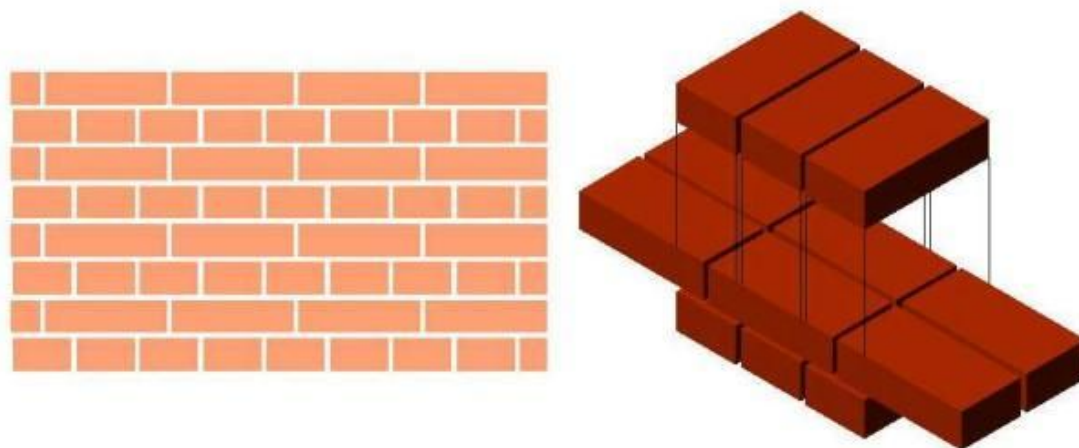


Figura 4. Aparejo inglés o cruzado

2.3.3. Aparejo con ladrillos de punta

Los ladrillos se colocan de manera que las juntas coincidan con el centro de las cabezas de las hiladas intermedias. Este aparejo no es recomendable por la proximidad de las juntas en el sentido longitudinal del muro, y sólo debe emplearse en casos especiales.

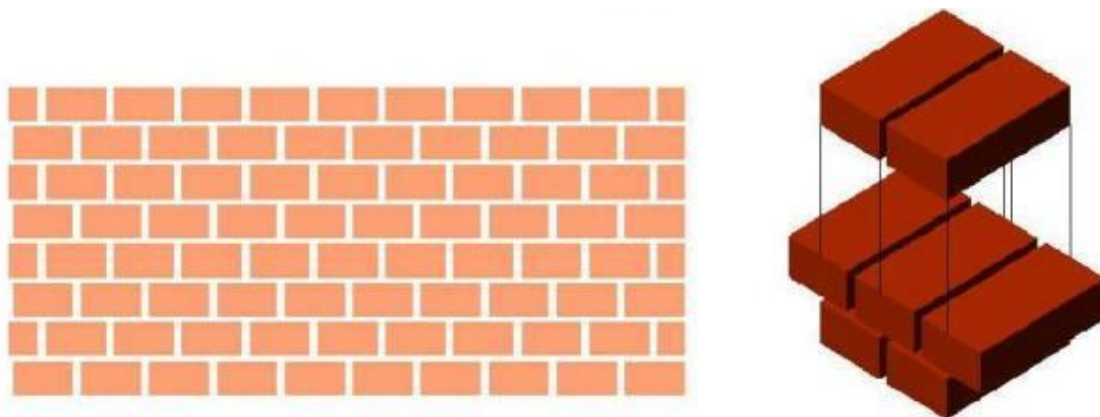


Figura 5. Aparejo de punta o tizón

2.3.4. Aparejo holandés

En una misma hilada se alternan los ladrillos colocados de soga con los colocados a tizón, y estos se ubican en la parte central de los a soga en las hiladas contiguas.

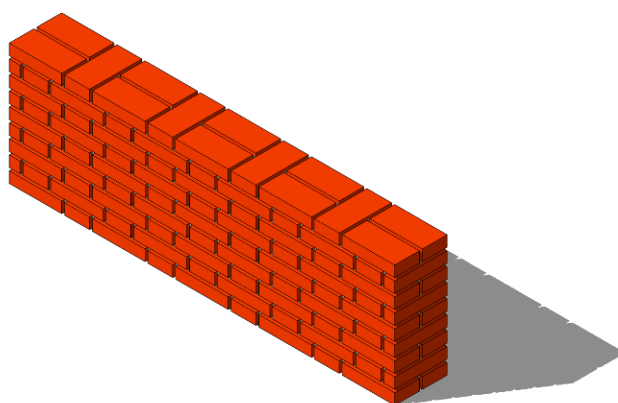


Figura 6. Aparejo holandés

2.3.5. Aparejo gótico

Se forma alternando hiladas solo de tizones con otras de tizones y sogas.

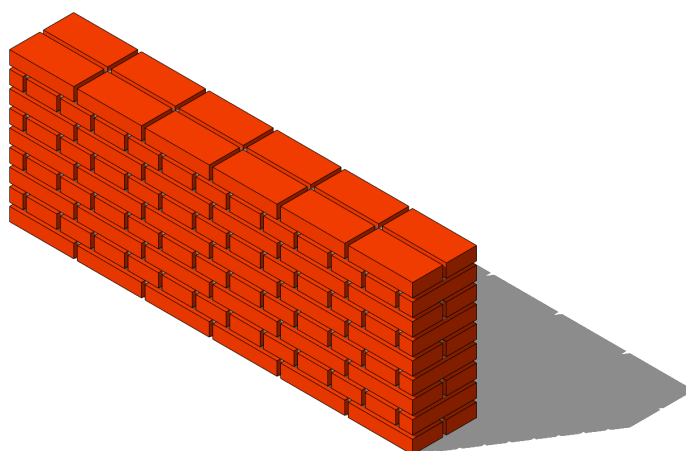


Figura 7. Aparejo gótico

2.3.6. Aparejo palomero

Muro cribado: El cribado es la disposición del ladrillo de modo tal que permita el paso de la luz a través del muro.

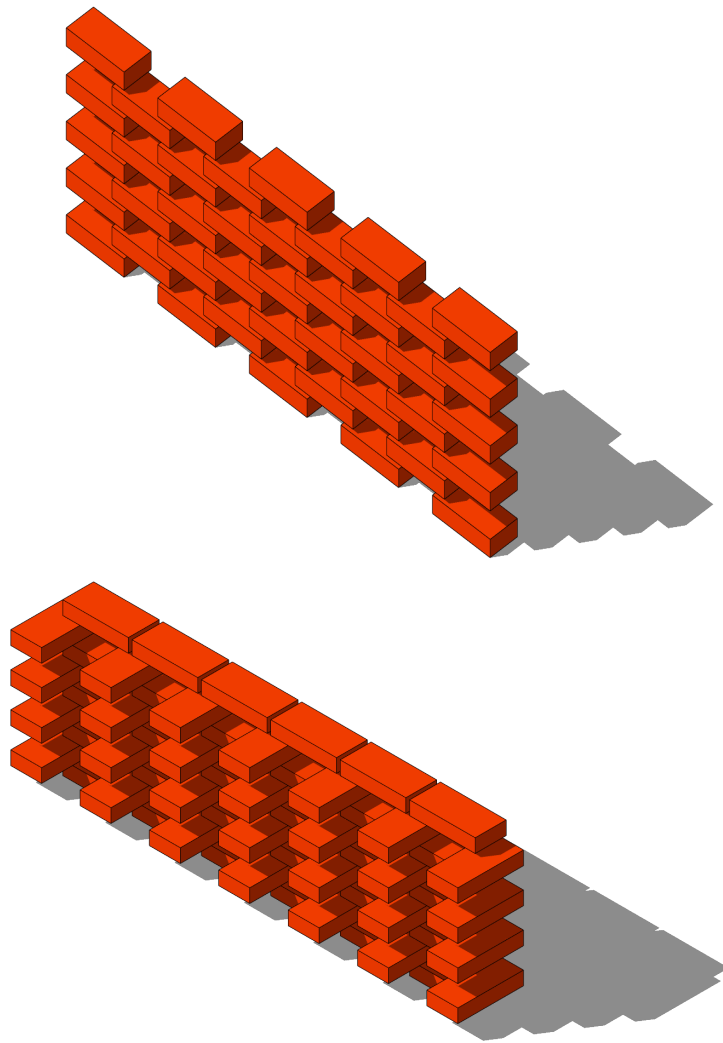


Figura 8. Aparejo palomero

16 Detalles constructivos de aparejo de ladrillos (nota Archdaily)

<https://www.archdaily.cl/cl/797279/16-detalles-constructivos-de-aparejo-de-ladrillos>

2.4. Comportamiento térmico

Los materiales macizos y pesados presentan una gran capacidad de acumular calor en su interior. Esta propiedad, junto a la conductividad térmica propia del material, permite transmitir el calor con cierto retardo entre las caras exterior / interior o viceversa.

3. Bloques de mortero cementicio

Son mampuestos elaborados con mortero cementicio (árido fino + cemento + agua). Según la cantidad de cemento que poseen y la compactación de la mezcla pueden ser portantes o no portantes.

3.1. Características físicas

Las dimensiones varían desde plaquetas de 5 cm (usados como revestimientos) hasta bloques de 20 cm de espesor, con una amplia gama de piezas. Los bloques están modulados cada 20 cm, esto se debe tener en cuenta para resolver vanos de ventanas, puertas, pisos, etc.

Tabla 1. Bloque de mortero cementicio - Dimensión - Peso - Cantidad por metro cuadrado

BLOQUE DE MORTERO CEMENTICIO	DIMENSIONES (cm)	PESO (kg)	CDAD / M2
 Bloque de 10 cm no portante	9,2-19-39,3	12,5	12,5
 Bloque de 13 cm de portante	12,8-19-39,3	12,5	12,5
 Bloque de 15 cm portante	14-19-39,3	12,7	12,5
 Bloque de 20 cm.	19-19-39	15	12,5

Fuente: Cormela - 2018

La absorción de agua varía según la densidad de los bloques, según el grado de compacidad o porosidad. Los bloques cementicios, al mojarse se expanden, de modo que se deben almacenar bajo cubierta en la obra, o protegerlos de la lluvia y la exposición al agua. Levantar la mampostería con bloques húmedos genera grandes inconvenientes, ya que se generan gran cantidad de fisuras cuando estos pierden la humedad y se retraen.

3.2. Comportamiento térmico

Transmiten el calor por conducción a través de las paredes del bloque y por convección a través de los huecos.

4. Bloques cerámicos huecos

Están elaborados con una materia prima similar a los Ladrillos Comunes, la arcilla, pero sin agregado de material orgánico. Se diferencian de los anteriores por su proceso de producción, ya que, es de manera industrial. Esto le da a los Ladrillos Cerámicos ciertas características que lo diferencian del ladrillo común:

- Más resistencia.
- Terminación lisa.
- Forma regular.

4.1. Características físicas

Actualmente la Industria Cerámica suministra al mercado bloques huecos para paredes que se pueden clasificar en dos grupos, según si en su posición normal de uso estos huecos o tubos quedan horizontales o verticales. También se fabrican con varias resistencias, según sean para muros portantes o tabiques de cerramiento. Por lo general sus caras son texturadas para asegurar una buena adherencia del revoque.

Los bloques cerámicos “no portantes” con tubos horizontales se utilizan para la construcción de muros a los que no se les transmiten cargas.

Los bloques cerámicos “portantes” con tubos verticales, se utilizan en la ejecución de los llamados muros portantes, es decir aquellos que son capaces de recibir y resistir las cargas a los que están solicitados.

Los espesores de los ladrillos huecos para cerramientos varían entre los 8 y 18 cm, mientras que los portantes pueden tener espesores entre los 12 y 27 cm. La altura, el largo y el modelo (cantidad de agujeros) cambian según el fabricante. En las tablas 1 y 2 se indican las medidas más comunes y sus valores típicos.

Tabla 2. Bloque cerámico no portante - Dimensión - Peso - Cantidad por metro cuadrado

BLOQUE CERAMICO NO PORTANTE	DIMENSIONES (cm)	PESO (kg)	CDAD / M2
 Bloque de 8 cm no portante	8-18-33	3,5	16
 Bloque de 12 cm no portante	12-18-33	4,5	16
 Bloque de 18 cm no portante	18-18-33	6,2	16

Fuente: Cormela - 2018

Tabla 3. Bloque cerámico portante - Dimensión - Peso - Cantidad por metro cuadrado

BLOQUE CERAMICO PORTANTE	DIMENSIONES (cm)	PESO (kg)	CDAD / M2
 Bloque de 12 cm portante	12-19-33	5,8	15
 Bloque de 18 cm portante.	18-19-33	8	15

Fuente: Cormela - 2018

Solo existe un tipo de traba específico para cada modelo de ladrillo cerámico, ya que el espesor del muro queda determinado por el grosor en si del mampuesto.

Las juntas horizontales y verticales dispuestas entre los mampuestos, deberán quedar completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas deberá ser el mínimo necesario para obtener uniformidad en la capa de mortero y una correcta disposición de los mampuestos. Las juntas tendrán un espesor máximo de 1 cm.

Los mampuestos se dispondrán formando juntas horizontales continuas y juntas verticales discontinuas, de modo que la longitud de la traba sea menor que 1/4 de la longitud del mampuesto utilizado. (Cormela, 2018)

En el caso de colocar las instalaciones embutidas –agua, gas, electricidad, etc.-, gran parte de las paredes se destruye para hacer las canalizaciones. De esta manera el muro se debilita.

4.1. Comportamiento Térmico

La resistencia térmica de los bloques cerámicos varía apreciablemente según la cantidad y configuración de las celdas interiores. La misma mejora notablemente en comparación con el bloque de cemento, pero de igual manera no se considera que cuente con la capacidad aislante suficiente.

5. Ladrillos de hormigón celular curado en autoclave

El hormigón celular curado en autoclave (HCCA) es una mezcla de aglomerantes, áridos finamente molidos y agua, más el agregado de un agente expansor que genera por reacción química burbujas de aire, dosificados automáticamente en un proceso industrial y sometidos a un curado a alta presión en autoclaves de vapor de agua (Grisolía, 2018). Esta mezcla de hormigón puede contener hasta un 80% en volumen de aire. (Instituto del cemento portland argentino. Departamento Tecnología de Hormigón, 2013)

5.1 Características físicas

Estos bloques se presentan en un formato de 50 o 60 centímetros de largo y 25 o 20 centímetros de altura, dependiendo de la marca y variando sólo en su espesor cada 2,5cm. Podemos encontrar espesores entre 5 y 25 cm.

Tabla 4. Ladrillo HCCA - Dimensión - Peso - Cantidad por metro cuadrado

LADRILLOS DE HCCA	DIMENSIONES (cm)	PESO (kg)	CDAD / M2
 7,5 cm	7,5-25-50	6,4	8
10 cm	10-25-50	8,5	8
12,5 cm	12,5-25-50	10,6	8
15 cm	15-25-50	12,8	8
17,5 cm	17,5-25-50	14,9	8
20 cm	20-25-50	17	8

Fuente: Retak - 2018

5.2 Comportamiento térmico

El HCCA posee alta resistividad térmica. Esto se debe a las microburbujas de aire incorporadas en su masa, que actúan como si fueran pequeñas “cámaras de aire”.

6. Piedras naturales

6.1. Características físicas

Debido a su formación cristalina, las rocas ofrecen una resistencia alta a la compresión y muy moderada al ser solicitadas a los esfuerzos de tracción, por lo que no pueden resistir empujes horizontales.

La dinámica de formación de la corteza terrestre ha dejado tres tipos de rocas:

- Rocas ígneas.
- Rocas sedimentarias.
- Rocas metamórficas.

6.1.1. Rocas ígneas

Son las más antiguas y sólidas, originadas al enfriarse masas de magma, es decir de materiales pétreos fundidos, durante el proceso de formación y endurecimiento de la corteza terrestre. Dentro de este grupo se presentan materiales de construcción como el granito, el pórfido, el gabro y la serpentina.

6.1.2. Rocas sedimentarias

Están formadas a partir de antiguos depósitos acumulados en el fondo de cursos o masas de agua, tales como lagos, ríos y mares sometidos a grandes presiones que los han compactado y cementado entre sí.

6.1.3. Rocas metamórficas

La más joven de las tres. Estas tortuosas formaciones, entre las que se hallan las pizarras y el mármol, proceden de depósitos ígneos o sedimentarios, que han sufrido las acciones de intensas presiones, altas temperaturas o el efecto de ciertos agentes químicos.

6.2. Comportamiento térmico

Tiene gran inercia térmica.

6.3. Proceso de producción

Barrenado, voladura, corte y acuíñamiento son métodos de extracción largos.

6.4. Técnicas de construcción

La gran mayoría de las construcciones en piedra se han diseñado sobre la base de piedras para ajustarse entre sí y dar como resultado fábricas continuas. Mediante determinados trabajos de labra a cada piedra puede dársele la forma precisa para que el conjunto pueda verse como una superficie continua y homogénea.

7. Adobe

En nuestro país el uso de la tierra como material de construcción data de épocas precolombinas. Recién en el siglo XVII comenzó a reemplazarse por ladrillos cocidos. En la actualidad la encontramos mayormente en áreas rurales o en poblaciones alejadas de los grandes centros urbanos.

7.1. Producción

Los adobes generalmente se hacen a mano y están elaborados con tierra arcillosa y arenosa, pudiendo tener dimensiones variables pero similares a la de los ladrillos cerámicos. Para su fabricación se necesita una atmósfera de baja humedad.

Para la elaboración de los ladrillos de adobe, la tierra se utiliza tal como se extrae pero en ocasiones suele mejorarse sus propiedades mediante la incorporación de estabilizantes químicos como el cemento, la cal y/o estabilizantes físicos como la paja. Estos contribuyen al incremento de su resistencia ante las acciones de deterioro de los agentes climáticos, a la reducción del agrietamiento por retracción y a mejorar la resistencia mecánica, entre otras cualidades.

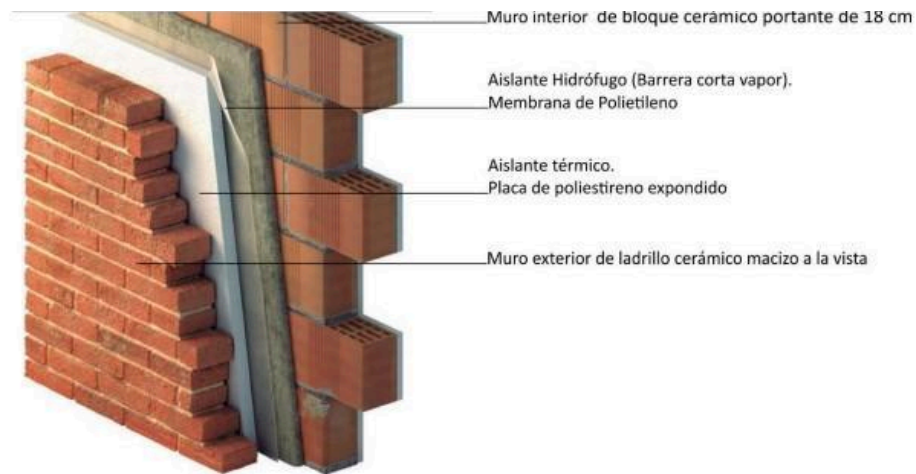
7.2. Ventajas y desventajas

Entre las ventajas de las construcciones de tierra podemos nombrar la inercia térmica que tienen sus envolventes, el bajo costo de producción y que no requiere fuentes de energía para su elaboración.

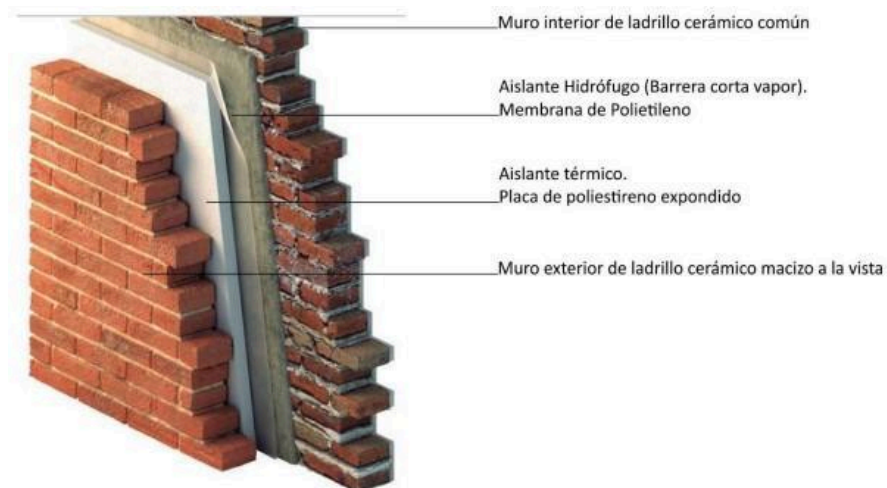
Entre las desventajas está su comportamiento ante el agua, que es un agente disgregante y su mal comportamiento ante acciones sísmicas, ya que los muros de adobe no resisten las vibraciones y fuerzas horizontales ocasionadas por estas.

