

ARQUITECTURA

ESP. ARQ. PABLO PEIRONE

ESP. ARQ. JULIA CERUTTI

DISEÑO ESTRUCTURAL OFICINAS

DISEÑO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO

Como diseñamos un espacio arquitectónico.
Que criterios constructivos y estructurales
debemos aplicar

FORMALES Morfología Plástica Escala

FUNCIONALES

TECNICOS

Resistencia y rigidez

Tecnológicas

Económicas: constructivas y de producción

Ambientales

Concepto de transmisión de Cargas

-Cargas Estáticas: no varían su magnitud durante el transcurso del tiempo.

Cargas Permanentes: el peso propio de la estructura del edificio, muros, techos, etc.

Cargas Accidentales: son las cargas relacionadas con el destino, el uso y el clima de la región donde se encuentra el edificio (personas y mobiliario, nieve y agua).

-Cargas Dinámicas

Son aquellas cargas que actúan sobre la estructura en forma repentina

Carga de Viento.

Carga Sísmica.

DISEÑO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO

ESTRUCTURAS

Elementos o conjunto de elementos de diversos materiales capaz de soportar esfuerzos. Es el vehículo material que asegura el equilibrio y buen comportamiento de un edificio, frente a la aparición de esfuerzos debidos al sistema de fuerzas o acciones que tienen lugar en el mismo.

DISEÑO ESTRUCTURAL

Busca que las estructuras diseñadas y construidas resistan las consecuencias de los sistemas de fuerzas y garantizar:-Estabilidad-Seguridad-Rigidez-Durabilidad

ACCIONES SOBRE LAS ESTRUCTURAS -ACCIÓN: cualquier causa capaz de producir estados tensionales en una estructura o de modificar el estado existente. El objetivo del cálculo es comprobar si existe equilibrio entre lo actuante y lo resistente. La geometría de la estructura actúa como nexo entre ambas.

DISEÑO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO

RESISTENCIA

Es la capacidad de un cuerpo para resistir una fuerza aun cuando haya deformación.

RIGIDEZ

Es la capacidad de un cuerpo para resistir una fuerza sin deformarse.

El criterio de rigidez, consistente en comprobar que bajo las fuerzas y solicitaciones actuantes los desplazamientos y deformaciones de la estructura no sobrepasan un cierto límite.

Dicho límite está relacionado con criterios de funcionalidad y estabilidad.

- **Cargas:** Fuerzas que resultan del peso de todos los materiales de construcción, del peso y actividad de sus ocupantes y del peso del equipamiento. También de efectos ambientales y climáticos tales como nieve, viento, etc. **Cargas permanentes:** Cargas en las cuales las variaciones a lo largo del tiempo son raras o de pequeña magnitud y tienen un tiempo de aplicación prolongado. En general, consisten en el peso de todos los materiales de construcción incorporados en el edificio incluyendo, pero no limitado a paredes, pisos, techos, cielorrasos, escaleras, elementos divisorios, terminaciones, revestimientos y otros items arquitectónicos y estructurales incorporados de manera similar, y equipamiento de servicios con peso determinado. **Sobrecargas:** Son aquellas originadas por el uso y ocupación de un edificio u otra estructura, y no incluye cargas debidas a la construcción o provocadas por efectos ambientales, tales como nieve, viento, acumulación de agua, sismo, etc. Las sobrecargas en cubiertas son aquellas producidas por materiales, equipos o personal durante el mantenimiento, y por objetos móviles o personas durante la vida útil de la estructura.

- **Cargas Estáticas** Son todas aquellas cargas que no varían su magnitud durante el transcurso del tiempo, pudiendo clasificarse como: **Cargas Permanentes:** son las cargas generadas por el peso propio de la estructura del edificio, más las cargas generadas por el peso propio de los elementos adheridos a la estructura (ej: muros, techos, etc.) **Cargas Accidentales:** son las cargas relacionadas con el destino, el uso y el clima de la región donde se encuentra el edificio (personas y mobiliario, nieve y agua). **Cargas Dinámicas:** Son aquellas cargas que actúan sobre la estructura en forma repentina, variando su magnitud y ubicación durante el transcurso del tiempo. Entre ellas encontramos: **Carga de Viento:** producen presión y/o succión sobre paredes y techos, dependiendo de la geometría del edificio. **Carga Sísmica:** resultan del repentino movimiento de las capas de la tierra. Su resultante es tridimensional y se propaga en forma de ondas. Este fenómeno provoca que la superficie de la tierra, y cualquier edificio sobre ella, entre en vibración, debido su tendencia a permanecer en reposo

La **estática** es la rama de la física que analiza los cuerpos en reposo: fuerza , par / momento y estudia el equilibrio de fuerzas en los sistemas físicos en equilibrio estático, es decir, en un estado en el que las posiciones relativas de los subsistemas no varían con el tiempo.

ISOSTÁTICA

Las estructuras isostáticas son aquellas que sus reacciones pueden ser calculadas con las ecuaciones de la estática

Los materiales sometidos a tensiones superiores a su límite de elasticidad tienen un comportamiento plástico. Si las tensiones ejercidas continúan aumentando el material alcanza su punto de fractura. El límite elástico marca, por tanto, el paso del campo elástico a la zona de fluencia

Estructuras hiperestáticas: Se conoce como estructura hiperestática, a aquella estructura que en estática se encuentra en equilibrio, destacando que las ecuaciones que expone la estática no son suficientes para saber las fuerzas externas y reacciones que posee.

definición de estructura Hiperestática: (súper quieta, necesita liberarse de varios apoyos para liberarse de la atadura), en esta estructura existen mas fuerzas actuantes que ecuaciones en equilibrio, por lo tanto se necesita plantear ecuaciones adicionales con los desplazamientos o giros en un punto específico para conocer estas fuerzas (ecuaciones de compatibilidad)

La hiperestática o estructuras hiperestáticas.

Son aquellas estructuras que usan más elementos de lo necesario para mantenerse en equilibrio. Y donde la falta de alguno de ellos, no produce al deceso de la estructura; pero si modifica su funcionamiento estático

El diseño estructural

El concepto que debe orientar el diseño estructural en zonas sísmicas es la naturaleza dinámica de las solicitaciones. Movimientos que inducen aceleraciones variables en todos los componentes de la construcción.

Con este concepto , surge la respuesta dinámica de la construcción y del sistema construcción-fundaciones-terreno

Influencia de la rigidez

- En suelos rígidos conviene apoyar construcciones flexibles
- En suelos deformables , construcciones rígidas
- De esta manera el edificio no tenderá a amplificar los movimientos del suelo.
- Las propiedades dinámicas del edificio pueden controlarse con un adecuado diseño.
- DEPENDEN DE LA ALTURA, TIPOLOGIA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVA

Influencia del peso

Las acciones sobre la estructura serán tanto más intensas cuanto más pesada sea la construcción.

(el 85% de las cargas verticales totales de una construcción tradicional corresponden al peso propio de los elementos constructivos.

Hoy tenemos la posibilidad cierta de la disponibilidad de alternativas de materiales más livianos en la construcción

influencia de la ductilidad

- Utilizar sistemas que puedan soportar sobrecargas considerables sin entrar en colapso y que tengan una capacidad elevada de trabajo en régimen plástico. A mayor situación sísmica crítica mayor es la disipación de la energía y más tiende a amortiguar la acción sísmica.
- Resulta aconsejable la construcción de sistemas hiperestáticos
- Conviene evitar los sistemas estructurales que tienden a amplificar el movimiento, caso voladizos, cuerpos salientes.
- Todo esto está ligado a la elección de la tipología estructural, la cual está naturalmente vinculada a la tipología constructiva

el conjunto estructural

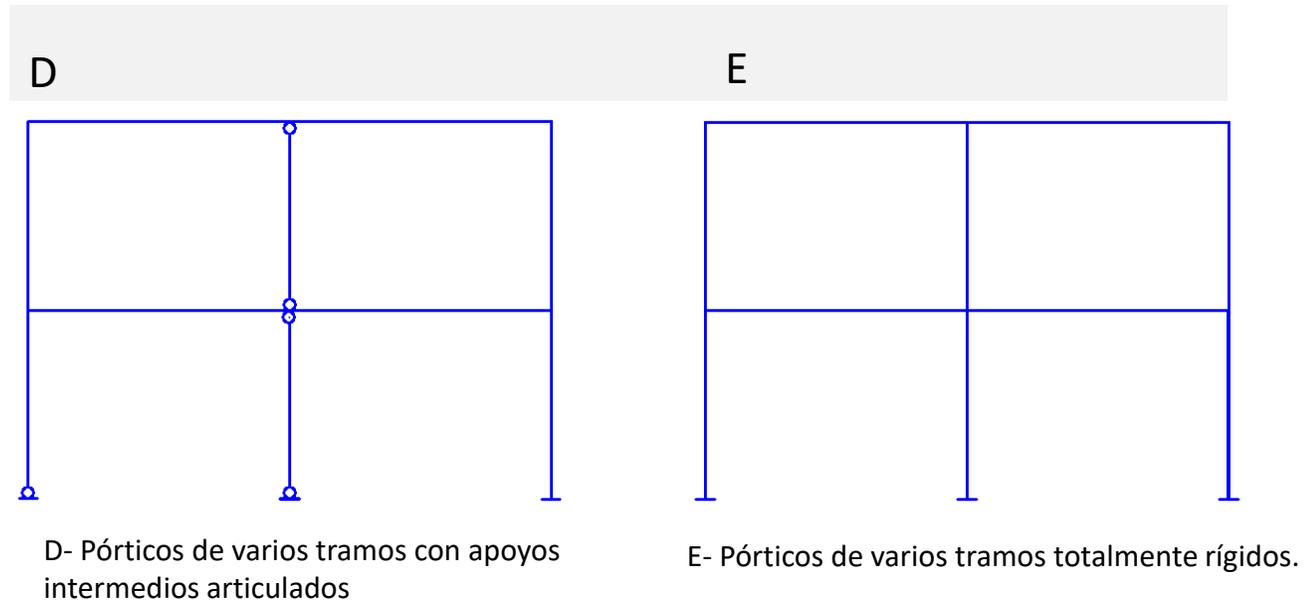
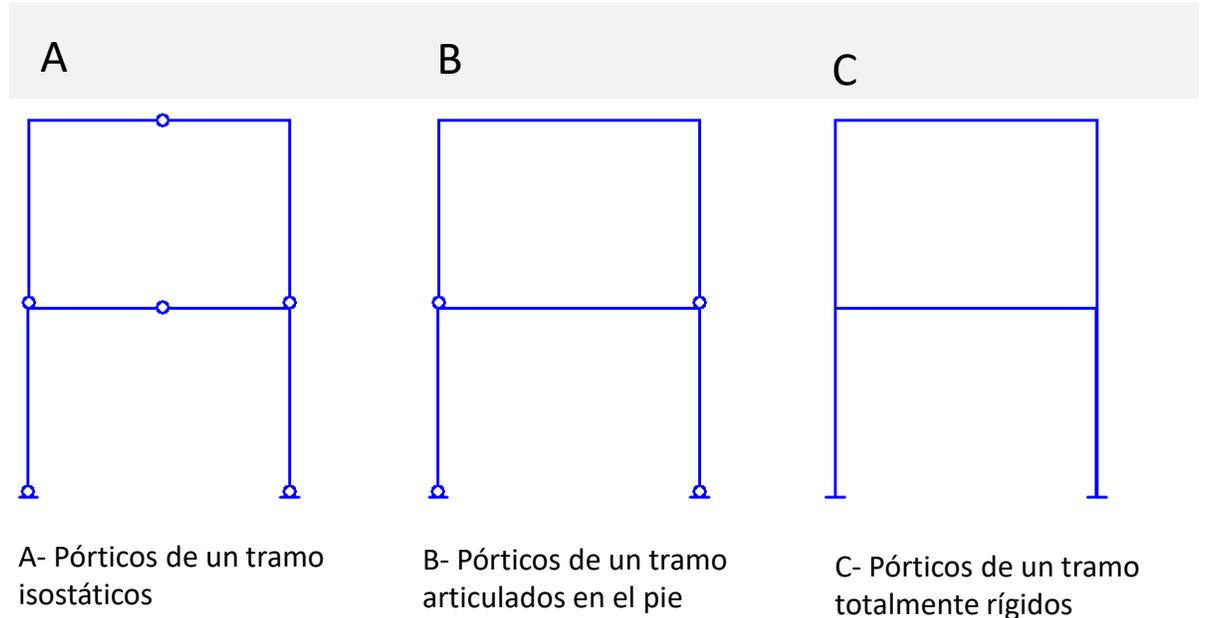
- CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DEL CONJUNTO ESTRUCTURAL, conformar un mecanismo completo, distribuyéndose los esfuerzos.
- Evitar torsiones, que agreguen al edificio un movimiento adicional.
- Buscar una distribución homogénea. El medio más eficaz es la simetría estructural y constructiva.
- El edificio debe tener resistencia torsional, condición que exige que los planos de resistencia no tengan un eje de giro común
- En el funcionamiento del conjunto, los planos horizontales tienen una función fundamental. Según sean rígidos o deformables, el comportamiento del sistema varía

la economía

- Generalmente es un criterio de comparación , para elegir entre alternativas estructurales.
- ECONOMIA INTRINSECA , ECONOMIA FUNCIONAL
- El primero , logro del sistema estructural más económico para un conjunto de solicitaciones dado
- El segundo mayor o menor aprovechamiento del material durante la vida útil de la construcción, (este es de carácter más general)
- Las acciones sísmicas intensas tienen una probabilidad de ocurrencia baja, pero su influencia es muy notable en el dimensionamiento de la estructura
- Se debe buscar el equilibrio entre las estructuras adicionales que se plantean para estos efectos (las cuales estarán desaprovechadas la mayor cantidad de tiempo), por tanto cuando menor importancia tengan las solicitaciones producidas por las acciones sísmicas comparadas con las producidas por cargas permanentes, tanto mayor es la economía funcional
- La mayor economía se logra cuando todas las piezas soportan la misma proporción las solicitaciones producidas por cargas verticales y horizontales.
- La economía intrínseca se relaciona mas con lo concreto del diseño, la elección de tipologías para los distintos sistemas estructurales y su ubicación en el espacio, o sea la elección del orden y del módulo estructural

