

ANATOMÍA DEL HÍBRIDO VERTICAL

Guía de trabajo autónomo para la resolución técnica del edificio en altura

Taller Mediterráneo — Campus Vertical: Infraestructura de Acontecimientos



ANATOMÍA DEL HÍBRIDO VERTICAL

Guía de trabajo autónomo para la resolución técnica del edificio en altura

Taller Mediterráneo — Campus Vertical: Infraestructura de Acontecimientos

Documento de autogestión: cada estudiante o grupo puede recorrerlo por su cuenta, consultando el eje que necesite en el momento que lo necesite.

Cómo usar este documento

Un edificio en altura, como cualquier organismo, se sostiene por la coordinación de varios sistemas que cumplen funciones distintas pero interdependientes. Esta guía está organizada en cuatro ejes —no en clases ni en fases con fecha fija— para que la uses como se usa un manual: por sistema, no por cronograma.

Eje	Analogía (a modo de referencia)	Qué resuelve	Depende de
1 Estructura	como el esqueleto	Cómo se sostiene el edificio y cómo bajan las cargas	Del partido volumétrico y programático de tu proyecto
2 Circulación vertical	como el sistema circulatorio	Cómo se mueven las personas en sentido vertical	De la grilla y los núcleos definidos en el Eje 1
3 Instalaciones	como las redes internas del edificio	Cómo funcionan las redes que sostienen la vida del edificio	De los núcleos definidos en los Ejes 1 y 2
4 Envoltente	como la piel	Cómo se relaciona el edificio con el exterior	Del módulo estructural definido en el Eje 1

El orden de esta tabla no es arbitrario: cada eje se apoya en decisiones tomadas en el anterior. Podés leer cualquier eje en cualquier momento, pero para **cerrar** una decisión en un eje necesitás tener resuelto el anterior — el documento te lo señala en cada caso.

Cada eje se desarrolla en tres pasos:

1. **Alternativas** — el menú de opciones entre las que tenés que elegir, con su lógica de funcionamiento y cuándo conviene cada una.
2. **Puntos importantes a tener en cuenta** — lo que tenés que verificar o calcular sin importar qué alternativa elegiste; no son opcionales.
3. **Procedimiento simple para tomar la decisión** — una secuencia de pasos concretos para pasar de "no sé qué elegir" a "tengo mi decisión tomada y puedo justificarla", cerrada con una autoverificación.

0. Punto de partida

Este documento se apoya en el partido volumétrico y programático que se está desarrollando en los talleres del TM para el ejercicio "Campus Vertical". No es un ejercicio nuevo sino la **profundización técnica de la sección**: a partir del edificio que están definiendo (altura aproximada, superficie por planta, organización de programas) se le busca dar resolución constructiva en los cuatro ejes, pensados de forma simultánea y no sucesiva.

Premisa de trabajo: siguiendo el "manual incompleto de operaciones" de la guía madre de Campus Vertical — *"trabaje la sección antes que la planta", "proyecte un soporte estructural y espacial capaz de admitir transformaciones"* — este documento invierte el orden habitual: en vez de resolver primero la planta y después "encajar" estructura e instalaciones, son las decisiones técnicas las que generan la organización espacial.

EJE 1 — SISTEMA ESTRUCTURAL

Elegir un sistema estructural antes de saber qué se apila arriba de qué es empezar por el final. Para que la estructura tenga una lógica física "natural" —óptima, racional y sustentable— primero hay que leer cómo se organizan verticalmente los programas de tu proyecto, y recién después decidir con qué sistema los sostenés. Por eso este eje empieza en el punto 1.0, antes de las alternativas.

1.0 ANÁLISIS PREVIO — CÓMO APILAR LOS PROGRAMAS

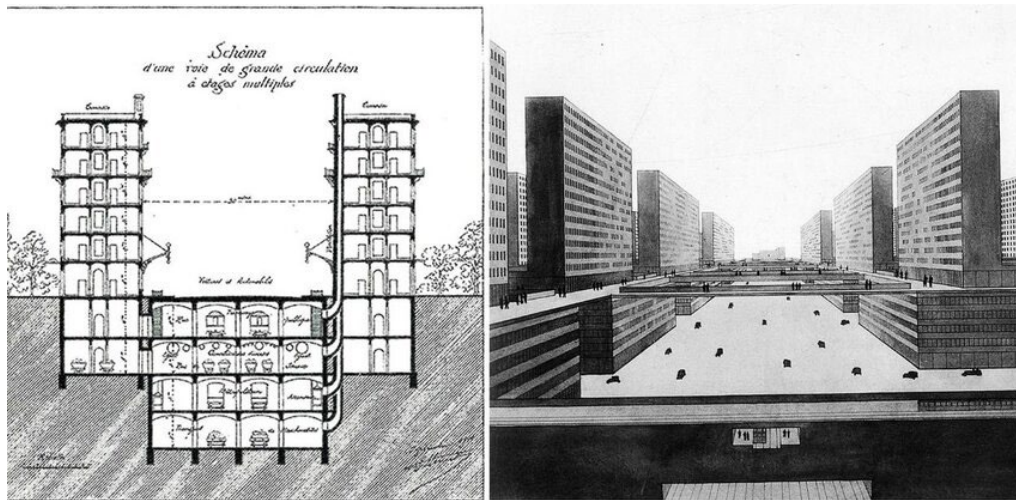
Para cada programa de tu "programa de actividades" (el de la guía madre de Campus Vertical), completá esta tabla:

Programa	Luz necesaria (aprox.)	Peso / carga relativa	Población / cantidad de usuarios	Carácter (público / privado / mixto)
<i>ej.: Auditorio</i>	Grande (>15 m)	Media (cubierta liviana, gran claro)	Alta, concentrada en horarios puntuales	Público
<i>ej.: Aulas-taller</i>	Módulo típico	Media	Media, distribuida	Semi-público
<i>ej.: Oficinas de investigadores</i>	Módulo típico	Liviana	Baja, permanente	Privado
<i>ej.: Gimnasio / pileta cubierta</i>	Grande	Alta (si hay pileta: peso de agua)	Media, variable	Semi-público
<i>(completá con tu propio programa)</i>				

Con esa tabla completa, corresponde buscar una lógica de apilamiento. No hay una única respuesta, pero sí una pregunta que ordena la decisión: **¿qué combinación de luz, peso, población y carácter público/privado hace que un programa "quiera" estar abajo, arriba, o en un punto intermedio?**

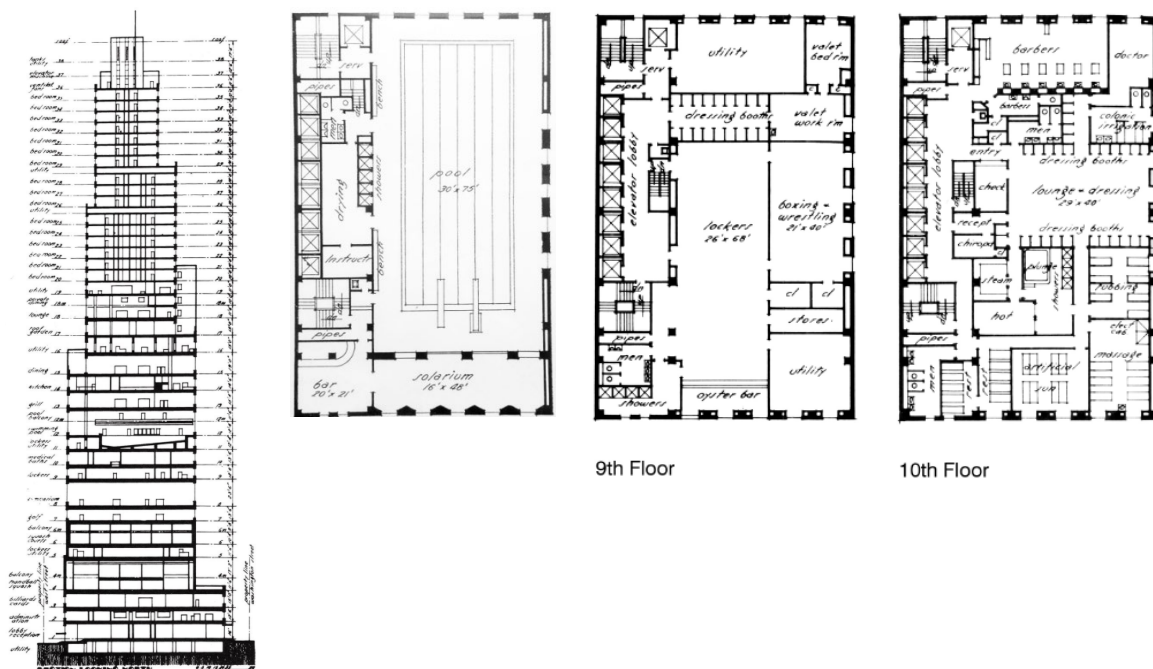
Algunos criterios de referencia:

- **Estratificación público / privado / mecánico:** la Ciudad Vertical de 1924 organiza el edificio en tres estructuras superpuestas —pública, privada y mecánica— que alteran el modelo jerárquico y segregado de la torre terciaria tradicional. En general, los programas más públicos y de mayor escala tienden a la base (mejor acceso, mayor luz posible antes de que la estructura se angoste hacia arriba); los más privados y repetitivos tienden a subir; lo mecánico se ubica donde mejor sirva a ambos.



Ciudad Vertical de 1924

- **Los programas de gran luz "empujan hacia abajo":** cuanto más grande la luz que necesita un programa, más conviene ubicarlo en los niveles inferiores, donde es más simple resolver la transición estructural (ver 1.1b) sin interrumpir muchos niveles repetitivos por encima.
- **Las cargas pesadas buscan apoyo directo:** un programa con carga excepcional (pileta, equipos) funciona mejor cerca de la fundación o del núcleo rígido, no "flotando" en niveles altos.
- **La población concentrada condiciona la circulación** (esto se verifica en el Eje 2, pero podés anticiparlo acá): un programa de alta concentración de gente en horarios puntuales no debería quedar en el remate del edificio si eso implica que toda esa población atraviese los pisos de trabajo cotidiano para llegar.
- Como referencia de un caso extremo de apilamiento programático, el Downtown Athletic Club de Nueva York (1931) combinaba en una sola torre gimnasios, pileta, vestuarios, salones sociales, restaurante y habitaciones — un antecedente útil para pensar cómo ordenar programas muy distintos entre sí en una misma sección.



Downtown Athletic Club de Nueva York (1931)

No existe una única solución correcta. Se espera ensayar al menos dos organizaciones distintas del programa en altura antes de fijar una. Recién cuando se define cuál resulta más conveniente, corresponde avanzar a 1.1 para definir con qué sistema estructural se sostiene.

Autoverificación antes de seguir a 1.1:

- ☐ Tengo mi programa de actividades completo con luz, peso, población y carácter público/privado de cada uno.
- ☐ Probé al menos dos formas distintas de apilar esos programas.
- ☐ Elegí una, y puedo explicar por qué esa combinación de variables la hace más razonable que la otra.

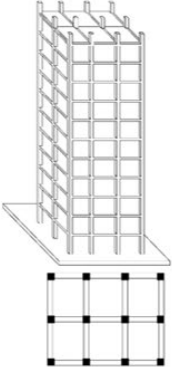
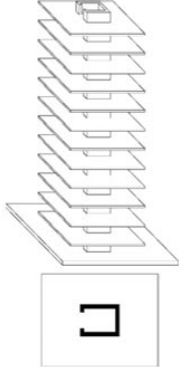
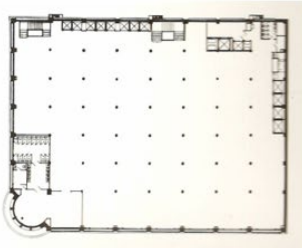
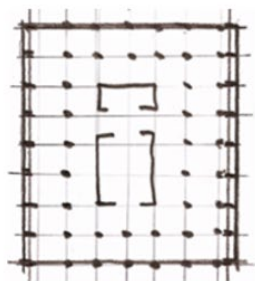
1.1 ALTERNATIVAS

Cualquier sistema que elijas tiene que resolver **dos familias de solicitaciones distintas**:

- **Cargas gravitatorias (verticales):** peso propio y sobrecargas de uso, que se transmiten de las losas a las vigas, de las vigas a las columnas y de las columnas a las fundaciones — es lo que resuelve el predimensionado de 1.2.
- **Cargas laterales (horizontales):** viento y sismo, que someten al edificio a corte y momento crecientes con la altura, y que exigen un sistema específico de rigidización — no alcanza con que la estructura "aguante para abajo": también tiene que aguantar "para el costado".

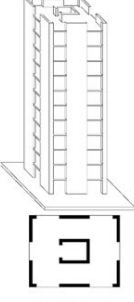
Por eso, en la tabla siguiente, la columna "cómo funciona" distingue en varios casos el comportamiento gravitacional del lateral: elegir un sistema es elegir, al mismo tiempo, cómo baja el peso del edificio y cómo se contiene su respuesta frente al viento y al sismo.

a) Sistema estructural general

Alternativa	Cómo funciona	Altura orientativa / ejemplo	Cuándo conviene en un proyecto como este
Retícula aporticada (pórticos)	Columnas y vigas conectadas rígidamente en dos direcciones, sin núcleo diferenciado	Hasta 20–30 niveles	La opción más simple; alcanza si tu edificio no tiene luces excepcionales ni vacíos programáticos grandes
 RETÍCULA APORTICADA  NUCLEO RIGIDO  RETÍCULA APORTICADA C/ NÚCLEO LATERAL  RETÍCULA APORTICADA C/ NÚCLEO CENTRAL			

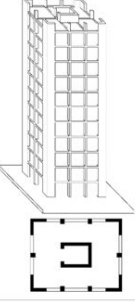
Núcleo rígido central + perímetro gravitacional	El núcleo resiste las cargas laterales; las columnas perimetrales solo bajan carga vertical	Hasta 40 niveles aprox.	Punto de partida más razonable para una altura de 12 a 18 plantas
Núcleo rígido + tabiques perimetrales	Se suman muros de corte en el perímetro o las esquinas, aumentando la rigidez lateral	Hasta 40 niveles aprox.	Si el núcleo solo no alcanza a controlar los desplazamientos laterales