8. Mampostería + aislaciones - Ejemplos

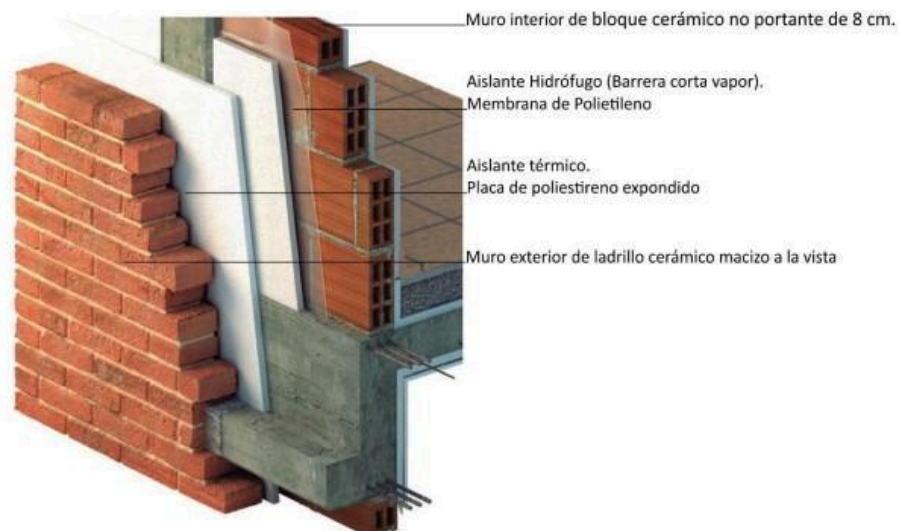
8.1. Muro doble de bloque cerámico no portante y ladrillo macizo a la vista, con aislación.



8.2. Muro doble ladrillo macizo a la vista, con aislación térmica e hidrófuga. (Azqueta)

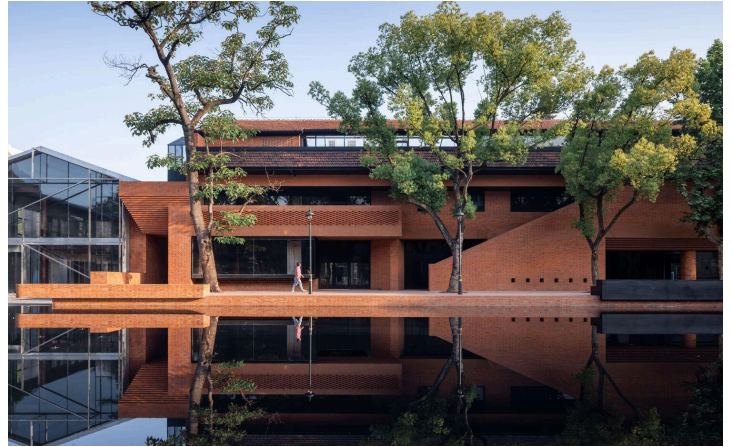


8.3. Muro doble bloque cerámico no portante y ladrillo macizo a la vista, con aislación.

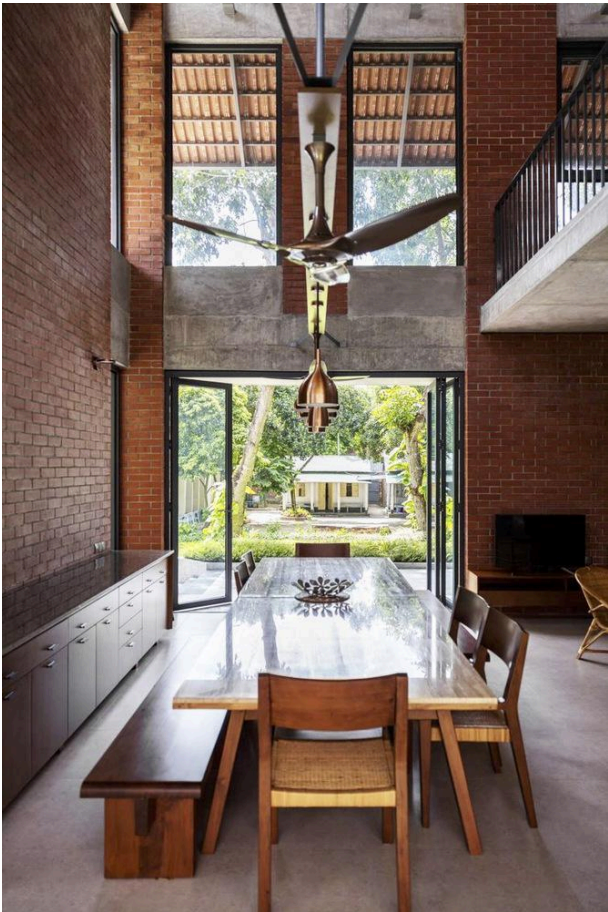


9. Ejemplos de arquitectura

9.1. Power Workshop / Benzhe Design



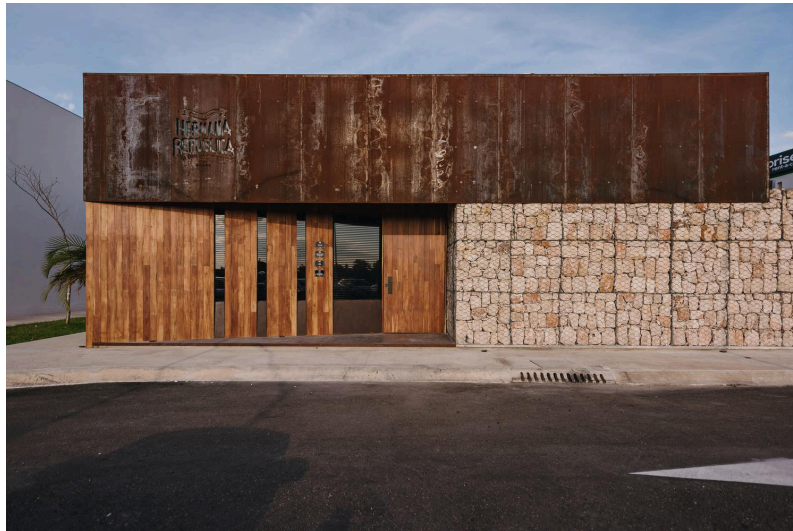
9.2. Maayer Anchol Residence / INDESOL architects + Neoformation architects



9.3. Marcela House / Erbalunga studio



9.4. Restaurant Hermana República / Taller Mexicano de Arquitectura



Bibliografía

- Cámara Industrial de Cerámica Roja. (s.f.). Manual de colocación de cerámica roja. Muros, losas, pisos. Recuperado el 2018, de Cámara Industrial de Cerámica Roja:
<http://www.ceramicaroja.com.ar/pdf/fichal-manual-de-colocacion.pdf>
- Cámara Industrial de la cerámica roja. (1998). Comportamiento térmico de mampuestos y techos cerámicos. Obtenido de Cormela - Cerámica roja para la construcción:
<http://www.cormela.com.ar/docs/comportamiento-termico.pdf>
- Centro de Investigación de Reglamentos Nacionales de Seguridad para las obras civiles. (2007). Reglamento empírico para la construcción de mampostería de bajo compromiso estructural. Buenos Aires: INTI.
- Cormela. (2018). Ladrillos huecos. Obtenido de Cormela. Cerámica para la construcción:
<http://www.cormela.com.ar/cormela-prod-lh.php>
- Grisolía, C. A. (2018). Ladrillos de hormigón celular curado en autoclave. Obtenido de Los andes:
<http://www.losandes.com.ar/article/ladrillos-de-hormigon-celular-curado-en-autoclave>
- Inglés. (2018). Obtenido de Wikimedia Commons:
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/Ingles.JPG>
- Instituto Argentino de Normalización. (1996). Norma IRAM 11605. Acondicionamiento térmico de edificios; condiciones de habitabilidad en edificios; valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos. Buenos Aires: IRAM.
- Instituto del cemento portland argentino. Departamento Tecnología de Hormigón. (2013). Bloques de hormigón celular curado en autoclave. Buenos Aires: Instituto del cemento portland argentino.
- Palmar S.A. (2018). Ladrillo Hueco Cerámico. Obtenido de Palmar S.A.:
http://www.palmarsa.com.ar/uploads/s_1_ladrillo-hueco.png
- Palmar S.A. (2018). Ladrillos cerámicos portantes. Obtenido de Palmar S.A.:
http://www.palmarsa.com.ar/uploads/s_1_celerbloque.png
- Retak. (2018). Ladrillo macizo. Obtenido de Retak:
<http://www.retak.com.ar/productosretak/ladrillo-macizo-retak/#1428507942-2-49>
- Retak. (2018). Ladrillo Macizo. Obtenido de Retak:
<http://www.retak.com.ar/productosretak/ladrillo-macizo-retak/>
- Soga. (s.f.). Recuperado el 2018, de Wikimedia Commons:
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Soga.JPG>
- Tizón. (2018). Obtenido de Wikimedia Commons:
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Tizon.JPG>

MADERAS

Compiladores: Arq. Tambussi; Arq. Di Forte.

Actualización 2024: Arq Lambertucci.

1. Introducción

Desde el punto de vista del aprovechamiento como recurso, la madera es la materia prima utilizada en numerosas industrias. Mediante la transformación del árbol (Figura 3) se la utiliza para la fabricación de postes, durmientes de ferrocarriles, pilotes, vigas, columnas, tablas, tableros, pulpa y papel.

A través del procesamiento de las diferentes partes del árbol se obtiene leña, carbón, papel, alcohol, gomas, resinas, sustancias medicinales, aceites comestibles y esenciales, etc.

Desde el punto de vista anatómico la madera es la sustancia fibrosa y celulosa de que se componen el tronco y las ramas de un árbol.

La proporción aproximada de sus componentes es:

Celulosa	40/50%
Lignina	20/30%
Resina, almidón, tanino y azúcares	20/30%

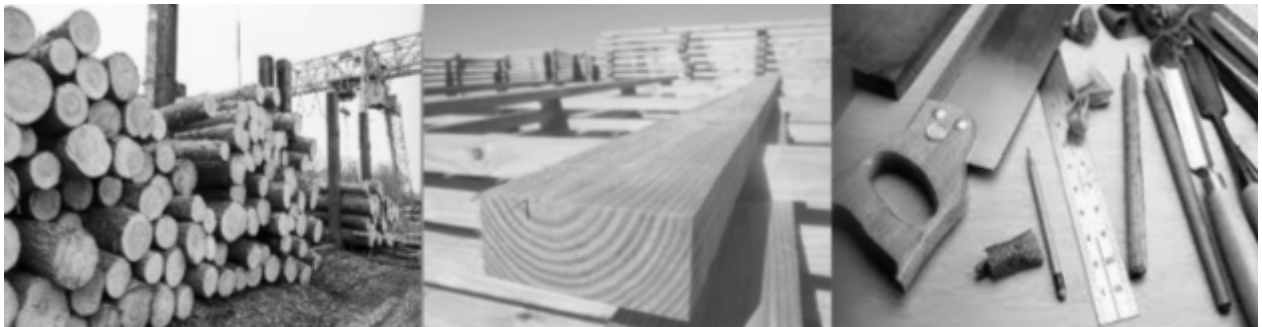


Figura 1.

2. Tipos de Madera

Se pueden hacer numerosas clasificaciones de la madera. La estructura de la madera es lo que determina la diversidad de los troncos y su utilización. Hay distintos tipos de madera que se distinguen:

Por su dureza en relación con el peso específico, las maderas pueden ser:

Tabla 1. Tipos de madera.

Maderas blandas	Crecimiento rápido. Colores claros. Relativamente livianas y blandas Hojas Perennes. Tipo resinoso, como el Pino Son más abundantes y económicas
Maderas duras	Crecimiento lento. Colores oscuros Relativamente pesadas y duras Hojas Caducas. Roble, Castaño o Nogal Algunas especies de árboles extinguidos, Escasas, el precio es muy alto.

3. Madera aserrada

La madera es aserrada (Figura 2) mucho antes de ser utilizada, por lo tanto es importante saber cómo se comercializa (Figura 3) y cuáles son los formatos y denominaciones habituales que encontraremos en los aserraderos (Figura 4) o los comercios dedicados a este rubro.

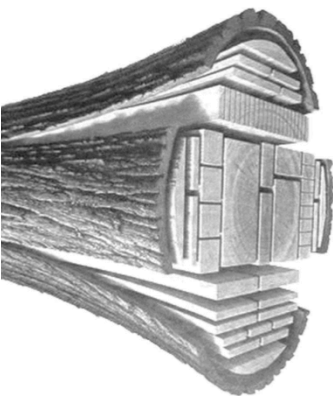


Figura 2. Madera aserrada



Figura 3. Comercialización



Figura 4. Formatos

3.1. Madera aserrada y madera en bruto

La madera aserrada y en bruto es comercializada en nuestro país en una unidad de medida : el pie cuadrado. Esta medida es la cantidad de madera de un tablero ideal de 12" (305mm) x 12", con espesor de 1" (25,4mm).

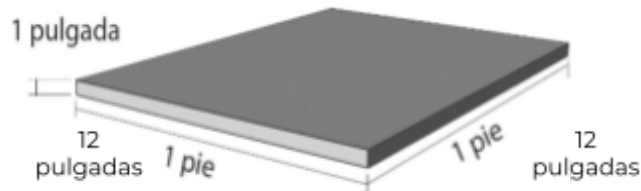


Figura 5. Dimensiones piezas aserradas

Usualmente y por costumbre, hasta nuestros días, se denomina a las piezas de madera aserrada por su sección en pulgadas inglesas y por su largo en metros, de manera que podemos utilizar una fórmula, que daría como resultado los pies cuadrados.

Fórmula de cálculo para obtener pies cuadrados es la siguiente:

b (ancho en pulgadas) $\times$ h (alto en pulgadas)

$\times L$ (largo en metros) $\times 0,2734 =$ Pies cuadrados (Figura 6)

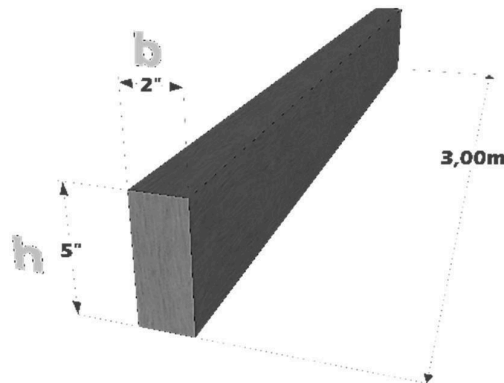


Figura 6. Dimensiones piezas aserradas

La designación corriente de las piezas de madera de acuerdo a su tamaño es variable y se acostumbra referirla a las dimensiones de la sección transversal, tomando como módulo la pulgada inglesa.

4. Propiedades Físicas de la madera

Es de mucha importancia conocer las propiedades físicas de la madera, ya que de ello depende la elección de un tipo u otro, según el uso que se le dará. Describiremos brevemente las propiedades más importantes.

Debido a que el tamaño de las cavidades celulares y su espesor varía entre las diferentes especies madereras, la cantidad y compacidad del material leñoso también varía. La densidad es la relación entre masa y volumen. La madera, al ser higroscópica absorbe agua, modificando su masa y su volumen y por lo tanto su densidad.

4.1. Higroscopicidad

Puede absorber o desprender humedad. Las variaciones de humedad hacen que la madera cambie de tamaño, variando su volumen y por consiguiente su densidad.

4.2. Anisotropía

La madera es un material heterogéneo, muy diferente según el plano o la dirección que se considere. Como resultado de esa desigual configuración, presenta un desigual comportamiento: por ejemplo, la madera resiste de 20 a 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal del árbol.

4.3. Baja Densidad

Flota en el agua, usado en la fabricación de elementos para la navegación.

4.4. Color, veteado y olor

Estos tres aspectos, no son de orden técnico, pero son muy tenidos en cuenta al considerar el aspecto estético. Dentro de los trabajos de carpintería fina o de revestimientos, a veces son definitorios para la elección del tipo de madera.

4.5. Hendibilidad

Es la facilidad que tiene la madera de hendirse o partirse en el sentido de las fibras. La cuña A al penetrar en una pieza tiende a vencer la fuerza de cohesión de las fibras.

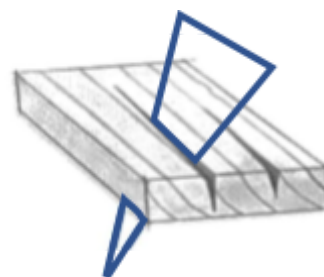


Figura 7. Hendibilidad

4.6. Facilidad de pulido

La disposición de las fibras en la madera, otorgan esta característica tan importante y delicada, que se refiere al acabado del material. Las maderas duras o semiduras son muy aptas para realizar un buen pulido, quedando la superficie muy homogénea. En cambio, en las maderas blandas, las fibras tienden a separarse o levantarse con más facilidad.

5. Propiedades especiales

5.1. Eléctricas

La madera es un excelente aislante eléctrico, perdiendo esta cualidad con el aumento del contenido de humedad.

5.2. Acústicas

La madera tiene cualidades para amortiguar las vibraciones sonoras, dada las características porosas de su constitución.

5.3. Térmicas

Las concavidades celulares de la madera seca están llenas de aire, siendo este un pobre conductor térmico. Las maderas de baja densidad conducen menos calor que las de alta densidad. Tiene un buen comportamiento térmico pero **no es aislante térmico**.

6. Ventajas de su utilización

Las ventajas de la madera son mucho mayores que sus desventajas como material.

- Es un producto natural. Es un producto de origen natural, reciclable y renovable, cuyo proceso productivo con relación a otros productos industrializados ofrece menos residuos, requiere un bajo consumo energético y respeta la naturaleza y el medio ambiente.
- El empleo corriente no es tóxico, no produce olores o vapores tóxicos de origen químico, en consecuencia, es segura al tacto y manejo.
- Es 100% **renovable** si se práctica una tala de árboles en los bosques adecuadamente y con los certificados pertinentes. Árboles nuevos se plantan de forma cuidadosa y sin comprometer los recursos naturales.
- **Facilidad** en la labor de manejo y estructura. Se trata de una materia prima muy polivalente que puede ser utilizada de forma variada y que cumple con determinadas especificaciones y necesidades, conforme con el género de aplicación deseado. Deja conexiones y empalmes simples de ejecutar hasta estructuras complejas con una adecuada ejecución.
- **Ecología:** Su producción no precisa de energía fósil y tampoco de grandes superficies para fábricas. La madera, en su crecimiento, quita del aire dióxido de carbono y lo acumula en forma estable. Después de ser usada es muy fácil volver a aprovecharla. El aserrado y la manufacturación de la madera no necesita de gran tecnología y precisa, en comparación con otros materiales de construcción, mucha menos energía.
- **Prefabricación:** Gracias a la posibilidad de trabajar y preparar partes completas en talleres, independizándose de esta manera el avance de los trabajos de las inclemencias climáticas, se asegura también la calidad de los mismos. La posible utilización de máquinas ensambladoras computarizadas de alta precisión y dispositivos de fabricación, proporcionan un trabajo rápido, prolijo y limpio.

7. Formas de Comercialización

7.1. Piezas rústicas

Se denomina piezas rústicas o madera aserrada, a la madera que no ha pasado por el proceso de cepillado y presenta unas terminaciones ásperas características del corte con sierras. La madera en forma de rollizos o aserrada, se comercializa generalmente por metros cúbicos. Los postes de hasta aproximadamente 20cm de diámetro se comercializan por unidad. Al ser, generalmente, estos elementos aserrados o directamente troncos del árbol se considera tanto la sección como la longitud de las piezas.



Figura 8. Postes de madera.

7.2. La madera transformada y sus derivados

Independientemente del empleo de la madera como materia prima única, se encuentran en el mercado otros tipos de materiales que en unos casos pueden considerarse madera transformada y en otros, simplemente derivados de la madera o incluso, en cuanto al corcho, derivados directos.

Los siguientes son distintos grupos en que podemos dividir todos estos materiales:

- Tableros enchapados.
- Placas de aglomerado.
 - Tableros OSB.
 - Tableros MDF.
 - Tableros de fibras.
 - Tableros de corcho.
- Madera laminada.

Desarrollo en la siguiente página.

7.2.1. Tableros enchapados

En general se utiliza como alma del tablero una base de aglomerado de partículas, que luego es revestida con finas chapas de madera de calidad, pegadas con cola y prensadas para lograr homogeneidad. La principal ventaja de estos tableros es que se logran superficies de maderas de mucha calidad con un bajo costo, al utilizarse solamente una capa muy fina de ellas.