LAS TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

- Considerando exclusivamente las rigidizaciones horizontales, los tipos estructurales se referirán a elementos o sistemas verticales que conectan dos planos horizontales para impedir el movimiento relativo.
- PLANOS HORIZONTALES – FUNDACION – SUCESIVOS ENTREPISOS-Y EL TECHO.
- El papel de rigidización corresponde a los elementos verticales.
- EDIFICIOS BAJOS – SE UTILIZA TIPOLOGIA DE SISTEMAS SIMPLES –
- SISTEMAS-
- COLUMNAS EMPOTRADAS EN LA BASE
- MUROS se comportan como estructura laminar y soporta acciones en su plano(mamposterías/tabiques HA°)
- TRIANGULACIONES. Cuando se quiere impedir, los movimientos relativos en el plano y entre planos. En acero, madera, HA°.
- PORTICOS- Sistema estructural de vigas y columnas, la rigidez transversal se logra rigidizando las uniones. Generalmente en HA° o Acero



LA CONSTRUCCION COMO CONJUNTO

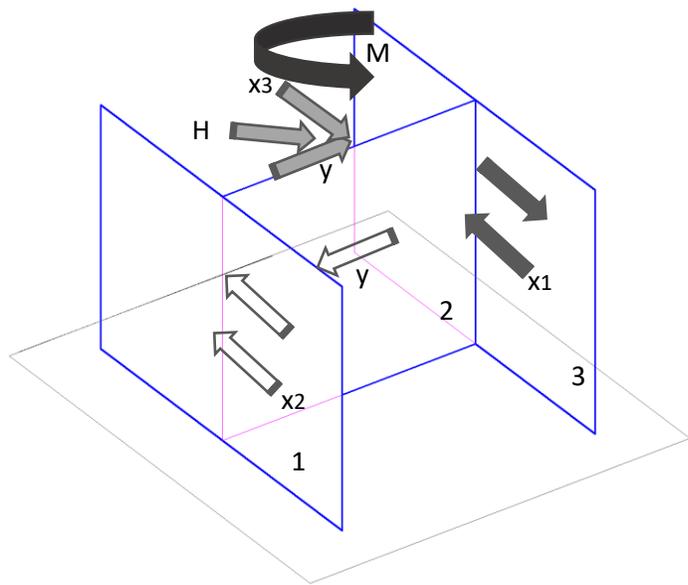
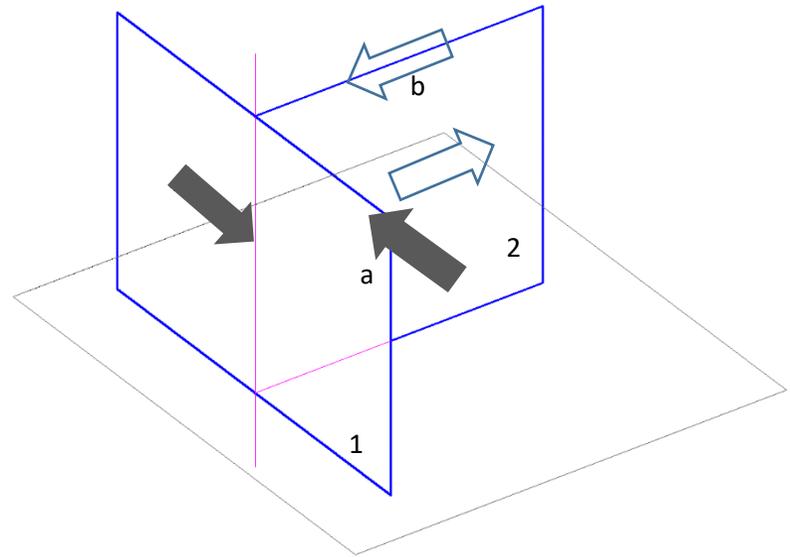
Se plantea la rigidización de la construcción como un conjunto tridimensional resistente a fuerzas en cualquier dirección del espacio y hueco por necesidades funcionales . (habitable)

Dada una acción horizontal es posible colocar un plano vertical para resistirla. El equilibrio exige que la línea de acción de la fuerza (a) sea coplanar (todos los puntos se encuentran en el mismo plano) con el elemento resistente (1). Las acciones perpendiculares (B) al plano (1) no pueden resistirse con él, por lo que es necesario un 2do plano (2).

Un sistema de dos planos permite resistir fuerzas horizontales en cualquier dirección, siempre que pase por el eje de intersección

Para resistir fuerzas horizontales en cualquier posición , son necesarios tres planos

SISTEMA MINIMO DE PLANOS VERTICALES PARA RESISTIR ACCIONES HORIZONTALES



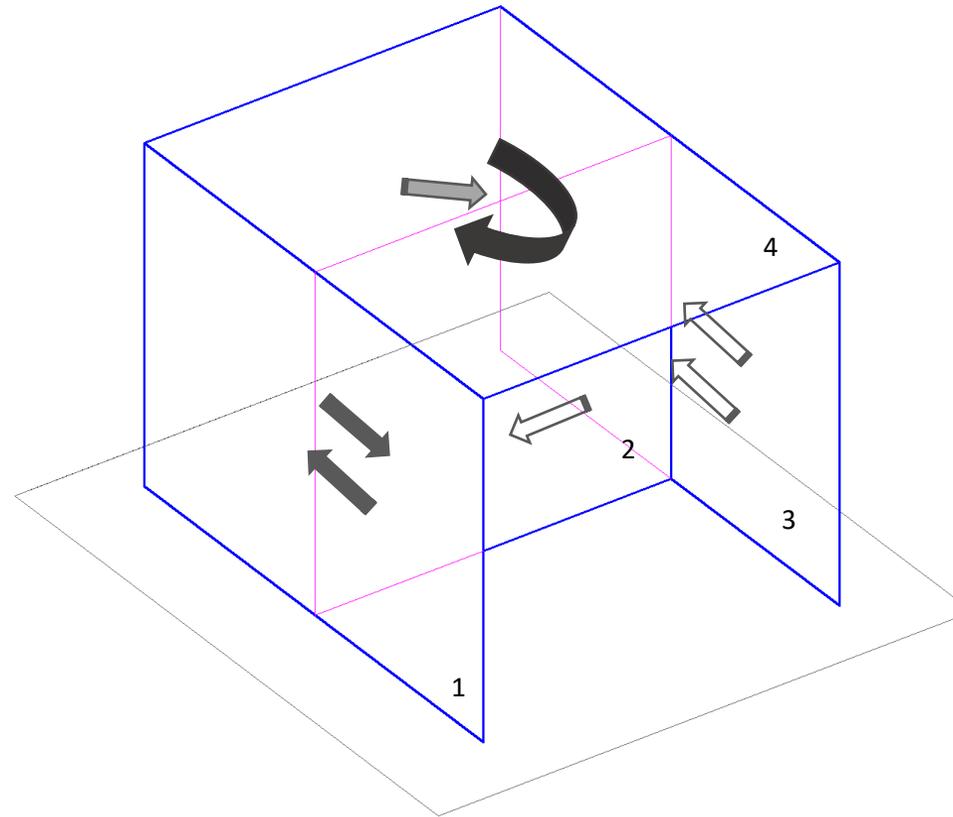
Cuando las acciones no pasan por el mismo (eje intersección), hace falta un tercer plano.

Con este sistema es posible resistir torsiones.

SISTEMA MINIMO DE RESISTENCIA

La transmisión efectiva de los esfuerzos y la acción conjunta de los distintos mecanismos del sistema, se hace necesario un 4to plano de resistencia horizontal y a nivel de aplicación de las fuerzas. Plano con la misión de vincular los planos verticales distribuyendo las cargas y haciéndolas trabajar en conjunto

SISTEMA MINIMO DE RESISTENCIA COMPLETO



La ubicación en planta de los planos verticales tiene mucha importancia

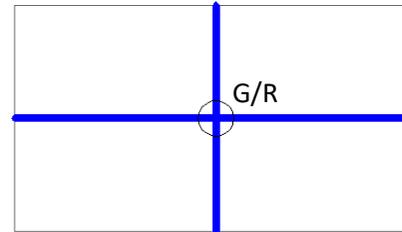
Las fuerzas horizontales estarán aplicadas en el centro de gravedad de la construcción

Cuando el centro de rigidez coincide con el centro de gravedad, los elementos resistentes soportan esfuerzos en proporción a sus rigideces relativas.

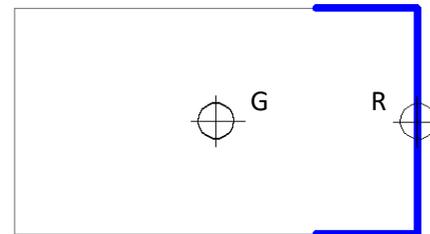
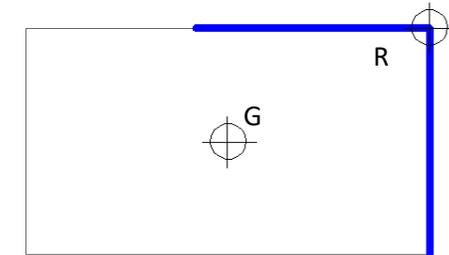
Cuando no coinciden se generan un par de torsión que es resistido por la redistribución de esfuerzos que la rotación de la estructura ocasiona.

Solución ideal, que el plano horizontal sea lo suficientemente rígido y resistente para que transfiera los esfuerzos a los verticales, con deformaciones propias considerablemente menores que la de estos.

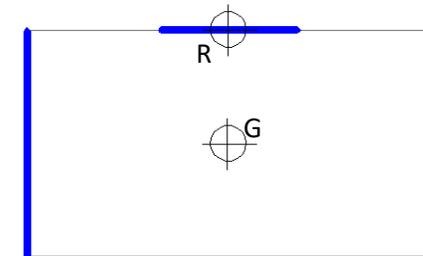
CENTRO DE RIGIDEZ ES COINCIDENTE CON EL DE GRAVEDAD-
SIN RESISTENCIA TORSIONAL



CENTRO DE RIGIDEZ DESPLAZADO CON EL DE GRAVEDAD
SIN RESISTENCIA TORSIONAL



CENTRO DE RIGIDEZ DESPLAZADO CON EL DE GRAVEDAD
EXCENTRICIDAD EXCESIVA



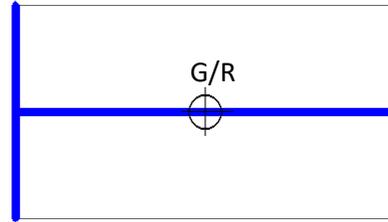
CENTRO DE RIGIDEZ DESPLAZADO CON EL DE GRAVEDAD
EXCENTRICIDAD IMPORTANTE CON BUENA RESISTENCIA TORSIONAL

En construcciones de media escala , la solución más eficaz son las losas monolíticas de HA° macizas o alivianadas, y en caso de techos livianos la triangulación.

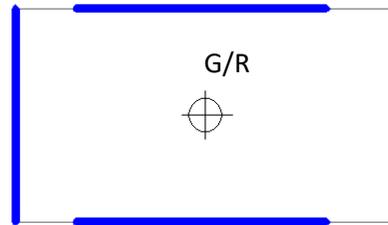
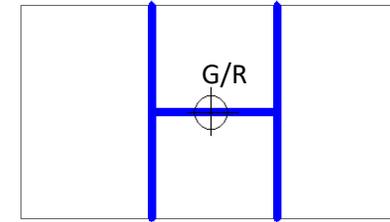
En caso de cubiertas, cuando solo están conectados por barras articuladas se impone igualdad de desplazamientos a los elementos conectados, pero no es posible distribuir los esfuerzos en forma perpendicular al de la barras.

Esto determina que los elementos verticales tengan, resistencia en las dos direcciones. La distribución de los esfuerzos ya no dependerá de la rigidez de los elementos verticales sino que cada uno lo resistirá en función de su área de influencia.