NUCLEO RIGIDO
TABIQUE PERIMETRALES

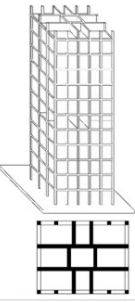


40 NIVELES

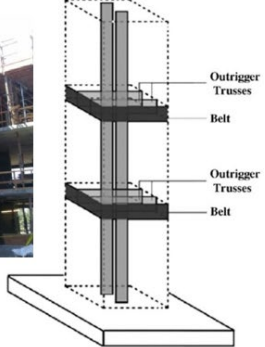
NUCLEO RIGIDO
TABIQUE ESQUINA
RETICULA APORTICADA



NUCLEO RIGIDO
ESTABILIZADORES
RETICULA APORTICADA



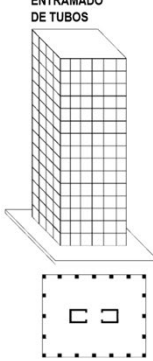


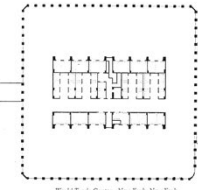


Outrigger Trusses
Belt
Outrigger Trusses
Belt

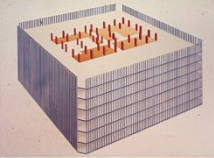
Entramado de tubos (framed tube)	Columnas perimetrales muy próximas entre sí, unidas por vigas de cordón, forman un tubo estructural	Ejemplo: World Trade Center original	Cuando se busca liberar el centro de la planta de columnas
----------------------------------	---	--------------------------------------	--

ENTRAMADO DE TUBOS



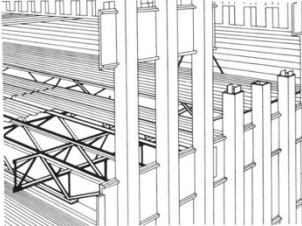


World Trade Center - New York, New York



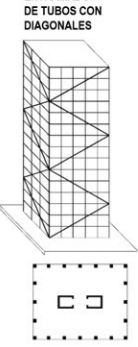


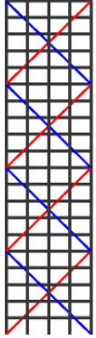
www.nycvintagemages.com



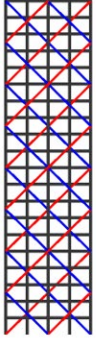
Entramado de tubos con diagonales (braced tube)	Incorpora diagonales a la grilla perimetral del tubo, aumentando su eficiencia	Ejemplo: John Hancock Center	Un tubo más eficiente, con expresión estructural diagonal en fachada
---	--	------------------------------	--

ENTRAMADO DE TUBOS CON DIAGONALES

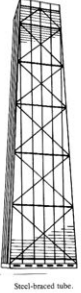




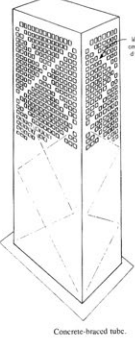




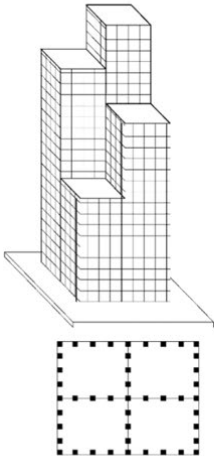
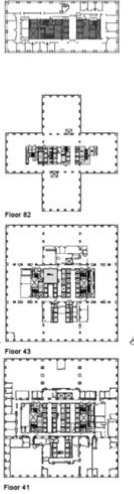
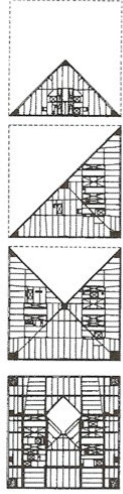


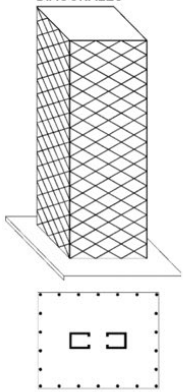
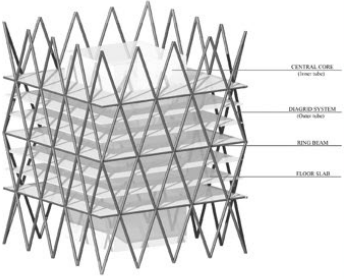


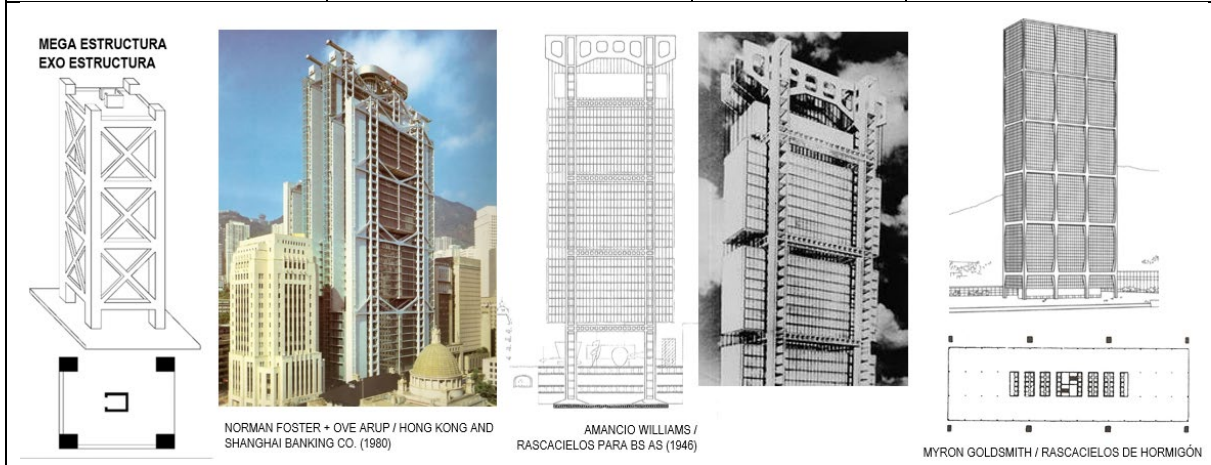
Steel-braced tube.



Concrete-braced tube.

Haz de tubos (bundled tube)	Agrupación de varios tubos estructurales que trabajan solidariamente	Ejemplo: Willis (Sears) Tower	Permite mayor altura y variar la planta entre distintos tramos del edificio
HAZ DE TUBOS 	 S.O.M. + GRAHAM + KHAN / SEARS TOWER / CHICAGO 	 I. M. PEI / BANCO DE CHINA / HONG KONG 	

Grilla de tubos con diagonales (diagrid)	La estructura diagonal reemplaza directamente a las columnas verticales	Ejemplo: Swiss Re Tower, Torre Hearst (Norman Foster)	Cuando la estructura tiene valor expresivo y se busca mostrarla en fachada (ver Eje 4)
GRILLA DE TUBOS DIAGONALES 	 CENTRAL CORE DIAGRID SYSTEM WIND BRIDGE FLOOR SLAB	 NORMAN FOSTER / TORRE HEARST / 8 TH AVENUE	 NORMAN FOSTER / SWISS RE 30 STIMARY AXE

Megaestructura / Exoestructura	La estructura se expone por fuera del edificio, liberando completamente el interior	Ejemplo: HSBC Hong Kong (Foster + Ove Arup)	Cuando el programa exige agrupar varios niveles en unidades estructurales mayores, o liberar por completo la planta
 MEGA ESTRUCTURA EXO ESTRUCTURA NORMAN FOSTER + OVE ARUP / HONG KONG AND SHANGHAI BANKING CO. (1980) AMANCIO WILLIAMS / RASCACIELOS PARA BS AS (1946) MYRON GOLDSMITH / RASCACIELOS DE HORMIGÓN			

Nota de escala: para una altura de 12 a 18 plantas, casi cualquiera de estos sistemas resuelve por sí solo el viento y el sismo — incluso la retícula aporticada simple llega hasta 20–30 niveles. Lo que empuja hacia sistemas más complejos no es la altura en sí, sino las luces grandes y los vacíos de tu programa (ver 1.0): por eso esta elección depende más de **qué apilás** que de **cuántos pisos tenés**.

b) Alternativas para resolver luces mayores a la grilla típica (auditorio, gimnasio, taller abierto, u otro programa de gran vacío):

- **Ubicación estratégica:** el espacio de gran luz se ubica en un nivel donde la transición resulta más simple (planta baja, subsuelo o remate superior), evitando interrumpir la grilla en niveles intermedios.
- **Estructura de transferencia:** se mantiene la grilla típica en los niveles superiores y se recogen las cargas de las columnas discontinuas mediante una viga, cercha o losa de transferencia (ver criterios de predimensionado en 1.2), alojada en un nivel de doble altura o en el espesor reforzado de la losa de transición. Si esa estructura de transferencia necesita además permitir el paso visual o físico a través de su espesor, una viga Vierendeel es una alternativa a considerar frente a una viga llena o una cercha.
- **Apoyo en el núcleo rígido:** se aprovecha la rigidez y capacidad portante del núcleo para generar voladizos o grandes luces adyacentes a él, reduciendo la necesidad de transferencia en el resto de la planta.

Ninguna de estas alternativas es excluyente entre sí ni respecto de las del punto (a): podés combinarlas, siempre que la combinación esté argumentada.

1.2 PUNTOS IMPORTANTES A TENER EN CUENTA:

Coordinación modular

La grilla estructural no se define con una medida arbitraria — se coordina dimensionalmente con el resto de los componentes del edificio para reducir desperdicios, facilitar el montaje y permitir el intercambio de componentes.

Conceptos base :

- **Módulo básico (M):** unidad de referencia = 100 mm (0,10 m).
- **Multimódulo (nM):** múltiplo entero del módulo básico (por ejemplo, 30M = 3,00 m).
- **Módulo de proyecto (Mp):** el multimódulo que adoptás específicamente para un componente de tu proyecto — en este eje, el **módulo de estructura**. Tu grilla estructural tiene que poder expresarse como un multimódulo prolijo (por ejemplo, 72M = 7,20 m o 90M = 9,00 m), no como una medida que "entró como pudo" en la planta.
- Ese mismo módulo de proyecto es el que después vas a coordinar con el módulo de fachada en el Eje 4: elegir hoy la grilla estructural ya condiciona esa coordinación futura.
- Como antecedente de un sistema modular aplicado a la escala de un edificio completo, la Unidad de Habitación de Marsella (Le Corbusier) organiza sus 140 m de largo, 24 m de ancho y 70 m de alto con apenas 15 medidas de módulo (el Modulor).

Fuerzas Horizontales (viento y sismo)

El predimensionado de 1.2 (columna, viga, losa) solo resuelve el comportamiento gravitacional. El sistema de resistencia lateral que elegiste en 1.1(a) —núcleo, tabiques, tubo o diagrid— tiene que ser **continuo en toda la altura del edificio**, verificado según CIRSOC (reglamento de acción del viento y reglamento de construcciones sismorresistentes). Esto es especialmente crítico en las zonas de **estructuras complejas**: una columna de transferencia, un voladizo o una luz especial pueden estar perfectamente resueltos para las cargas verticales y, aun así, interrumpir o debilitar el camino de las cargas laterales si no se verifica también ese comportamiento. Ante cualquier discontinuidad de la grilla típica (1.1b), preguntate no solo "¿por dónde baja el peso?" sino también "¿por dónde sigue viajando el corte de viento o sismo?".

Grilla estructural

El valor de referencia orientativo 7,20 a 9,00 m para uso mixto docencia/oficinas — expresado como multimódulo según el punto anterior.

Predimensionado

(las fórmulas de predimensionado son recomendaciones de práctica profesional: no reemplazan el cálculo estructural, pero permiten verificar que la sección propuesta sea físicamente razonable):

- **Columnas (HºAº, hormigón H-20)**

$$Ag (m^2) = Pu (t) / 1000$$

Pu es la carga última estimada sobre la columna, en toneladas. Para una estimación rápida: $qu_{total} = qu$ (según el uso) + 25% adicional por peso propio de columnas y vigas.

Como referencia de arranque, para uso residencial se toma $qu \approx 1,25 \text{ t/m}^2$ — para los programas de este proyecto (oficinas, auditorio, gimnasio, etc.) ajustá esa sobrecarga según el uso real de cada uno (los datos de población y carácter de 1.0 te sirven de guía).

Columna especial / de transferencia: mismo criterio, con Pu incrementado según la carga que recibe de la estructura especial — resulta en un Ag mayor al de la columna típica.

- **Vigas (H°A°)**

Condición	Según reglamento (mínimo por control de flecha)	Según práctica profesional (para $q_u \approx 2$ t/m)
Simplemente apoyada	$h = L/16$	$h = L/12$
Continua en un extremo	$h = L/18,5$	$h = L/14$
Continua en ambos extremos	$h = L/21$	$h = L/17$
Voladizo	$h = L/8$	$h = L/8$

Base de la viga: aproximadamente $h/2$ a $h/3$.

- **Losas (H°A°)**

Una dirección	h	Dos direcciones ($L_m = (L_x + L_y)/2$)	h
Simplemente apoyada	$L/27$	Apoyo simple / borde libre	$L_m/45$
Continua en un extremo	$L/35$	Mayor continuidad	$L_m/50$
Continua en ambos extremos	$L/40$	Perimetral continuo	$L_m/55$
Voladizo (alivianada)	$L/8$		
Voladizo (maciza)	$L/10$		

Losas alivianadas / nervuradas: multiplicar el valor de la losa maciza equivalente por 1,5.

- **Estructura metálica (alternativa)**

Elemento	Criterio
Viga alma llena	$h = L/20$; voladizo $h = L/8$
Viga alma reticulada (celosía)	$h = L/15$
Viga Vierendeel	$h = L/10$ (altura de nivel a nivel, sin diagonales — útil si tu estructura de transferencia necesita permitir el paso visual o físico a través de su espesor)

- **Reticulados planos / cabriadas (madera o acero)** — para las alternativas de transferencia de 1.1(b):

Elemento	Criterio
Cabriada (tramo simple o continuo)	$h = L/25$
Cabriada en voladizo	$h = L/18$

Cargas especiales del programa

Si el proyecto incluye una pileta cubierta, tanques de reserva o equipos pesados, ese peso tiene que incorporarse como carga adicional en el predimensionado de la zona que lo recibe, y su ubicación (apoyo en núcleo, nivel bajo próximo a fundación, o transferencia) se decide con el mismo criterio que el resto de la estructura.

Distintas configuraciones de planta

Tu edificio no tiene una sola planta estructural — como mínimo vas a necesitar dibujar la planta tipo y la planta de la zona de luces mayores/transferencia, con sus columnas especiales.

Camino de las cargas

En cualquier alternativa que elijas para las luces mayores, tenés que poder trazar en un corte la trayectoria completa de la carga, desde el nivel donde se interrumpe la grilla típica hasta la fundación, identificando qué elemento la recibe, redirige y transmite.

1.4 PROCEDIMIENTO SIMPLE PARA TOMAR LA DECISIÓN

Esta secuencia ordena las decisiones de manera lógica; no es una receta cerrada. Un proyecto en proceso avanza con definiciones parciales, y es esperable retomar un paso anterior a medida que otros se van precisando — en particular, los pasos 1 y 6 suelen retroalimentarse entre sí.