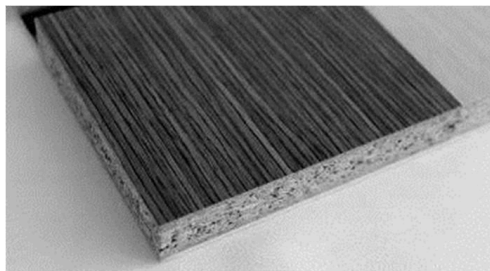


Figura 9. Tablero enchapado

7.2.2. Placas de aglomerado de partículas de madera

7.2.2.1. Por prensado plano

La creación de este tipo de tableros fue revolucionaria para la industria tradicional de la madera, ya que la masa de celulosa es homogénea y puede trabajarse en cualquier dirección con la misma facilidad.



Figura 10. Placa de aglomerado por prensado plano

7.2.2.2. Por prensado de canto o extrusión

Hay tableros macizos, donde las partículas están colocadas en sentido perpendicular a la superficie, que a su vez está recubierta de una chapa para dar mayor resistencia. También se fabrican tableros de espacios huecos, que son similares a los anteriores pero con huecos longitudinales en el interior, que mejoran notablemente las propiedades aislantes y acústicas, y además son más livianos.

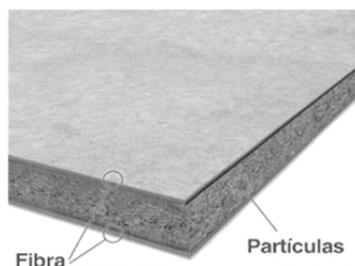


Figura 11. Placa de aglomerado por prensado de canto o extrusión

7.2.2.3. Tableros OSB

Son tableros donde los componentes constituyen astillas de madera de gran tamaño, amalgamadas con colas sintéticas. Son de superficie rústica y muy utilizada en diferentes industrias.

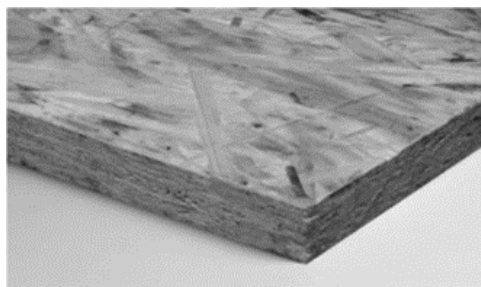


Figura 12. Placa de aglomerado - Tablero OSB

7.2.2.4. Tableros MDF

Tableros de fibras de mediana densidad. Esta calidad de tablero se considera “madera reconstituida”, ya que puede trabajarse prácticamente como una madera maciza. Es un tablero de fibras de madera, unidas en seco mediante resinas sintéticas con un prensado en alta frecuencia, que le confiere cualidades de homogeneidad en todo su espesor.

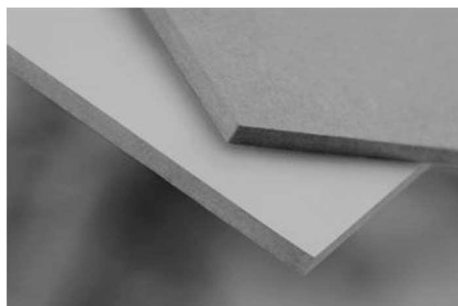


Figura 13. Placa de aglomerado - Tablero MDF

7.2.2.5. Tableros de fibras

Las propiedades adhesivas tanto de la celulosa como de la lignina son suficientes para la formación del manto del conglomerado. Este tablero es extraordinariamente resistente a la humedad, no se astilla ni se pudre.

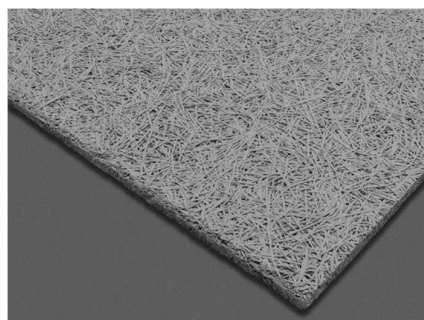


Figura 14. Placa de aglomerado - Tablero de fibras

Los usos de los tableros de partículas y los contrachapados son indefinidos, tanto en la industria del mueble como de la construcción y decoración. Su principal ventaja es la homogeneidad de su masa, que le confiere características de practicidad, al disponer de superficies uniformes listas para unir, revestir, pintar o tratar con otros materiales. Son comercializados en grandes placas, lo que facilita la modulación, el aprovechamiento íntegro del material y la rapidez de ejecución.

7.2.2.6. Tableros de corcho y aglomerados de corcho

La materia prima es obtenida del descortezamiento del tronco del árbol, proceso que se realiza con intervalos de 8 a 10 años. Si el trabajo de descortezamiento se realiza adecuadamente, el árbol puede producir corteza hasta durante 200 años.

Las características principales son su liviandad, su elasticidad, su impermeabilidad a los líquidos y los gases, su baja conductividad térmica y su gran capacidad como material aislante y acústico.

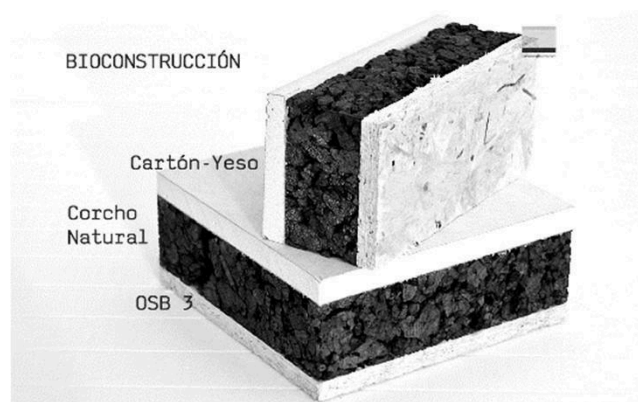


Figura 15. Tablero de corcho y aglomerados de corcho

7.2.3. Madera laminada

La madera laminada encolada está formada por láminas de madera libres de defectos, unidas con adhesivo por la testa mediante un empalme finger-joint y por las caras y los cantos unidas a tope. Así, se aprovecha madera de pequeñas dimensiones libre de defectos, que junto con cola da lugar a un material de grandes dimensiones y gran estabilidad.



Figura 16. Infografía. “La Madera como Material de Construcción”2012.



Figura 17. Arq Jürgen Mayer. 2011 Metropol Parasol “Las Setas”

La idea de madera laminada encolada parece nueva, pero su primer uso data del siglo XVI, por el arquitecto francés Filiberto de l'Orme quien trasladó la técnica constructiva de la piedra a la madera, dando lugar a la fabricación de grandes piezas de madera, pero sin utilizar cola. Fue en 1906 cuando, en Alemania, surgió el concepto que actualmente tenemos de madera laminada encolada. Vino de la mano de Karl-Friedrich-Otto Hetzer quien, gracias a la industria química de las colas, propuso un método constructivo con caseína, eliminando así pernos, bridas, etc.

La madera laminada encolada resulta ser una pieza libre de defectos, con posibilidad de sección variable o directriz curva y con alto valor decorativo, por lo que su industria actualmente es una industria altamente competitiva e innovadora, también gracias a las opciones que ofrece para aprovechar pequeñas piezas que en otras circunstancias serían residuales.

La línea de fabricación de la madera laminada encolada empieza con la madera aserrada. Por ser un material estructural, es frecuente que la madera aserrada sea tratada previamente a su mecanización. Por lo general, la madera utilizada para la fabricación de madera laminada encolada suele ser de coníferas.

El primer paso es secar la madera en secaderos. Luego que ha sido secada ha de pasar por un riguroso control de humedad, pues si las piezas están a diferentes humedades es imposible un buen resultado final. Una vez que han pasado el control de calidad, son señalados todos los defectos, para que posteriormente una máquina con un detector óptico sanee todos los defectos. Una vez que la madera está libre de defectos, se mecaniza por las testas, con unas uniones dentadas (finger-joint), que son encoladas y puestas en presión para así obtener piezas de gran longitud.

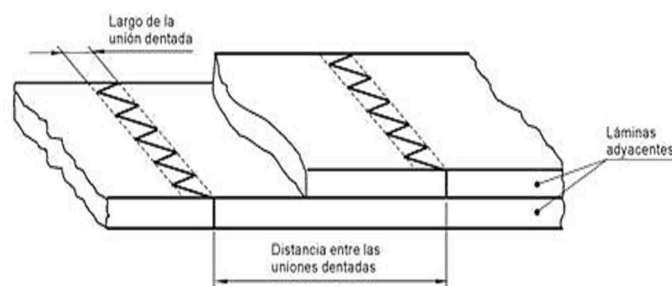


Figura 18. Detalle uniones dentadas finger-joint

Estas láminas de gran longitud han de pasar por perfiladoras para obtener una dimensión homogénea el lijado de las caras y cantos, las láminas de madera pasan por la encoladora, en este paso solo es necesario armar la viga y aplicarle la presión necesaria durante el tiempo especificado. Una vez formada la viga tendrá que pasar por una lijadora que la homogeniza y ya tendremos una viga de madera laminada encolada.

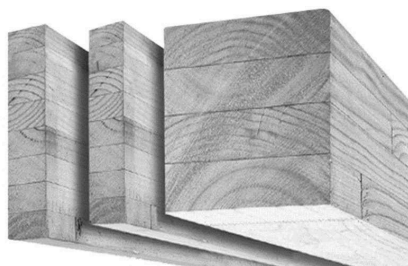


Figura 19. Arq. Prof. CAROLINA STEVENSON. 2006. Monografía Sistema de Construcción y Estimación.

Bibliografía

MIGUEL HANONO. Construcción en Madera. Cima 2004

CAMMEC. Cámara Argentina de la madera, Mueble y Equipamiento de Córdoba. Arq. Di Forte, Gastón. Consultas Técnicas en la Web: <http://www.cammec.org.ar/capacitaciones>

Infografía

Imágenes ilustrativas de la Arq. Prof. CAROLINA STEVENSON. Monografía Sistema de Construcción y Estimación. 2006. Pág. 25, 38 y 41.
<https://es.slideshare.net/carodriguez21/92-madera>

Monografía La Madera, Universidad dela Salle Colombia, en Slideshare.com, pág 4
<https://es.slideshare.net/archieg/la-madera-como-material-de-construccion>

Educación Forestal en Argentina:
<http://www.mapaeducativo.edu.ar/atlas/mapas-de-contexto/territorios-productivos-y-educacion/produccion-forestal>

Características de la Madera:
<https://quimicathai.wordpress.com/tag/anisotropia>

Maderas Aserradas:
http://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_40_aserrada.pdf
http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3033/Technical/TFL-SPD-030-12-R1-M-Manual-Practico-CubicacionMaderaRollizayAserrada.pdf
<http://eligemadera.blogspot.com.ar/2014/11/certificacion-de-la-madera-para-uso.html>

Consultas para Madera Laminada:
<https://www.maderea.es/aun-no-conoces-la-madera-laminada-encolad>
<http://www.hguillen.com/2014/01/vigas-laminadas-estructurales-de-abeto-gl24h>
<http://www.agroindustria.gob.ar/new/0-0/forestacion/archivos/biblioteca/190%20V%20DEMCOFF%20def.pdf>
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/767512/materiales-madera-laminada-y-su-aplicacion-en-la-arquitectura>

VIDRIOS

Compiladores: Arq. Tomás O'Neill y Arq. Alicia Rivoira.

Actualización 2024: Arq. Branco; Ayudante: Wolfenson, Lara

1. Introducción

El vidrio “es un líquido sobre enfriado que tiene la apariencia y el comportamiento de un sólido, ES UN SÓLIDO AMORFO.” producido por la fusión de sílice (que se encuentra en la arena) y aditivos a muy altas temperaturas. Al enfriar se convierte en un material duro y brillante sin estructura de grano (lo cual determina muchas de sus propiedades, como veremos más adelante) Esto hace que se remarque la disponibilidad y bajo costo de las materias primas usadas para producirlo.

Por sus características intrínsecas (brillantez, resistencia al uso, transparencia, etc), es un material difícilmente sustituible (y a veces, realmente insustituible) en la mayoría de sus aplicaciones.

Se cree que ya se utilizaba en el Antiguo Egipto, y es a principios del siglo XX, cuando comenzó un rápido desarrollo de su industria.

En la década del 70, con la crisis del petróleo y el necesario ahorro, aumentó la búsqueda de cristales cuyo comportamiento implicara un menor consumo energético. Muchos son los tipos de vidrio que se encuentran hoy en el mercado, presentando distinto comportamiento ante la radiación solar. Podemos mencionar vidrios reflectantes, vidrios serigrafiados, vidrios múltiples, vidrios de respuesta energética selectiva, de respuesta variable, etc., pero cada uno de ellos puede ser eficiente o no, de acuerdo a los requerimientos de la actividad y al clima del lugar donde se lo utiliza.

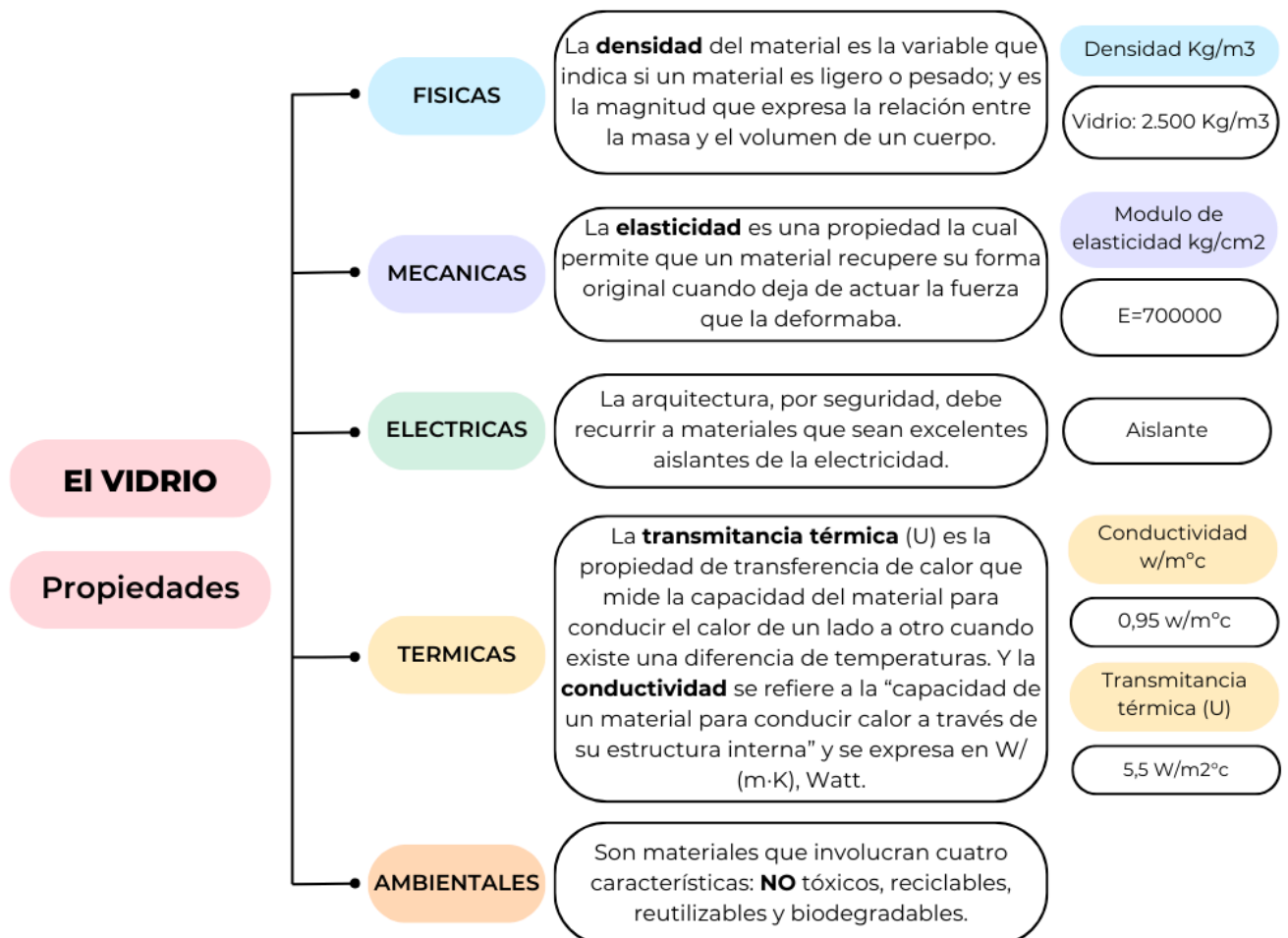
Debido a la necesidad de reducir el consumo energético, y el deterioro ambiental, además de brindar confort térmico a las personas, los profesionales de la construcción tenemos la responsabilidad de conocer las propiedades físicas de los materiales en general y del vidrio en particular por la alta transmisión de calor que a través de él se produce.

También encontramos vidrios con otras características o prestaciones como los vidrios fotovoltaicos.

2. Propiedades del Vidrio

El vidrio ya sea por tradición o por necesidad se emplea en las construcciones arquitectónicas, usados inteligentemente pueden aportar a las edificaciones propiedades y características diversas. Para identificar dichas características, se plantean cinco variables que están estrechamente relacionadas con las cualidades de cualquier material, y que permite en este caso, evaluar las propiedades del vidrio que se emplean en la arquitectura y entender que es lo que aportan a las construcciones.

Tabla 1. Propiedades del vidrio.



3. Comportamiento ante la radiación solar

Una lámina de vidrio puede reflejar, absorber, reirradiar y permitir el paso de la energía radiante por transmisión. Esto va a influir en sus propiedades y va a determinar el comportamiento ante la transferencia del calor.

Cuando la radiación solar incide sobre el vidrio, se producen tres fenómenos. Una parte de ella es reflejada, otra es absorbida, ocasionando un aumento de la temperatura del material y su posterior re emisión al exterior y/o interior (R1 y R2) y otra parte atraviesa directamente el vidrio, por transmisión, sin alterar su temperatura.

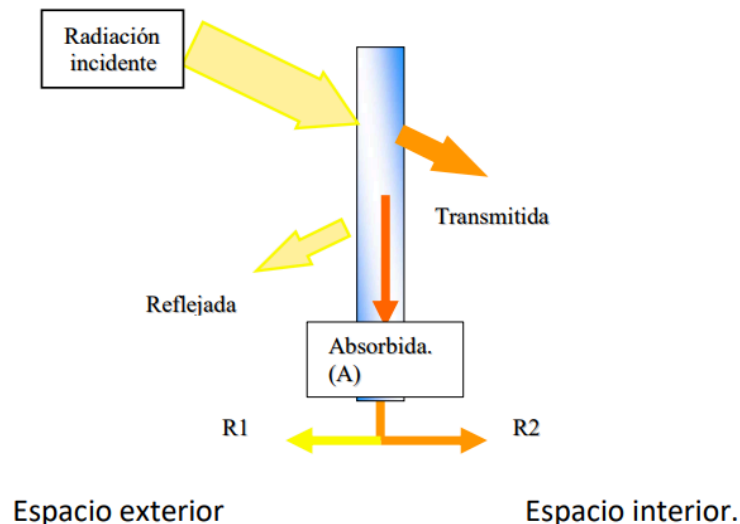


Figura 1. Comportamiento del vidrio ante la radiación solar

Tabla 2. Tipos de vidrios y porcentajes de reflexión, absorción y transmisión.

Tipo de vidrio	Reflexión	Absorción	Transmisión
Incoloro 7%	15%	78%	-
Color 5%	46%	49%	-
Reflectivo	12 al 30%	39 al 57%	31%

Los coeficientes que indican la cantidad de radiación solar que atraviesa un determinado tipo de vidrio son:

- Coeficiente de sombra (CS).
- Factor solar (FS).
- Factor de vista (Fr).

3.1. Coeficiente de sombra (CS)

Es la ganancia de calor solar (transmitido y reirradiado) de un vidrio determinado, respecto a la ganancia de calor solar de un vidrio de 3mm de espesor. (es decir que toma un valor de referencia que es aproximadamente igual a 1). A mayor valor mayor, mayor será la ganancia de calor. El CS de un cristal float de 4mm es de 0.98.

3.2. Factor solar (FS)

Indica el total de energía solar radiante que atraviesa un vidrio. Representa el calor radiante que atraviesa el vidrio directamente (transmitida) y la energía radiante que es absorbida por el elemento y luego reirradiada al interior (A y R2). El FS de un cristal float de 4mm incoloro es de 0.83, esto nos indica que su capacidad de evitar el ingreso de calor por radiación es muy baja.