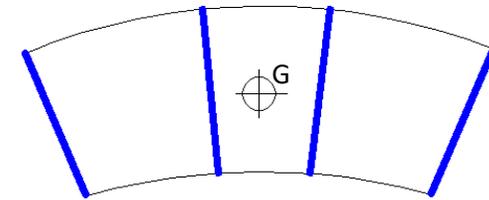
CENTRO DE RIGIDEZ COINCIDENTE
CON EL DE GRAVEDAD
EXCENTRICIDAD TEORICA NULA



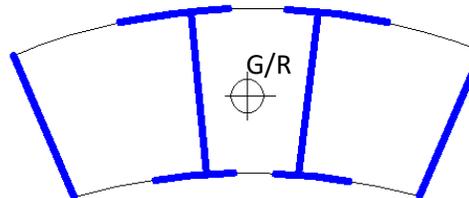
CENTRO DE RIGIDEZ COINCIDENTE
CON EL DE GRAVEDAD
EXCENTRICIDAD TEORICA NULA
CON POCA RESISTENCIA
TORSIONAL



BUENA RESISTENCIA TORSIONAL
CON EXCENTRICIDAD TEORICA NULA



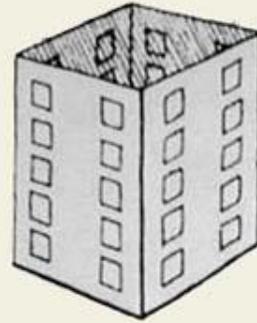
CENTRO DE RIGIDEZ DESPLAZADO
CON EL DE GRAVEDAD
SIN RESISTENCIA TORSIONAL



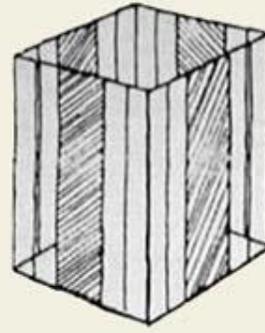
CENTRO DE RIGIDEZ COINCIDENTE
CON EL DE GRAVEDAD
EXCENTRICIDAD TEORICA NULA CON
RESISTENCIA TORSIONAL ACEPTABLE



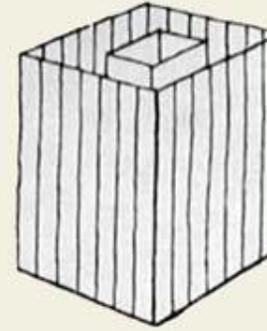
DISTINTAS TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES



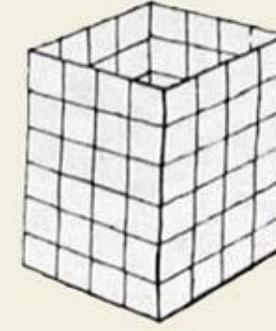
Muro perimetral Portante , aberturas menor al 50%



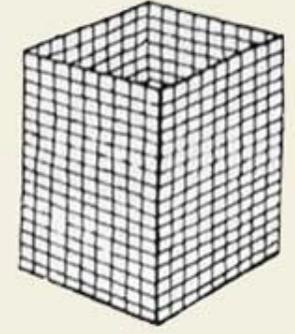
Tabiques y columnas perimetrales



Columnas Perimetrales y núcleo central rígido

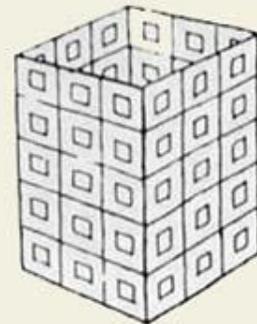


Envolvente entramado de columnas y vigas

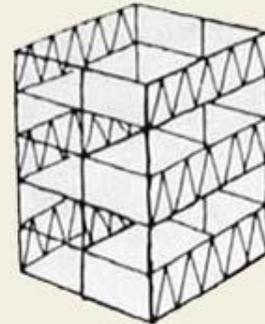


Muro perforado , envolvente reticulado

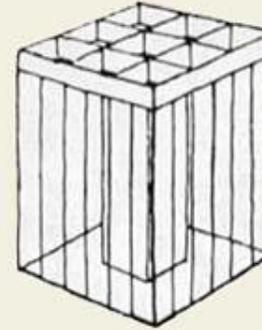
Estructuras aporticada, de tabiques , muros ciegos, y con aberturas y retículas perimetrales con variedad de entramados



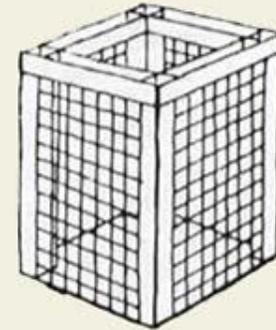
Envolvente muro con Aberturas moduladas



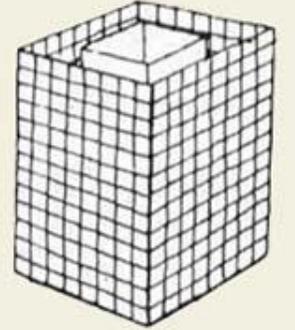
Estructura Acero



Núcleo rígido , arriostrado Perimetral flexible



Perimetral col-vigas Hormigón. Envolvente retícula

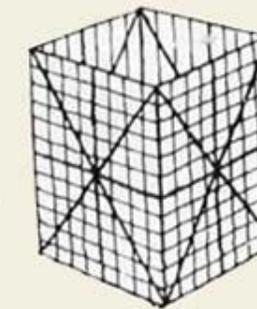


Núcleo rígido interno Envolvente flexible

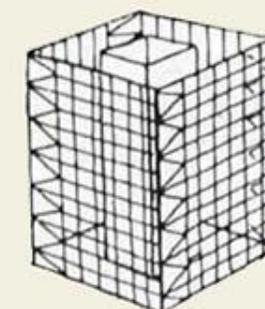
Estructuras de mayor escala reticuladas, aporticadas o de tipo tubo.

Variedad de entramados

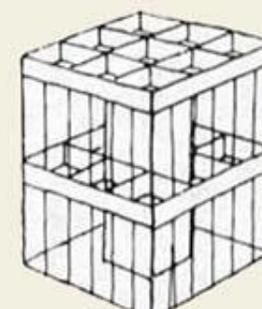
Más alto



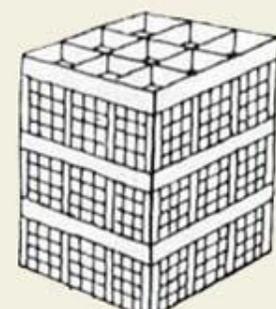
Cruces rigidizadoras perimetrales



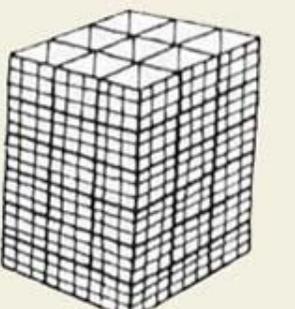
Núcleo rígido Perimetral metálica reticuladas



Núcleo central Losas colgantes y Envolvente flexible



Columnas interiores Envolvente , losa y retícula



Envolvente flexible Columnas interiores

Criterios de diseño y análisis estructural del Centro de Atención y Gestión de Llamadas de Urgencia 112 Catalunya en Reus



El diseño y análisis estructural del Centro de Llamadas de Urgencia 112 Catalunya constituyó un reto técnico y tecnológico, dadas las características y dimensiones de la estructura resistente, con un claro objetivo: obtener una buena resolución del proyecto sobre la base de que la concepción espacial de un edificio depende también de su concepción resistente. Las necesidades funcionales del edificio dieron paso a una tipología edificatoria singular e innovadora sin pilares en la caja operativa del edificio multifuncional. Para ello, se proyectó una estructura metálica (vigas de celosía) de grandes dimensiones colgadas únicamente de cuatro núcleos de hormigón. El objetivo del presente artículo es exponer los criterios utilizados en el diseño y análisis estructural del proyecto, para atender satisfactoriamente las cuestiones formales y necesidades arquitectónicas, así como funcionales, resistentes y constructivas. El edificio, desarrollado con herramientas BIM, actualmente es un referente en los ámbitos de la Arquitectura e Ingeniería estructural.

Centro de Atención y Gestión de Llamadas de Urgencia 112 Catalunya en Reus

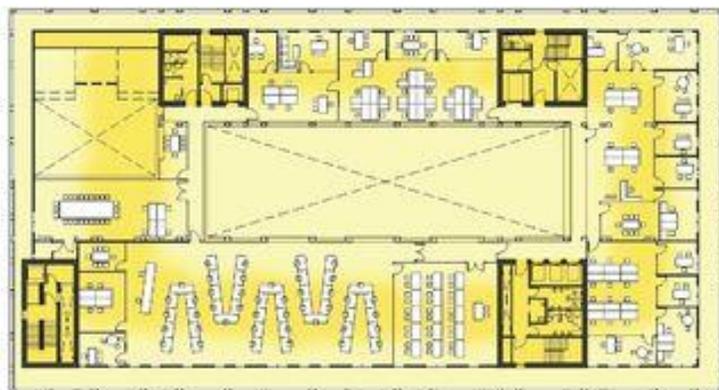
-la concepción espacial de un edificio depende también de su concepción resistente.

-Las necesidades funcionales del edificio dieron paso a una tipología sin pilares en la caja operativa del edificio

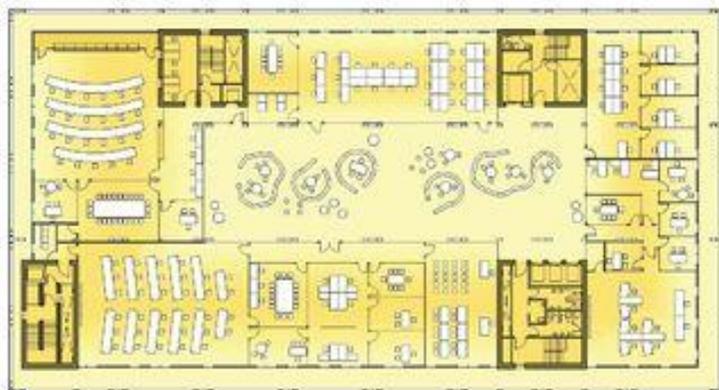
-Para ello, se proyectó una estructura metálica (vigas de celosía) de grandes dimensiones colgadas únicamente de cuatro núcleos de hormigón.

Figura 1 a) Sección longitudinal del conjunto, b) Vista de la caja operativa y torre de telecomunicaciones desde la fachada sur.

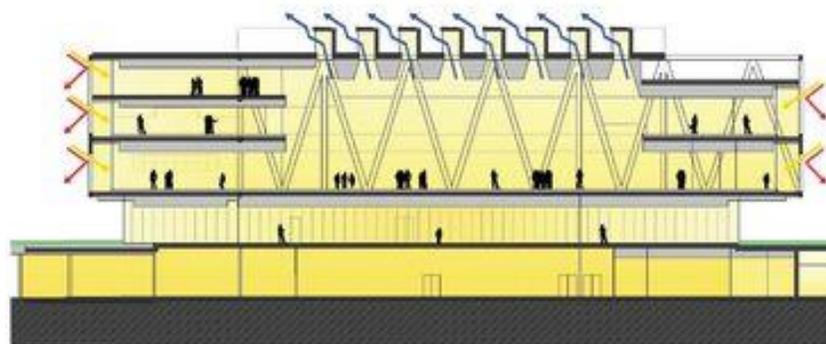




NIVEL 2 _ CAJA OPERATIVA 1_500
FLOOR 2 _ OPERATIONAL BOX 1_500



NIVEL 2 _ CAJA OPERATIVA y ESPACIO DE RELACION 1_500
FLOOR 2 _ OPERATIONAL BOX & RELATIONSHIP AREA 1_500



El edificio cuenta con las más altas medidas de seguridad para proteger en todo momento su operatividad. Los principales sistemas del edificio (electricidad, climatización, telecomunicaciones) están redundados. Ante la posibilidad de caída de los abastecimientos externos del edificio puede ser autónomo durante 5 días. La autonomía se consigue mediante grupos electrógenos alimentados por depósitos de gasóleo y el abastecimiento de agua potable a través de depósitos.

El conjunto de medidas sostenibles ha revertido en la obtención de la certificación LEED - Plata. La alta eficiencia energética del edificio se traduce en un ahorro del 50% del consumo de agua respecto a un edificio convencional y del 34% del consumo energético.

The building has the highest security measures to protect its operating capacity at all times. The main building systems (electricity, air conditioning and telecommunications) are redundant. Faced with an external energy or water supply failure, the building is equipped to be autonomous for 5 days. The autonomy is achieved by electric generators powered by fuel tanks and potable water supply through reservoirs.

The set of sustainable measures has reverted in obtaining LEED certification - Silver. Compared to a conventional building, the building's high energy efficiency leads to the conservation of 50% in water consumption and 34% of energy consumption.



DESCRIPCION-CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO

- El acceso al edificio se realiza desde el nivel intermedio y desde allí, mediante cuatro núcleos de circulación, se accede a la caja operativa.
- Cada uno de ellos confecciona uno de los distintos recorridos de comunicación (flujos verticales) del edificio conforme a los grados de privacidad y de seguridad requeridos visitas externas, trabajadores, mantenimiento y autoridades .
- El edificio se caracteriza por su diseño arquitectónico y, por la estructura metálica de gran luz que conforman la caja operativa
- Esta gravita únicamente en los cuatro núcleos de circulación que realizan, también, la función resistente del volumen superior (núcleos de hormigón de base rectangular).
- Las características y dimensiones de la caja operativa (67,35 × 36,50 m en planta y 13,50 m de altura), permite prescindir de pilares en el interior del edificio.
- La tipología estructural proyectada da respuesta a las cuestiones formales y funcionales del edificio se compone de vigas de celosía de grandes dimensiones (luz y canto)
- Cuatro de ellas dispuestas dos a dos en los costados de los núcleos (vigas longitudinales L1-L4) las armaduras de cierre se sitúan en los laterales (vigas transversales T1 y T2) de acuerdo a la Figura 2.
- Las estructuras que se ubican en el perímetro (vigas longitudinales exteriores y vigas transversales) envuelven la caja operativa.
- Entretanto las dos vigas longitudinales interiores delimitan el patio central o atrio.