1. Completar el análisis de apilamiento de 1.0: para cada programa, registrar luz, peso, población y carácter público/privado. Ensayar al menos dos formas de apilarlos y seleccionar una.
2. Elegir un sistema estructural de la lista 1.1(a) y fundamentar la elección en una frase.
3. Definir la grilla de las plantas típicas, expresada como un multimódulo (múltiplo de 0,10 m, o de una unidad mayor como 0,30 m o 0,60 m).
4. Predimensionar columna típica, viga y losa de esa grilla con la tabla de 1.2.
5. Identificar qué actividades del programa requieren luces mayores a esa grilla.
6. Para esas luces mayores, seleccionar una alternativa de la lista 1.1(b) —o combinarlas— y predimensionar la columna especial correspondiente.
7. Si existe una carga especial (agua, equipo pesado), definir su punto de apoyo con el mismo criterio.
8. Trazar en un corte el camino de las cargas gravitatorias, desde la zona más exigida hasta la fundación.
9. Verificar que el sistema de resistencia lateral (núcleo, tabiques, tubo o diagrid) sea continuo en toda la altura, y que ninguna zona de luces especiales o de transferencia lo interrumpa sin una alternativa resuelta.
10. Representar las distintas configuraciones de planta que el edificio requiere.

Autoverificación antes de seguir:

- Puedo nombrar mi sistema estructural y justificarlo en una frase.
- Mi grilla estructural es un multimódulo prolijo, no una medida arbitraria, y sé con qué módulo de proyecto la voy a coordinar en el Eje 4.
- Tengo números (no solo un dibujo) para columna, viga y losa de mi grilla típica.
- Sé exactamente qué estrategia resuelve cada una de mis luces mayores.
- Puedo trazar el camino de las cargas gravitatorias en un corte.
- Verifiqué que mi sistema de resistencia lateral es continuo en toda la altura y que las zonas especiales no lo interrumpen.

EJE 2 — CIRCULACIÓN VERTICAL

La relación con el Eje 1 acá no es solo "poner el núcleo dentro de la grilla": hay que precisar en qué puntos exactos la estructura se ajusta para alojar cada sistema de circulación. El hueco de un ascensor tiene una dimensión propia que no necesariamente coincide con el módulo estructural; el ancho libre de una escalera de emergencia se mide entre muros, no entre ejes de columna. Esos ajustes suelen requerir vigas de borde especiales, columnas corridas al perímetro del núcleo, o una submodulación dentro de la grilla típica — y tienen que quedar verificados en el corte, no solo enunciados en la planta.

2.0 ANÁLISIS PREVIO — QUÉ NECESITA CIRCULAR EN CADA PROGRAMA

Así como en el Eje 1 el punto de partida fue analizar qué se apila, acá el punto de partida es analizar **qué se conecta, qué tiene que circular, quién lo usa, y con qué grado de acceso** — antes de definir cuántos núcleos poner y dónde.

Un mismo programa casi nunca tiene un solo tipo de circulación. Tomá como ejemplo un comedor universitario del programa de actividades:

- el **área de comensales** es de uso público, y necesita un acceso directo, visible y accesible;
- la **cocina** es de uso restringido al personal, con su propio recorrido, separado del público por higiene y por organización del trabajo;
- el **depósito de insumos** necesita circulación de carga (mercadería, no personas), generalmente vinculada a un ingreso de servicio en planta baja o subsuelo;
- el **área de residuos** necesita una salida propia que no cruce ni el área pública ni la de preparación de alimentos.

Cuatro sectores de un mismo programa, cuatro requerimientos de circulación distintos. Para cada programa de tu proyecto, completá algo parecido a esto:

Programa	Sector	Carácter (público / privado / restringido / técnico-operativo)	Qué circula (personas / insumos / residuos / equipos)	Tipo de circulación que necesita
<i>ej.: Comedor universitario</i>	Área de comensales	Público	Personas	Ascensor de pasajeros + escalera de emergencia visible y accesible
<i>ej.: Comedor universitario</i>	Cocina	Restringido	Personas (personal) + insumos	Circulación de personal independiente de la pública
<i>ej.: Comedor universitario</i>	Depósito de insumos	Técnico-operativo	Insumos, mercadería	Montacargas de carga, vinculado a ingreso de servicio
<i>ej.: Comedor universitario</i>	Residuos	Técnico-operativo	Residuos	Montacargas o recorrido de servicio dedicado, sin cruce con circulación pública
<i>(completá con el resto de tu programa)</i>				

Principio general

La circulación pública y la circulación restringida/técnica no deberían compartir el mismo recorrido ni cruzarse en un punto que genere un conflicto de higiene, seguridad u organización. Esto no significa duplicar núcleos completos para cada programa — significa que, al definir tus núcleos en 2.1, ya tengas identificado qué recorridos necesitan quedar separados.

Autoverificación antes de seguir a 2.1:

- Para cada programa de mi proyecto, identifique sus sectores según carácter de acceso (público / privado / restringido / técnico-operativo).
- Identifique qué programas necesitan circulación de servicio o de carga independiente de la circulación pública.
- Verifique que ningún recorrido de residuos o de insumos esté obligado a cruzar un área pública.

2.1 ALTERNATIVAS

A diferencia del Eje 1, acá hay un **mínimo no negociable** (lo exigido por normativa) y, recién después, alternativas de diseño sobre ese mínimo.

a) Relación entre los recorridos de los distintos programas — las "calles verticales"

Retomando la guía madre — *"la calle tradicional no volverá a existir"* (Le Corbusier, citado en la presentación de Híbridos) — el edificio en altura tiene que resolver en la sección lo que la calle resolvía en la ciudad horizontal: cómo se organizan los recorridos entre actividades distintas. Esta es la primera decisión del eje, antes de definir cuántos núcleos poner:

Alternativa	Cómo funciona	Cuándo conviene
Circulación agrupada / compartida	Todos —o la mayoría— de los programas comparten las mismas "calles verticales" (los mismos núcleos), diferenciándose solo por el piso al que se accede	Favorece el cruce y el encuentro entre programas distintos, en línea con la lógica de "condensador social" de la guía madre
Circulación independiente por programa	Cada programa (o grupo de programas afines) tiene su propio recorrido vertical dedicado, sin compartir núcleo con los demás	Cuando los programas tienen habilitaciones, horarios o públicos muy distintos entre sí, y conviene que funcionen de forma autónoma
Circulación pública separada de la privada	Un sistema de "calles verticales" para lo público (accesos generales, visitantes) y otro paralelo e independiente para lo privado/administrativo o restringido, compartiendo el mismo edificio	Cuando 2.0 identificó una división clara entre sectores públicos y privados/restringidos que no deberían mezclar recorridos ni horarios de uso

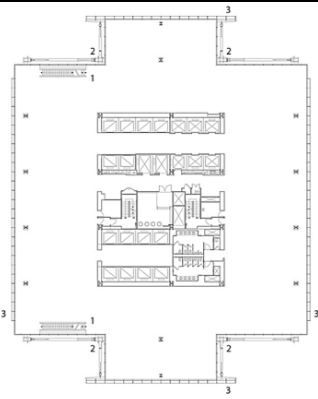
Esta decisión condiciona directamente cuántos núcleos vas a necesitar (2.1c) y cómo se organiza cada uno. No hay una respuesta única: depende del carácter que le diste a tu edificio en la estratificación pública/privada/mecánica del Eje 1 (1.0) y de lo que relevaste en 2.0.

b) Tipos de sistemas de circulación vertical (para cruzar con 2.0 y con la decisión de (a))

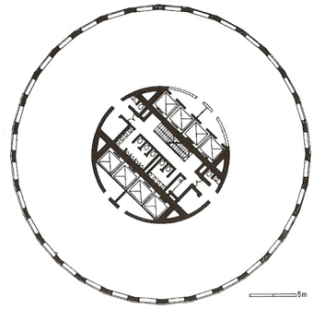
Sistema	Para qué sirve	Carácter de uso
Escalera principal	Vincula todos los pisos; vía principal de circulación cotidiana y de evacuación	Público, uso diario
Escalera secundaria / de servicio	Circulación de personal de mantenimiento, sin ser necesariamente accesible a todos los usuarios	Restringido / técnico-operativo
Escalera de emergencia / presurizada	Caja bajo presión positiva de aire; único medio de evacuación válido en incendio (los ascensores se inhabilitan)	Restringido a emergencias — obligatoria en +12 pisos o +38 m en Córdoba (ver 2.2)
Ascensor de pasajeros	Circulación cotidiana de personas	Público o semi-público, según a qué programa sirve
Ascensor / montacargas de servicio	Circulación de personal técnico, insumos, residuos	Restringido / técnico-operativo — independiente de la circulación pública
Montacargas de carga	Traslado de mobiliario, equipos, mercadería	Técnico-operativo
Escalera mecánica	Refuerza el flujo público en tramos de alta afluencia (ej. PB a un nivel de acceso a auditorio)	Público — no reemplaza al medio de egreso exigido salvo que cumpla el Art. 4.3.8.9.2 (ver 2.2)
Escalera de protocolo / representación	Conecta accesos principales, foyers, salas de recepción, priorizando la experiencia y la imagen institucional	Público jerarquizado — no necesariamente la vía principal de circulación diaria
Escalera estética / de relación	Conecta 2 o 3 niveles como dispositivo de encuentro (condensador social)	Público o semi-público, informal — ver también el punto (d)

c) Organización de los núcleos en planta (ver anexo grafico)

Alternativa	Cómo funciona	Cuándo conviene
Núcleo central	Máxima eficiencia distributiva; plantas perimetrales libres en 360°	Programas de planta libre (aulas-taller, oficinas), cuando el Eje 1 ya definió un núcleo rígido central y 2.0 no exige recorridos restringidos independientes

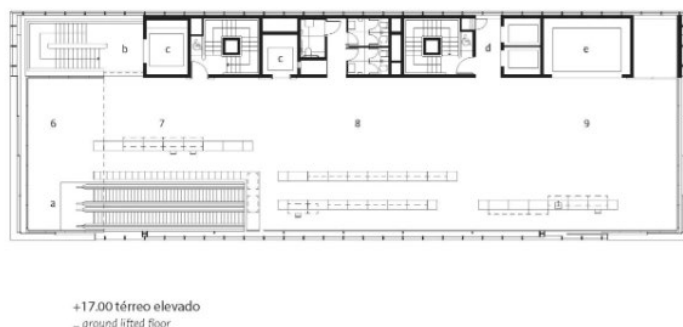
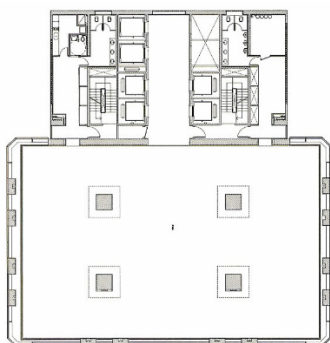


TIMES BUILDING RENZO PIANO NEW YORK

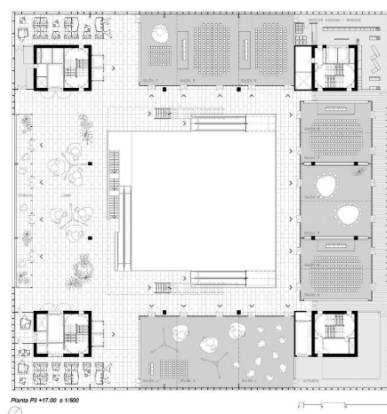
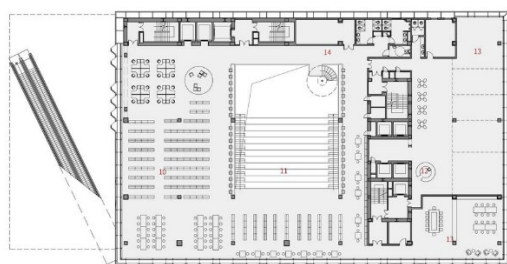


SOLSONA + VIÑOLY / PROURBAN / BS AS

Núcleo lateral	Permite frente a dos orientaciones; mayor flexibilidad tipológica	Cuando conviene liberar una fachada completa o diferenciar orientaciones entre programas
----------------	---	--



Núcleos múltiples	Distribuyen la accesibilidad y la carga estructural en plantas grandes o de forma irregular	Plantas de gran superficie, para acortar la distancia máxima al medio de escape, o cuando 2.0 identificó circulación restringida/técnica que necesita su propio núcleo separado del público
-------------------	---	---



d) Circulación complementaria (solo una vez resuelto el mínimo exigido — ver 2.2): escalera de protocolo, escalera estética/de relación, ascensor panorámico, tramos que conectan doubles alturas o miradores. Siguiendo la lógica de "condensador social" de la guía madre, estos recursos convierten al núcleo técnico en un lugar de permanencia y encuentro, no solo de paso — pero no reemplazan al medio de egreso exigido.

2.2 PUNTOS IMPORTANTES A TENER EN CUENTA (NO SON OPCIONALES)

Marco normativo de referencia:

- Código de Edificación de la Ciudad de Córdoba, Ord. 9387/95 y modificatorias — texto actualizado: https://static.cordoba.gov.ar/DigestoWeb/pdf/44f56ce1-fc18-467c-9928-1eabda67ca48/TEX_9387.pdf
- Ordenanza N° 10.741/04 — Circulaciones verticales mecánicas de uso público (ascensores y escaleras mecánicas): <https://static.cordoba.gov.ar/docs/obrasprivadas/Ord-10741.pdf>
- Ordenanza N° 10.950/05 — Ascensores, montacargas y otros medios de elevación: <https://servicios2.cordoba.gov.ar/DigestoWeb/Page/Documento.aspx?Nro=8701>
- Decreto 351/79 (reglamentario de la Ley 19.587) — Anexo VII, protección contra incendios.
- Ley Nacional 24.314 y Decreto 914/97 — accesibilidad de personas con movilidad reducida.
- Norma IRAM 3655 — ascensores eléctricos para personas.

Ocupación: calculá la cantidad de personas por planta según el uso (Art. 3.1.2 y siguientes del Código de Edificación) — es el dato base para dimensionar tanto escaleras como ascensores.

Escaleras:

- Clasificación: **principal** (vía diaria y de evacuación), **secundaria/de servicio** (personal de mantenimiento) y **de emergencia/presurizada** (obligatoria en +12 pisos o +38 m en Córdoba, presión positiva para impedir el ingreso de humo) — ver taxonomía completa en 2.1(b).
- Ancho: 2 cm × N° de personas a evacuar, con un mínimo de 1,10 m en edificios residenciales; en oficinas/industriales se calcula directamente según ocupación — para un programa mixto como este, verificá cuál criterio aplica a cada sector.
- Huella mínima 0,27 m (0,28 m recomendado); contrahuella entre 0,09 m y 0,18 m. Verificación de confort — fórmula de Blondel: **2×contrahuella + huella = 63 cm**.
- Descanso cada 3 m de altura (máximo 18 escalones continuos).
- Caja de escalera: muros de HºAº o mampostería reforzada, resistencia al fuego F-60 (Córdoba) o F-120 en mayor altura; puertas cortafuego RF-60 con cierre automático, abriendo en el sentido de la evacuación; iluminación de emergencia autónoma (mínimo 1 lux, 60 minutos); debe desembocar directamente a la vía pública o a un espacio exterior seguro, sin atravesar locales de uso.