3.3. Factor de vista (Fr)

Es el que considera el grado de acoplamiento óptico del elemento considerado, es decir qué tan bien diseñado está el elemento transparente, para aprovechar la máxima cantidad de luz.

3.4. Otros coeficientes y factores

3.4.1. Transmitancia Térmica (K)

Indica el flujo de calor a través de la unidad de superficie de un elemento constructivo sujeto a una diferencia de temperatura del aire a ambos lados del elemento de 1°C, también se indica con el símbolo "U".

La cantidad de calor que se transfiere a través del vidrio, se expresa por medio de la **Transmitancia**.

3.4.2. Factor de transmisión luminosa (%)

Relación entre el flujo luminoso transmitido hacia el interior de un espacio a través del vidrio y el flujo de luz incidente. (incidencia en forma normal).

El factor de transmisión luminosa de un cristal float de 4 mm es de 89 %.

3.4.3. Emisividad (Factor e)

Es un número entre 0 y 1, característico de la superficie del material que irradia. (Las superficies negras tienen una emisividad cercana a 1 y las brillantes cercanas a 0). Depende en cierto grado de la superficie del cuerpo. Un buen absorbedor es un buen emisor.

4. Efecto invernadero

El vidrio en la arquitectura tiene una particularidad: deja pasar la luz y el calor del sol (radiación solar), pero retiene parte del calor que se genera dentro del edificio (radiación infrarroja). Este fenómeno se conoce como **Efecto Invernadero**.

El efecto invernadero es uno de los fenómenos presentes en la arquitectura y está causado por el vidrio en contacto con la radiación solar.

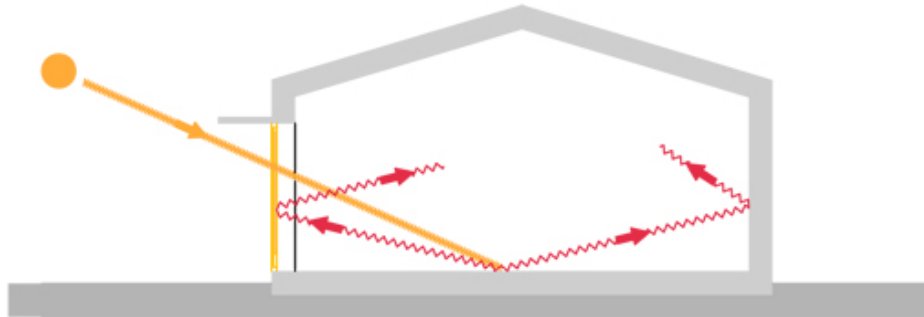


Figura 1. Efecto invernadero en la arquitectura

La longitud de onda de la radiación solar que llega a la tierra, se encuentra comprendida en su mayor parte, entre 300 y 3500 nm. Los vidrios, son permeables a la radiación de onda corta, estas atraviesan el vidrio, calentando los objetos dentro del edificio, estos objetos calientes emiten radiación infrarroja (longitud de onda de 11.000 nm). A su vez el vidrio no deja escapar la radiación infrarroja, atrapando el calor dentro del edificio.

Entonces la energía absorbida por el vidrio, después de calentarlo, es cedida al ambiente exterior e interior. El mayor porcentaje de energía que se transfiere de ese modo al exterior se debe a la diferencia de temperatura entre el vidrio y los objetos exteriores. El resto de la radiación atraviesa el vidrio, calentando los cuerpos en los que incide (paredes, suelos, plantas, muebles, etc) Todos esos cuerpos calientes emiten energía por radiación con una longitud de onda de unos 11.000 nm, longitud para la que el vidrio es totalmente opaco. De este modo el vidrio se comporta como una trampa de calor que permite la entrada de la energía pero no su salida, logrando que se caliente constantemente el ambiente interior (lo que, por ejemplo, sucede en un coche expuesto al sol).

En Argentina:

- En **climas fríos**, esto es útil para mantener el calor dentro del edificio.
- En **climas templados** como Córdoba, es necesario controlar la entrada de radiación solar para evitar el sobrecalentamiento.

Ejemplos de control de la radiación solar:

- Persianas fijas o móviles.
- Aleros horizontales y / o verticales.
- Vegetación caduca.
- Acristalamientos especiales.

Es importante tener en cuenta el Efecto Invernadero al diseñar edificios para lograr un ambiente confortable y eficiente energéticamente.

5. Tipos de vidrios

5.1. Vidrios monolíticos

- Cristal Float.
- Vidrios armados.
- Vidrios templados.
- Vidrios laminados.

5.1.1. Cristal Float incoloro

Es un vidrio transparente de caras planas y paralelas, lo que asegura una visión nítida y exacta, libre de distorsión, motivo por el cual es usualmente llamado cristal.

Su fabricación consiste en una lámina de vidrio en estado de fusión que flota (de allí su nombre: float) a lo largo de una superficie de estaño líquido, en una atmósfera químicamente controlada, a altas temperaturas para eliminar irregularidades y hacerlo plano. Luego la lámina es enfriada lentamente, siempre sobre el estaño, hasta que una vez endurecido emerge y continúa avanzando sobre rodillos.

El Cristal Float se presenta en distintos espesores y colores. Entre sus propiedades podemos mencionar que es un buen transmisor del calor, por lo tanto un mal aislante térmico.

En la tabla 1 se sintetizan las propiedades y comportamiento de distintos tipos monolíticos de vidrio. Como se podrá apreciar, el coeficiente de transmisión del vidrio será diferente para distintas longitudes de onda, ya que el vidrio tiene una transmisión selectiva.

Se observa que en el valor de la transmitancia térmica, no interviene el color y el espesor prácticamente no la afecta. Los valores oscilan entre 5,8 W/m²k para espesores de 4mm y 5,6 W/m²k para espesores de 10mm, valores ampliamente superiores a los máximos establecidos por las Normas Iram.

El porcentaje de energía solar transmitida disminuye a medida que el vidrio incorpora pigmentos que lo oscurecen, pero también disminuye, el porcentaje de luz visible que se transmite a través de él, aumentando las necesidades de iluminación artificial. Un valor elevado de transmisión de luz visible disminuye la necesidad de iluminación artificial.

El FS, también disminuye a medida que el vidrio se oscurece y el CS también. En un mismo tipo de vidrio a medida que aumenta el espesor, ambos valores disminuyen. El comportamiento del vidrio ante la radiación ultravioleta, también es importante debido a que ésta es la responsable del deterioro del mobiliario y la decoloración de los elementos que se encuentran en el ambiente interior.

5.1.2. Cristal Float color

Son vidrios float fabricados del mismo modo que los incoloros a los que se les ha agregado durante su proceso de producción óxidos metálicos que le otorgan un color determinado.

5.1.3. Vidrios armados

Son aquellos a los que se les agrega durante el proceso de producción una malla de acero, que ante la rotura del vidrio, actuará como soporte temporario del mismo, evitando su desprendimiento y caída.

5.1.4. Vidrios templados

Es un tipo de vidrio de seguridad, procesado por tratamientos térmicos o químicos, para aumentar su resistencia en comparación con el vidrio normal. Cuando se rompe, se desmenuza en trozos pequeños granulares de modo de minimizar las lesiones que pueda causar.

Una propiedad muy importante del vidrio templado es que: debido a las elevadas tensiones a las que ha sido sometido, una vez que inicia la rotura ésta se propaga rápidamente debido a la liberación de energía que se produce. Como consecuencia de ello, el vidrio se desintegra en pequeños fragmentos que no causan heridas cortantes o lacerantes serias, como la que causaría los bordes filosos de pequeños trozos de vidrio recocido). Por este motivo el vidrio templado es considerado un vidrio de seguridad.

5.1.5. Vidrios laminados

Son vidrios formados por dos o más hojas de float (incolores, de color, crudo o templado) unidas entre sí por la interposición de una o varias capas de PVB (polivinil de butiral) aplicadas a presión y calor en autoclave.

Se utilizan como vidrios de seguridad, ya que en caso de rotura, los trozos quedan adheridos al PVB.

Dependiendo del tipo de vidrio que se utiliza en su conformación, se pueden obtener distintos tipos de vidrio:

Incoloro: Los dos floats que se usan son incoloros.

Color: Puede estar constituido por una lámina color y otra incolora, o dos láminas color. O pueden ser dos floats incoloros y la lámina de PVB COLOR.

Reflectante: Uno de los vidrios es reflectante y otro no.

De control solar: Uno de los vidrios, presenta propiedades de control solar.

Templado: Un vidrio templado o termoendurecido y otro crudo o ambos templados.

Antirrobo: Pueden estar compuestos por 2 o 3 vidrios floats y varias láminas de PVB de 0,76mm.

Tabla 2. Propiedades del vidrio monolítico

Producto	Espesor nominal del vidrio mm	Luz Visible		Energía Solar Total		UV	Transmis-tancia térmica K W/m2K	Factor Solar	Coef. de Sombra
		Transm. %	Reflex. %	Transm. %	Reflex. %	Transm. %			
Vidrio Incoloro y de color									
INCOLORO	4	89	8	83	7	58	5.8	0.84	0.98
	6	88	8	79	7	51	5.7	0.82	0.95
	8	87	8	75	7	45	5.7	0.78	0.91
GRIS	3	64	6	63	6	29	5.8	0.69	0.80
	6	41	5	40	5	14	5.7	0.57	0.66
	8	32	5	30	5	9	5.7	0.49	0.57
VERDE	4	80	7	58	6	29	5.7	0.69	0.79
	6	76	7	48	6	22	5.7	0.62	0.72
	10	67	6	34	5	13	5.6	0.52	0.60

Fuente: VASA.

5.2 Vidrios múltiples o Doble Vidriado Hermético (DVH)

El DVH es un vidrio conformado por 2 vidrios que se encuentran separados por una cámara de aire. Los vidrios pueden ser cualquiera de los tipos mencionados anteriormente (incoloros, de color, reflectante, laminados, etc.). La separación entre los vidrios puede lograrse con un separador metálico, generando una cámara de aire estanca. Su objetivo es mejorar las propiedades térmicas y acústicas, pueden ser dobles, triples, etc. (figura 2). Su comportamiento térmico depende del tipo de vidrio empleado, espesor de la cámara y características de la misma. El espesor de la cámara de aire varía entre 6 mm y 20mm, se aconseja que el espesor de la cámara no supere este último valor para que no se produzca convección en su interior.

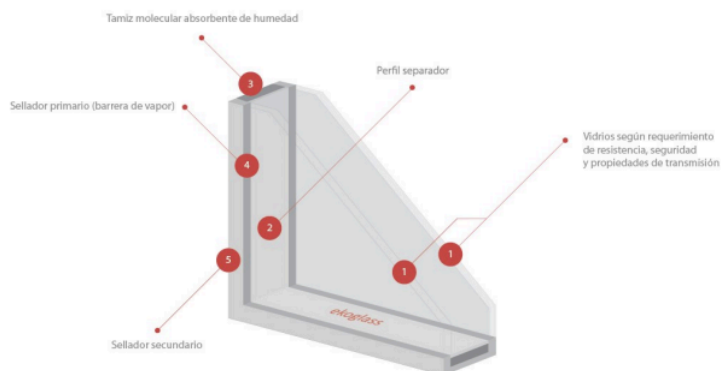


Figura 2. Vidrios múltiples

Las cámaras de aire, pueden presentar distintas características: puede ser aire estanco o gases inertes como el argón, criptón, o xenón, que poseen una conductividad térmica muy baja y dificultan la convección. Esa cámara también puede ventilarse, o tener distintos tipos de elementos en su interior fijos o móviles, como cortinas venecianas, distintos tipos de lamas, que controlen el ingreso de los rayos solares, según su ángulo de incidencia.

En la Tabla 2, podemos observar como disminuye la transmitancia térmica cuando empleamos el doble vidriado hermético. La misma se reduce aproximadamente un 50%, ya que todos los casos presentan un K de 2,8 W/m²K. La energía solar transmitida directamente también disminuye, pero no en los mismos porcentajes.

Tabla 2. Propiedades del vidrio monolítico

Producto	Espesor nominal del vidrio mm	Luz Visible		Energía Solar Total		UV	Transmitancia térmica K W/m2K	Factor Solar	Coef. de Sombra
		Transm. %	Reflex. %	Transm. %	Reflex. %	Transm. %			
Vidrio exterior Incoloro y de color / cámara de aire 12 mm / Float Incoloro 6 mm									
INCOLORO	3	81	15	71	13	56	2.8	0.76	0.89
	4	80	15	67	13	52	2.8	0.74	0.86
	5	79	15	65	12	49	2.8	0.72	0.84
	6	78	15	61	12	46	2.8	0.70	0.81
GRIS	3	55	9	50	8	29	2.8	0.58	0.67
	5	45	8	39	7	21	2.8	0.49	0.57
	6	39	7	33	6	17	2.8	0.45	0.52
VERDE	6	67	12	40	8	26	2.8	0.50	0.58
Supergrey Gris oscuro Color de Alta Performance	6	8	4	6	4	1	2.8	0.21	0.25

Fuente: VASA.

6. Control climático en edificios vidriados

El diseño de las envolventes vidriadas, debe ser cuidadosamente estudiado, en todos los climas.

El Ayuntamiento de Londres, ciudad de CLIMA FRÍO, es un claro ejemplo de ello. En esta obra, entre otros aspectos, se combina el aprovechamiento de la luz natural para iluminación y la radiación solar para calentamiento. La forma e inclinación del edificio optimizan el ingreso de la radiación solar en el período estival y la pérdida de calor en época invernal.

El edificio tiene 4 tipos de vidrio en su fachada, incluyendo doble y triple vidriado hermético con características especiales. En verano las ventanas se pueden abrir para producir ventilación natural. Es mínima la refrigeración y calentamiento artificial que requiere el edificio. (Neila González, F: 2004)



Figura 3. Ayuntamiento de Londres - Arq. Norman Foster - 2002. Foto: Silvia Costanzo

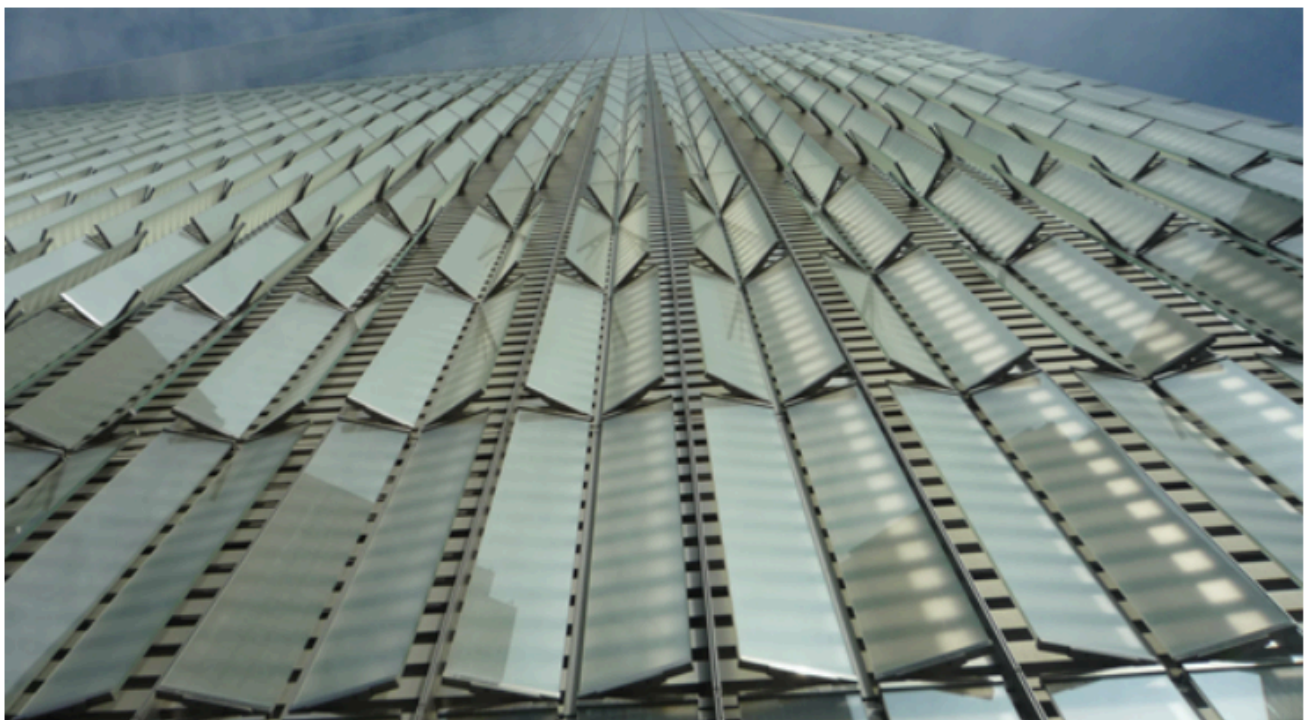


Figura 4. Parasoles de vidrio - Complejo World Trade Center - Nueva York. Foto: Silvia Costanzo

7. Vidrio y cambio climático

En el contexto actual de creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de reducir el impacto ambiental de los edificios, el vidrio juega un rol fundamental como material de construcción sostenible.

Por un lado, la eficiencia energética de los acristalamientos es clave para disminuir las demandas de ENERGÍA de calefacción y refrigeración de los edificios. La correcta selección de vidrios con bajo coeficiente de transmitancia térmica (U) y adecuado control solar (FS y CS) permite optimizar el balance térmico y reducir significativamente el consumo energético. Adicionalmente, el vidrio es un material 100% reciclable, sin pérdida de sus propiedades. Esto contribuye a cerrar el ciclo de vida del material, minimizando los residuos y la extracción de materias primas vírgenes. Algunos fabricantes incluso utilizan un alto porcentaje de vidrio reciclado en sus productos.

Más allá de sus prestaciones técnicas, el vidrio también aporta cualidades estéticas y de confort visual que favorecen el bienestar de los ocupantes. La transparencia y luminosidad que brinda mejoran la percepción del espacio y reducen la necesidad de iluminación artificial.

En resumen, el vidrio se perfila como un material clave para lograr soluciones arquitectónicas más sostenibles, eficientes energéticamente y respetuosas con el medio ambiente. Su adecuada selección y aplicación será fundamental para enfrentar los desafíos climáticos del futuro.

8. Resumen final

El creciente uso de superficies vidriadas en las viviendas genera problemas de discomfort debido a la mayor transferencia de calor del vidrio respecto a las paredes de mampostería. El DVH es una eficaz solución a este problema, pues su cámara de aire estanca limita las transferencias de calor por convección, a la vez que los vidrios limitan la transmisión de calor por conducción. De este modo se logra una disminución de aproximadamente 50 a 60% (dependiendo del ancho de cámara) en el valor del coeficiente K. En la práctica esto significa que utilizando un DVH se puede duplicar la superficie vidriada sin que ello signifique aumentar las pérdidas o ganancias de calor. Si se quiere, adicionalmente, reducir el ingreso de calor por radiación, el vidrio exterior del DVH deberá ser de control solar y el mayor o menor rendimiento en impedir el ingreso de calor solar se mide por el coeficiente de sombra.

Bibliografía

Giancoli, C. (2006) "FISICA. Principios con aplicaciones" Pearson Educación. México.

Neila González, F. J. (2004) "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible" Editorial Munilla-Lería, Madrid, España.

Detail Vidrios. 4:2002.

Manual del Vidrio Plano. - Ing. Carlos Pearson.

Tectónica Vidrio (I) 10:1995

<http://www.vasa.com.ar/productos/> http://www.caviplan.org.ar/83_informe.htm

http://www.centrocristal.com.ar/Productos/vidrio_y_la_transmision_del_calor.htm

<https://www.fosterandpartners.com/es/projects/city-hall/>

<https://issuu.com/luigidvf/docs/lch>

[VASA](#)

AISLANTES

Compiladoras: Arq. Palacios; Arq. Pacharoni.
Actualización 2024: Arq. Palacios; Arq. Pacharoni.

1. Introducción

La envolvente arquitectónica tiene, entre otras funciones, la de generar un microclima apto para el desarrollo de las actividades humanas.

Los cerramientos definen particiones espaciales, donde se desarrollan actividades con distintos requerimientos térmicos, acústicos, de grado de humedad, etc. Para cumplir con estas necesidades, los materiales de las envolventes deberán tener características especiales que les permita controlar los agentes exteriores, filtrando el intercambio con el medio.

En este sentido, los cerramientos deberán:

- Resistir el paso del agua de lluvia y de su acción combinada con fenómenos de heladas o vientos.
- Resistir al ingreso de humedad del entorno que rodea la edificación, principalmente la del suelo.
- Resistir la pérdida de calor en invierno y la ganancia de calor en verano.
- Procurar aislamiento acústico, satisfaciendo la necesidad del hombre de privacidad, seguridad, refugio, etc.