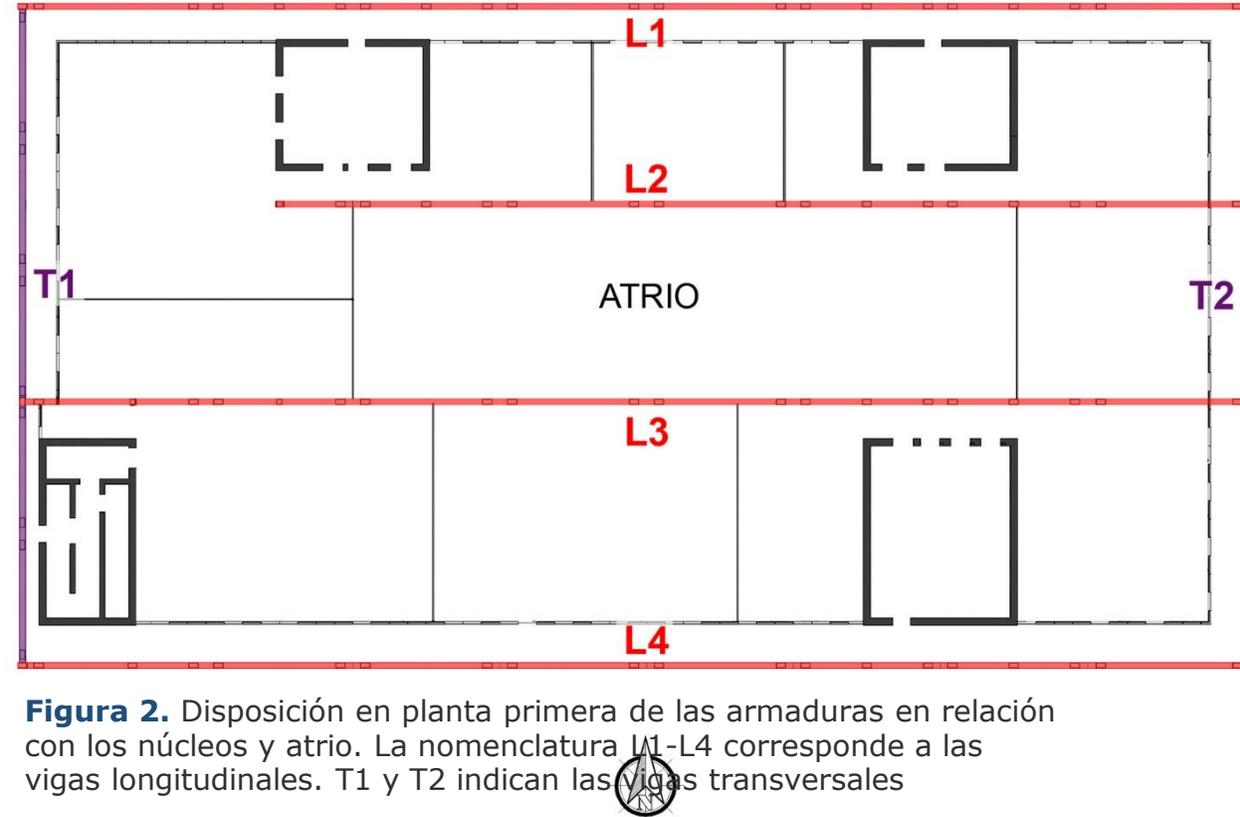


Figura 2. Disposición en planta primera de las armaduras en relación con los núcleos y atrio. La nomenclatura L1-L4 corresponde a las vigas longitudinales. T1 y T2 indican las vigas transversales

El acceso al edificio se realiza desde el nivel intermedio (espacio público) y desde allí, mediante cuatro núcleos de circulación, se accede a la caja operativa. Cada uno de ellos confecciona uno de los distintos recorridos de comunicación (flujos verticales) del edificio conforme a los grados de privacidad y de seguridad requeridos: visitas externas, trabajadores, mantenimiento y autoridades . Las pantallas centrales del núcleo de visitas se elevan por encima del edificio hasta una altura de 46 m para, además, dar lugar a la torre de telecomunicaciones . Dichas necesidades proyectuales impulsaron que el edificio se caracterice por su diseño arquitectónico y, consecuentemente, por la estructura metálica de gran luz que conforman la caja operativa, ya que ésta gravita únicamente en los cuatro núcleos de circulación que realizan, también, la función resistente del volumen superior (núcleos de hormigón de base rectangular). Las características y dimensiones de la caja operativa (67,35 × 36,50 m en planta y 13,50 m de altura), acorde a las necesidades arquitectónicas expuestas, convergen en una «estructura innovadora que permite prescindir de pilares en el interior del edificio», como expone el arquitecto del proyecto Marco Suárez . Este aspecto favorece «la flexibilidad del edificio (plurifuncional) para incorporar futuras distribuciones, a la vez que se potencia una imagen de unidad entre todos los cuerpos operativos»

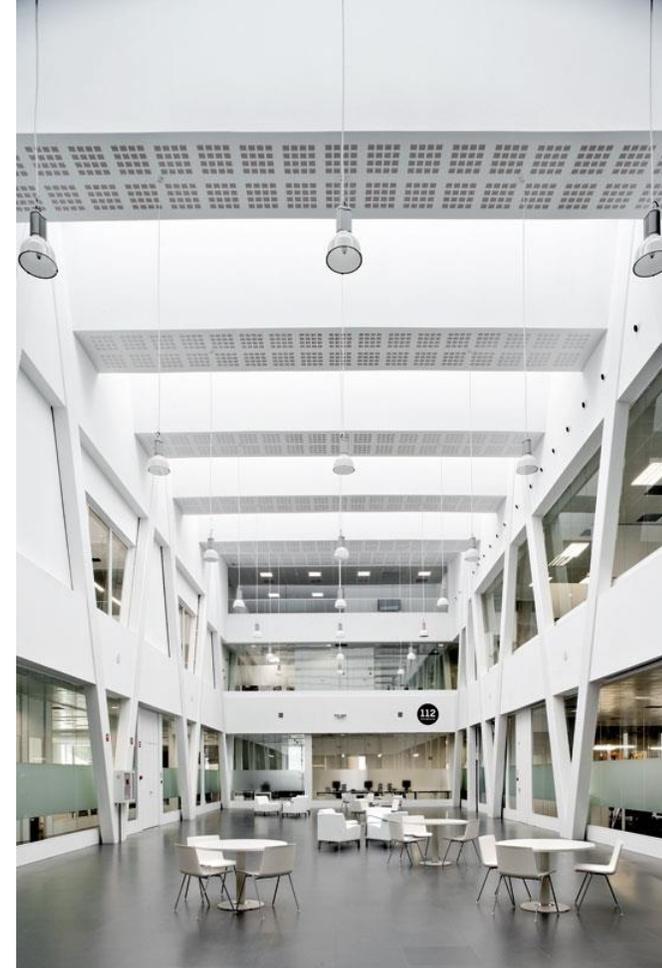


Figura 3. caja operativa

La tipología estructural proyectada da respuesta a las cuestiones formales y funcionales del edificio 112 Reus , y se compone de vigas de celosía de grandes dimensiones (luz y canto). Cuatro de ellas dispuestas dos a dos en los costados de los núcleos (vigas longitudinales L1-L4), mientras que las armaduras de cierre se sitúan en los laterales (vigas transversales T1 y T2), de acuerdo a la Figura 2. Las armaduras que se ubican en el perímetro (vigas longitudinales exteriores y vigas transversales) envuelven la caja operativa. Entretanto las dos vigas longitudinales interiores delimitan el patio central o atrio. Espacio alrededor del cual se articulan las distintas salas operativas, aumentando la coordinación y las sinergias entre los distintos operadores

Consecuentemente, las vigas trianguladas que conforman la estructura resistente de la caja operativa se muestran al exterior (envolvente) e interior (atrio) del edificio. Un ejemplo de cierta relevancia de este concepto arquitectónico es el proyecto del Ayuntamiento de Benidorm, entre otros.

En este sentido, el creciente interés en los ámbitos de la Arquitectura e Ingeniería estructural en el uso de sistemas estructurales de acero, como elementos resistentes envolventes –propio de edificios en altura , comporta que actualmente el concepto estructural adquiera un papel de mayor relevancia en el diseño y estética del edificio.

Por consiguiente, para poder hablar de una buena resolución arquitectónica del mismo, es necesaria la existencia de una estrecha relación del binomio que conforman ambas concepciones, diseño arquitectónico y concepto estructural, conocida, ésta, como «estética estructural».

Este nuevo contexto arquitectónico ha modificado significativamente los parámetros que rigen el papel de la estructura en la concepción del proyecto , aspecto de interés que se aborda en mayor profundidad a continuación acorde a la temática presentada, destacando claramente los aspectos relevantes de la relación arquitectura-estructura.

LA RELACIÓN ARQUITECTURA-ESTRUCTURA

Atendiendo al planteamiento de concepción previamente enunciado, desde un punto de vista formal y compositivo, la característica principal del edificio 112 Reus reside en la dependencia inequívoca entre arquitectura y estructura. Acentuando, así, la necesaria y estrecha colaboración entre arquitecto e ingeniero, para la obtención de un diseño integrador y altamente satisfactorio, a pesar de su complejidad funcional, formal y resistente.

El proyecto se caracteriza por disponer el sistema resistente como envolvente exterior, confeccionando una innovadora estructura contenedora, cuya relevancia reside en los aspectos que se indican a continuación, siendo básicamente

- Optimización estructural de la composición, en función de la respuesta resistente.
- Utilización de pieles y fachadas resistentes, identificando la estructura como envolvente exterior.
- Liberación del espacio interior (diafanidad)

En definitiva, las estrategias de diseño estructural utilizadas en relación al desarrollo del proyecto dotan al concepto arquitectónico de coherencia, rigor e integridad, mediante la existencia de un único orden compositivo-estructural. De esta forma, se desarrolla el potencial de la fachada portante como sistema configurador del edificio .

Esta característica se potencia al disponer en la estructura perimetral una malla textil Serge Ferrari, atendiendo a cuestiones arquitectónicas, que genera la piel envolvente aprovechando las posibilidades que ofrece el concepto estructural. Dicha solución, no sólo aporta una plusvalía estética sino que además responde a las exigencias en materia de protección térmica, acústica y luminosa, mejorando el confort y la privacidad de los usuarios. Resolviendo, además, la problemática de compatibilidad clásica acerca de la colocación del cerramiento respecto al sistema resistente, al disponerlo en un plano ulterior (doble piel), generando, a su vez, un recorrido perimetral de servidumbre y mantenimiento de la estructura y/o fachadas (Figura 2). Además, este espacio permite albergar los elementos transversales de sujeción de las armaduras, dotando de protagonismo a la estructura al utilizar su respuesta resistente como medio definidor de la concepción espacial.

En este contexto, destacar que la disposición de las vigas de celosía, de acuerdo a lo anteriormente expuesto, configuran espacios interiores diáfanos al separar las armaduras L1-L4 entre 10,80 y 14,40 m, según el caso, permitiendo una gran flexibilidad plurifuncional en cuanto a la distribución de las distintas salas y estancias de la caja operativa y nivel intermedio, atendiendo a las cuestiones arquitectónicas y funcionales de este singular e innovador edificio. Asimismo, el sistema estructural posibilita colocar, indistintamente en altura, los forjados de la caja operativa a distintos niveles (apartado 3.4), comunicados verticalmente por los propios núcleos resistentes. También permite generar espacios libres (sin forjados intermedios) de doble y triple altura para la correcta supervisión de la salas CECAT y operativa, entre otras. Además, estas zonas estructuralmente aligeradas se colocan en puntos estratégicos, descargando los elementos del sistema resistente más comprometidos (voladizos) y solicitados. De igual forma, el atrio responde a dicha sensibilidad proyectual, a la vez que actúa como punto central de entrada de luz natural (lucernarios). Estas estrategias son algunos ejemplos de diseño arquitectónico-estructural que generan una indudable interacción bidireccional integral en todo momento entre ambas vertientes.

En efecto, la estructura adquiere, además de su función estática y resistente, un destacado papel en el diseño y la composición arquitectónica del proyecto, influyendo significativamente el concepto estructural en la concepción del mismo. Definiendo, pues, la forma de éste a través de geometrías que optimizan el comportamiento resistente, atendiendo a criterios de eficiencia estructural, se establece un sistema único e innovador, ad hoc, para un fin determinado. No siendo el objetivo resolver óptimamente, desde la forma/geometría, un problema general como es propio de construcciones tradicionales (arcos, bóvedas, cúpulas, etc.)

Siendo la composición y sistema resistente del edificio 112 Reus resultado de la eficiencia estructural (aunque no necesariamente estricta u óptima), basándose en la naturaleza de los esfuerzos para definir y configurar el proyecto, reconociendo formalmente, el flujo racional de las cargas, como se expone en el apartado 3.3, en relación al diseño de las vigas de celosía.