Ascensores:

- Tipo: electromecánico convencional (con sala de máquinas superior, ±15 m² y 2,50 m de altura libre — el más usado en Argentina) o MRL (sin sala de máquinas, mantenimiento más complejo). Para 12-18 plantas, ambos son viables.
- Capacidad de cabina: N° de personas × 75 kg (capacidades estándar: 4, 6, 8, 10, 13 o 16 personas). Dimensión mínima de cabina según IRAM 3655: 1,10 × 1,40 m para 6 personas.
- Velocidad orientativa: 1,00 m/s para altura media (nuestro caso), pudiendo llegar a 1,60 m/s en el extremo superior de 18 plantas.
- Intervalo (tiempo de espera): no debería superar 25 segundos en oficinas, 30-35 segundos en uso residencial — es el parámetro de confort más importante para quien espera.
- Capacidad de tráfico (HC — Handling Capacity): porcentaje de la población que el sistema transporta en 5 minutos. El Código de Córdoba exige una dotación mínima del 5% (habitacional) o 7% (oficinas/usos múltiples) de transporte simultáneo, pero el criterio profesional de diseño apunta más alto — 11-13% en uso residencial, 15-17% en oficinas — para un confort real de espera: cumplir solo el mínimo legal puede no alcanzar.
- Espacio técnico superior (si es convencional): mínimo 3,50 m de altura libre sobre la última parada, para alojar poleas y motor.
- Espacio técnico inferior (foso): mínimo 1,50 m de profundidad bajo el nivel de planta baja.

- *Nota de escala:* la zonificación por grupos y los sky lobbies (como en 432 Park Avenue) solo se justifican en edificios de más de 20-25 pisos. Para 12-18 plantas, un solo banco de ascensores sin zonificar alcanza — otra vez, la complejidad depende del programa, no de la altura.

Montacargas de servicio

(para los recorridos restringidos/técnicos identificados en 2.0): cabina de mayor profundidad (mínimo 1,40 × 2,10 m) para admitir cargas largas; capacidad mínima 500 kg; puerta de acceso mínimo 0,90 m; acceso desde el área de carga y descarga del edificio (planta baja o subsuelo) y desde los pasillos de servicio de cada piso.

Ascensores exigidos

(dotación normativa mínima, Art. 4.3.8.9.1, Ord. 10.741/04): obligatorios a partir de PB + más de 3 pisos altos; mínimo 2 ascensores si se transportan simultáneamente más de 8 personas, mínimo 3 si son más de 20; como mínimo 1 unidad cada PB + 7 pisos, sumando una más cada 7 pisos adicionales. Puertas mínimas 0,80 × 2,00 m.

Distancia máxima al medio de escape

Ningún punto de planta puede superar la distancia admitida al núcleo más cercano.

- Una escalera mecánica solo puede computarse como medio de salida exigido si cumple el Art. 4.3.8.9.2 (equivalente a escalera fija, ancho mínimo de 0,80 m en los escalones, marcha en sentido de salida o reversible, materiales incombustibles); de lo contrario es un aporte espacial, no normativo.
- *Nota: los valores exactos de m²/persona y distancias máximas deben verificarse en el texto vigente del Código — el objetivo no es memorizar el articulado sino aprender a leerlo y aplicarlo a tu proyecto.*

Coordinación con el Eje 1 (estructura)

Precisar en qué puntos la grilla estructural se ajusta para alojar cada hueco de circulación — no solo el hueco de ascensor y el ancho libre entre muros de la escalera, sino también el espacio técnico superior (3,50 m) y el foso inferior (1,50 m) del ascensor, que afectan directamente el corte de tu edificio en el remate y en la base. Esos ajustes pueden requerir viga de borde especial, columna corrida, o una submodulación dentro de la grilla típica — y se verifican en el corte, no alcanza con "encajar" el núcleo en la planta.

Segregación público / restringido

Si el análisis del punto 2.0 identificó programas con circulación restringida o técnica, esos recorridos tienen que resolverse sin cruzar las áreas públicas — verificarlo dibujado en la planta, no alcanza con enunciarlo.

2.3 PROCEDIMIENTO SIMPLE PARA TOMAR LA DECISIÓN

El orden es estricto en un punto: primero se cumple el mínimo normativo, recién después se diseña lo que lo excede. Fuera de esa restricción, la secuencia es lógica pero no rígida: los pasos 2 y 6 suelen retroalimentarse, y es esperable ajustar la relación entre recorridos definida al principio una vez que la organización de núcleos empieza a tomar forma.

1. Completar el análisis de 2.0: para cada programa, identificar sectores, carácter de acceso y qué necesita circular. Señalar qué recorridos deben quedar separados de la circulación pública.
2. Definir la relación entre los recorridos de los distintos programas (2.1a): calles verticales agrupadas, independientes por programa, o público separado de privado. Esta decisión condiciona los pasos siguientes.
3. Calcular la ocupación de cada planta según su uso.
4. Calcular cantidad y ancho de las escaleras exigidas con los criterios de 2.2.
5. Calcular cantidad y dimensión de los ascensores exigidos con los criterios de 2.2, evaluando si conviene apuntar a un HC más alto que el mínimo legal.
6. Definir la organización de núcleos en planta (2.1c: central, lateral o múltiples) en función de esos cálculos, de la decisión de 2.1(a) y de los recorridos restringidos de 2.0, verificando la distancia máxima al medio de escape.
7. Ubicar y representar los núcleos cumpliendo lo anterior, precisando cómo se ajusta la estructura del Eje 1 para alojarlos (incluyendo el espacio técnico superior e inferior del ascensor).
8. Evaluar recién en este punto si corresponde sumar circulación complementaria (2.1d); en caso afirmativo, representarla diferenciada de la exigida.

Autoverificación antes de seguir:

- ☐ Decidí explícitamente cómo se relacionan los recorridos de mis distintos programas (agrupados / independientes / público-privado separado), y no es una consecuencia accidental del dibujo.
- ☐ Tengo el cálculo de ocupación de cada planta.
- ☐ Sé cuántas escaleras y ascensores exigidos necesito, con sus dimensiones mínimas, y evalué si conviene apuntar a un HC mayor al mínimo legal.
- ☐ Ningún punto de mis plantas supera la distancia máxima al medio de escape.
- ☐ Precisé cómo se ajusta la estructura del Eje 1 para alojar cada núcleo, incluyendo el espacio técnico superior e inferior de los ascensores.
- ☐ Los recorridos restringidos o técnicos identificados en 2.0 no cruzan las áreas públicas.
- ☐ Si agregué circulación complementaria, está diferenciada de la exigida en el dibujo.

VERIFICACIÓN CRUZADA — Estructura + Circulación vertical

Antes de seguir al Eje 3, se debe superponer lo producido en el Eje 1 y el Eje 2 en una única planta tipo acotada, y verificá:

- El núcleo de circulación está inscripto en la lógica estructural — no es un agregado que apareció después.
- Identifiqué con precisión en qué puntos la grilla estructural se ajusta (vigas de borde especiales, columnas corridas, submódulo) para alojar cada hueco de circulación — no lo "encajé a ojo" dentro de la grilla.
- Tengo una planta tipo acotada y un corte esquemático general que muestran ambos ejes juntos.

Si algo de esto no cierra, es más barato corregirlo acá que en la integración final.

EJE 3 — INSTALACIONES

¿Por qué este eje se trabaja distinto a los anteriores?

A diferencia de la estructura o la circulación, las instalaciones no tienen una manifestación directa y visible en la arquitectura —nadie "ve" una cañería en la maqueta ni en la lámina final. Por eso es habitual que este eje quede subatendido en el taller. Para evitar eso, acá **no vas a calcular ni dimensionar los sistemas**: te los damos predefinidos, con datos ya resueltos por la cátedra. Tu trabajo es otro, y no es menor: **ubicarlos correctamente según la lógica de funcionamiento de cada uno**, y verificar cómo el programa de tu edificio —sobre todo su ubicación en altura— afecta a todas las redes, no solo a la que le corresponde.

3.1 ALTERNATIVAS

a) Organización de los shafts (espacios técnicos)

Alternativa	Cómo funciona	Cuándo conviene
Shafts (espacios técnicos) agrupados en el núcleo técnico	Todas las redes comparten un mismo sector del núcleo, con compartimentos independientes	Simplifica el mantenimiento y la coordinación con estructura y circulación
Shafts (espacios técnicos) distribuidos según red	Cada red (o grupo de redes compatibles) tiene su propio recorrido vertical independiente	Cuando el programa exige separar redes por seguridad o por gran caudal (por ejemplo, HVAC de un auditorio, o la extracción de una cocina)

b) Ubicación de las áreas técnicas de base

Alternativa	Cómo funciona	Cuándo conviene
Concentradas en un nivel (subsuelo o planta baja)	Todas las salas de máquinas y cuartos técnicos se agrupan en un mismo nivel	Simplifica el mantenimiento y la conexión con las redes externas
Distribuidas en más de un nivel	Las áreas técnicas se reparten según la red y su punto de consumo	Cuando una instalación especial conviene ubicarla cerca de la actividad que sirve (por ejemplo, la sala de máquinas de una pileta cubierta)

3.2 DATOS PREDEFINIDOS Y LÓGICA DE RECORRIDO (NO SON OPCIONALES)

Estos valores ya están resueltos — no los calculás, los ubicás. Lo que sí tenés que resolver vos es **dónde** va cada uno y **cómo** se conecta con el resto, siguiendo la lógica de funcionamiento de cada sistema.

INSTALACIONES SANITARIAS

Sistema	Dato predefinido	Lógica de recorrido
Cisterna de reserva	150 litros/persona/día × población × 2 días mínimo o 600 litros por cada unidad.	En el nivel más bajo del edificio (subsuelo o PB)
Tanque elevado	30% de la reserva total	En la azotea o el penúltimo nivel técnico — de ahí distribuye por gravedad hacia abajo
Equipo de bombeo	Dos bombas en paralelo (una activa, una de reserva)	En sala de bombas junto a la cisterna, en el nivel más bajo
Columna de descarga y ventilación cloacal (C.D.V.)	Diámetro mínimo Ø 100 mm	Recorre TODA la altura del edificio y sobresale de la cubierta no accesible un mínimo de 0,50 m — no se puede interrumpir en ningún piso intermedio
Red pluvial	Independiente de la cloacal; sumideros dimensionados para lluvia de diseño (80-100 mm/h en Córdoba)	Desciende por gravedad desde cubiertas y terrazas hasta el desagüe pluvial público — nunca se mezcla con la cloacal
Reserva contra incendio	Tanque exclusivo — no puede compartirse con el de agua potable	Junto a la cisterna de agua potable, en tanque separado

INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIÓN

Sistema	Dato predefinido	Lógica de recorrido
Subestación transformadora (si el consumo lo justifica)	Local técnico dedicado	Planta baja o subsuelo, con acceso desde el exterior
Tablero general (TG)	Recibe la acometida y las protecciones generales	Junto a la subestación o en sala de tableros en PB
Tableros seccionales (TS)	Uno por piso	En el núcleo técnico de cada planta
Sala de medidores (eléctrico, gas, agua)	Agrupados; acceso sin cruzar áreas privadas	Planta baja o subsuelo
Datos / telecomunicaciones	Rack principal (MDF) + racks por piso (IDF)	MDF en PB o subsuelo; IDF en el núcleo técnico de cada planta

INSTALACIONES TERMOMECAÑICAS Y ESPECIALES

Sistema	Dato predefinido	Lógica de recorrido
Montante de gas	Cañería de acero negro, ventilada en los tramos verticales encamisados	Desde la batería de medidores hasta el último piso que la usa
Climatización	VRF / Equipos centrales según la escala (elegir uno, ver referencias en bibliografía)	Equipos exteriores en balcón, cubierta o shaft ventilado; sala de máquinas central si es sistema de agua helada NO SE PUEDE UTILIZAR SPLITS INDIVIDUALES
Sistema contra incendio	Red húmeda (obligatoria +3 pisos), red seca (obligatoria +7 pisos), rociadores (obligatorios +22 m) Reserva de Agua (mínima 22m3) Local dedicado sala de bombas	Columna dedicada, conectada a la reserva exclusiva de incendio y a los núcleos de circulación protegida del Eje 2
Ventilación mecánica de baños sin ventilación directa	Extracción forzada obligatoria	Conducto dedicado hasta el exterior, habitualmente sobre cubierta
Ventilación de cocheras / subsuelos	Mínimo 6 renovaciones de aire por hora; detección de CO a 50 ppm	Extracción mecánica dedicada hasta el exterior
Extracción de cocina (campanas, humos y vapores de cocción)	Conducto dedicado — no se comparte con otras extracciones	Debe alcanzar la atmósfera exterior, habitualmente sobre cubierta, atravesando TODOS los niveles que tenga por encima el local de cocina

Revisar también tu propio programa de actividades: si tenés una instalación especial que no está en esta tabla (por ejemplo, la sala de máquinas de una pileta cubierta: calderas, filtros, bombas de recirculación y tratamiento de agua), agregala con el mismo criterio de dato predefinido + lógica de recorrido.

La regla que no podés pasar por alto: la lógica de recorrido manda sobre la ubicación del programa

Retomando el ejemplo del comedor universitario (Eje 2, 2.0): si la cocina de ese comedor se ubica en un piso intermedio de tu edificio —no en planta baja ni en el último nivel— el conducto de extracción de humos y vapores de cocción tiene que atravesar **todos los pisos que tiene por encima** hasta alcanzar la atmósfera exterior. No hay forma de "cortar" ese recorrido a mitad de camino.

Esto no es una excepción: es la misma lógica que ya viste en la columna de descarga y ventilación cloacal (recorre toda la altura y sobresale de la cubierta) o en el montante de gas (ventilado en todo su tramo vertical). **Toda red de extracción o evacuación que necesite conectar con la atmósfera exterior tiene un recorrido que no se puede interrumpir, sin importar en qué piso se origina.**

La consecuencia práctica: la decisión de apilamiento que tomaste en el Eje 1 (1.0) repercute directamente acá. Si ubicaste un programa que genera extracciones (cocina, laboratorio con campana, sala de máquinas) en un piso intermedio, tenés que reservar el espacio de ese conducto en **todos los pisos que están por encima** —aunque esos pisos tengan un programa completamente distinto—, coordinado con el encolumnamiento del resto de las redes (3.1a) y con la estructura del Eje 1.

ENCOLUMNAMIENTO

Los shafts (espacios técnicos) tienen que mantenerse en la misma posición en planta a lo largo de todo el desarrollo vertical del edificio, sin desvíos, coordinados con los núcleos de los Ejes 1 y 2.