Genéricamente llamamos a los materiales que cumplen con estas funciones **MATERIALES AISLANTES.**

Desde la más remota antigüedad, el hombre ha utilizado distintos materiales para lograr estos fines, pero las nuevas tecnologías, especialmente las relacionadas con la química moderna, han aportado una innumerable cantidad de productos que parecieran superar todos los problemas. A pesar de ello, hay que destacar que la aislación es el resultado del diseño de la envolvente en su totalidad. Los materiales no garantizan por sí solos el comportamiento más adecuado de las envolventes.

Así podemos clasificar las aislaciones en función de los objetivos fundamentales de cada una de ellas:

- **TÉRMICA:** Impedir o retardar el paso de calor.
- **HIDRÓFUGA:** Impedir el paso del agua en sus estados líquido y gaseoso.
- **ACÚSTICA:** Impedir o amortiguar el paso del sonido.
- **IGNÍFUGA:** Impedir o retardar el paso o la acción del fuego.

En este apunte nos ocuparemos sólo de los materiales para aislaciones térmicas e hidrófugas.

2. Aislación térmica

2.1. Función

La aislación térmica se entiende como el empleo de materiales particulares que tienen la propiedad de reducir la transferencia de calor entre dos cuerpos a distintas temperaturas. Tiene por objeto aumentar la resistencia térmica de las envolventes.

Es importante conocer el modo en que se produce la transferencia de calor. El calor puede transferirse por conducción, por convección o por radiación, o por una combinación de los tres modos. El calor siempre se mueve del ambiente más caliente al más frío buscando el equilibrio térmico. De esta manera el flujo de calor puede alternarse desde el exterior hacia el interior (en verano) y hablaremos de ganancias de calor o desde el interior hacia el exterior (en invierno) y hablaremos de pérdidas de calor. Cuanto mayor es la diferencia de temperatura, más rápidamente fluye el calor hacia la zona más fría. Es así que los materiales aislantes térmicos utilizados en las envolventes tienen la función de disminuir estas ganancias o pérdidas de calor.

En este sentido, con la aislación térmica se trata de procurar un ambiente interno confortable para el desarrollo de las actividades del ser humano, disminuyendo así la demanda en el uso de equipos de calefacción o refrigeración. Ello lleva a generar un uso más eficiente de la energía, controlando, entre otras cosas, la contaminación que produce el uso inadecuado o excesivo de estos sistemas.

Además, los materiales aislantes protegen la envolvente misma, porque permiten disminuir sus movimientos relativos por dilataciones y contracciones generados por los cambios de temperatura exterior, movimientos que pueden producir fisuras y deterioros en la construcción.

2.2. Propiedades de los aislantes térmicos

Los materiales aislantes térmicos poseen como propiedad esencial la baja conductividad térmica, o lo que significa lo mismo, una alta resistividad térmica.

“Conductividad térmica. Flujo de calor transmitido a través de un material de espesor unitario por unidad de superficie, cuando el gradiente de temperatura en dirección normal es unitario”. Su símbolo es λ y su unidad es $W/m^{\circ}C$.

“Resistividad térmica. Inversa de la conductividad térmica”

“Flujo de calor. Cociente entre la cantidad de calor que atraviesa una superficie y el tiempo que se emplea para ello”.

Norma Iram 11549 –Aislamiento térmico de edificios.

Se caracterizan por ser materiales porosos, con una estructura de alveolos o poros no comunicados entre sí llenos de aire o de otro gas. Se basa en el hecho de que el aire tiene muy bajo coeficiente de conductividad: $0.024W/m^{\circ}C$ a 20° .

La capacidad aislante se pierde o disminuye con la presencia de agua en los poros ya que esta es 25 veces más conductora que el aire. El material poroso saturado con agua, se transforma en un medio continuo, buen conductor de calor. Por este motivo es preferible que los aislantes térmicos tengan una estructura de celdas cerradas que impidan la penetración del agua.

En algunos casos el número de estas celdas llega a ser de varios miles de poros por milímetro cúbico. El pequeño tamaño tiene por objetivo aumentar el número de interfaces (sólido/aire, aire/sólido y así sucesivamente) en el camino de la propagación interna del calor, retardando el paso de la energía calórica. Es conveniente que las celdas tengan una alta reflectividad interna por lo que se prefieren materiales blancos o brillantes.

Como consecuencia de lo dicho, los aislantes térmicos poseen baja densidad y por ello son muy poco resistentes a la compresión.

2.3. Recomendaciones

Dadas las características, al ubicar un aislante térmico en una envolvente se debe tener en cuenta que:

- Se debe evitar la introducción del agua de lluvia o la difusión del vapor de agua. Este último ya que se condensaría al llegar a la zona fría.
- Se debe evitar que los aislantes tengan solicitaciones mecánicas, ya que como vimos tienen muy poca resistencia.
- Se debe evitar la exposición de los materiales aislantes a los rayos de sol, insectos, pájaros, ya que son causales de deterioro.

En la siguiente tabla se muestran coeficientes de conductividad (λ) de diferentes materiales de construcción. Se observa que los menores valores corresponden a los aislantes térmicos. Mientras más bajos sean, mayor será la capacidad aislante.

Tabla 1: Conductividades térmicas de materiales de construcción.

Material		Densidad aparente Kg/m³	Conductividad térmica (λ) W/m°C
Materiales aislantes térmicos			
Poliestireno expandido	En planchas	15	0.037
		30	0.032
Lana de vidrio		8-10	0.045
		31-45	0.033
Vermiculita	Con cemento	400	0.11
		800	0.24
Maderas			
Pino, abeto	Paralelo a las fibras	400 a 600	0.28
	Perpendicular a las fibras		0.13 a 0.19
Ladrillos y bloques			
Ladrillos cerámicos macizos		1800	0.91
Morteros y hormigones			
Hormigón normal con agregados petreos		2400	1.53
Metales			
Acero de construcción		7800	58
Aluminio		2700	204

Fuente: Norma Iram 11601

La capacidad de aislación, también depende del espesor (e) del aislante. Mientras mayor sea, mayor será la Resistencia térmica (R) de la capa. Considerando que se expresa con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Para lograr una mayor resistencia térmica de la envolvente en su conjunto, deberán considerarse estas dos variables (espesor y conductividad) y se diseñará según los requerimientos del clima de la región donde se implantará la obra de arquitectura.

2.4. Ejemplos / Presentaciones comerciales

2.4.1. Materiales naturales, de origen mineral

2.4.1.1. Escoria de lava volcánica, piedra pómez

Generalmente de origen volcánico que se usan prácticamente sin ningún tipo de transformación, tal como son recogidos de los yacimientos.

2.4.2. Otros materiales inorgánicos

Fueron desarrollados por medio de la expansión de calor de algunos productos naturales que, conteniendo pequeñas cantidades de agua aprisionada en su estructura interna, al evaporarse por acción del calor, deja una estructura porosa o cribada. Así aparecieron:

2.4.2.1. Vermiculita

Es un material de la familia de las micas, fácilmente exfoliable, flexible, elástica y de una baja conductividad eléctrica y térmica. Sometida a altas temperaturas y enfriada rápidamente aumenta su capacidad aislante al generarse una estructura alveolar abierta. Se usa en forma de agregado inerte mezclado con cemento, agua y una emulsión plastificante, obteniéndose un mortero muy liviano y aislante.



Figura 1. Vermiculita.

2.4.2.2. Arcilla expandida

Es un producto obtenido a partir de una arcilla natural que, sometida a temperaturas superiores a 1120 °C y luego enfriada rápidamente, produce un agregado liviano inerte formado por pequeñas piedras (pellets) que se caracterizan por tener una estructura interna celular encerrada en una corteza ceramizada sumamente dura y resistente. Tiene muy bajo coeficiente de conductividad térmica y comercialmente se provee de las siguientes granulometrías: 0 a 3mm, 3 a 10mm y 10 a 20mm. Se utiliza fundamentalmente como agregado inerte en morteros y hormigones para mejorar su capacidad aislante en contrapisos, cubiertas, piezas de cerramiento de hormigón, etc.



Figura 2. Arcilla expandida.

2.4.3. Aislantes de fibras de vidrio

2.4.3.1. Lana de vidrio

Se fabrican a partir de fibra de vidrio de pequeño diámetro, entrecruzadas, que inmovilizan aire estanco entre ellas. Generalmente se aglomeran con resinas fenólicas, obteniéndose así fieltros flexibles en rollos o paneles rígidos. Sobre los mismos se pueden aplicar distintos tipos de revestimientos (papel Kraft, polietileno, etc.), sobre todo para impedir la llegada de agua o humedad a la fibra, ya que su estructura abierta le permite saturarse, perdiendo su capacidad de aislación.

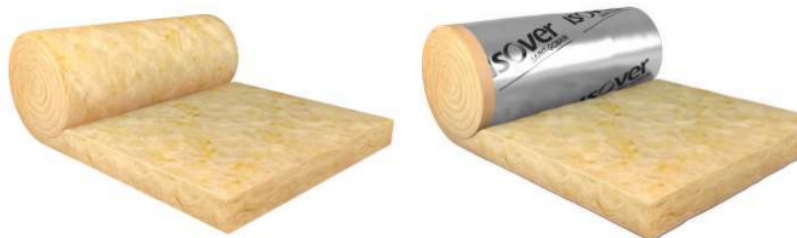


Figura 3. Rollos de lana de vidrio sin revestimiento y con revestimiento de lámina de aluminio.

2.4.4. Materiales sintéticos

Los avances de la química produjeron materiales de excelentes propiedades aislantes, con ventajas en cuanto a versatilidad y facilidad de aplicación. Algunos de ellos son:

2.4.4.1. Poliestireno expandido

Se produce con millares de micro celdas cerradas y de muy baja permeabilidad, que se logran mediante un proceso de expansión del estireno.

Comercialmente se suministra de diversas formas:

- Como partículas sueltas pre expandidas (perlitas)
- En forma de bloques
- En forma de planchas de espesores variables
- En forma de rollos o medias cañas para la aislación de cañerías.



Figura 4. Planchas de poliestireno expandido de alta densidad (de diferentes espesores).



Figura 5. Partículas sueltas de poliestireno expandido (perlitas).

Las densidades del poliestireno expandido más comunes que se utilizan en la construcción son de 10, 12, 15, 20, 25 y 30 Kg/m³. Las planchas con menor peso específico tienen menor resistencia a la compresión y se emplean preferentemente en caso de solicitaciones pequeñas (bajo techo o entre elementos constructivos diversos). En caso de solicitaciones mayores, sobre todo en techos planos, convienen densidades de 25 a 30 Kg/m³.

Las propiedades más importantes del poliestireno expandido son:

- Bajo peso (98.7% de su volumen es aire)
- Celdas pequeñas (1 cm³ tiene 3 a 6 millones de celdillas con aire)
- Estanqueidad por tener celdas cerradas sin conexiones
- Bajo coeficiente de conductividad térmica (aproximadamente 0.035 W/m°C)
- Resistencia a hongos y parásitos
- Buena resistencia al envejecimiento.

2.4.4.2. Poliuretano rígido

Es un producto resultado de una reacción exotérmica de dos componentes con la adición de un agente de expansión. El calor provoca la evaporación del agente de expansión, la masa comienza a pasar de estado líquido a cremoso y después de algunos segundos se solidifica, manteniendo una estructura celular homogénea, de alto grado de aislamiento térmico y prácticamente resistente a la humedad.

Se producen y comercializan con fines específicos en placas o bloques conformados, pero también se colocan con pistolas (spray). Cuando el líquido sale de la pistola mezcladora y apenas toca la superficie a aislar, comienza el desarrollo del proceso de espumado, llegando a una estructura consistente.



Figura 6. Planchas de poliuretano rígido (de diferentes espesores).

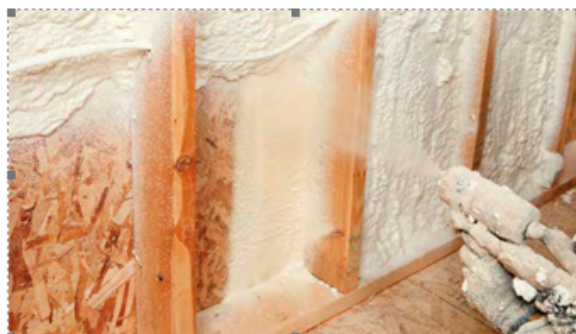


Figura 7. Poliuretano proyectado con pistola sobre panel de madera aglomerada.

Con relación a los materiales sintéticos antes mencionados es necesario destacar que *son combustibles*. A pesar de que todos los esfuerzos del desarrollo tecnológico de estos productos están centrados en aumentar el retardo a la combustión y de que, en ciertas condiciones, son auto extinguiible, su combustión genera gases tóxicos, por lo que las precauciones contra el fuego deberán extremarse en todos los casos en que se utilicen.

2.4.4.3. Otros:

Se utilizan también una multitud de materiales compuestos formados por un aglomerante común como el cemento, con que se aglutinan partículas de productos naturales o sintéticos (virutas de madera, cáscaras de maní, copos de poliestireno, carbonilla, etc.) para producir placas o bloques de baja conductividad térmica.

3. Aislación hidrófuga

3.1. Función

La aislación hidrófuga se refiere al empleo de materiales que tienen como objeto evitar el paso del agua, ya sea en estado líquido o gaseoso.

Los locales destinados a albergar personas, o almacenamiento en general, resultan beneficiados cuanto más secos están.

La humedad puede afectar diversos aspectos de los materiales de construcción, tales como la durabilidad, la resistencia, el aislamiento térmico, acústico y eléctrico, la estabilidad dimensional y la forma. Además la humedad es nociva para los mismos materiales, como también para las instalaciones, especialmente las eléctricas. La presencia de humedad en los materiales produce deterioro de los mismos como por ejemplo:

- Al helarse el agua incorporada a un material (de un muro por ejemplo) y expandirse produce la disgregación del material.
- La humedad es un ambiente donde pueden producirse microorganismos que provocan deterioro a los materiales.
- La humedad puede ser causa de transformaciones de alguno de los materiales de un conjunto que se encuentre trabajando solidariamente, como por ejemplo una armadura (barras de acero) en el hormigón armado.

La arquitectura está inmersa en un medio húmedo, el agua llega por diferentes formas y puede afectar las envolventes que la conforman principalmente por:

1. Penetración por acción de la lluvia, afectando los techos en primer lugar.
2. Ascensión del agua presente en el suelo donde se apoya, por acción capilar.
3. Condensación del vapor de agua contenido en el aire, ya sea, produciendo condensación superficial (en la superficie de la envolvente) o intersticial (en la masa o interior de la envolvente).

Los materiales aislantes hidrófugos tienen la función de controlar o evitar la acción de estos fenómenos sobre las envolventes.

3.2. Propiedades

La propiedad esencial de los aislantes hidrófugos es que poseen un alto grado de impermeabilidad. Además, deben ser colocados de manera tal que se garantice su continuidad para evitar filtraciones.

Las paredes, pisos y techos son de por sí, en cierto grado aislaciones hidrófugas, pero las características de los materiales hacen que no sean barreras definitivas a la absorción de la humedad que los ataca desde los distintos puntos. La mayoría de los materiales empleados en la construcción son permeables, es decir que pueden ser atravesados por fluidos, tanto se trate de líquidos como de gases o vapores.

De ahí la importancia del uso complementario de materiales aislantes hidrófugos en las envolventes, en general, con bajos coeficientes de permeancia, concebidos principalmente como pinturas o películas de pequeño espesor.

3.3. Ejemplos / Presentaciones comerciales

Desde la antigüedad se han utilizado para aislaciones hidrófugas los materiales bituminosos. Estos son productos a base de asfaltos que son betunes (mezclas de hidrocarburos de origen natural), sólidos o semisólidos de color negro o castaño oscuro. Para su uso se comercializan solos o mezclados con otros materiales que le agregan otras propiedades. Más recientemente en la historia de la construcción, aparecieron otros materiales producto de los avances químicos.

3.3.1. Emulsiones y Pinturas Asfálticas

Son recubrimientos líquidos, de espesor delgado, que pueden aplicarse sobre una superficie y al secar forman una capa flexible, impermeable y continua que impide el paso del agua y la humedad.

Nos referimos a emulsiones cuando son diluidos en agua y a pinturas cuando se diluyen en solventes. Ambos casos, son de fácil aplicación, generalmente se distribuyen con pincel o rodillo. Pueden ser blancas, de color o transparentes. Se utilizan solas o combinadas con fibras para darle mayor resistencia a las elongaciones.



Figura 8. Emulsión asfáltica aplicada en techo.

Existe en el mercado una gran variedad de pinturas y el tipo a utilizar está determinado por diversos factores, por ej.:

- La función, si es de uso exterior para evitar el paso de agua de lluvia, o si es para aplicar en una superficie interior y evitar el paso de vapor, si es de uso exterior deberá ser resistente a los agentes climáticos de la intemperie;
- El tipo de envolvente, si es pared o techo porque es diferente el grado de exposición;
- Las características de la superficie donde se va a aplicar ya que es imprescindible la adherencia, será diferente si es una superficie rugosa, lisa, transitable, etc.;
- Las cualidades estéticas, mantenimiento, costos, también podrán determinar su elección.

Algunos ejemplos en el mercado:

- Membranas líquidas para techos (acrílicas y poliuretánicas)
- Fibrados para techos, a base de resinas acrílicas con la incorporación de fibras que tienen como función otorgarle mayor resistencia física y le confieren un buen comportamiento en condiciones de intemperie.
- Tapagoteras transparentes, impermeabilizante acrílico líquido incoloro utilizado para el sellado de filtraciones, su fluidez permite el penetrado más profundo en el material y así obturar pequeñas fisuras.
- Impermeabilizante para muros exteriores, posible de aplicar sobre diferentes superficies.
- Pinturas comúnmente llamadas anti hongos, principalmente utilizadas en locales con mayor producción de vapor como cocinas y baños, dado que confiere protección ante la condensación, la humedad y el moho sobre las superficies interiores.

3.3.2. Membranas Asfálticas o Mixtas

Están compuestas por láminas de polietileno recubiertas por asfalto en varias capas. Se proveen en rollos de 1 metro de ancho por 10 metros de largo, y su unión es por soldadura de calor.



Figura 9. Rollo membrana asfáltica con lámina de aluminio.

3.3.3. Membrana de Polietileno

Se trata de membranas de material sintético termoplástico. Se comercializan en distintos espesores pero en la construcción se usan de más de 100 micrones. Se proveen en rollos de diversos anchos, hasta más de 7 metros.



Figura 10. Rollos de membrana de polietileno color negro y transparente.

3.3.4. Membranas impermeables al paso del agua, pero permeables al paso del vapor

Estas son de un material especialmente apto como protección hidrófuga que, dejando escapar hacia el exterior el vapor de agua producido en el interior de los locales, evitan su condensación en la cara interna de la membrana. Debe adecuarse su uso a la conformación general de la envolvente. De manera que el vapor que atravesase la membrana no se condense en algún otro paramento frío, si este fuera impermeable al vapor de agua. Resultan particularmente aptas para techados de tejas, pues estas, al producir una superficie discontinua y con multiplicidad de juntas, permiten la difusión en la atmósfera del vapor que emigró a través de la membrana.



Figura 11. Rollos de lámina de control del vapor. DuPont™ Tyvek® Housewrap.

4. Aislantes térmicos e hidrófugos - Ejemplos de uso

4.1 Envolverte lateral

4.1.1 Envolvertes multicapas CON AISLACIÓN TÉRMICA (que ofrecen resistencia al paso del calor).

Sistema Constructivo: **Vía húmeda**

Se observan las siguientes capas desde interior hacia exterior:

1. Ladrillo macizo común, espesor 12.5cm
2. Mortero cementicio 1:3
3. Lámina de Polietileno- Barrera corta vapor
4. Placa de Poliestireno expandido- Aislante térmico
5. Ladrillo macizo común, espesor 12.5cm.