A su vez, el planteamiento formal y de optimización utilizado permite abrir innovadoras líneas de investigación para afrontar nuevos retos arquitectónicos mediante un mayor número de posibilidades proyectuales. Frecuentemente, con el soporte informático de sistemas BIM (Building Information Modeling), dada la complejidad en el diseño y construcción que conlleva este tipo de configuraciones, sobre la base de novedosas geometrías propias de los edificios de nueva generación. Por ello, se deriva la necesidad de utilizar herramientas paramétricas de modelado compatibles con la tecnología y programas avanzados de CAD, así como de análisis estructural. Estas nuevas y/o evolucionadas herramientas BIM, utilizadas en el desarrollo del proyecto (planificación, diseño, construcción y gestión), han permitido cambiar los procesos de producción y métodos de entrega en la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (8), con una innovadora plataforma de trabajo

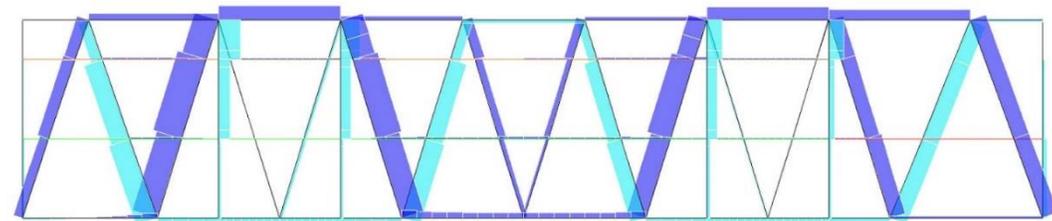


a)

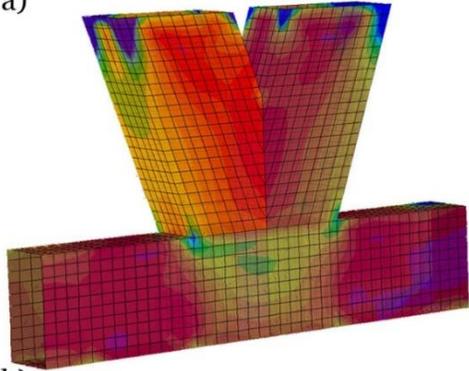


b)

Figura 4. a) Vista general de la estructura metálica en la fase final de su ejecución, b) Vista de la fachada lateral este del edificio 112 Reus.



a)



b)



c)

Figura 5 Resultados representativos obtenidos: a) Esfuerzos axiales (ELU012) de la celosía L1 . En azul oscuro se representan los esfuerzos de tracción y en azul claro los esfuerzos de compresión. b) Diagrama de tensiones «Von Mises» de unión en «V» mediante el MEF, c) Ejecución de unión en «V» y sistema apuntalado.

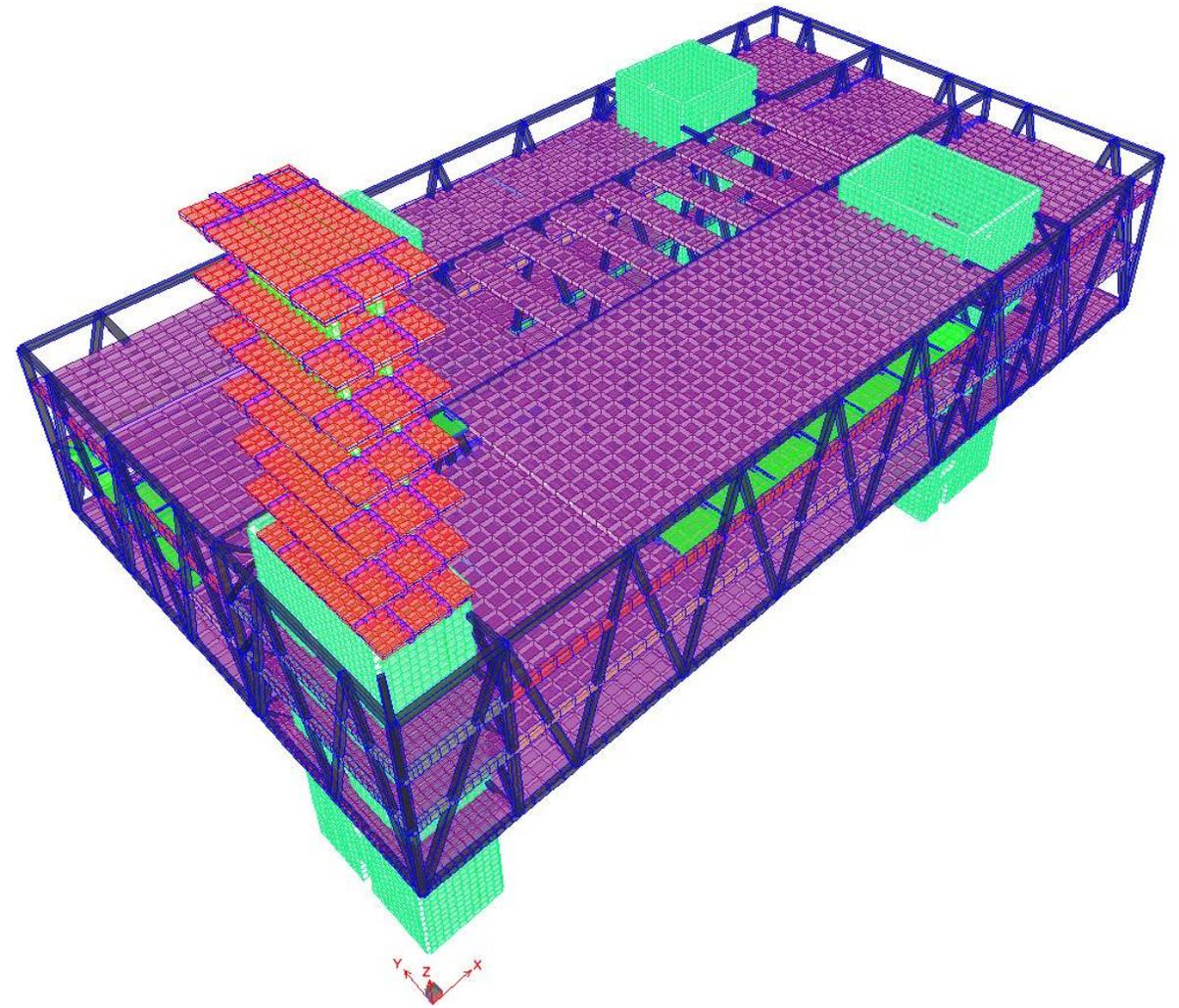


Figura 6. Vista 3D del modelo completo de la caja operativa.

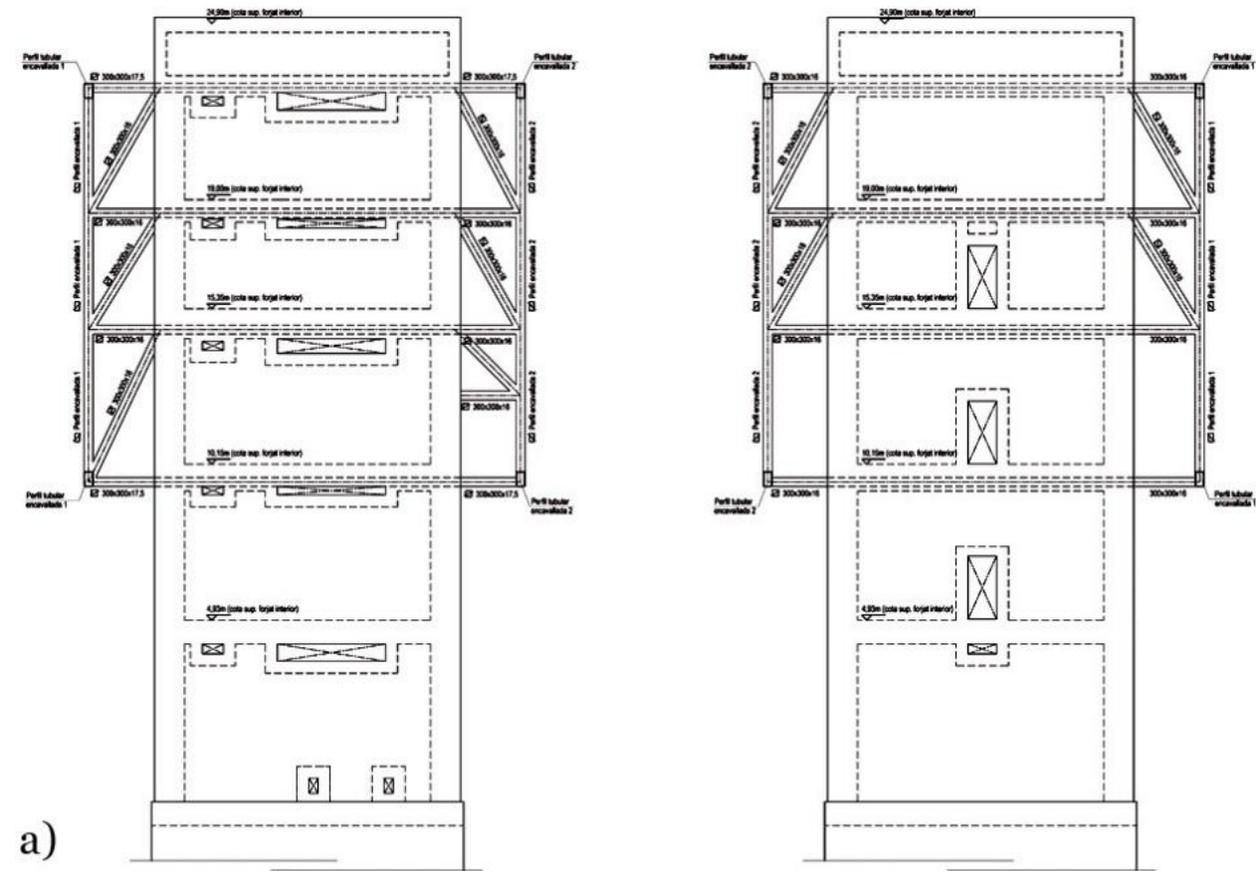
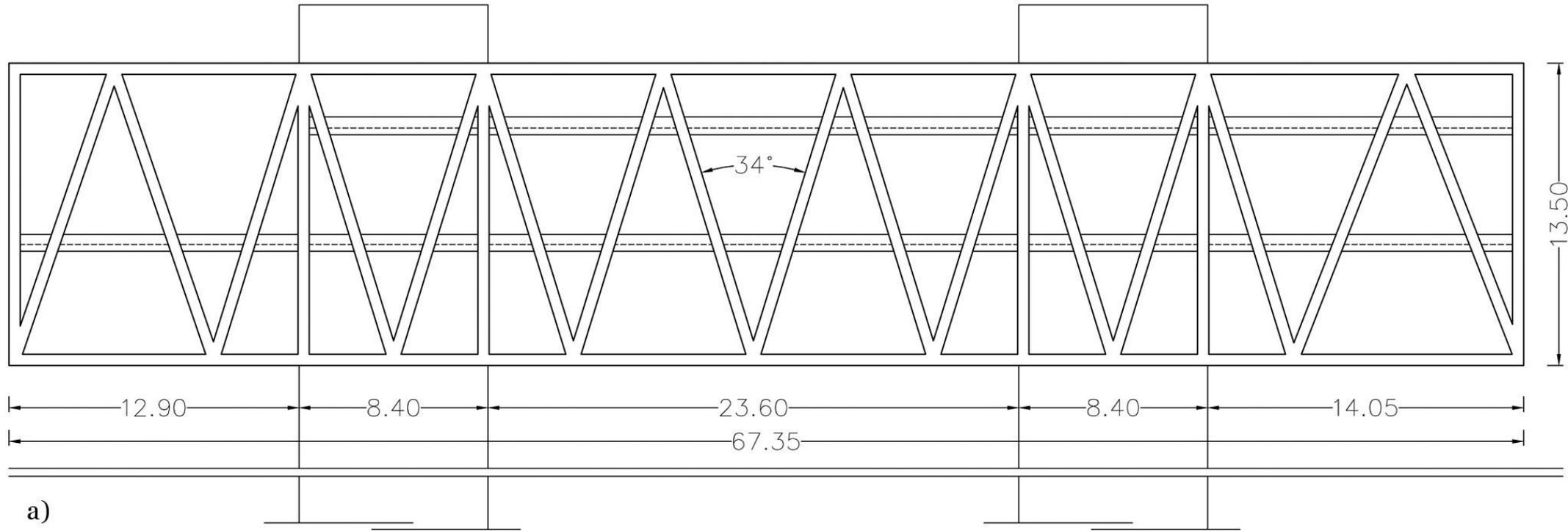


Figura 7 a) Geometría de los alzados este y oeste del núcleo de visitas con las «orejas transversales» de sujeción de las armaduras longitudinales, b) Ejecución de los núcleos con encofrado autotrepante.