3.3 PROCEDIMIENTO SIMPLE PARA TOMAR LA DECISIÓN

La ubicación exacta de los shafts (paso 3) suele ajustarse una vez identificados los recorridos que no admiten interrupción (pasos 1 y 2): es esperable revisar una posición inicial a la luz de esa verificación.

1. Revisar dónde quedó ubicado cada programa en el apilamiento del Eje 1 (1.0), identificando cuáles generan extracciones o evacuaciones que necesitan alcanzar el exterior (cocinas, baños sin ventilación directa, cocheras, laboratorios).
2. Para cada uno de esos programas, verificar qué pisos tiene por encima: ese es el recorrido que el conducto correspondiente debe atravesar sin interrupción.
3. Ubicar los shafts de las redes principales (tabla de 3.2), coordinados con los núcleos definidos en los Ejes 1 y 2.
4. Definir si los shafts se agrupan o se distribuyen (3.1a) según la compatibilidad y el caudal de las redes, separando en particular la extracción de cocina de cualquier otra red.
5. Ubicar las áreas técnicas de base (tabla de 3.2) en el proyecto, definiendo si se concentran o se distribuyen (3.1b).
6. Revisar el programa de actividades e incorporar cualquier instalación especial que no esté en la tabla de 3.2, con su propio dato predefinido y lógica de recorrido.
7. Verificar que el sistema contra incendio esté conectado a los núcleos de circulación protegida del Eje 2.

Autoverificación antes de seguir:

- ☐ Identifiqué qué programas de mi edificio generan extracciones que necesitan alcanzar el exterior, y en qué piso están ubicados.
- ☐ Reservé el espacio de esos conductos en todos los pisos que tienen por encima, sin interrupciones.
- ☐ Mis shafts están alineados en la misma posición en todos los niveles.
- ☐ Cada sistema de la tabla 3.2 tiene su área técnica ubicada en mi proyecto, en el lugar que indica su lógica de recorrido.
- ☐ Si tengo una actividad especial, sé de dónde le llega el agua, la electricidad, el gas y el aire, y hacia dónde evacúa lo que genera.
- ☐ Mi sistema contra incendio está conectado a los núcleos de circulación protegida.

EJE 4 — ENVOLVENTE

El Sistema Dom-Inó de Le Corbusier (1914-1915) —losas planas sobre columnas esbeltas, sin muros portantes— sintetiza el principio que habilita este eje: al separar estructura y cerramiento, la envolvente queda liberada de condicionamientos estructurales y puede pensarse como un sistema de diseño independiente. Esa separación es la que hace posibles las alternativas que siguen.

4.1 ALTERNATIVAS

Acá no hay un mínimo normativo que resolver antes: la decisión es abierta, y lo relevante es que pueda argumentarse. Hay dos decisiones distintas que cruzar entre sí: cómo se relaciona la envolvente con la estructura (a) y con qué sistema constructivo se materializa (b).

a) Relación entre estructura y envolvente

Alternativa	Cómo trabaja	Cuándo conviene explorarla
Apoyada	La piel transmite su peso en cada nivel a través de la losa o de una viga de borde; cada tramo entre losas resuelve su propio paño, con juntas que absorben el movimiento diferencial de la estructura	Solución convencional, buen comportamiento frente a asentamientos diferenciales; cuando no se necesita continuidad visual entre niveles
Colgada (suspendida)	La piel se cuelga de un punto superior (viga de coronamiento, estructura de cubierta o ménsulas en voladizo) y trabaja a tracción hacia abajo	Cuando se busca continuidad visual sin interrupciones horizontales, o la estructura principal está retranqueada del plano de fachada
Integrada / exoesqueleto	La estructura resistente (diagrid, retícula perimetral, tubo) coincide con el plano de la envolvente y es, en sí misma, la fachada	Cuando la estructura del Eje 1 tiene valor expresivo propio y el proyecto quiere mostrarla
Doble piel / fachada ventilada (multipiel)	Dos capas de cerramiento separadas por una cámara de aire ventilada, independientes de la estructura portante	Cuando el control climático (asoleamiento, viento, acústica) es un problema central del proyecto
Multicapa	Estratificación de capas con funciones específicas y diferenciadas (ver el detalle completo en 4.2), sin cámara de aire como en la doble piel	Cuando se prioriza el desempeño técnico del cerramiento por sobre su lectura como sistema visible

Estas alternativas no son excluyentes: pueden combinarse en distintos tramos de altura o de perímetro, siempre que la combinación esté argumentada.

b) Sistema constructivo de la envolvente (revisar)

Alternativa	Cómo trabaja	Cuándo conviene
Pesada (vía húmeda)	Mampostería de ladrillo (hueco o macizo) con revoque y terminación, cerámicos evolucionados, o doble hoja con cámara de aire	Sectores de carácter más privado; cuando se busca inercia térmica y una expresión más masiva
Liviana (vía seca)	Chapas plegadas de acero o aluminio, paneles compuestos (tipo ACM), fachadas ventiladas sobre subestructura metálica	Cuando se prioriza el montaje en seco, el peso reducido, o el control independiente de cada capa
Vidrio Integral	Sistema integral de aluminio y vidrio que cubre toda la fachada, en variantes: stick (montado en obra elemento a elemento), unitizado (módulos prefabricados en taller), frame, o botones/spider	Sectores de carácter más público, terciario o institucional; cuando se busca transparencia y velocidad de montaje

Retomando la estratificación pública/privada/mecánica del Eje 1 (1.0) y el criterio de "programa visible" (4.2): en un edificio híbrido como este, distintos sectores pueden adoptar sistemas constructivos distintos según el carácter del programa que resuelven —por ejemplo, un sector más institucional en muro cortina y uno más privado en envolvente pesada—, siempre que ese cambio esté argumentado y no sea un collage azaroso.

c) Referentes de expresión y materialidad de la piel exterior

1. Envolvente multicapa ventilada

Acero corten — Caseros esq. V. Sarsfield (Córdoba)

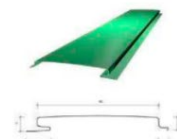
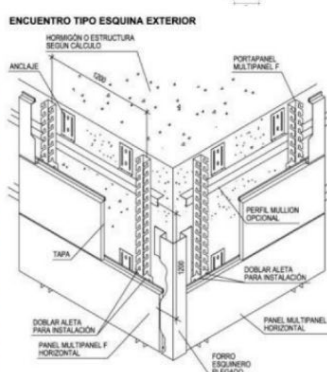
No se encontró información verificable sobre este edificio puntual en las búsquedas realizadas — es posible que se trate de una obra de escasa documentación en medios digitales o de un ejemplo relevado directamente por la cátedra. Se sugiere verificar la referencia con la fuente original del apunte.

Multipanel 150, Hunter Douglas

No corresponde a una obra sino a un **sistema de panel compuesto** de la marca Hunter Douglas, usado como material de referencia para envolventes ventiladas multicapa (paneles metálicos sobre subestructura con cámara de aire).

ENVOLVENTE MULTICAPA VENTILADA

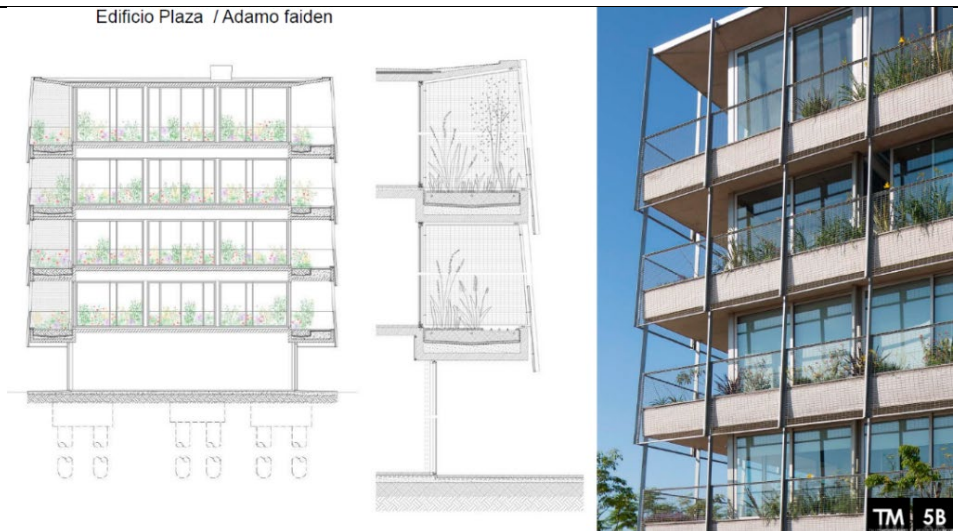
Acero Corten —Caseros esq. V. Sardfield
Multipanel 150 Hunter Douglas



2. Envolvente vertical multipiel

Edificio Plaza (Puertos, Buenos Aires) — Adamo Faiden

Pabellón público que consolida la plaza cívica del desarrollo Puertos (Escobar, provincia de Buenos Aires), cliente Consultatio S.A. Concentra el área administrativa junto a oficinas y estudios profesionales. Una serie de salas de dimensiones variables, flexibles y ventiladas por ambos lados, está rodeada por anillos ajardinados que definen la presencia exterior del edificio y organizan la circulación.



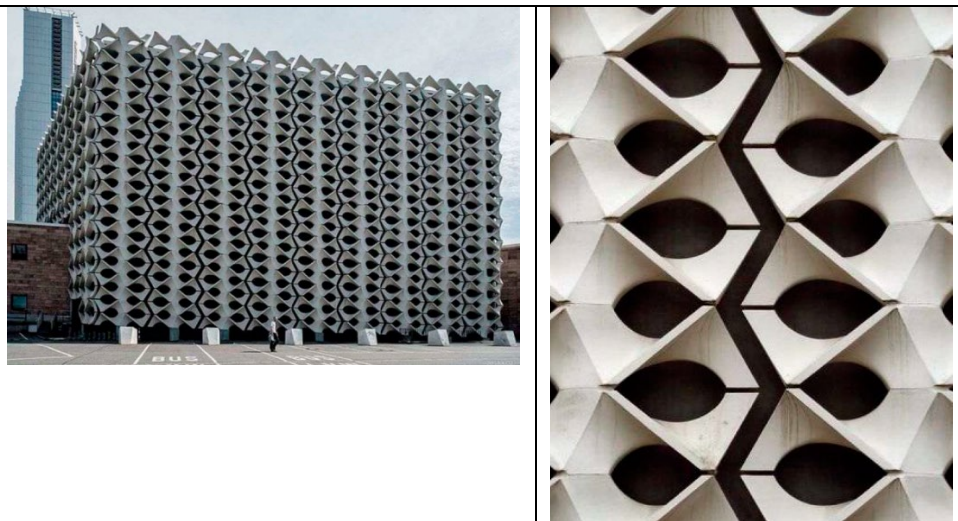
Bonpland 2169 (Buenos Aires) — Adamo Faiden

Torre de uso mixto de 1.068 m² completada en 2018, trece unidades adaptables a distintos usos con jardines internos en cada nivel. Los jardines privados quedan tras una serie de celosías metálicas que filtran la luz solar y sirven de soporte a la vegetación, generando una fachada de estética cuadrículada tipo tablero de ajedrez.



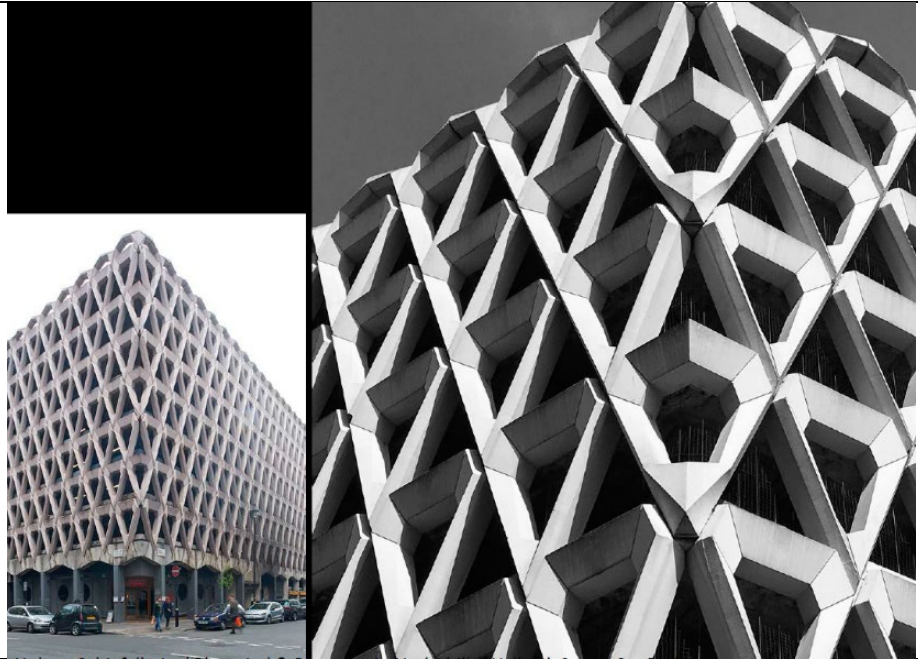
Stadthalle Chemnitz (Alemania) — Rudolf Weisser, con Hubert Schiefelbein

Construida entre 1969 y 1974 en la entonces Karl-Marx-Stadt (Alemania Oriental). Fachada de hormigón prefabricado con textura de panal de abeja diseñada por el escultor Hubert Schiefelbein, que también desarrolló la retícula triangular del cielorraso interior. Incluye una sala principal para 1.828 personas y 3.000 m² de superficie de exposición.



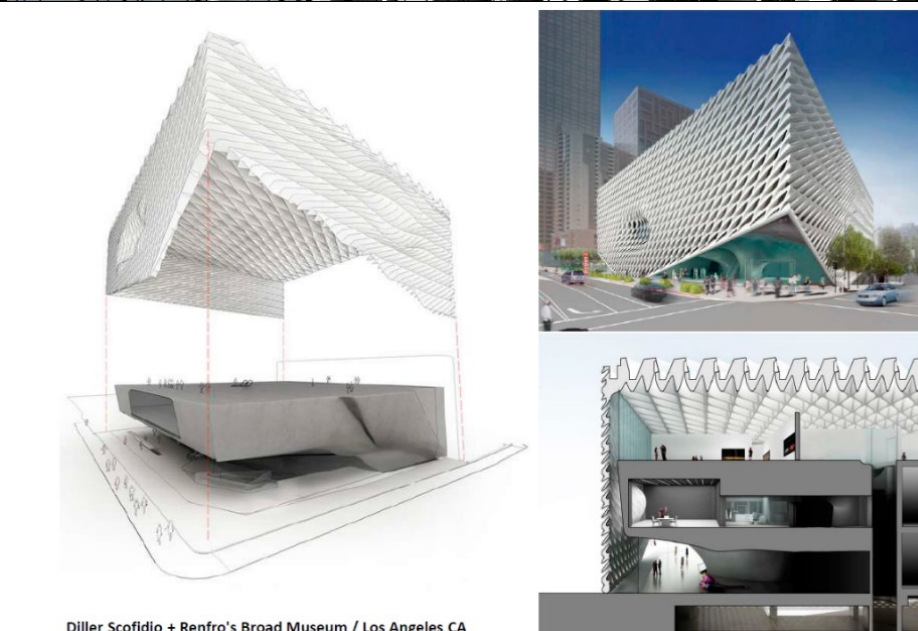
**Welbeck Street Car Park
(Londres) — Michael
Blompied & Partners**

Estacionamiento de varios niveles construido en 1970-71 para la tienda Debenhams. Su fachada de hormigón prefabricado, con polígonos romboidales que se ensamblan como un enrejado, funciona además como ventilación natural del edificio (evacúa los gases del interior, "como la parrilla de un auto"). Fue demolido en 2019 pese a campañas por su preservación como ícono del brutalismo.