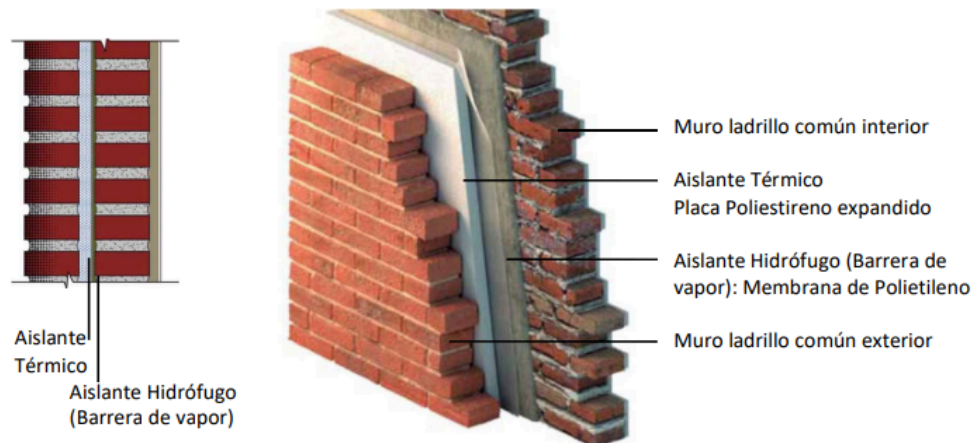


Figura 12. Muro doble mampostería de ladrillo común con aislamiento térmico (corte y axonométrica).

Sistema Constructivo mixto: **Vía húmeda/ Vía Seca**

Se observan las siguientes capas desde interior hacia exterior:

1. Placa de yeso
2. Estructura metálica -montantes y soleras- (Cámara de aire)
3. Lámina de polietileno- Barrera Corta vapor
4. Placa de Poliestireno expandido- Aislación térmica
5. Tabique de Hormigón Armado.

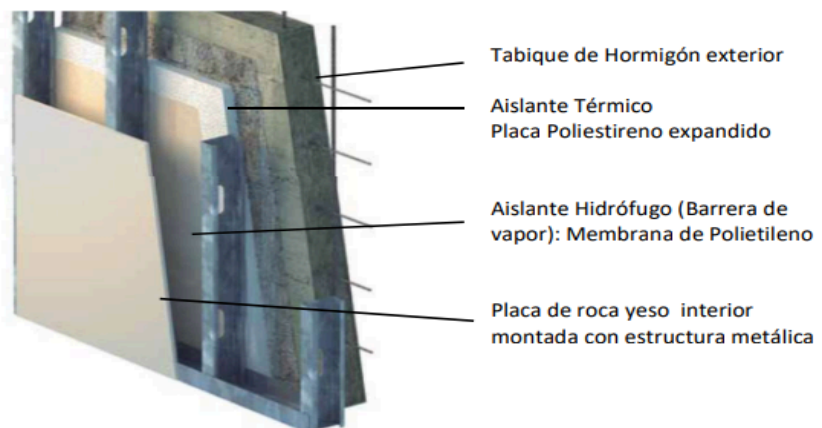


Figura 13. Tabique de hormigón visto con aislamiento térmico y terminación con placas de roca yeso.

Sistema Constructivo **Vía Seca**

Se observan las siguientes capas desde interior hacia exterior:

1. Placa de yeso esp. 15mm
2. Lámina de polietileno- Barrera Corta vapor
3. Estructura de madera -montantes y soleras / Lana de Vidrio- Aislación térmica
4. Placa de madera aglomerada.
5. Estructura de madera para fijar tablas de terminación
6. Tablas de madera, colocadas en posición horizontal.

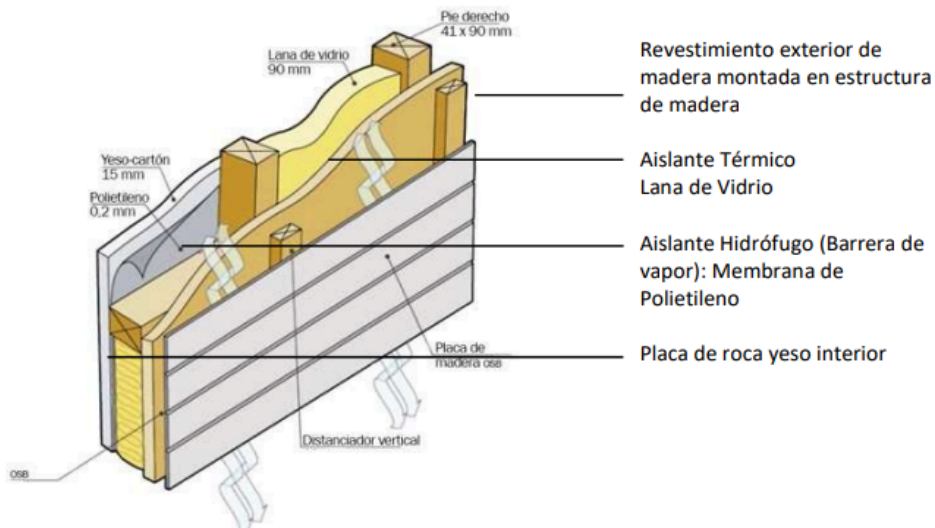


Figura 14. Tabique de madera con aislamiento de lana de vidrio y terminación interior con placas de yeso.

Imagen izquierda: Tabique de madera con estructura metálica con aislamiento térmica de lana de vidrio y barrera corta vapor (BCV) de polietileno.

Imagen derecha: Muro doble de mampostería de ladrillo común con aislamiento térmica de placas de poliestireno expandido y barrera corta vapor (BCV) de emulsión asfáltica sobre mortero cementicio.



Figura 15. Tabique de madera.



Figura 16. Doble muro de mampostería de ladrillo común.

4.1.2 Ejemplo de CAPA AISLADORA HORIZONTAL

Se observa el uso de aislante hidrófugo como **capa aisladora horizontal** en muros de mampostería, colocada como barrera para evitar el ascenso de la humedad contenida en el suelo por acción de la capilaridad.

Conformada por una capa de mortero cementicio 1:3 con terminación alisada más una capa superior de emulsión asfáltica.



Figura 17. Capa aisladora en muro de mampostería de ladrillo común (corte).



Figura 18. Mampostería hasta nivel de capa aisladora.

4.2 Envoltente superior (Techos)

4.2.1 Cubiertas de techo CON AISLACIÓN TÉRMICA (que ofrecen resistencia al paso del calor).

Sistema Constructivo: **Vía Seca**

Se observan los siguientes elementos desde interior hacia exterior:

1. Estructura de madera
2. Lámina de polietileno- Barrera Corta vapor
3. Lana de Vidrio- Aislación térmica
4. Estructura de madera para fijar tejas cerámicas de terminación
5. Tejas cerámicas.

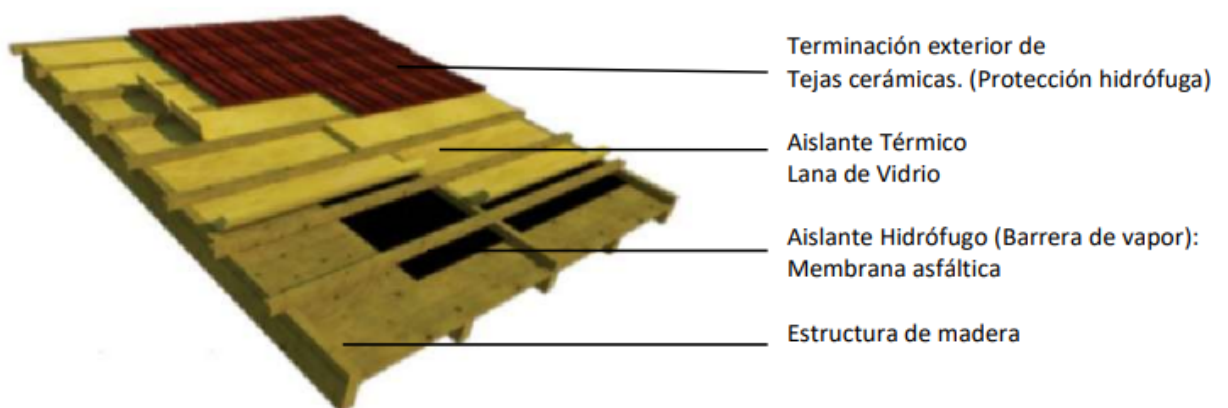


Figura 19. Techo de madera con cubierta de tejas.

Sistema Constructivo: **Vía Seca**

Se observan los siguientes elementos desde interior hacia exterior:

1. Estructura de madera
2. Lámina de polietileno- Barrera Corta vapor
3. Placa de Poliestireno expandido- Aislación térmica
4. Clavaderas de madera para fijar la chapa galvanizada de terminación
5. Chapa galvanizada.

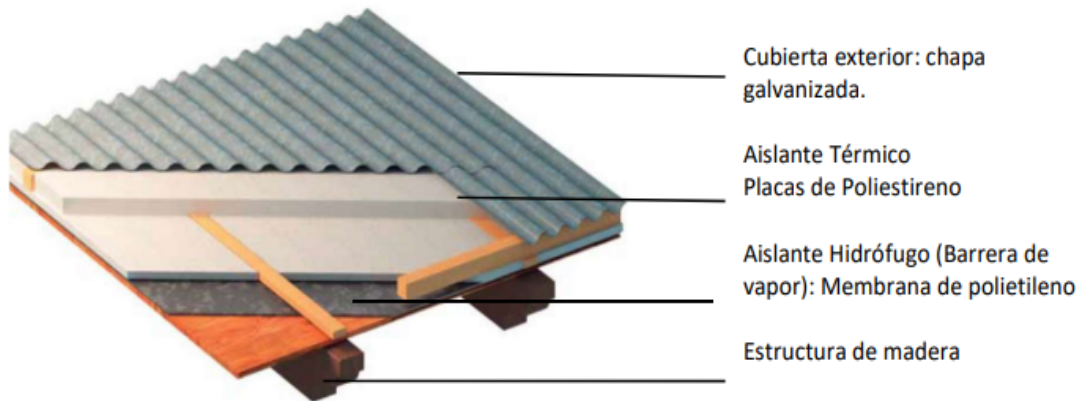


Figura 20. Techo estructura madera con cubierta de chapa metálica.

Sistema Constructivo: **Vía húmeda**

Se observan los siguientes elementos desde interior hacia exterior:

1. Estructura Losa de Hormigón Armado.
2. Emulsión asfáltica - Barrera Corta vapor
3. Placa de Poliestireno expandido- Aislación térmica.
4. Hormigón de pendiente.
5. Membrana asfáltica sobre carpeta cementicia – Aislación hidrófuga.
6. Baldosa piso cerámico – Terminación y protección

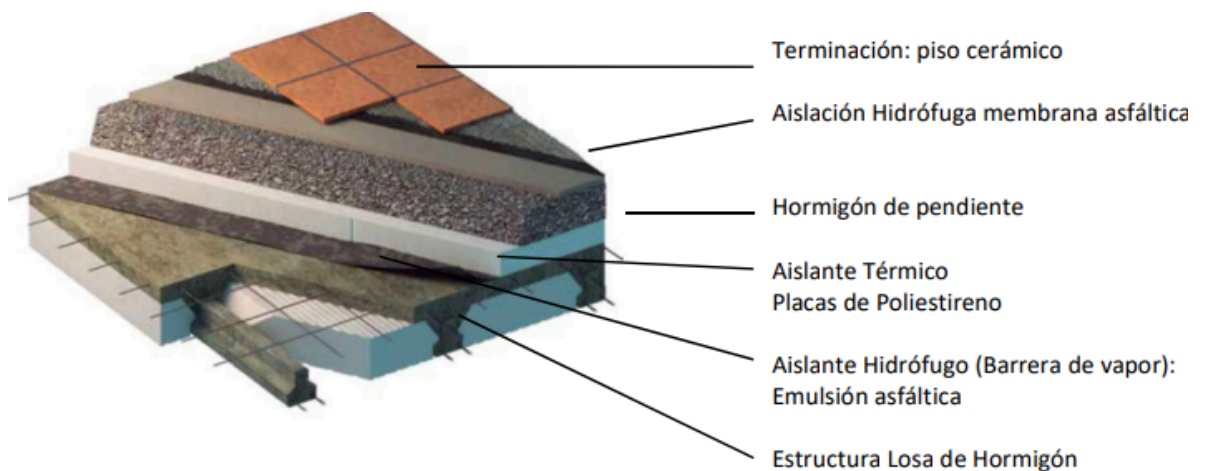


Figura 21. Techo de hormigón armado en terraza accesible.

Bibliografía

AZQUETA Pablo "MANUAL PRÁCTICO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO para una CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE", AAPE Asociación Argentina del Poliestireno Expandido, Segunda Edición, Marzo 2017. <http://www.aape.com.ar/index.asp>

Norma IRAM 11.549/2002- "Aislamiento de edificios. Vocabulario". Tercera Edición, abril 2002, página 7.

Norma IRAM 11.601/2002- "Aislamiento térmico de edificios. Método de Cálculo". Tercera Edición, octubre 2002, páginas 14-20.

Lana de vidrio

<http://www.isover.com.ar/productos-para-la-construccion>

<https://www.isover.com.ar/productos/fieltro-liviano-hr#documentation>

<https://www.isover.com.ar/documents/fichas-tecnicas/rolac-plata-cubierta.pdf>

<https://www.isover.com.ar/documents/fichas-tecnicas/rolac-plata-muro-hr-ft.pdf>

Poliestireno Expandido

<http://www.mastropor.com.ar/dev/wp/pdf/HOJA%20TECNICA%2029-01-2021.pdf>

<https://www.mastropor.com.ar/dev/wp/pdf/MASTROPLAC%2003-06-2020.pdf>

<https://estisolconstruccion.com/assets/docs/estisolconstruccion.com/productos-construccion-isoplancha-ficha-tecnica.pdf>

<https://estisolconstruccion.com/assets/docs/estisolconstruccion.com/productos-construccion-neotech-plus-ficha-tecnica.pdf>

<https://estisolconstruccion.com/assets/docs/estisolconstruccion.com/productos-construccion-isocret-ficha-tecnica-2.pdf>

Aislaciones Hidrófugas

https://www.megaflex.ar/files/megaflex/2022-10/FP_emulsion_asfaltica.pdf

https://www.megaflex.ar/files/megaflex/2022-10/FP_geotrans.pdf

https://www.megaflex.ar/files/megaflex/2022-10/FP_mgx_nor.pdf

https://www.megaflex.ar/files/megaflex/2022-10/FP_megaflex-membrana-liquida-con-PU_1.pdf

<https://arg.sika.com/dam/dms/ar01/2/sikalastic-560.pdf>

<https://www.dupont.mx/tyvek/why-tyvek.html>

MORTEROS Y HORMIGONES

Compiladores: Arq. Tomás O'Neill y Arq. Alicia Rivoira.

Actualización 2024: Arq. Gatani ; Arq. Palazón.

En la arquitectura, el diseño y la construcción, las mezclas húmedas que incorporan ligantes y áridos son llamadas morteros y hormigones. Se diferencian por el tamaño de los áridos de su composición y por las propiedades que a continuación son descriptas.

1. MORTEROS

1.1. Introducción

Mortero es la mezcla de uno o más aglomerantes o ligantes - generalmente cemento tipo portland y/o cal -, y áridos finos o agregados finos -en general arenas finas u otras partículas inertes - correctamente amasados, con la adición de agua limpia. Los morteros pueden incorporar aditivos, para alcanzar propiedades especiales, tales como plasticidad o fragüe acelerado, entre otras.

Se dosifican los componentes descriptos y se amasa para obtener una pasta plástica que endurece por fraguado.

Como resultado de reacciones químicas del cemento con los agregados inertes en presencia de agua, se produce el fraguado y endurecimiento del mortero, es decir, el paso de la pasta al estado sólido.

Es muy importante evitar el exceso de agua en la mezcla, ya que disminuirán las propiedades mecánicas resultantes

1.2. Materiales que lo conforman

MORTERO: Ligante/s + árido fino + agua

1.2.1. Materiales aglomerantes o ligantes

Tienen como función unir materiales inertes.

Los ligantes tienen la propiedad de ser plásticos en presencia de agua. Cuando pierden humedad, endurecen. Los ligantes + áridos homogeneizados forman los morteros.

Durante el estado plástico, los morteros son dúctiles, posibles de dar forma. Pueden tomar formas en moldes, extruidos o tendidos. Al cabo del proceso de fragüe y endurecimiento, conservan la forma que les fue dada.

Los ligantes más comunes son: cemento, cal y yeso. También existen en el mercado mezclas llamadas "cementos para albañilería", que no son cementos como tales, toman el nombre debido a sus propiedades ligantes y plasticidad. Ellos son una mezcla de ligantes dosificados (que no contienen cal), a los que se incorporan los áridos. Son especialmente adecuados para tendidos y revoques en general. No tienen capacidad para usos estructurales.

1.2.2. Agregado fino o árido fino

Se llaman áridos aquellos materiales de origen pétreo. Los agregados responden a la condición de inertes en pastas de morteros y hormigones.

Agregados finos son los materiales inertes formados por elementos pétreos naturales con un tamaño límite establecido de 2 mm de diámetro. Corresponden a las arenas finas y a las arenas gruesas.

Los morteros pueden incorporar agregados livianos, naturales o artificiales, que confieren al mortero otras propiedades: liviandad y/o incorporación de aire. Los materiales resultantes serán adecuados para ser aplicados con propiedades de aislación térmica, con menor resistencia mecánica. Son ejemplos de agregados artificiales perlitas de poliestireno expandido, arcilla expandida o triturados plásticos. Grava volcánica es ejemplo de agregados naturales

Una condición importante de las arenas es que su resistencia mecánica sea mayor o por lo menos igual a la de la pasta endurecida de aglomerante, para incorporación en morteros de revestimientos.

Es importante que el agregado fino esté libre de impurezas, ya que la presencia de partículas orgánicas podría provocar interferencias de fragüe y endurecimiento, y consecuente reducción en la resistencia y duración de los morteros. Son impurezas: carbón, polvo de ladrillo, elementos orgánicos tales como residuos de plantas, raíces, tierra, entre otros.

1.2.3. Agua

El agua a utilizar para la elaboración de un mortero debe ser limpia, potable o de pH 7.

Las aguas que pueden considerarse perjudiciales son aquellas que contienen excesivas cantidades de azúcar, ácidos, materia orgánica, aceites, sulfatos, sales alcalinas, efluentes de cloacas, sólidos suspendidos y gases.

Las principales funciones del agua de amasado son hacer reaccionar al ligante provocando su hidratación y contribuir a la trabajabilidad de la mezcla. La cantidad de agua a utilizar está en relación directa con la compacidad y la resistencia. Agua de menos puede ser considerada insuficiente para la hidratación del ligante y agua de más en las pastas es causa directa de pérdida de resistencia final.

1.2.4. Aditivos

No siempre están presentes. Son productos que se agregan al agua de amasado para mejorar ciertas propiedades o promover otras. Depende el tipo de aditivos a utilizar, pueden variar alguna propiedad del mortero tales como: aumento de la adherencia, la durabilidad, la impermeabilidad, entre otras.

A continuación, se presenta una tabla con las combinaciones de agregados según tipo de ligante:

Tabla 1: Componentes del mortero

Ligantes	Agregado Fino o Árido
Cemento Portland	Arenas naturales de grano fino de 0,2 a 0,5 mm
Cal hidráulica	Arenas naturales de grano medio de 0,5 mm a 2mm
Cal aérea.	Arenas naturales de grano grueso de 2 a 7mm
Yeso.	Arenas artificiales
Otros	Vermiculita



Figura 1: Cal viva apagada.



Figura 2: Arena fina.

Fuente: elaboración propia.

El cemento, la cal y el yeso están constituidos por compuestos de calcio. En las cales el principal componente es óxido de calcio. En los cementos, predomina la presencia de silicatos y aluminatos de calcio. En los yesos domina sulfato de calcio. Los tres, frente a reactivos adecuados, reaccionan químicamente, desarrollando cohesión y adherencia. En las cales aéreas, el agente “endurecedor” es el anhídrido carbónico del aire y las cales hidráulicas, al igual que el yeso y el cemento no necesitan del aire para reaccionar.

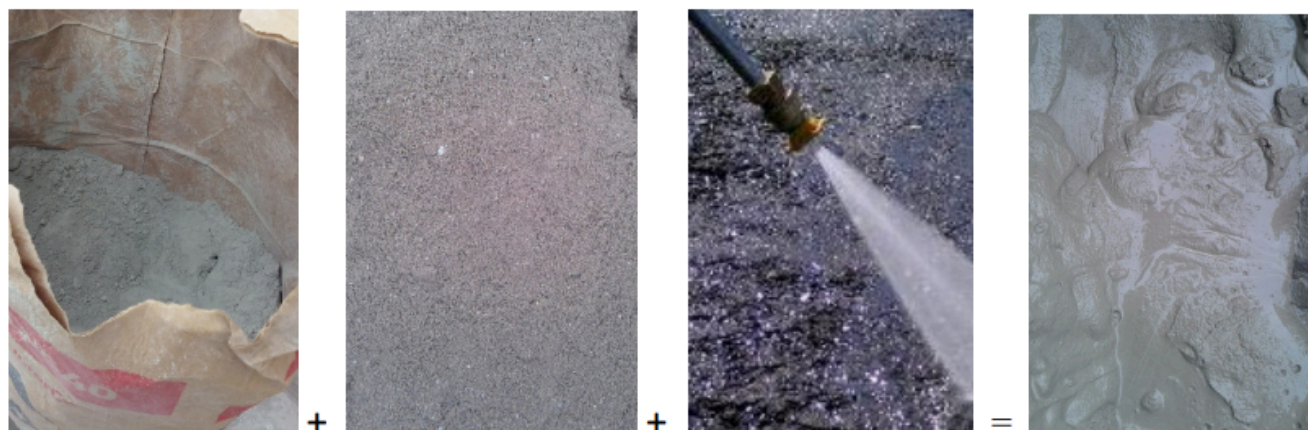


Figura 3. Componentes: cemento + cal + agua = Mortero cementicio. Foto: Arq. T. O´Neill.