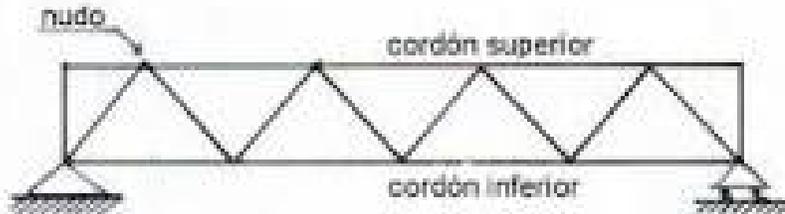
Figura 8 a) Geometría exterior de la viga Warren correspondiente a la celosía L1. b) Distribución de las placas alveolares de distintos cantos en el primer nivel de la caja operativa (en color rojo se indican los elementos de arriostramiento entre los cordones inferiores de las armaduras), c) Placas alveolares colocadas. (Realizaciones e imagen propias)



Viga warren

Viga de celosía constituida por la unión de barras formando triangulaciones (triángulos equiláteros)

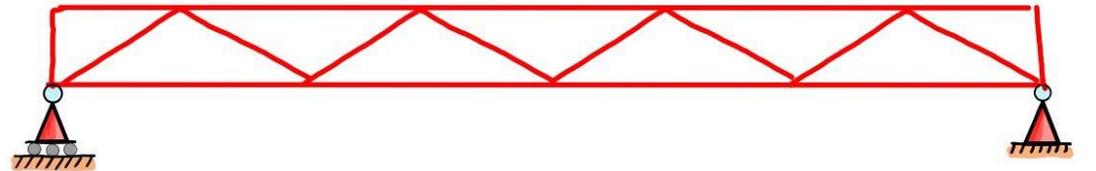
VIGA WARREN



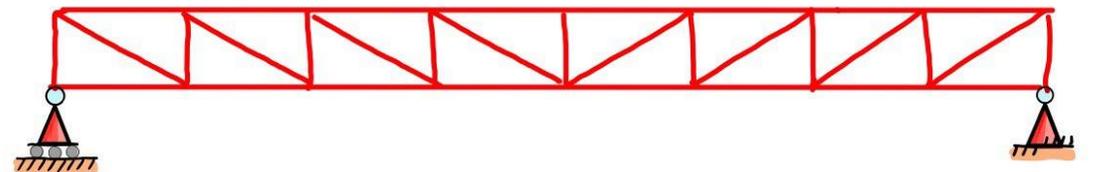
VIGA VIERENDEEL



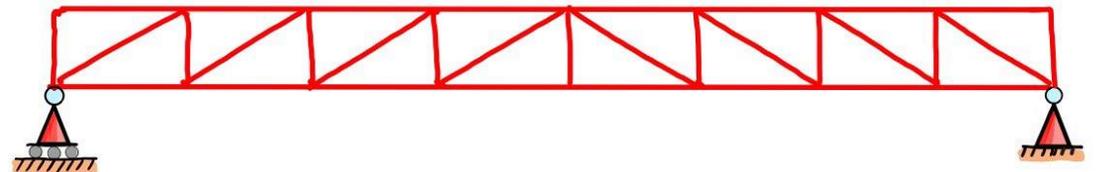
CELOSIA WARREN



CELOSIA PRATT



CELOSIA HOWE



Milstein Hall/OMA



Centro Deportivo Comunitario San Wayao / CSWADI





CETICOM Jaén / ER Arquitectos + non Arquitectura





Cultural El Tranque / BiS Arquitectos



Cultural El Tranque / BiS Arquitectos



River Place / Paul F. Hirzel





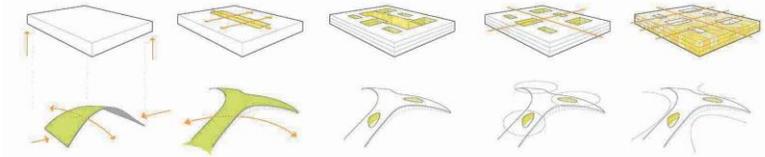
Adidas World of Sports Arena

Vigas vierendeel

El de Adidas World of Sports Arena, en Herzogenaurach, es un edificio idealmente sencillo ya que ha sido construido con el espíritu esencial y eficaz de la marca, sin embargo, en el interior esconde la tecnología de las vigas Vierendeel. El proyecto de repoblar el gran campo militar americano de Herzogenaurach con los edificios de Adidas es completamente innovador, una manera de borrar una parte de la historia urbanística de este lugar que representa, al menos idealmente, una página compleja del siglo XX. Este edificio, diseñado por Behnisch Architekten de Stuttgart, pretendía ser icónico sin resaltar demasiado sobre los otros ya realizados, pero conservando el espíritu esencial de la marca alemana, por lo tanto, permaneciendo, a su manera, original.

Por ello los arquitectos han pensado en colocar las oficinas en tres plantas a unos 10 metros de altura desde el suelo, apoyándolas sobre estructuras en árbol con pilares inclinados de acero reforzado con cemento, es decir, la parte más icónica del edificio.

Estas estructuras, que parecen repartidas de forma no perfectamente alineada, conservan sin embargo un rigor estructural acorde. En total son 19, algunas con tres y otras con cuatro extensiones, para un total de 67 puntales que, en las dos plantas inferiores confieren espaciosidad y fuerza a toda la instalación. A esto se une un igualmente dinámico núcleo central de cemento que contiene las escaleras y deja filtrar la luz desde arriba, en el punto más profundo del edificio, otorgando al mismo tiempo robustez estructural a la serie de pilares. Por el contrario, las estructuras de las plantas superiores son casi completamente invisibles y hacen que la distribución interior de las oficinas sea sumamente modulable en cada planta, ya que el bloque de obra de 143x118 metros, que se apoya sobre los pilares inclinados, está compuesto principalmente por una tejido de vigas **Vierendeel** entrecruzadas, cuya altura abarca las tres plantas, es decir, alrededor de 10 metros. Todo ello ha permitido evitar innecesarios tirantes oblicuos y tener solamente puntales verticales. Un aspecto aún más interesante de esta arquitectura está en el hecho de que las estructuras se han prefabricado al pie de la obra y se han elevado mediante un mecanismo especial que ha obtenido un premio especial de ingeniería



Oficinas en tres plantas a unos 10 metros de altura desde el suelo, apoyándolas sobre estructuras en árbol con pilares inclinados de acero reforzado con cemento

Estas estructuras, que parecen repartidas de forma no perfectamente alineada, conservan sin embargo un rigor estructural acorde.

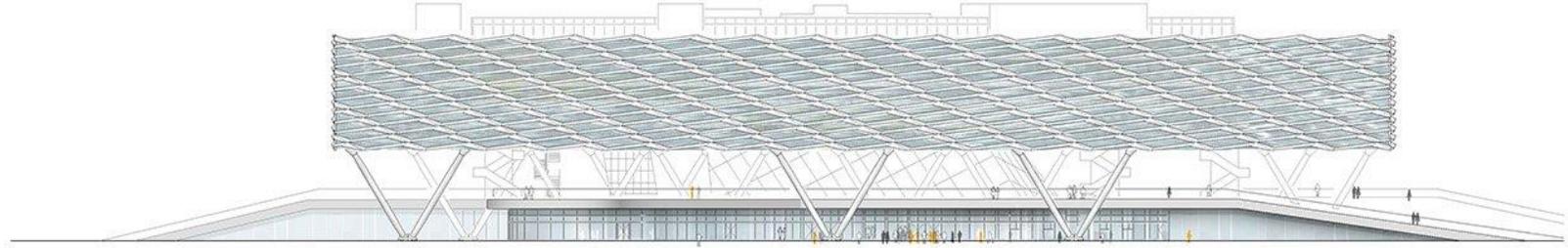
En total son 19, de 67 puntales que, en las dos plantas inferiores confieren espaciosidad y fuerza a toda la instalación.

El bloque de obra de 143x118 metros, que se apoya sobre los pilares inclinados, está compuesto principalmente por un tejido de vigas **Vierendeel**

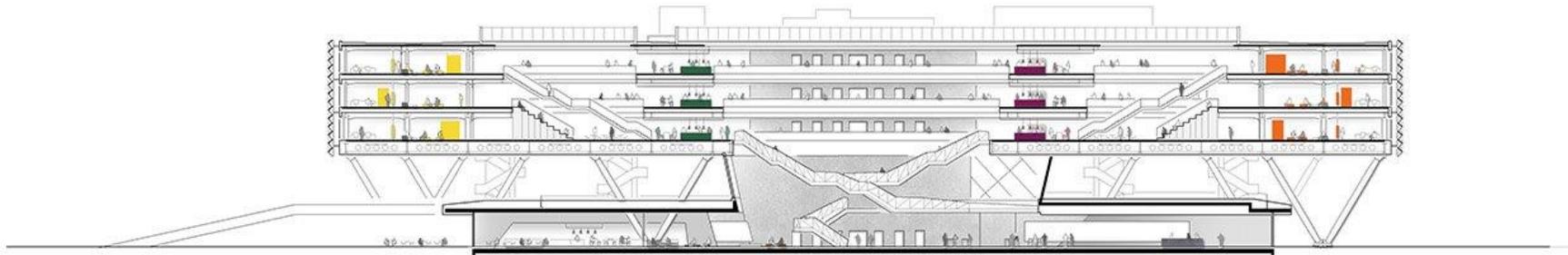
entrecruzadas, cuya altura abarca las tres plantas, es decir, alrededor de 10 metros.