**The Broad Museum (Los
Ángeles) — Diller Scofidio +
Renfro**

Museo de arte contemporáneo inaugurado en 2015, concepto "veil and vault" (velo y bóveda). El velo —una piel porosa de 2.500 paneles de hormigón reforzado con fibra de vidrio y 650 toneladas de acero— envuelve el edificio, actúa como parasol estructural, y se levanta en dos esquinas para formar los accesos.



Diller Scofidio + Renfro's Broad Museum / Los Angeles CA

**Torre de Especialidades,
Hospital Manuel Gea
González (Ciudad de México)
— Elegant Embellishments
(Allison Dring y Daniel
Schwaag)**

Fachada de doble piel de 2.500 m² instalada en 2013 con módulos prosolve370e, basados en patrones de cuasicristales. Están recubiertos con dióxido de titanio, que al activarse con la luz solar neutraliza contaminantes del aire (fotocatálisis), además de filtrar luz y actuar como parasol.



3. Sistemas de muro cortina Hotel Hilton Buenos Aires (Puerto Madero) — Mario Roberto Alvarez y Asociados

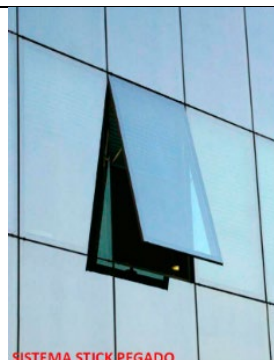
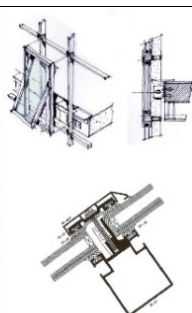
Edificio de siete niveles en vidrio y acero, con un atrio de siete pisos de altura cubierto por una cúpula de vidrio de más de 700 m². Referente local citado por la cátedra para el sistema de muro cortina abulonado/botones (spider).

Sistemas Stick encapsulado / Stick pegado / Frame / Abulonado-botones

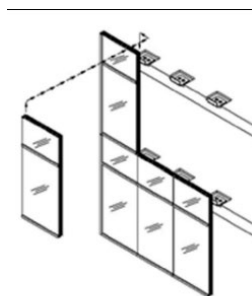
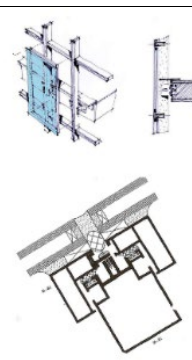
No son obras sino **variantes de montaje de muro cortina**: stick (ensamblado elemento por elemento en obra), unitizado (módulos prefabricados en taller), frame y abulonado/spider (fijación puntual mediante arañas de acero, sin perfilería continua). La secuencia constructiva típica —colocación de anclajes superiores a la losa y montaje del paño desde el exterior con pluma— es la que documenta el apunte de cátedra



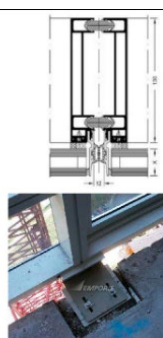
SISTEMA STICK ENCAPSULADO



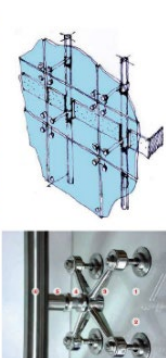
SISTEMA STICK PEGADO



SISTEMA FRAME



SISTEMA ABULONADO / BOTONES

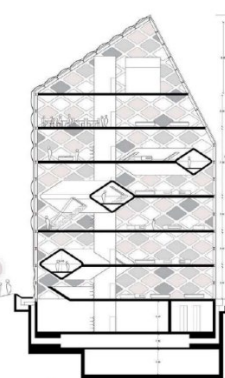


Prada Aoyama (Tokio) — Herzog & de Meuron

Tienda insignia de Prada en el distrito de Aoyama, terminada en 2003. Volumen de vidrio de seis niveles y planta pentagonal, con una retícula estructural romboidal que sostiene paneles de vidrio planos, cóncavos y convexos — estructura, espacio y fachada funcionan como una sola unidad.



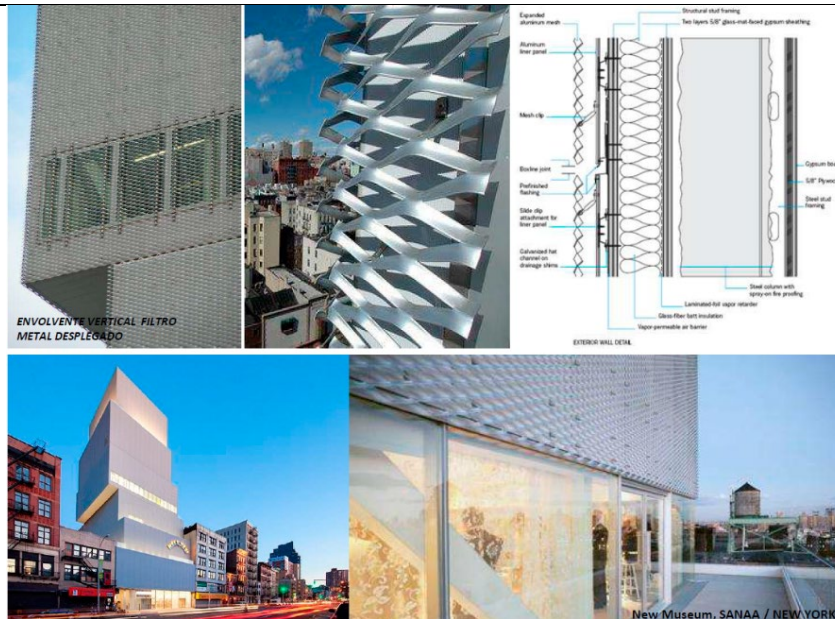
Prada / Tokyo / Herzog & De Meuron



4. Envolvente vertical filtro (perforada, mallas, metal desplegado)

New Museum (Nueva York) — SANAA (Kazuyo Sejima y Ryue Nishizawa)

Museo de arte contemporáneo inaugurado en 2007, primer museo construido desde cero en Manhattan en 25 años. Su fachada de malla de aluminio expandido fue la primera vez que este material se usó a la escala de un edificio completo — un sistema pensado originalmente para usos industriales (rejillas, refuerzo de hormigón).



El Aleph — Faena Aleph Residences (Puerto Madero, Buenos Aires) — Foster + Partners

Primer proyecto de Foster + Partners en Latinoamérica, terminado en 2012. Edificio residencial de nueve niveles cuya fachada combina balcones proyectados con parasoles de bronce móviles, que bloquean el sol alto de verano y dejan pasar el sol bajo de invierno.



Centro de Investigación Biomédica (CIB), Pamplona — Vaillio + Irigaray (+ Galar Architects

Completado en 2012 en el complejo del Hospital de Navarra. Volumen de silueta en zigzag que responde a la organización interna del programa, envuelto en chapas de aluminio anodizado plegadas para aumentar su rigidez — la piel "calca" la estructura interna, y su aspecto cambia a lo largo del día según la incidencia de la luz.



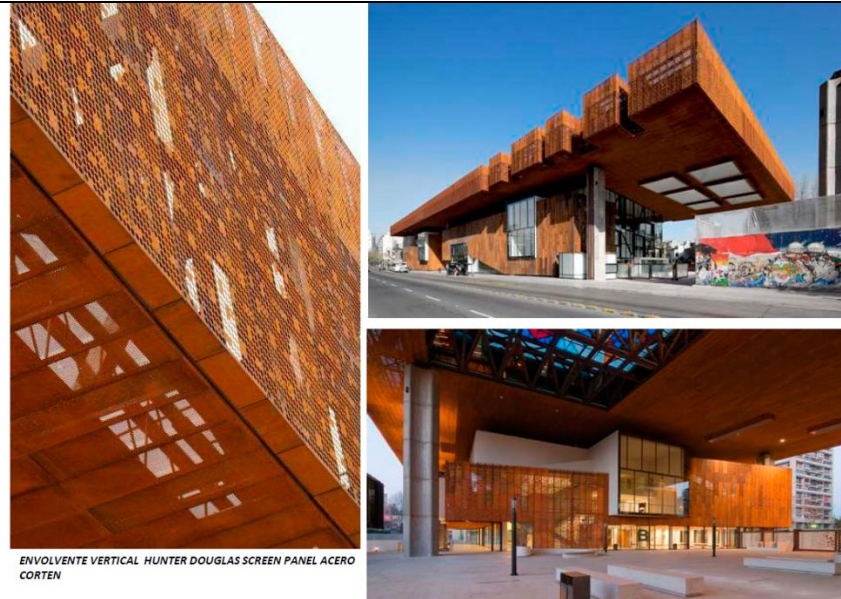
Edificio en Pilar — Estudio AFRA Arquitectos

Envolvente de chapa perforada plegada a 45°, citada por la cátedra como ejemplo de piel filtro liviana en la arquitectura argentina reciente. No se encontraron fuentes adicionales que amplíen la memoria del proyecto más allá de lo ya documentado en el apunte.



Centro Cultural Gabriela Mistral (Santiago de Chile) — Fernández Arquitectos

Citado por la cátedra como ejemplo de panel Hunter Douglas Screen en acero corten. No se encontraron fuentes adicionales en esta búsqueda que confirmen detalles específicos del proyecto más allá de esta referencia.



Espacio Escénico, Níjar (Almería) — MGM Morales de Giles Mariscal Arquitectos (José Morales, Sara de Giles, Juan González Mariscal)

Centro de artes escénicas de 2005, ganador de concurso en 1998. El proyecto se hunde parcialmente en el terreno para adaptarse a la escala del pueblo, dividido en dos volúmenes (programa "de día" y "de noche") conectados por un cuerpo subterráneo. La propuesta surgió de maquetas de plastilina que buscaban un volumen continuo, apenas diferenciado del terreno.



**Velódromo y Piscina
Olímpica de Berlín —
Dominique Perrault**

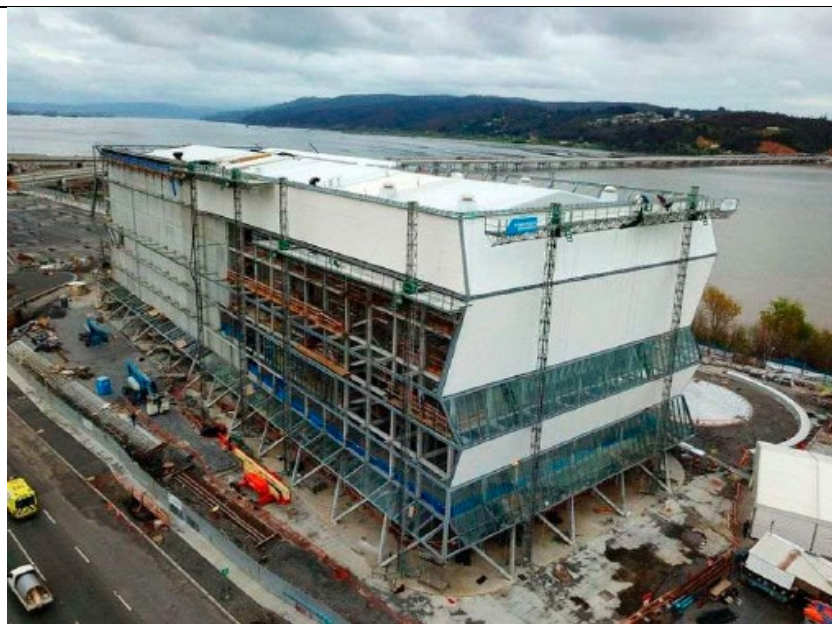
Complejo de 1992-1999, resultado de un concurso vinculado a la reunificación alemana. La cubierta del velódromo —su fachada principal, ya que el edificio está semienterrado— está hecha de malla de acero inoxidable unida por resortes que la mantienen tensa, y se ve desde el parque como ondas de agua más que como techo.



**5. Envolvente textil /
membrana**

**Teatro Regional del Biobío
(Concepción, Chile) —
Smiljan Radić, Eduardo
Castillo, Gabriela Medrano**

Inaugurado en 2018, elegido entre los 25 proyectos más notables del año por *Architectural Record*. Su piel de PTFE (politetrafluoroetileno) cubre más de 8.000 m², la fachada textil más grande de Sudamérica, fijada con estructuras de aluminio y bulones de acero inoxidable sobre un esqueleto de hormigón diseñado para resistir sismos (Concepción estuvo cerca del epicentro del terremoto de 2010). De noche funciona como un farol de papel iluminado desde adentro.



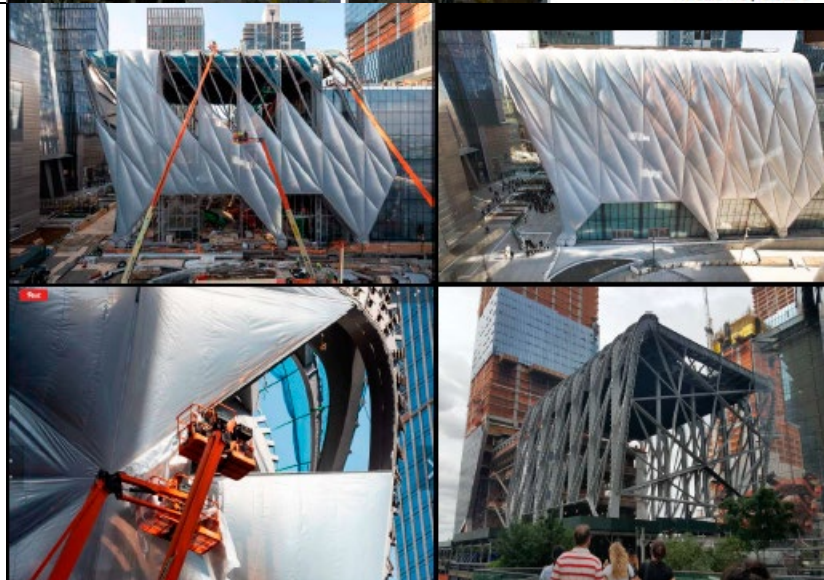
Media-TIC (Barcelona) — Cloud 9 (Enric Ruiz-Geli)

Edificio de oficinas terminado en 2010 en el distrito 22@Barcelona, premiado como mejor edificio del año en el World Architecture Festival 2011. Su fachada de cojines inflables de ETFE (2.500 m²) tiene hasta tres cámaras de aire con nitrógeno: según la orientación, genera sombra o transparencia de forma pasiva, logrando certificación LEED Gold y un ahorro energético del 60%.