1.3. Dosificación

La composición cuantitativa de un mortero, es decir la cantidad de cada uno de los componentes que lo integran, recibe el nombre de dosaje o dosificación.

La dosificación puede realizarse de diferentes maneras:

- Dosificación por volumen.
- Dosificación por peso.

1.3.1. Dosificación por volumen

Consiste en medir los componentes de un mortero en función de sus volúmenes aparentes. La ventaja que ofrece es la facilidad de ejecución en obras de escaso compromiso estructural.

Así por ejemplo un mortero de cemento con un dosaje 1:3 estará constituido por 1 parte de ligante y 3 partes de agregado inerte. La medida usual en obra es el balde de albañilería. El primer valor corresponde al ligante o aglomerante principal en el caso que hubiera varios. Así, 1: 3 es cemento – arena fina o arena gruesa. 1: 1/1: 3 es cemento – cal y arena.

Es una manera de dosificar poco recomendada para alcanzar propiedades mecánicas eficientes.

1.3.2. Dosificación por peso

Consiste en dosificar por peso o por masa los materiales que integran el mortero. Asegura mayor calidad en la composición. De difícil ejecución en obra, es la composición de los dosajes realizados en plantas industriales.

1.4. Dosajes usuales en la práctica

Existen dosajes usuales en la práctica de obra, según cada ítem, que son descriptos en la Tabla 3. Están aceptados por la experiencia, aunque pueden variar en función de condiciones particulares de la obra.

Tabla 2: Dosajes de morteros

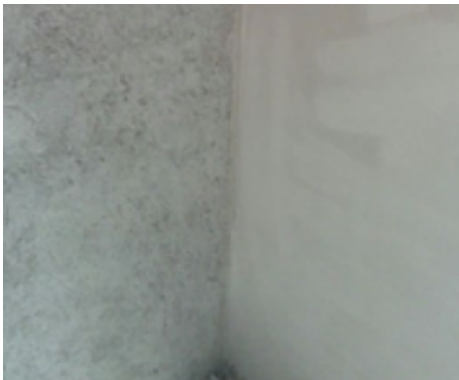
Función	Dosaje	Proporciones en volumen							
		Cemento	Cal viva apagada	Cal hidrat.	Yeso	Arena fina	Arena gruesa	Poliestireno (EPS molido)	Aditivo
Mampostería de elevación	1/3 : 1 : 3	1/3	1				3		
Revoque impermeable	1:3 1:2	1					3 2		10% vol. agua de amasado
Revoque grueso	1/4 : 1 : 3	1/4	1				3		
Revoque fino	1/8 : 1 : 4	1/8		1		4			
Revoque engrosado de yeso	1/8 : 1 : 1/2	1/8			1	1/2			
Mortero aislante térmico.	1:3:8	1					3	8	

Fuente: elaboración propia

1.5. Tipos de morteros según aplicaciones y propiedades

Los morteros se caracterizan por propiedades plásticas. Se utilizan para asentar mamposterías de elevación, capas impermeables, revoques, grueso y fino según acabado de superficie, y también como aporte de propiedades térmicas en cubiertas.

Tabla 3: Tipos de morteros y propiedades

	Morteros para asentar mampuestos Sirven para ejecutar mamposterías de elevación de bloques o ladrillos. Es un mortero formado por cemento, cal, arena gruesa y agua. El cemento brinda resistencia a la compresión, la cal otorga plasticidad y permite una buena adherencia entre los mampuestos, la arena gruesa aporta volumen y el agua promueve la reacción de los ligantes
	Morteros impermeables El ligante es cemento en una proporción alta para brindar impermeabilidad a la mezcla, llenado vacíos o poros intersticiales, a la vez de ligante. La pasta se completa con arena gruesa y fina, y el agregado de un aditivo hidrófugo que sella los poros del mortero. Tienen como función evitar el paso del agua. La foto corresponde a la ejecución de una capa aisladora.
	Morteros para revoques Se utilizan para dar terminación a las superficies de la obra. Pueden ser realizados con diferentes ligantes y áridos. De su composición depende el acabado final, rugoso o liso. Los ligantes pueden ser: cemento, cal, yeso. Según las capas y los acabados, se combinan más de un ligante y distintos agregados.
	Morteros con propiedades de aislantes térmicos Tienen como finalidad aportar aislación térmica a las envolventes, retardando el paso del calor. Incorporan agregados livianos, además de arenas, como materiales aislantes térmicos tales como poliestireno expandido y vermiculita, entre otros.

1.6. Propiedades generales de los morteros

Encontramos cuatro propiedades generales:

- Docilidad.
- Adherencia.
- Resistencia.
- Elasticidad.

1.6.1. Docilidad

Es la facilidad con que un mortero puede extenderse o colocarse en su sitio. Depende de su poder de retención de agua y del ligante utilizado.

1.6.2. Adherencia

Es la que hace posible la fijación o anclaje del mortero en la superficie de los elementos a unir, con lo que se obtiene la unidad de la mampostería.

1.6.3. Resistencia

Es la oposición que ofrece el material a la rotura. Depende del tipo de ligante, del dosaje, tipo de áridos y cantidad de agua de amasado.

1.6.4. Elasticidad

Es la propiedad que define la máxima deformación lineal que un mortero fraguado puede experimentar antes de su fractura. Se expresa en porcentaje de la longitud de la muestra. Es mayor en los morteros con abundante cal, relativamente baja en los morteros de cemento y prácticamente nula en los morteros de yeso.



Figura 4. Diferentes tipos de morteros. Foto: Arq. T. O' Neill.

2. HORMIGONES

2.1. Introducción

Es el conjunto constituido por aglomerante o ligante, agregado o árido grueso, agregado o árido fino y agua. Después de amasado constituye una masa plástica que endurece por fraguado. En algunos casos puede contener aditivos que otorgan propiedades especiales: de fragüe, de endurecimiento, con propiedades hidráulicas.

También lo podemos definir como: "El aglomerado, tan homogéneo como sea posible, de diversos materiales inertes llamados agregados con un conglomerado o ligante y el agua." (Schuster E, Balbi L).

El hormigón es llamado también piedra líquida por su docilidad de ser moldeado y elevadas propiedades mecánicas alcanzadas. Se puede afirmar que es un compuesto de materiales que luego de un adecuado proceso de elaboración y colado constituye un material monolítico.

Cuando se incorpora acero se conforma un nuevo material llamado hormigón armado, con mayores desempeños mecánicos

2.2. Materiales que lo conforman

HORMIGÓN: Ligante/s + agregado fino + agregado grueso + agua + aditivos

2.2.1. Aglomerantes o ligantes

Se utiliza habitualmente para la preparación de los hormigones cemento tipo portland para hormigones de mayor resistencia mecánica, y se incorpora cal para pastas pétreas con menor compromiso mecánico.

2.2.2. Agregados o áridos

Son materiales granulares inertes que no reaccionan con cemento y agentes medioambientales: temperatura y humedad. Son de naturaleza inorgánica y pueden ser de origen natural o artificial. Ellos ocupan un volumen de entre el 70 y el 80 % del pastón de hormigón.

Hay tres tipos de agregados y se clasifican según su tamaño:

- **Agregado grueso**, donde se consideran piedras mayores a 2 mm. De diámetro
- **Agregado fino (arena gruesa y arena fina)**, que se compone de arenas menores a 2 mm.
- **Filler o polvo**, con dimensiones menores a 0,08 mm.

En la elaboración de hormigones, del tipo y cantidad de agregado depende el costo por unidad de volumen de hormigón, su resistencia y comportamiento frente a retracciones. Como resultado de la composición de los hormigones, se caracteriza: densidad, dureza, resistencia, porosidad, resistencia mecánica, adherencia. En Córdoba, se utilizan generalmente rocas trituradas, calizas, arenas y cantos rodados.

Tabla 4: Componentes del hormigón

	Ligantes o Aglomerantes	Agregado Grueso o Árido Grueso	Agregado Fino o Árido Fino
 Foto 10: Triturado.	Cementos	Canto Rodado	Arena gruesa
	Cales	Triturado	Arena fina
	Arcillas	Cascote	
	Asfaltos		
	Otros		

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Aditivos

En el caso de los hormigones, se utilizan habitualmente aditivos, tales como retardadores o acelerantes de fragüe, fluidificantes, incorporadores de aire, anticongelantes, etc

2.2.4. Agua

El agua de amasado debe ser limpia, libre de impurezas. El contenido orgánico en agua puede interferir las reacciones químicas del cemento, teniendo como consecuencias el retardo de endurecimiento y pérdida de resistencia final.

Relación AGUA/ CEMENTO

Es la relación que existe entre el peso del agua de amasado y la cantidad de cemento utilizada en masa.

Si la cantidad de agua agregada es mayor a la proporción estipulada disminuirá notablemente la resistencia del hormigón y su durabilidad, además de aumentar su absorción capilar al generarle mayor cantidad de poros.

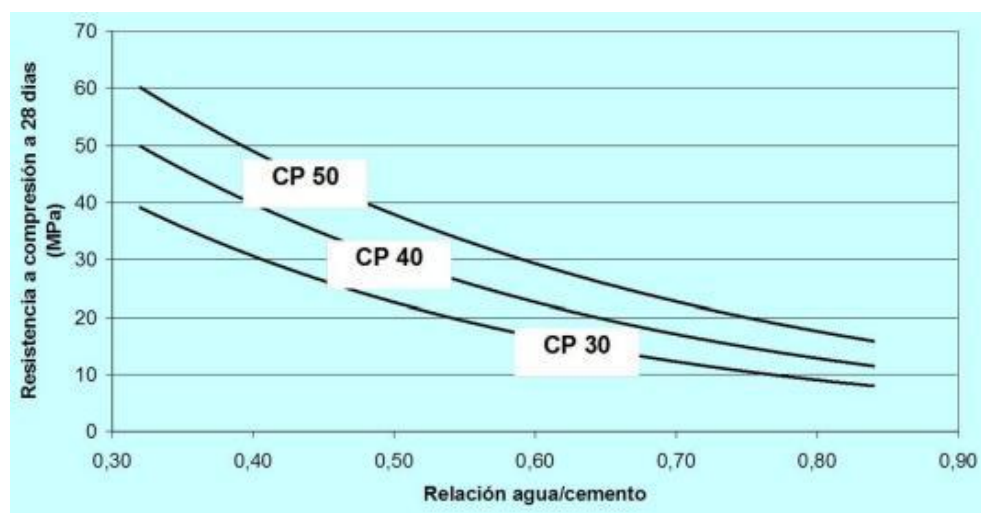


Figura 5. Correlación entre la resistencia a compresión y la relación agua/ cemento.

2.3. Tipos de hormigones / Aplicaciones / Propiedades

Podemos clasificar a los hormigones según:

- Función.
- Compacidad.
- Contenido de cemento.
- Especiales.

2.3.1. Función

Estructurales

Hormigones estructurales cumplen una función dentro del sistema estructural del edificio y se caracterizan por su alta resistencia a la compresión.

El hormigón armado es el resultado de combinar hormigón y armaduras de acero, de modo de poder resistir tensiones de compresión y tracción. Se aplica en la ejecución de columnas, losas, vigas y fundaciones.

De relleno

Hormigones de relleno se emplean en volúmenes importantes y no alcanzan elevada resistencia ni capacidad de aislación térmica. Se utilizan en contrapisos.

2.3.2. Compacidad

Compactos

En hormigones compactos se dosifica mayor cantidad de áridos finos. La mezcla de ligante y áridos finos llenan mayoritariamente los vacíos dejados por áridos gruesos.

Porosos

Hormigones porosos tienen menor densidad, debido a la incorporación de agregados livianos que provocan la aparición de celdillas de aire en la masa del hormigón. Se aplican en usos no estructurales

2.3.3. Contenido de cemento

Estructurales

Los hormigones estructurales de altas prestaciones utilizan cementos de tipo portland. Se dosifican en obra o en plantas industriales con estricto control de contenido de agua

Magros o Pobres

Los hormigones no estructurales son llamados magros o pobres en contenido de ligante. Su composición es con contenido de cemento y/o incorporación de cal.

2.3.4. Especiales

Hormigón de cemento blanco

Se reemplaza total o parcialmente el cemento tradicional que se utiliza como ligante, por cemento blanco. Tiene un costo muy elevado y se elige por su valor estético.

Hormigones coloreados

Son hormigones no convencionales a los que se le añaden pigmentos de óxido en polvo, que colorean la masa.

Se pueden pigmentar hormigones tanto de cemento gris como de cemento blanco, siendo estos últimos los que producen colores más vivos.

Hormigones de alta resistencia

Son hormigones que responden a solicitaciones estructurales especiales, incorporando cementos de alta resistencia y estricto control del contenido de agua. Se producen en plantas industriales.

Hormigones con agregados de fibras

Son hormigones que incorporan fibras estructurales, que permiten disminuir las fisuras. Pueden ser: fibras de polipropileno de alta resistencia y alto módulo elástico, fibras de vidrio o fibras de carbono, entre otros.

2.4. Propiedades generales de los hormigones

2.4.1. Durabilidad

Capacidad para resistir acciones del medio ambiente y el paso del tiempo.

2.4.2. Impermeabilidad

Los hormigones están expuestos a la intemperie, a aguas superficiales o subterráneas. Su capacidad impermeable tiene una relación directa con la porosidad y la durabilidad.

Se trabaja con vibrado mecánico para garantizar la homogeneidad de la pasta, y la eliminación de poros de aire.

2.5. Estados fundamentales

Presenta diferentes propiedades según el estado en el que se encuentra

- Estado fresco.
- Estado endurecido.

2.5.1. En estado fresco

Docilidad / Trabajabilidad

Es la capacidad de ser puesto en su lugar de destino con los medios de compactación de que se dispone.

2.5.2. En estado endurecido

Resistencia a las solicitaciones a las que estará sometido

Capacidad para soportar cargas sin agrietarse ni romperse. Se estima que el hormigón alcanza su resistencia de diseño a los 28 días de haber sido puesto en obra.

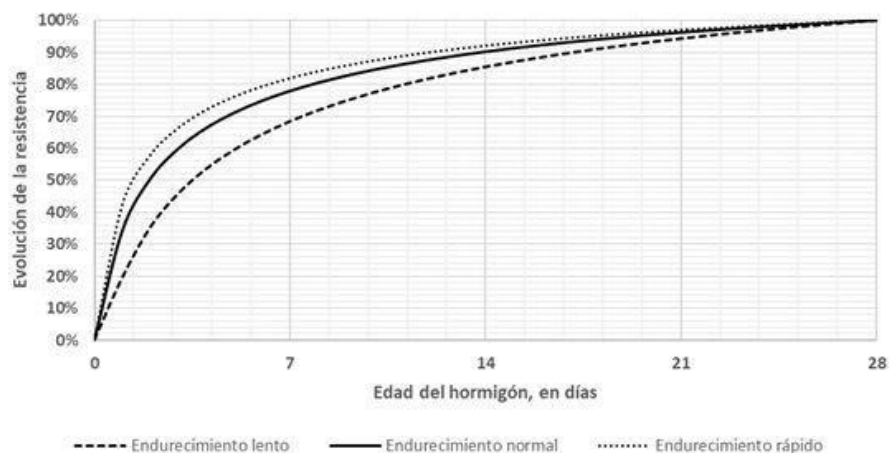


Figura 6. Evolución de la resistencia del hormigón respecto del tiempo.

A los 7 días de edad, el hormigón ha alcanzado buena parte de las propiedades mecánicas finales, no obstante las propiedades de diseño serán posibles a los 28 días.

2.6. Dosajes

Al igual que en el caso de los morteros, se denomina dosaje a la dosificación de cada uno de los elementos que componen al hormigón. Los dosajes más utilizados se transcriben a continuación. No es un listado excluyente. En función de las propiedades buscadas, las dosificaciones descritas pueden variar.

Tabla 5: Dosajes usuales de hormigones.

Función	Dosaje	Proporciones en volumen					
		Cemento	Cal	Arena	Triturado 1 a 3	Triturado 3 a 5	Canto Rodado
Contrapisos, rellenos	1:1:4:4:	1	1	4		4	
	1/4:1:4:4:6	1/4	1	4	4	-	6
Hormigón estructural	1:3:3	1		3	3		
	1 1/2:3:3	1 1/2		3	3		
Otros							

Fuente: elaboración propia

2.7. Encofrados

Se denomina encofrado al molde (de uso temporal) formado por un conjunto de paneles metálicos, de madera, o de plástico, que se utilizan para contener el hormigón en estado fresco hasta que se logra su fraguado o endurecimiento, dando forma a la pieza estructural deseada (vigas, columnas, tabiques, etc.).



Figura 7. Encofrado de tabique de hormigón armado.



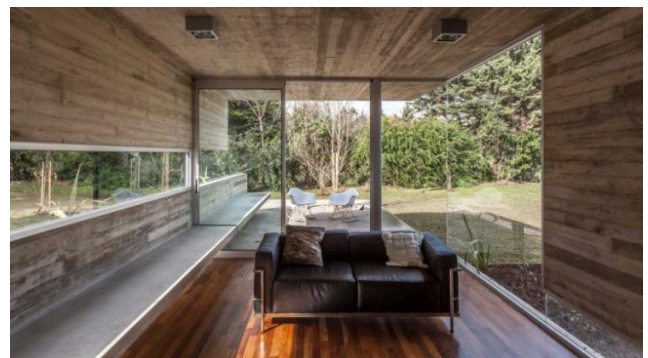
Figura 8. Encofrado de columna de hormigón armado

2.8. El hormigón armado en la arquitectura

Ventajas en el comportamiento

El hormigón es un material dócil que puede configurarse de diferentes formas, de acuerdo a los intereses y premisas del diseñador. Desde los años 50 domina la escena de la arquitectura global, tomando cada vez más presencia en el ámbito local por su fuerte expresividad y su escaso mantenimiento.

En las imágenes de la obra Pabellón Casa Torcuato se puede apreciar el uso de hormigón armado a la vista cumpliendo la función de estructura y envolvente.



Figuras 9 y 10. Pabellón Casa Torcuato (2016) - Estudio Besonias Almeida

Bibliografía

Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. (2016). "Ese material llamado hormigón". Buenos Aires. Argentina.

Escuela de Ingeniería Técnica civil. Arquitectura Técnica. Materiales II. (2007). Hormigón. Tipos de hormigón y sus propiedades. Recuperado de:
https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6203/mod_resource/content/1/Hormigon_02._Tipos_y_propiedades.pdf

Pérsico Juan. (2007, Diciembre 31). Hormigón elaborado con fibras estructurales. Recuperado de:
<http://www.hormigonelaborado.com/index.php?IDM=32&IDN=138&mpal=4&alias=>

Panorama en agregados para hormigón. (2009, Abril 30). Áridos y reciclados. Recuperado de: <https://hormigonelaborado.com/?IDM=29&IDN=109&mpal=4&alias>

Riondet Viviana / Cátedra de Introducción a la Tecnología "A". (2000) "Materiales". Apunte de Cátedra.

METALES

Compilador: Arq. Asbert.

Actualización 2024: Arq. Asbert.

1. Introducción

Se los ha utilizado desde épocas muy antiguas, como elemento auxiliar de la construcción, pero su uso masivo y el papel preponderante que adquirieron comienza con la revolución industrial, a partir de la producción de hierro y acero en grandes cantidades conjuntamente con el desarrollo de la metalurgia bajo conceptos científicos más eficaces.