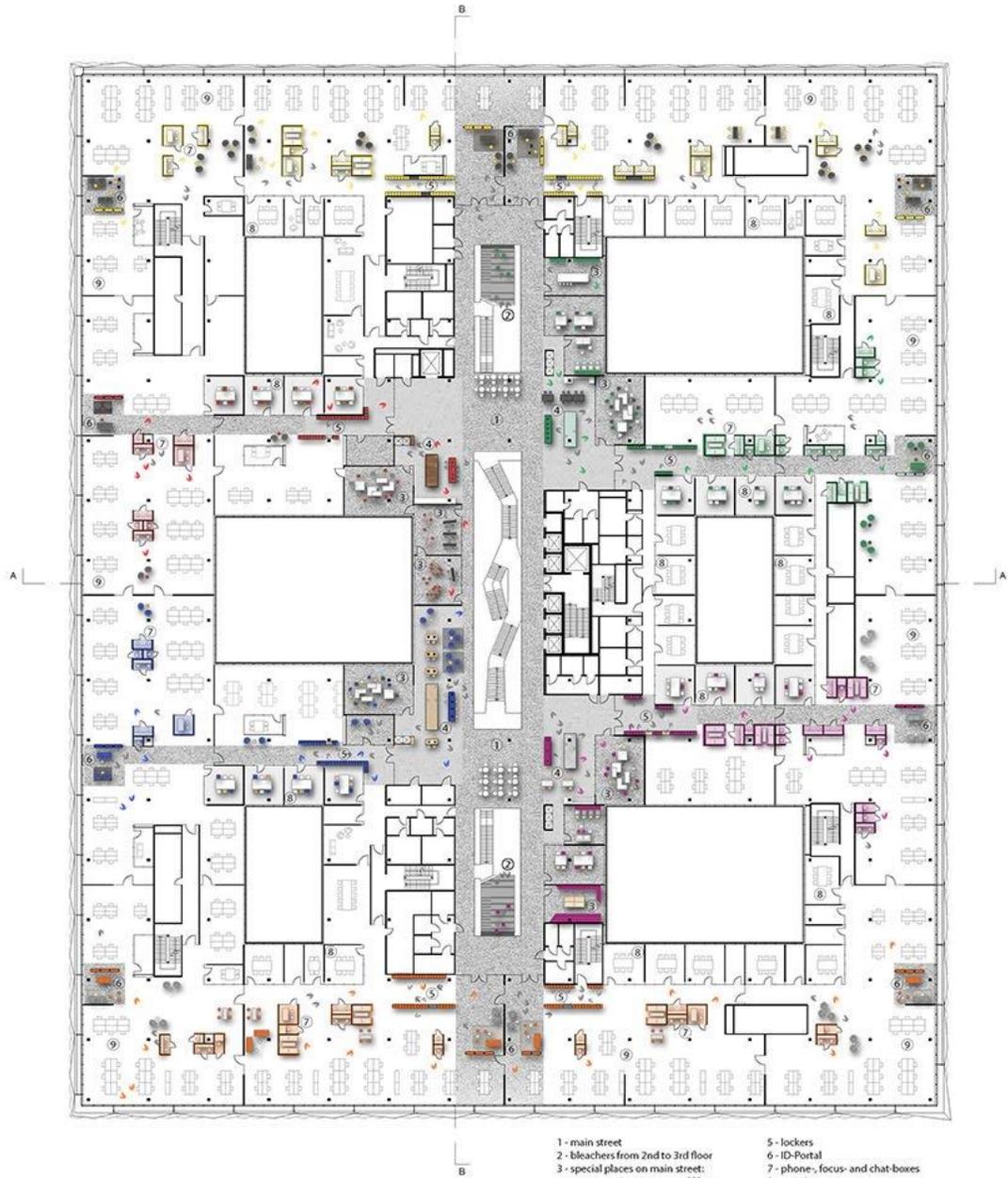
Adidas World of Sports Arena



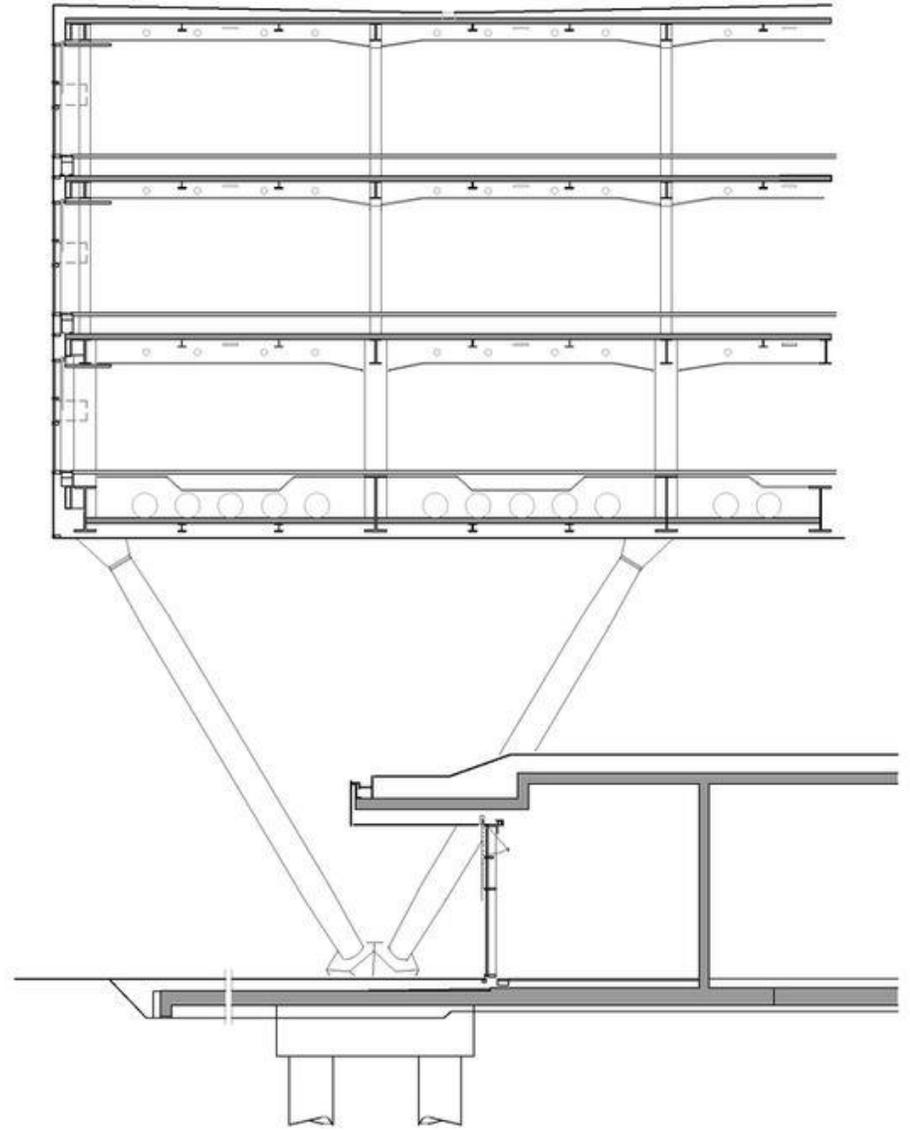


0 5 10 20 m
0 20 40 65 ft



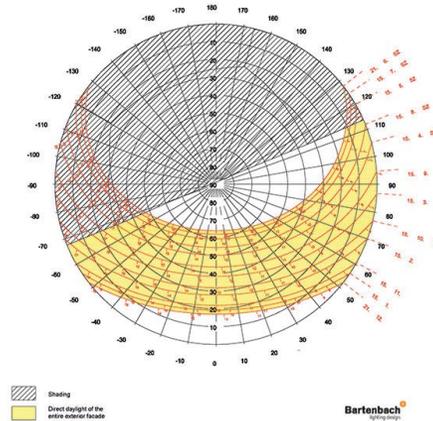


- 1 - main street
- 2 - bleachers from 2nd to 3rd floor
- 3 - special places on main street:
game, project-rooms and library
- 4 - kitchen hub
- 5 - lockers
- 6 - ID-Portal
- 7 - phone-, focus- and chat-boxes
- 8 - meeting rooms
- 9 - open workspace

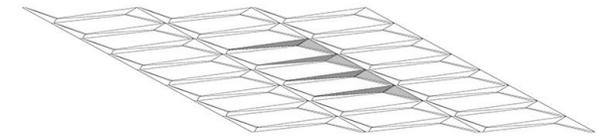




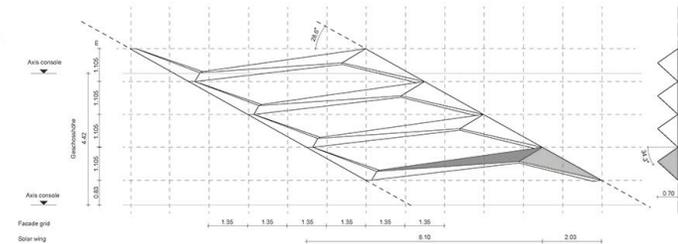
South Facade
Daylight Diagram
Date: 21.08
6:30 - 17:00



Facade element
Elevation



Detail
Elevation and section





Vigas
Vierendeel

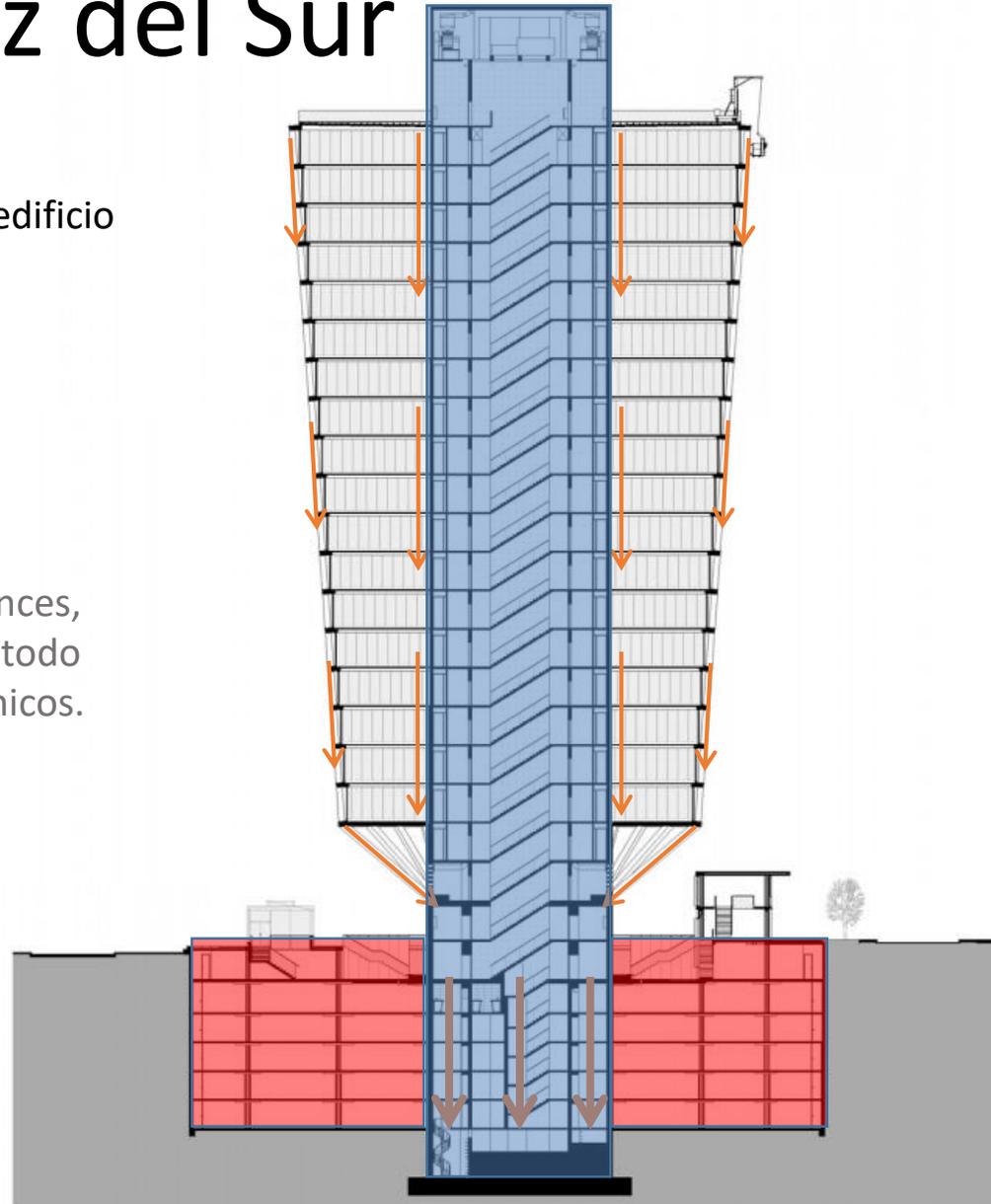


Edificio Cruz del Sur

La estructura como diseño del edificio

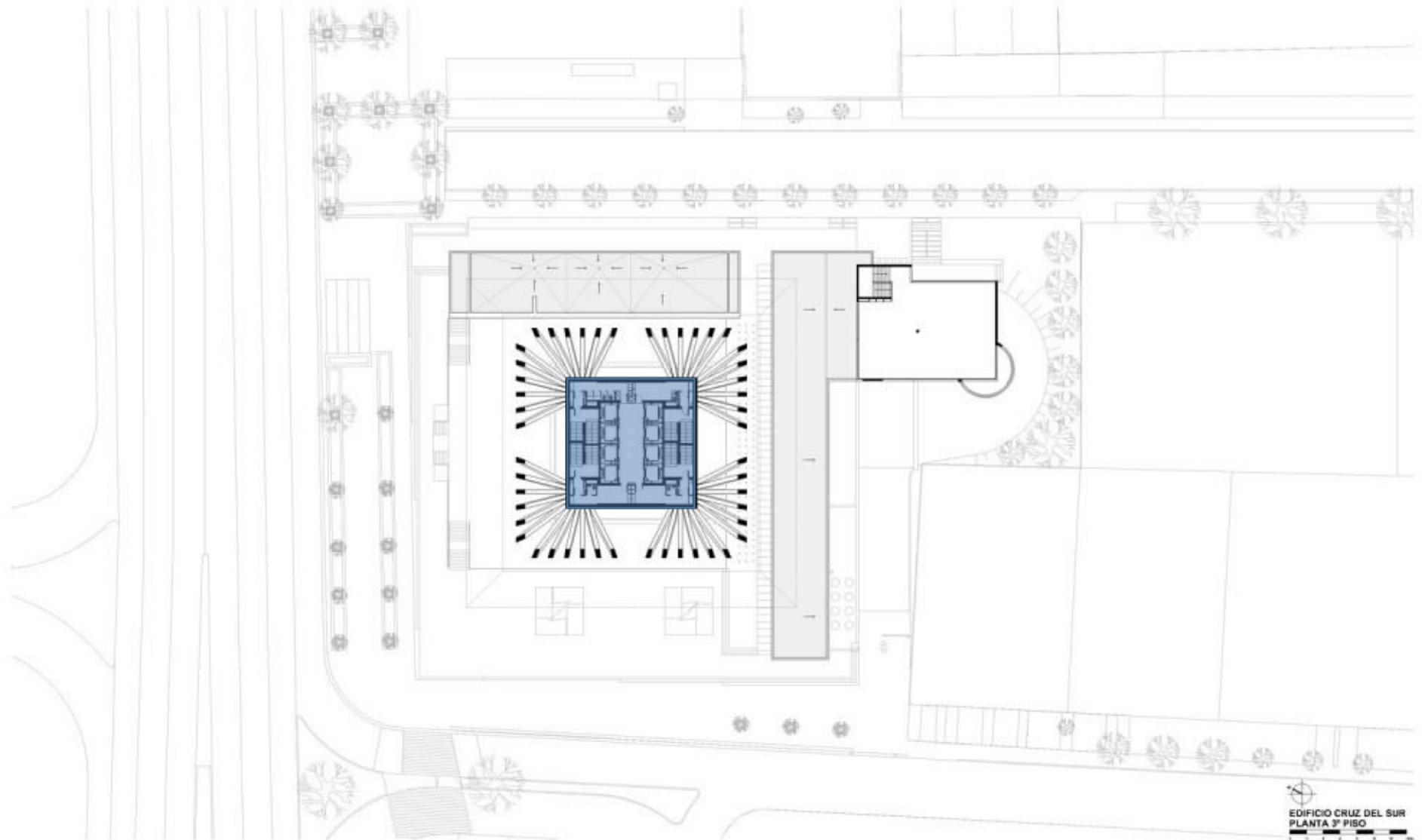
La estructura juega un papel importante

Para materializar una idea Arquitectónica. Una de las posibilidades para crear arquitectura es a partir de la estructura. Considerando entonces, que la estructura es la base de todo elemento con fines arquitectónicos.



EDIFICIO CRUZ DEL SUR
2011





EDIFICIO CRUZ DEL SUR
PLANTA 3º PISO

Arquitectos: Izquierdo Lehmann / Luis Izquierdo W., Antonia Lehmann SB

Ubicación: Santiago, Chile

Ingeniería estructural: Santolaya y Asoc.