The Shade — Diller Scofidio + Renfro

No se pudo confirmar con precisión a qué proyecto específico de la oficina se refiere esta entrada del apunte (el estudio tiene varias instalaciones textiles/efímeras). Se sugiere verificar la referencia exacta con la fuente original.



6. Envolvente cinética / responsiva

Instituto del Mundo Árabe (París) — Jean Nouvel, con Architecture Studio (Pierre Soria, Gilbert Lezènes)

Completado en 1987 como parte de los "Grands Travaux" del presidente François Mitterrand, Premio Aga Khan de Arquitectura 1989. Su fachada sur está compuesta por 240 diafragmas metálicos geométricos inspirados en la mashrabiya árabe tradicional, que se abren y cierran automáticamente como el diafragma de una cámara fotográfica según la intensidad de la luz solar.



**RMIT Design Hub
(Melbourne) — Sean Godsell**

Centro de diseño e investigación de RMIT University. Su envoltente característica está compuesta por cientos de discos de vidrio dispuestos sobre una segunda piel de acero, que funciona como parasol y da al edificio su textura distintiva. No fue posible ampliar más detalles verificados en esta búsqueda puntual.



**UAP + Ned Kahn —
Aeropuerto de Brisbane**

Ned Kahn es reconocido internacionalmente por instalaciones de fachada cinética que responden al viento (paneles que aletean u oscilan con las corrientes de aire, sin motores). No se pudo confirmar con precisión en esta búsqueda el proyecto puntual del aeropuerto de Brisbane citado por la cátedra — se sugiere verificar la referencia exacta.



7. Envoltente vegetal

**Bosco Verticale (Milán) —
Stefano Boeri (con
Gianandrea Barreca y
Giovanni La Varra)**

Dos torres residenciales de 80 y 112 metros (o 76 y 111 según la fuente), inauguradas en 2014 en el distrito de Porta Nuova. Alberga cerca de 800 árboles, 5.000 arbustos y 11.000 plantas perennes en balcones escalonados de hormigón, seleccionados según su resistencia al viento y su posición. Elegido "Mejor edificio en altura del mundo 2015" por el Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH).



**Parque MFO (Zúrich) —
Burckhardt+Partner AG, con
Raderschallpartner AG
(paisajismo)**

Inaugurado en 2002 en el barrio de Oerlikon, sobre el predio de la antigua fábrica de máquinas Maschinenfabrik Oerlikon (MFO). Descrita como "la pérgola más grande del mundo": una estructura de acero de doble pared de 100 × 34 × 18 m, tejida con cables que sostienen más de mil especies trepadoras, reproduciendo el volumen de la nave industrial original.



4.2 PUNTOS IMPORTANTES A TENER EN CUENTA

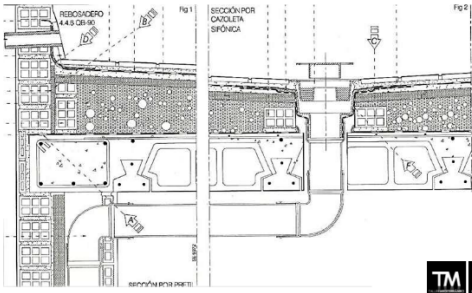
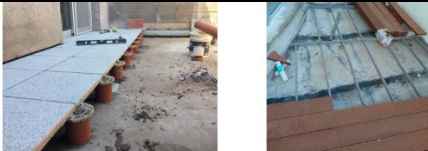
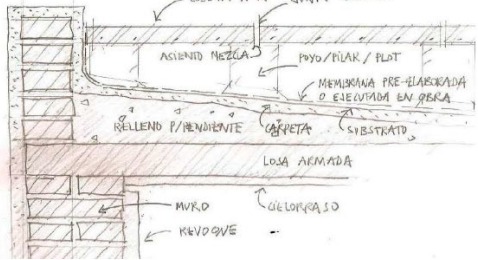
- **Coordinación de módulos y junta de tolerancia** (Cátedra Construcciones IIB — Coordinación Modular): el módulo de fachada (paños, aventanamientos, parasoles) tiene que coordinarse con el módulo estructural del Eje 1 — no es lo mismo modular una piel apoyada en cada losa que una colgada de un único punto superior. Además, la medida modular no es la medida real de fabricación de un componente: **medida modular (o nominal) = medida real + junta**. Esa junta (típicamente entre 10 y 20 mm, según el sistema constructivo) es la que absorbe tolerancias de fabricación, montaje y movimiento térmico — no alcanza con que los números "cierren" en el papel.
- **Cargas de viento sobre el paño**: además de que el edificio completo resista el viento como conjunto (Eje 1, 1.2), cada paño individual de la envolvente tiene que resistir la presión y succión de viento que actúa localmente sobre él, transmitida a la estructura a través de su anclaje — se verifica según CIRSOC 102 (Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones). Son dos verificaciones distintas: un anclaje mal dimensionado puede fallar aunque el sistema estructural global del edificio esté correctamente resuelto.
- **Las seis capas de la envolvente multicapa**: cualquiera sea la relación estructural (4.1a) y el sistema constructivo (4.1b) elegidos, toda envolvente contemporánea resuelve estas funciones de forma diferenciada, cada una con el material más adecuado:
 - Capa estructural o soporte: transmite el peso propio de la envolvente a la estructura del edificio.
 - Barrera hídrica: impide el ingreso de agua de lluvia.
 - Aislación térmica: reduce las pérdidas y ganancias de calor.
 - Aislación acústica: atenúa la transmisión de ruido entre interior y exterior.
 - Protección ignífuga: retarda la propagación del fuego.
 - Capa de terminación exterior: define la expresión arquitectónica y protege el conjunto.

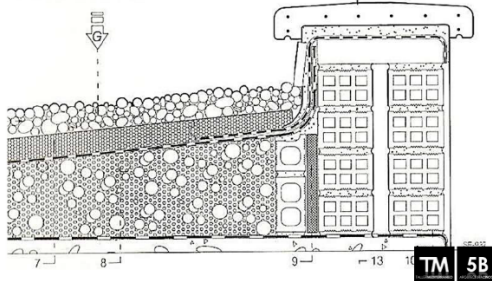
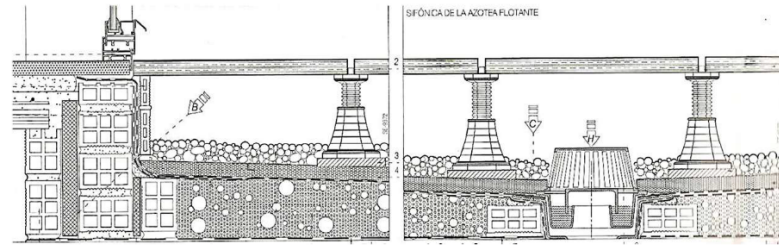
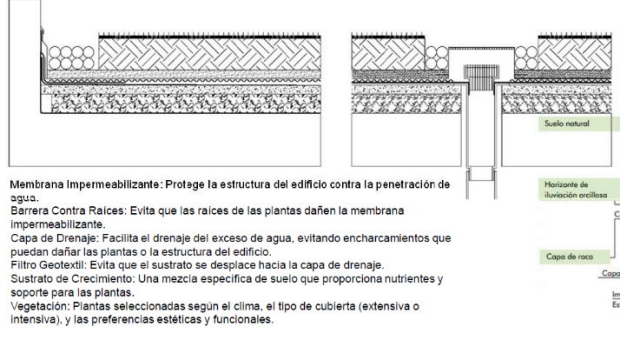
- **Parámetros térmicos y estrategia bioclimática con datos reales de Córdoba:** el clima de Córdoba tiene un período frío que representa el 45% del año y un período cálido el 55% restante, con una variación estacional de aproximadamente 10°C. En verano la temperatura media ronda los 25°C con una oscilación diaria de otros 10°C y una humedad relativa media del 50%; los vientos predominantes son del NE y del sur; las precipitaciones se concentran entre noviembre y marzo. De ahí se derivan estrategias concretas, no genéricas:

- En verano: evitar la ganancia de calor (aleros, parasoles, control de la penetración solar) y evacuar la humedad ambiente (ventilación cruzada).
- En invierno: buscar la ganancia directa de calor (orientación y superficie vidriada hacia el norte).

Además, Córdoba Capital se encuentra en la Zona Bioambiental III según IRAM 11603, y la norma IRAM 11605 fija niveles recomendados de transmitancia térmica (A, B, C) para muros y techos según esa zona — la envolvente tiene que apuntar explícitamente a uno de esos niveles, no solo declarar una intención bioclimática. *Nota: verificar los valores exactos de transmitancia vigentes en el texto actualizado de IRAM 11605.*

- **Relación de vidriado (WWR — Window to Wall Ratio):** el porcentaje de superficie vidriada respecto del total de cada fachada es una variable de diseño explícita, no una consecuencia accidental del sistema constructivo elegido. Un WWR alto (típico en muro cortina) exige mayor esfuerzo de control solar y de aislación térmica que uno bajo (típico en envolvente pesada) — esta decisión se coordina con el "programa visible" y con la estrategia bioclimática del punto anterior.
- **Envoltentes horizontales (cubiertas):** si el proyecto tiene terrazas o cubiertas transitables (por ejemplo, la Terraza S.U.M. del programa de actividades), no alcanza con nombrar el tipo — corresponde definir su estratificación completa, de la estructura hacia afuera:

Tipo	
Caliente	CUBIERTA CALIENTE Una cubierta tradicional o caliente es un tipo de techo en el que el aislamiento térmico se coloca directamente sobre la estructura portante del edificio y debajo de la membrana impermeabilizante. Este diseño asegura que la estructura del techo, el aislamiento y la impermeabilización permanezcan a una temperatura relativamente constante, eliminando el riesgo de condensación intersticial dentro de la estructura del techo. ESTRATIFICACIÓN: (DE ABAJO HACIA ARRIBA) Estructura: Losa maciza / alivianada / acero / madera. Barreras de Vapor: Una capa que evita la penetración de vapor de agua desde el interior del edificio hacia las capas superiores, previniendo la condensación. Aislamiento Térmico: Colocado sobre la estructura portante, este material ayuda a mantener una temperatura constante dentro del edificio y protege la estructura del techo de las fluctuaciones térmicas. Membrana Impermeabilizante: La capa superior que protege el techo contra la entrada de agua. Puede estar hecha de materiales como asfalto modificado, membranas de EPDM, TPO, PVC, etc. Terminación: Puede incluir grava, baldosas u otros materiales protectores y estéticos.   Fig.1 Fig.2 TM 5B
Fría	CUBIERTA FRÍA Las cubiertas frías están formadas por dos partes, separadas por una cámara de aire, de tal forma que la parte inferior está destinada a cumplir la función de impermeabilización y aislación térmica y la parte superior tiene la misión de proporcionar el adecuado escudo de protección. Estratificación: (de abajo hacia arriba) Estructura: Losa maciza / alivianada / acero / madera. Barreras de Vapor: Una capa que evita la penetración de vapor de agua desde el interior del edificio hacia las capas superiores, previniendo la condensación. Aislamiento Térmico: Colocado sobre la estructura portante, este material ayuda a mantener una temperatura constante dentro del edificio y protege la estructura del techo de las fluctuaciones térmicas. Membrana Impermeabilizante: La capa superior que protege el techo contra la entrada de agua. Puede estar hecha de materiales como asfalto modificado, membranas de EPDM, TPO, PVC, etc. CAMARA DE AIRE Terminación: baldosas u otros materiales protectores DE LA RADIACION   LOSETA HºAº JUNTA ASIENTA ASIENTO MEZCLA PISO/PLAN/PLAT MEMBRANA PRE-ELABORADA O EJECUTADA EN OBRA RELLENO / PENALIZANTE CUBIERTA SUBSTRATO LOSA ALIVIANADA MURDO REVOQUE GELORFADO

Invertida	CUBIERTA INVERTIDA Cubierta plana invertida protegida, superficie accesible, que funciona de forma opuesta a la tradicional. El aislante térmico es el que protege al sistema de impermeabilización y este a su vez es protegido de la radiación por un lastre de piedras. ESTRATIFICACIÓN: (DE ABAJO HACIA ARRIBA) Estructura : Losa maciza / alivianada / acero / madera. Impermeabilización: Pintura asfáltica Capa de pendiente: Mínimo 6cm Asegura el escurrimiento del agua. Membrana Impermeabilizante: colocada capa de pendiente. Aislamiento Térmico: Colocado sobre la membrana impermeabilizante, protege la impermeabilización de los cambios de temperatura y daños físicos. Los materiales típicos para el aislamiento incluyen poliestireno extruido (EPS) o poliuretano RÍGIDO. Capa de Filtro Geotextil: Colocada sobre el aislamiento térmico para evitar que las partículas finas se desplacen y obstruyan el sistema de drenaje. Acabado / Soporte : Grava, losas de concreto, baldosas, pavimentos. Esta capa protege el aislamiento, y proporciona un acabado estético y funcional.    TM 5B
Invertida (protegida)	CUBIERTA INVERTIDA PROTEGIDA Cubierta plana invertida protegida, superficie accesible, que funciona de forma opuesta a la tradicional. El aislante térmico es el que protege al sistema de impermeabilización y este a su vez es protegido de la radiación por un lastre de piedras.  ESTRATIFICACIÓN: (DE ABAJO HACIA ARRIBA) Estructura : Losa maciza / alivianada / acero / madera. Impermeabilización: Pintura asfáltica Capa de pendiente: Mínimo 6cm Asegura el escurrimiento del agua. Membrana Impermeabilizante: Colocada capa de pendiente. Aislamiento Térmico: Colocado sobre la membrana impermeabilizante, protege la impermeabilización de los cambios de temperatura y daños físicos. Los materiales típicos para el aislamiento incluyen poliestireno extruido (EPS) o poliuretano RÍGIDO. Capa de Filtro Geotextil: Colocada sobre el aislamiento térmico para evitar que las partículas finas se desplacen y obstruyan el sistema de drenaje. Acabado / Soporte : Grava, losas de concreto, baldosas, pavimentos. Esta capa protege el aislamiento, y proporciona un acabado estético y funcional. TM 5B
Ajardinada	CUBIERTA ESPECIAL AJARDINADA cubierta verde (vegetales vivos), generalmente transitable, conformada por una sucesión de mantos que permiten la vida vegetal en su superficie, mejorando las condiciones de aislación térmica del edificio, demandan la previsión de sistemas de riego 1. CUBIERTAS EXTENSIVAS: Son ligeras, con una capa de sustrato delgada (de 5 a 15 cm) y requieren poco mantenimiento. Vegetación: Plantas resistentes y de bajo mantenimiento, como sedums, hierbas y musgos. Uso: Principalmente para cubrir grandes superficies y no suelen ser accesibles para uso regular. 2. CUBIERTAS INTENSIVAS: Tienen una capa de sustrato más profunda (más de 15 cm) y pueden soportar una mayor variedad de plantas, incluyendo arbustos y pequeños árboles. Vegetación: Variedad de plantas, desde césped y flores hasta arbustos y pequeños árboles. Uso: Son accesibles y pueden utilizarse como jardines, terrazas y espacios recreativos.   Membrana Impermeabilizante: Protege la estructura del edificio contra la penetración de agua. Barrera Contra Raíces: Evita que las raíces de las plantas dañen la membrana impermeabilizante. Capa de Drenaje: Facilita el drenaje del exceso de agua, evitando encharcamientos que puedan dañar las plantas o la estructura del edificio. Filtro Geotextil: Evita que el sustrato se desplace hacia la capa de drenaje. Sustrato de Crecimiento: Una mezcla específica de suelo que proporciona nutrientes y soporte para las plantas. Vegetación: Plantas seleccionadas según el clima, el tipo de cubierta (extensiva o intensiva), y las preferencias estéticas y funcionales. TM 5B

- Programa visible: siguiendo el criterio de la guía madre de "hacer visibles las actividades", en cada cambio de programa (por ejemplo, el límite entre un nivel de aulas-taller y uno de investigación) corresponde evaluar si conviene continuidad material o marcar el cambio.