Figura 1. Casa de cristal de Parque el Retiro . Año de construcción 1887. Crédito fotográfico Arq. Alicia Rivoira

2. Características físicas

Tabla 1. Características físicas de los metales

DENSIDAD	Es variable según el metal, siendo en estado líquido menos denso que en estado sólido. Según esta propiedad los metales pueden ser ligeros o pesados.
CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA	Son en general buenos conductores de calor.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Son buenos conductores eléctricos, la cual aumenta con la pureza del material.
DILATACIÓN	Los metales se dilatan con el aumento de la temperatura. Se mide linealmente el porcentaje que aumenta en base a 1°C.
MALEABILIDAD	Es la propiedad de admitir ser modificados en su forma y reducida a láminas de poco espesor, por presión continua, martillado o estirado.
DUCTILIDAD	Es la capacidad de poder ser hilados mediante tracción en frío. Se mide como la sección final con respecto a la inicial.
TENACIDAD	Es la resistencia que oponen los metales a la rotura al ser sometidos a los esfuerzos de tracción.
FUSIBILIDAD	Es la propiedad de los metales de pasar del estado sólido al líquido y viceversa mediante cambios de temperatura.
DUREZA	Es la resistencia que oponen a dejarse penetrar por otros cuerpos.
ELASTICIDAD	Propiedad de los metales por el cual recuperan su forma primitiva cuando cesa la carga que tiende a deformarlos.
TEMPLE	Proceso por el cual el acero aumenta su dureza al calentarlo y luego se enfría rápidamente.
SOLDABILIDAD	Dos piezas o cuerpos de metal pueden unirse hasta constituirse una sola unidad mediante un proceso de calentamiento con o sin aporte de otro material entre ellos.

En relación al comportamiento térmico, los metales son materiales altamente conductivos, por lo que la energía calórica se transmite de molécula a molécula propagándose en el interior del cuerpo a una velocidad considerada. Esta característica permite definir a los metales como materiales cuyo valor aislante térmico es mínimo o nulo. Sin embargo, las características superficiales que pueden obtener los metales permiten utilizar la reflectividad (energía incidente refleja, rebota y se pierde sin aumentar la temperatura del cuerpo). Respecto al comportamiento estructural de los metales se reconoce en ellos la alta resistencia mecánica a los esfuerzos de tracción y compresión por lo que su uso en la construcción asume un rol preponderante en la estructura.

3. Técnicas de producción o fabricación

Tabla 2. Técnicas de producción o fabricación de los metales

LAMINADO	Consiste en el estirado por compresión del hierro por medio de cilindros giratorios o rodillos que giran en sentido contrario a igual velocidad. Este procedimiento además de conferir una forma determinada aumenta la capacidad del material. El hierro se lamina calentado rojo y de esta manera toma la forma que producen los rodillos: en caso de que el material se enfríe debe ser calentado nuevamente.	CHAPAS LISAS PLANCHUELAS TUBOS BARRAS PERFILES DE CHAPA
FORJA O FORJADO	Consiste en la conformación por presión o golpes con martillos de diversos calibres con máquinas especiales o prensas. Se trabaja en caliente y transmite al hierro a una estructura compacta y fibrosa.	
MOLDEO O FUNDICIÓN	Consiste en verter los metales en estado líquido a moldes donde luego de enfriados toman la forma del molde.	CAÑOS DE FUNDICIÓN REJILLAS PIEZAS SANITARIAS
EXTRUSIÓN	Se confirma el material en caliente haciéndolo pasar a través de una boquilla o matriz con forma deseada impulsándolo por la compresión del émbolo.	PERFILES DE ALUMINIO
TREFILADO	Consiste en hacer pasar una barra de acero por un orificio de diámetro menor para reducir su sección o para que adquieran una forma.	ALAMBRES BARRAS
PLEGADO	Consiste en dar forma a chapas o láminas mediante golpes de guillotina con filo redondeado no cortante	ZINGUERIA PERFILES DE CARPINTERÍA

4. Clasificación

Tabla 3. Clasificación de los metales.

FERROSOS	NO FERROSOS
Son todos aquellos metales que tienen hierro como componente principal.	Son todos aquellos que no tienen hierro.
Se oxidan fácilmente con el oxígeno de la atmósfera o el agua, debilitándose y modificando sus características físicas y químicas, La corrosión por oxidación produce en su máxima expresión la destrucción del material. Se puede proteger con tratamiento superficial como pintura, galvanizado, emplomado, estañado o niquelado. En el caso del hormigón armado, el cemento Portland es la protección.	
HIERRO, con hasta 0.15% de carbono. ACERO, Desde 0.15% a 2.50% de carbono FUNDICIÓN	ALUMINIO COBRE BRONCE ZINC

4.1. Metales ferrosos

Hierro

Sus principales características son la tenacidad y la resistencia. Se trabaja fácilmente y no experimenta modificación alguna cuando se enfría bruscamente, razón por la cual no admite templado.

Acero

Es una aleación que posee mayor cantidad de carbono que el hierro. Cuando el porcentaje de carbono aumenta se incrementa la resistencia, pero disminuye su tenacidad y por lo tanto su trabajabilidad.

Calentándolo y enfriándolo rápidamente se temple haciéndose más duro, más resistente, más elástico, pero más frágil. El acero en forma de barras de diversas secciones incorporándolo al hormigón conforma un material compuesto de uso masivo en la construcción del hormigón armado. Esta combinación de materiales de características complementarias actuando homogéneamente permite conformar piezas estructurales que trabajan eficazmente a la flexión.

4.2. Metales no ferrosos

Aluminio

Al igual que el hierro, no se encuentra en la naturaleza en estado libre, sino combinado con otros elementos.

Puede ser hallado en grandes cantidades en la superficie de la tierra, pero su extracción es costosa por la gran cantidad de energía eléctrica que se consume.

Es liviano, aproximadamente un tercio del peso del hierro.

Tiene resistencia a la corrosión en el agua y atmósfera normal.

Tiene resistencia mecánica considerable inferior al acero, es muy trabajable y la soldadura es una técnica compleja para este tipo de metal.

Por su poca corrosión es de uso masivo en aquellos elementos expuestos al exterior como carpinterías y fachadas, que mediante la extrusión permite resolver diversos usos.

Cobre

Es un metal de color cobre rojizo brillante, gran conductor de calor y electricidad, expuesto al aire se cubre de una capa de óxido de color verdoso que actúa como protectora impidiendo la oxidación y posterior corrosión interior del metal contrariamente a lo que sucede con el hierro.

Es altamente dúctil y maleable, no se temple y solamente se ablanda con el proceso de recocido. Se usa en conductores de electricidad cañerías y chapas

Bronce

Es una aleación de cobre y estaño que presenta una mayor resistencia mecánica que el cobre siendo igualmente resistente a la corrosión.

Se lo utiliza para cañerías, chapas de aplicaciones especialmente en herrajes.

5. Formas comerciales

Tabla 4. Formas comerciales de los metales.

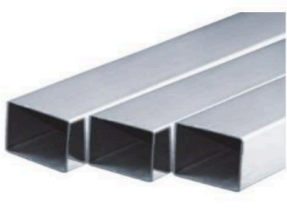
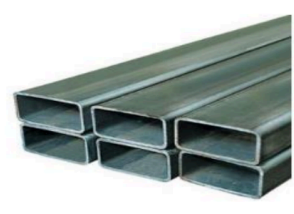
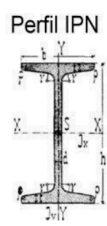
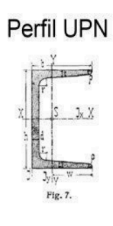
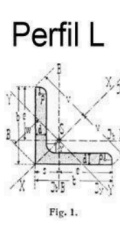
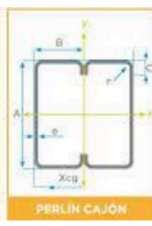
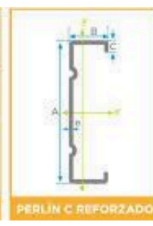
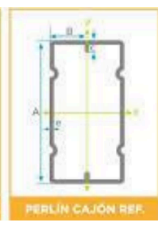
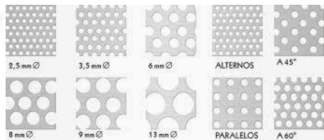
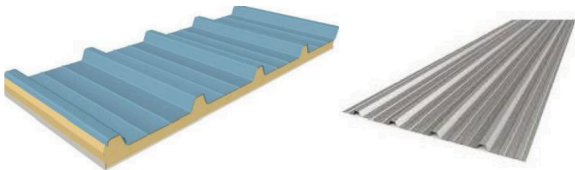
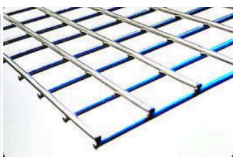
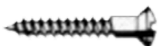
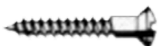
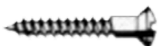
BARRAS	Llamamos barras a las formas comerciales de sección maciza o llena, de formas simples. Las más utilizadas en la construcción son las de forma circular para armaduras de hormigón armado. Para su mejor adherencia se fabrican con la sección modificada con aletas o estrías. Se las reconoce según su diámetro en milímetros. Así tenemos Ø4.2, Ø6, Ø8, hasta Ø25mm. <table><thead><tr><th>Designación</th><th>Diámetro</th></tr></thead><tbody><tr><td>9M</td><td>9 mm</td></tr><tr><td>10M</td><td>10 mm</td></tr><tr><td>12M</td><td>12 mm</td></tr><tr><td>16M</td><td>16 mm</td></tr><tr><td>20M</td><td>20 mm</td></tr><tr><td>22M</td><td>22 mm</td></tr><tr><td>25M</td><td>25 mm</td></tr></tbody></table>	Designación	Diámetro	9M	9 mm	10M	10 mm	12M	12 mm	16M	16 mm	20M	20 mm	22M	22 mm	25M	25 mm
Designación	Diámetro																
9M	9 mm																
10M	10 mm																
12M	12 mm																
16M	16 mm																
20M	20 mm																
22M	22 mm																
25M	25 mm																
TUBOS	Se llama así a las formas comerciales de sección hueca o vacía, de forma circular, cuadrada o rectangular. Según el material y la sección y espesor de las paredes o tubos pueden ser utilizados como elementos estructurales simples (vigas, correas o columnas) o como elementos para la conducción de fluidos en las instalaciones e agua y gases. REDONDO  CUADRADO  RECTANGULAR 																
PERFILES	Son piezas lineales de diversas secciones producidas mediante procesos de laminación (de chapa) o extrusión (de acero). Su denominación hace referencia a la sección: Perfiles “L”, “U”, “C”, “I”, y su denominación hace referencia además de su forma al tamaño de la mayor dimensión de la sección o “alma de perfil” en centímetros, así por ejemplo tenemos IPN 12. Perfil IPN  Perfil UPN  Perfil L  PERLIN C PERLIN CAJÓN PERLIN C REFORZADO PERLIN CAJÓN REF.																

Tabla 4. Formas comerciales de los metales.

CHAPAS	Son láminas de espesor reducido en relación al ancho y largo de la pieza. Se producen por el proceso de laminación. Se las reconoce por sus espesores y existen tipos de escalas para establecer su calificación. Existen chapas lisas y plegadas, y su denominación corresponde a la medida determinada por la pulgada dividida su denominación, así las chapas de mayor número son más delgadas. Se comercializan lisas y onduladas. 																									
ALAMBRES	El proceso de fabricación es por extrusión o trefilado, Hay diversas clases de alambres en la industria de la construcción. Pueden ser de hierro común, de acero o de cobre. Se los reconoce por el calibre de su diámetro. También pueden conformar cables, que están formados por un haz de alambre alrededor de un alma de cáñamo. 																									
MALLAS	Constituyen una red de barras de acero se sección pequeña entre 5 y 7 mm. Electro soldadas que conforman reticulados planos destinado esencialmente a armado de losas. Las barras pueden ser lisas o estriadas. 																									
CONECTORES	Se los reconoce comercialmente con el nombre de remaches, bulones, tornillos, clavos. Hay distintos tipos y dimensiones s según su uso, forma de colocación, tipos de piezas y material para conectar y rigidez el vínculo. En todos los casos poseen una cabeza (media esfera, cuadrada, plan Philips) y un cuerpo estriado o fileteado excepto remaches y algunos clavos que son lisos. Se los reconoce por el diámetro y la longitud, por ejemplo 12/35. <table><tr><th>Tipo de tornillo</th><th></th><th>Material</th><th></th><th></th></tr><tr><td>Tornillos de montaje rápido (vértice, punta de broca o punta en S)</td><td></td><td>Dry-wall, madera sobre estructuras de madera o metal</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Tornillos para tablas de terciado (corte limpio)</td><td></td><td>Madera, terciado</td><td>Tornillos herméticos (vértice, punta de broca)</td><td> Coberturas de techos, revestimientos de fachadas sobre estructuras de madera o metal</td></tr><tr><td>Tornillos autoperforantes con aletas (teks)</td><td></td><td>Madera sobre metal</td><td>Tornillos autoperforantes</td><td> Metal</td></tr><tr><td>Tornillos para madera</td><td></td><td>Madera, sustentación con tacos</td><td>Tornillos para chapa</td><td> Chapas</td></tr></table>	Tipo de tornillo		Material			Tornillos de montaje rápido (vértice, punta de broca o punta en S)		Dry-wall, madera sobre estructuras de madera o metal			Tornillos para tablas de terciado (corte limpio)		Madera, terciado	Tornillos herméticos (vértice, punta de broca)	 Coberturas de techos, revestimientos de fachadas sobre estructuras de madera o metal	Tornillos autoperforantes con aletas (teks)		Madera sobre metal	Tornillos autoperforantes	 Metal	Tornillos para madera		Madera, sustentación con tacos	Tornillos para chapa	 Chapas
Tipo de tornillo		Material																								
Tornillos de montaje rápido (vértice, punta de broca o punta en S)		Dry-wall, madera sobre estructuras de madera o metal																								
Tornillos para tablas de terciado (corte limpio)		Madera, terciado	Tornillos herméticos (vértice, punta de broca)	 Coberturas de techos, revestimientos de fachadas sobre estructuras de madera o metal																						
Tornillos autoperforantes con aletas (teks)		Madera sobre metal	Tornillos autoperforantes	 Metal																						
Tornillos para madera		Madera, sustentación con tacos	Tornillos para chapa	 Chapas																						

6. Técnicas de construcción

Los metales poseen propiedades que hacen de su uso en la construcción muy difundido e importante.

La presencia de estos materiales en la arquitectura es múltiple y podemos encontrarlos en los siguientes rubros:

- Estructuras.
- Carpinterías.
- Herrajes.
- Instalaciones.
- Cubierta.

Las formas comerciales tratan de responder eficazmente a estos rubros, por ejemplo, las chapas son eficientes para la cubierta de techos, los perfiles casi con normalidad para la estructura, los tubos se utilizan solos o conformando otras componentes como los reticulados, etc.



Figura 2. Palacio de Congresos, Toledo. Arq Rafael Moneo Crédito fotográfico. Arq. Edith Savere Ledo

En estos últimos casos en los que los elementos metálicos conforman piezas estructurales compuestas como reticulados o columnas y vigas constituidas por varios perfiles o tubos se deben considerar los tipos de unión entre dichos elementos.

El tipo de unión que se decida para la ejecución de la pieza estructural está relacionado con el esfuerzo mecánico que se solicitará a dicha pieza, por ejemplo, la sollicitación de un puente puede definir uniones soldadas en algunos vínculos y uniones abulonadas en otra.

La unión primitiva de elementos metálicos se realizaba mediante conectores. Pero luego la unión se perfeccionó mediante el soldado de elementos con un adicional.

Efectivamente la unión más rígida, es decir que permitirá menos movimientos es la soldadura. Este procedimiento permite unir elementos metálicos hasta constituir una unidad.

La soldadura implica una unión estable e irreversible ya que no permite el desarmado de las partes que constituyen la pieza estructural. En el caso de las uniones realizadas por conectores como por ejemplo bulones y tuercas es posible desarmar la pieza por lo tanto se trata de un proceso reversible.

Tabla 5. Tipos de uniones

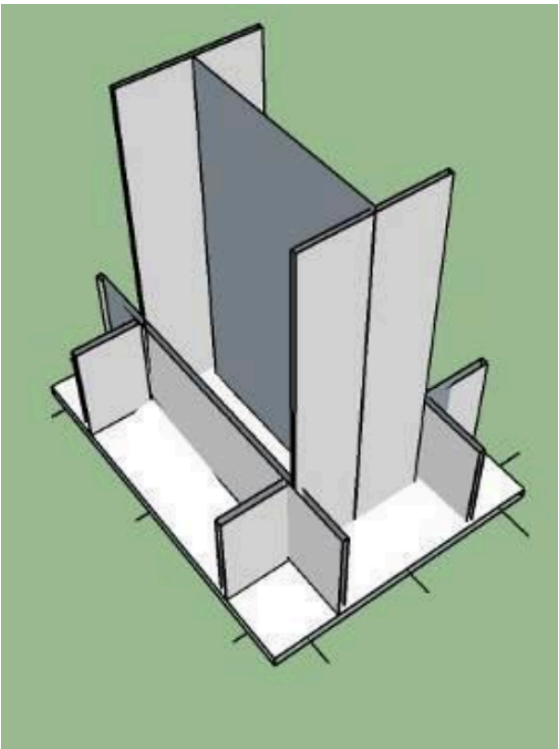
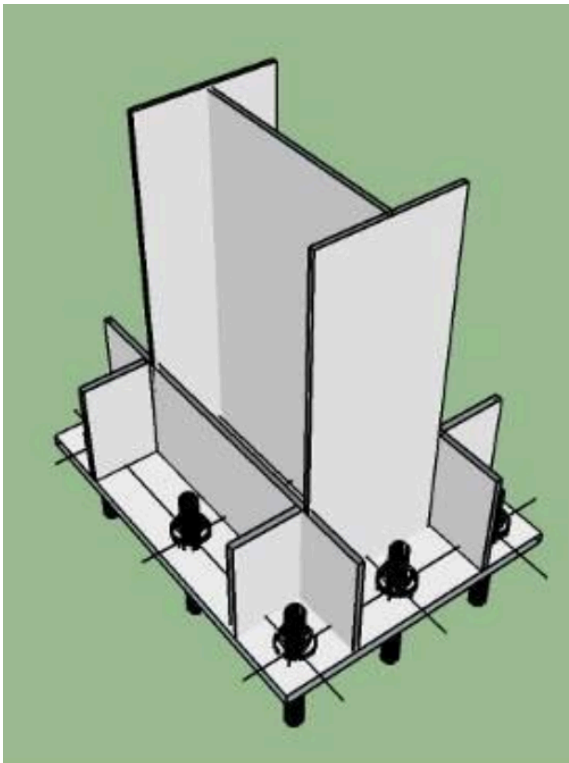
SOLDADURA	UNIÓN POR CONECTORES
La soldadura es el método de construcción que permite fundir las piezas en contacto que se van a unir y con adición de un tercer material o sin él, al solidificarse la parte fundida quedan unidas. Se trata de la unión más rígida, es decir la que permite menos movimientos. Son procesos irreversibles. <u>Hay dos tipos de soldadura:</u> Soldadura autógena con gas Otro tipo de soldadura es la autógena que se hace sin el empleo de metales auxiliares uniendo directamente las piezas por fusión. Soldadura de arco eléctrico También se utilizan las soldaduras a presión en la cual los elementos a soldar son unidos por presión en caliente. Por último, la soldadura de arco eléctrico o electrodo. La fusión de la varilla que conduce la corriente produce un material adicional que contribuye a la unión de las piezas.	Otra forma de conexión para unir elementos metálicos para conformar piezas estructurales compuestas o reticuladas son los conectores como los remaches, bulones y tornillos. Tienen la capacidad de desunir las piezas conformadas sin destruirlas.
	

Figura 3-4. Detalle de unión por soldadura y unión por conectores Crédito Arq. Alejandro Asbert

7. Ejemplos de arquitectura

Vivienda para recreación en la localidad de Los Gigantes, Córdoba.



Figura 5. Vivienda recreativa en Los Gigantes, Córdoba. Crédito fotográfico. GAT SRL

Sala de Sesiones Concejo Deliberante Municipalidad de Córdoba



Figura 6. Sala de Sesiones Concejo Deliberante Municipal, Córdoba. Proyecto FBK Arquitectos. Crédito fotográfico y construcción. TECHMET SRL

Bibliografía

M.F.Pasman; Cesarini HN (1983) Materiales de construcción, 8º edición, Bs . As. Argentina.

Registro INTI de materiales para la construcción edición 1998.

INTI: Instituto nacional de tecnología industrial.

Riondet, V., Cátedra de Introducción a la Tecnología A (2000).

Tabla de pesos y medidas Acerco.

<https://www.pentaka.com/>

<https://www.acindar.com.ar/>

<https://steelframingcordoba.com.ar/>

F.Hart Whenn; H.Sontag (1976) . “El atlas de la construcción metálica” Págs. 237-205.
Editorial Gustavo Gilli . Barcelona, España.

Mario Salvadori; Robert HelleR (2005). “Estructuras para arquitectos”. 3a Ed. Editorial
NOBUKO - Buenos Aires, Argentina.

Las imágenes no referenciadas son propiedad del Arq. Alejandro Asbert