4.3 PROCEDIMIENTO SIMPLE PARA TOMAR LA DECISIÓN

La relación elegida en el paso 1 puede revisarse a la luz de la coordinación de módulos del paso 4: es habitual ajustar una decisión inicial una vez verificada su compatibilidad dimensional con la estructura.

1. Seleccionar —o combinar, con justificación— un tipo de relación estructura-envolvente de la lista 4.1(a), identificando su sistema de anclaje típico.
2. Seleccionar un sistema constructivo de la lista 4.1(b), considerando el carácter público/privado de cada sector definido en el Eje 1 (1.0). Si se elige muro cortina, prever la secuencia de montaje (anclajes a losa + izaje con pluma) en la logística de obra.
3. Opcionalmente, elegir un referente de expresión y materialidad de la lista 4.1(c) para caracterizar la piel exterior, y estudiar el o los referentes elegidos con mayor profundidad.
4. Fundamentar en una frase por qué esa combinación de relación, sistema constructivo y expresión conviene al proyecto en particular.
5. Definir el WWR (relación de vidriado) de cada fachada, coordinado con el sistema constructivo elegido y con la orientación real del proyecto.
6. Coordinar el módulo de fachada con el módulo estructural del Eje 1, reservando la junta de tolerancia correspondiente (medida modular = medida real + junta).
7. Verificar que el anclaje elegido resista la carga de viento local sobre el paño (CIRSOC 102) — es una verificación distinta de la del sistema estructural global del Eje 1.
8. Definir la estrategia bioclimática con los datos reales de Córdoba de 4.2 (qué evitar y qué buscar en cada estación) y a qué nivel de transmitancia térmica (IRAM 11605) apunta la envolvente, verificando que las seis capas funcionales lo permitan alcanzar.
9. Seleccionar un cambio de programa del edificio y resolver el fragmento de fachada correspondiente.
10. Si el proyecto tiene cubiertas transitables, elegir su tipo y resolver su estratificación completa (tabla de 4.2), no solo nombrarla.

Autoverificación antes de seguir:

- ☐ Elegí un tipo de relación estructura-envolvente y un sistema constructivo, y puedo justificar esa combinación en una frase.
- ☐ Definí el WWR de cada fachada, coordinado con la orientación real del proyecto.
- ☐ Mi módulo de fachada está coordinado con mi módulo estructural, con la junta de tolerancia reservada.
- ☐ Verifiqué que el anclaje resiste la carga de viento local sobre el paño, no solo el sistema estructural global.
- ☐ Definí la estrategia bioclimática según las condiciones reales de Córdoba (qué evitar/buscar en cada estación) y a qué nivel de transmitancia térmica apunto.
- ☐ Si tengo cubiertas transitables, resolví su estratificación completa, no solo el nombre del tipo.
- ☐ Resolví al menos un fragmento de fachada en un cambio de programa.
- ☐ Si elegí un referente de expresión y materialidad (4.1c), investigué el caso real con algo más de profundidad que el nombre.

GLOSARIO POR EJE

Términos generales

- **Núcleo:** conjunto de elementos verticales (estructura, circulación, instalaciones) agrupados en una misma posición en planta, repetida en altura.

EJE 1 — ESTRUCTURA

- **Apilamiento:** organización vertical de los programas de un edificio, resultado de relacionar la luz, el peso, la población y el carácter público/privado de cada uno.
- **Estratificación (pública / privada / mecánica):** lógica de organización vertical, derivada de la Ciudad Vertical de 1924, que diferencia niveles según su grado de accesibilidad pública, privacidad o función técnica — más público y de mayor escala en la base, más privado hacia arriba, mecánico donde mejor sirva a ambos.
- **Módulo básico (M):** unidad de referencia de la coordinación modular, igual a 100 mm.
- **Multimódulo (nM):** múltiplo entero del módulo básico.
- **Módulo de proyecto (Mp):** multimódulo adoptado específicamente para un componente del proyecto (por ejemplo, el módulo de estructura).
- **Coordinación modular:** convención dimensional que relaciona las medidas de los distintos componentes de un edificio entre sí, para reducir desperdicios y facilitar el montaje.
- **Cargas gravitatorias:** peso propio y sobrecargas de uso, que bajan verticalmente de losas a vigas, de vigas a columnas y de columnas a fundaciones.
- **Cargas laterales:** solicitaciones horizontales (viento y sismo) que crecen con la altura y exigen un sistema específico de rigidización, verificado según CIRSOC.
- **Pu:** carga última estimada sobre un elemento estructural, expresada en toneladas — base del predimensionado de columnas.
- **Ag:** área de la sección transversal de una columna, resultado del predimensionado ($Ag = Pu / 1000$ para H^oA^o H-20).
- **Grilla estructural:** módulo o luz entre apoyos que organiza la posición de las columnas en las plantas típicas.
- **Predimensionado:** cálculo aproximado de la sección de un elemento estructural con criterios orientativos de taller, previo y complementario al cálculo estructural definitivo.
- **Carga tributaria:** superficie de piso que efectivamente transmite su peso a una columna o apoyo determinado.
- **Columna especial / de transferencia:** columna que recibe la carga de otra columna discontinua, redirigiéndola a través de un elemento horizontal; resulta de sección mayor que la típica.
- **Camino de las cargas:** trayectoria que sigue una carga desde el punto donde se genera hasta la fundación.
- **Voladizo:** elemento estructural que se proyecta más allá de su apoyo, sin sostén en el extremo libre.

EJE 2 — CIRCULACIÓN VERTICAL

- **Calle vertical:** recorrido de circulación que organiza el acceso entre programas dentro del edificio, cumpliendo en la sección la función que la calle tradicional cumple en la ciudad horizontal.
- **Medio de egreso / medio exigido de salida:** elemento de circulación que la normativa reconoce como válido para la evacuación, con cantidad y ancho mínimos regulados.
- **Escalera principal / secundaria / de emergencia:** clasificación según su función — vía diaria y de evacuación, circulación de personal, o caja presurizada exclusiva para emergencias.
- **Dotación de ascensores:** cantidad mínima de ascensores que exige la normativa según la población del edificio.

- **HC (Handling Capacity):** porcentaje de la población de un edificio que un sistema de ascensores puede transportar en 5 minutos — parámetro profesional de diseño, distinto (y más exigente) que el mínimo legal.
- **Interval:** tiempo de espera de un ascensor; principal parámetro de confort para quien lo usa.
- **MRL:** ascensor electromecánico sin sala de máquinas separada (motor integrado en la caja).
- **Circulación restringida / técnico-operativa:** recorrido destinado a personal, insumos o residuos, independiente de la circulación pública, que no debería cruzarla.
- **Montacargas de servicio / de carga:** medio de elevación destinado a personal técnico, mercadería o equipos, distinto del ascensor de pasajeros.
- **Escalera de protocolo:** escalera pública jerarquizada que conecta accesos principales o foyers, priorizando la experiencia y la imagen institucional por sobre la eficiencia de flujo.
- **Circulación complementaria:** medio de circulación adicional al exigido (incluye la escalera de protocolo y la estética/de relación), que aporta valor espacial pero no reemplaza al medio de egreso obligatorio.

EJE 3 — INSTALACIONES

- **Encolumnamiento:** alineación vertical continua de shafts o ductos a lo largo de todos los niveles del edificio, sin desvíos en planta.
- **Shaft:** conducto o espacio técnico vertical destinado al paso de una o más redes.
- **Área técnica:** local o sector destinado a alojar el equipamiento de una red de instalaciones.
- **Columna seca / húmeda:** conducto vertical del sistema contra incendio; la húmeda está permanentemente cargada de agua, la seca se carga desde el exterior.
- **C.D.V. (caño de descarga y ventilación):** columna cloacal principal que recibe las derivaciones de cada piso y a la vez ventila el sistema hacia el exterior, sobresaliendo de la cubierta.
- **Recorrido que no se puede interrumpir:** el que necesita toda red de extracción o evacuación que conecta con la atmósfera exterior (cloacal, gas, extracción de cocina) — atraviesa todos los niveles que separan su origen del exterior, sin importar en qué piso se genera.

EJE 4 — ENVOLVENTE

- **Sistema Dom-Inó:** modelo estructural de Le Corbusier (losas planas sobre columnas esbeltas, sin muros portantes) que sintetiza la separación entre estructura y cerramiento propia del edificio moderno.
- **Envolvente apoyada:** la piel transmite su peso en cada nivel a través de la losa o de una viga de borde.
- **Envolvente colgada:** la piel se sostiene desde un punto superior y trabaja a tracción hacia abajo.
- **Exoesqueleto:** estructura resistente ubicada en el plano de la envolvente, expuesta como parte de la fachada.
- **Doble piel / multipiel:** dos capas de cerramiento separadas por una cámara de aire ventilada.
- **Envolvente multicapa:** cerramiento resuelto en capas materiales superpuestas y continuas, cada una con una función técnica distinta (soporte, barrera hídrica, aislación térmica y acústica, protección ignífuga, terminación).
- **Envolvente pesada (vía húmeda):** cerramiento de mampostería, cerámicos o doble hoja con cámara de aire.

- **Envolvente liviana (vía seca):** cerramiento de chapas plegadas, paneles compuestos o fachada ventilada sobre subestructura metálica.
- **Muro cortina:** sistema integral de aluminio y vidrio que cubre toda la fachada; sus variantes de montaje son stick, unitizado, frame y botones/spider.
- **Envolvente filtro:** piel de chapa perforada, metal desplegado o malla metálica que tamiza luz y vistas sin cerrar completamente el espacio.
- **Envolvente textil / membrana:** cerramiento de tela técnica o lámina polimérica tensada (PTFE, ETFE, lona microperforada) para grandes superficies con mínimo peso propio.
- **Envolvente cinética / responsiva:** piel que cambia de configuración según estímulos externos (luz, viento, temperatura).
- **Junta de tolerancia:** diferencia entre la medida modular (o nominal) de un componente y su medida real de fabricación, reservada para absorber tolerancias de montaje y movimiento térmico.
- **Carga de viento sobre el paño:** presión y succión de viento que actúa localmente sobre cada elemento de la envolvente y se transmite a la estructura a través de su anclaje; se verifica según CIRSOC 102, en forma independiente del sistema de resistencia lateral global del Eje 1.
- **WWR (Window to Wall Ratio):** porcentaje de superficie vidriada respecto del total de una fachada.
- **Ganancia directa:** ingreso de radiación solar a través de superficies vidriadas orientadas para captar calor en invierno.
- **Ventilación cruzada:** estrategia de evacuar el calor y la humedad de un ambiente aprovechando aberturas enfrentadas.
- **Zona Bioambiental / IRAM 11605:** clasificación climática que ubica a Córdoba Capital en la Zona III (IRAM 11603), y norma que fija los niveles recomendados de transmitancia térmica de la envolvente según esa zona.
- **Cubierta caliente / fría / invertida / ajardinada (extensiva / intensiva):** clasificación de las envolventes horizontales según la posición de la aislación respecto de la membrana impermeable, la presencia de cámara de aire, y el espesor de sustrato vegetal en el caso ajardinado.
- **Módulo de fachada: medida de repetición de los paños, aventanamientos o parasoles de la envolvente**

BIBLIOGRAFÍA Y MARCO NORMATIVO

Además de la bibliografía de la guía general de Campus Vertical (Ábalos y Herreros, *Híbridos*; Zeidler, *Multi-Use Architecture*; SOM sobre John Hancock Center):

- Araujo, R. *Construir en Altura: Sistemas, tipos y estructuras*. Editorial Reverté, Barcelona.
- Engel, H. *Sistemas de Estructuras*. H. Blume Ediciones.
- Ching, F.D.K.; Onouye, B.S.; Zuberbuhler, D. *Manual de Estructuras Ilustrado*. Editorial Gustavo Gili.
- Allen, E. *Cómo Funciona un Edificio: Principios Elementales*. Editorial Gustavo Gili.
- Beedle, L. S. (ed.), *Second Century of the Skyscraper*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 1988.
- Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) — publicaciones técnicas sobre sistemas estructurales y transporte vertical en altura.
- Código de Edificación de la Ciudad de Córdoba, Ord. 9387/95 y modificatorias: https://static.cordoba.gov.ar/DigestoWeb/pdf/44f56ce1-fc18-467c-9928-1eabda67ca48/TEX_9387.pdf
- Ordenanza N° 10.741/04 — circulaciones verticales mecánicas: <https://static.cordoba.gov.ar/docs/obrasprivadas/Ord-10741.pdf>
- Ordenanza N° 10.950/05 — ascensores y montacargas: <https://servicios2.cordoba.gov.ar/DigestoWeb/Page/Documento.aspx?Nro=8701>
- CIRSOC 102 — Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones (base de la verificación de carga de viento sobre el paño de fachada, Eje 4).
- IRAM 11603 — Clasificación bioambiental de la República Argentina (Córdoba Capital, Zona III).
- IRAM 11605 — Acondicionamiento térmico de edificios; valores máximos de transmitancia térmica admisibles según zona bioambiental.
- Material propio de las cátedras de Estructuras / Instalaciones de la carrera, según lo trabajado en años anteriores.