Contratista principal: Echeverría Izquierdo

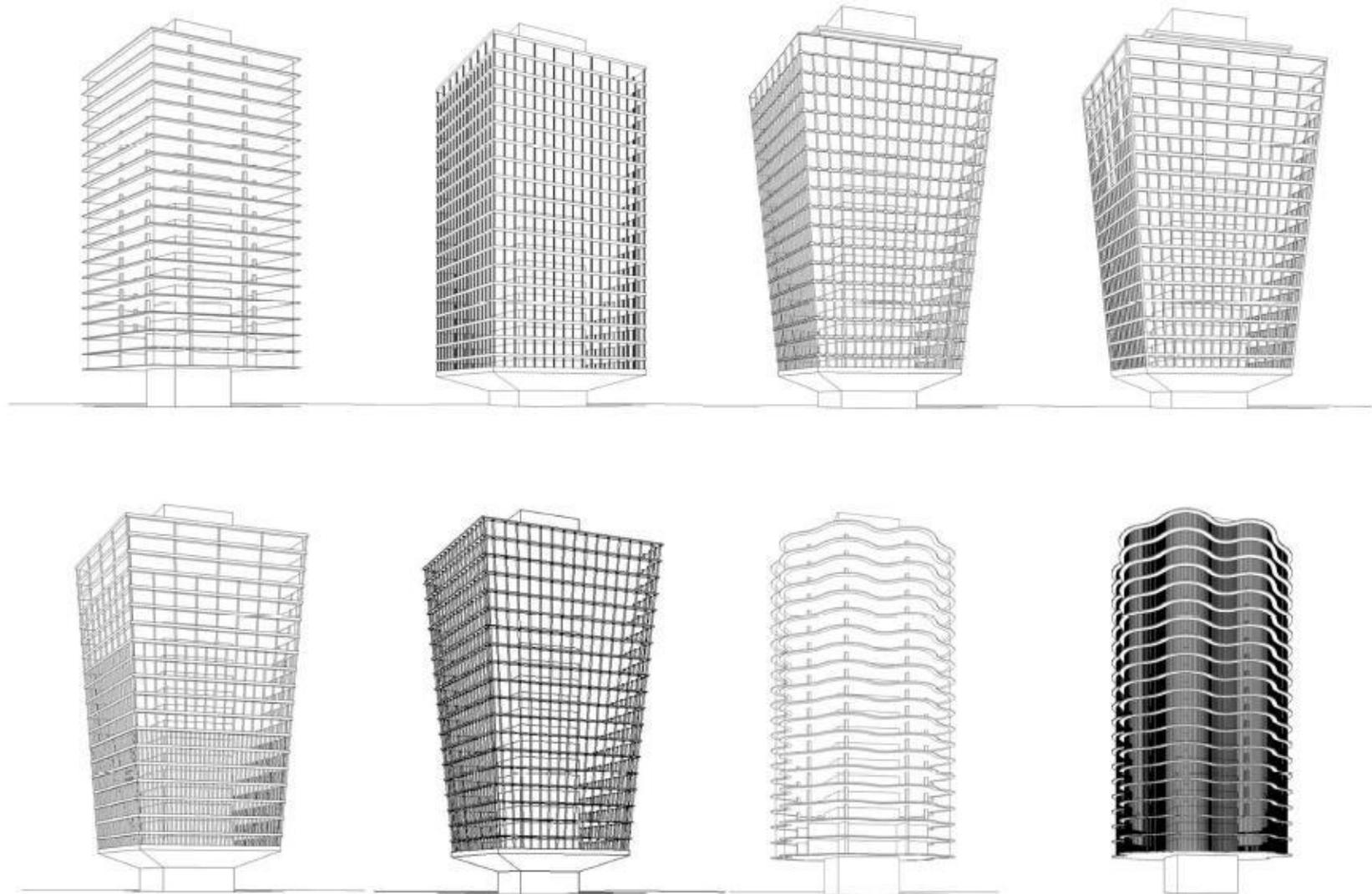
Área del sitio: 3987 metros cuadrados

Área Proyecto: 43,129 m²

Año Proyecto: 2006-2007

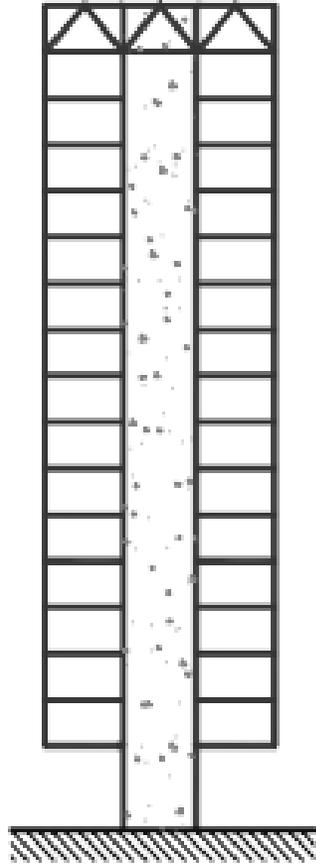
Año de construcción: 2008-2009

Fotografías: Cristóbal Palma y Luis Izquierdo

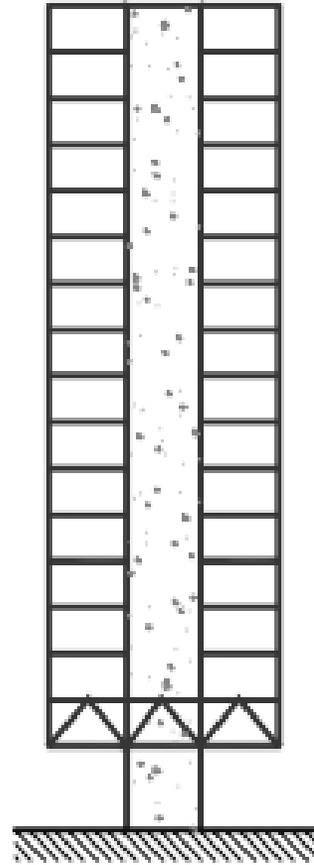


ESTRUCTURAS TIPOLOGIAS

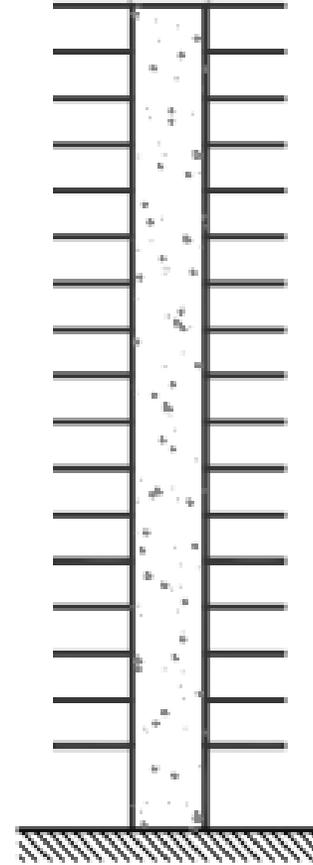
Sistemas con núcleo central



Colgada

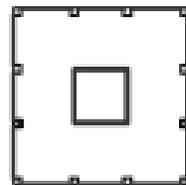
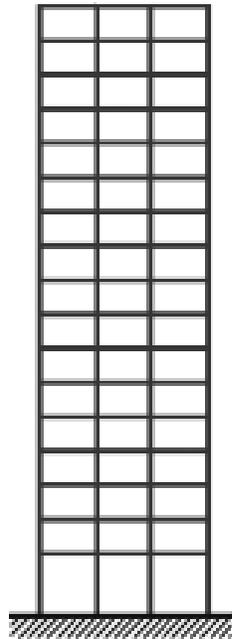


Soportada

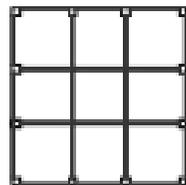
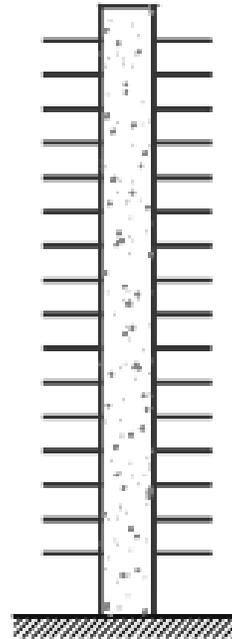


En ménsula

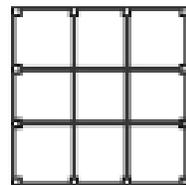
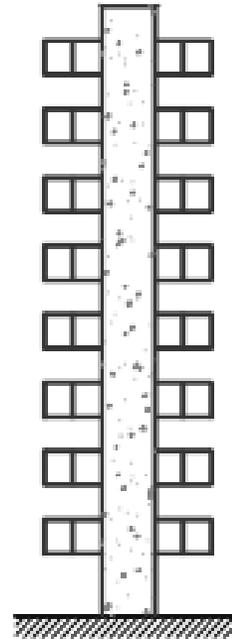
Sistemas y combinaciones



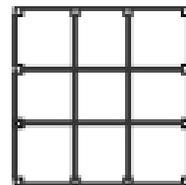
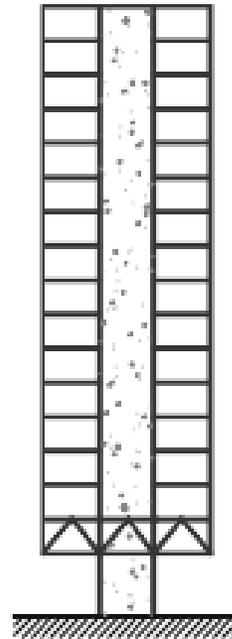
Núcleo y pilares



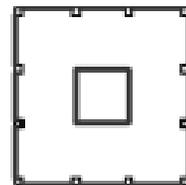
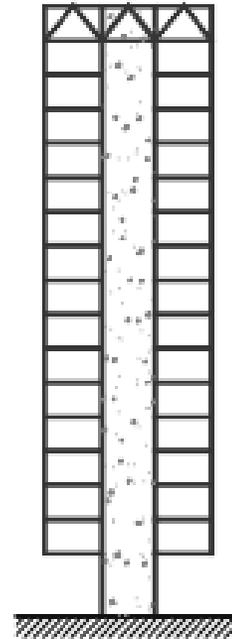
Forjados en voladizo



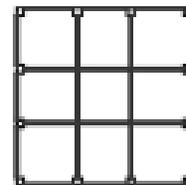
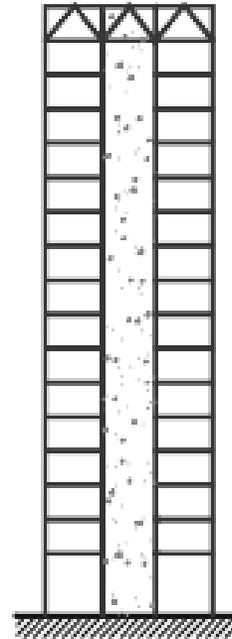
Forjados en voladizo



Emaprillado inferior

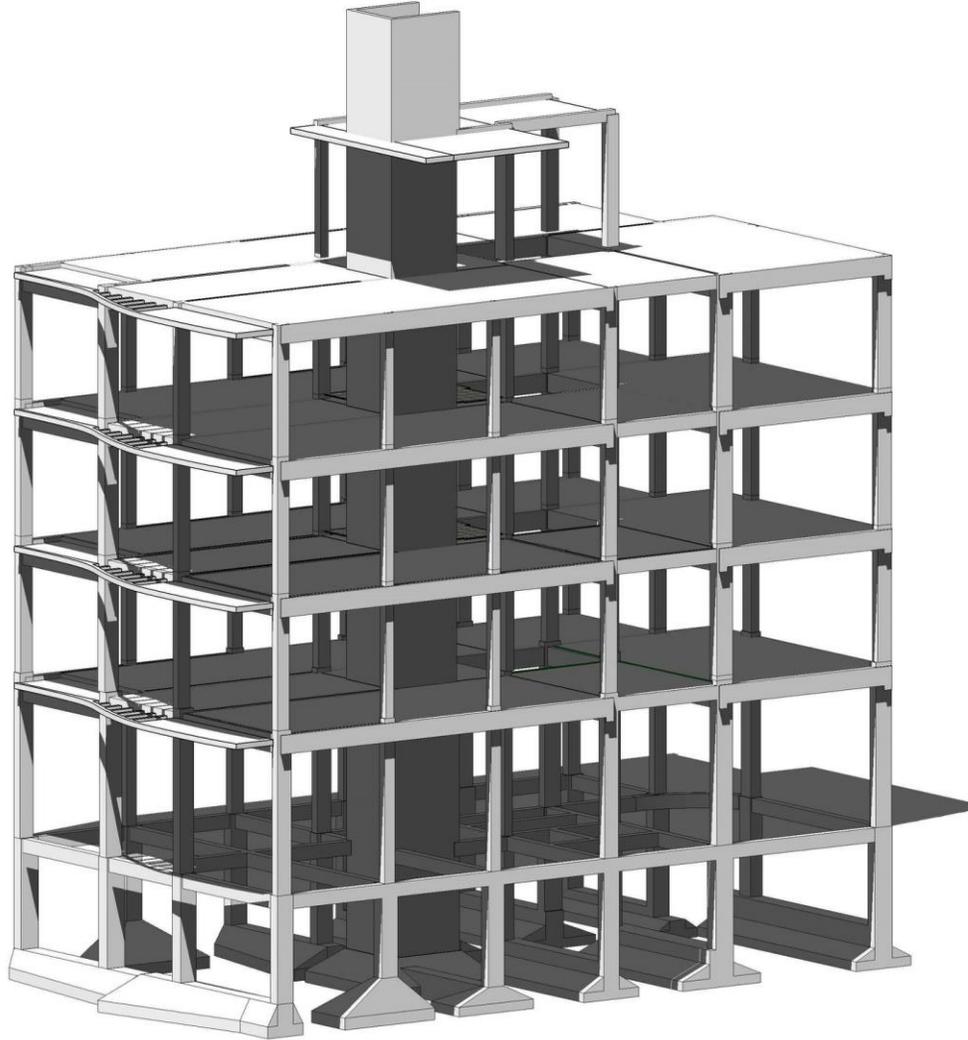


Sistema colgado



Sistema combinado

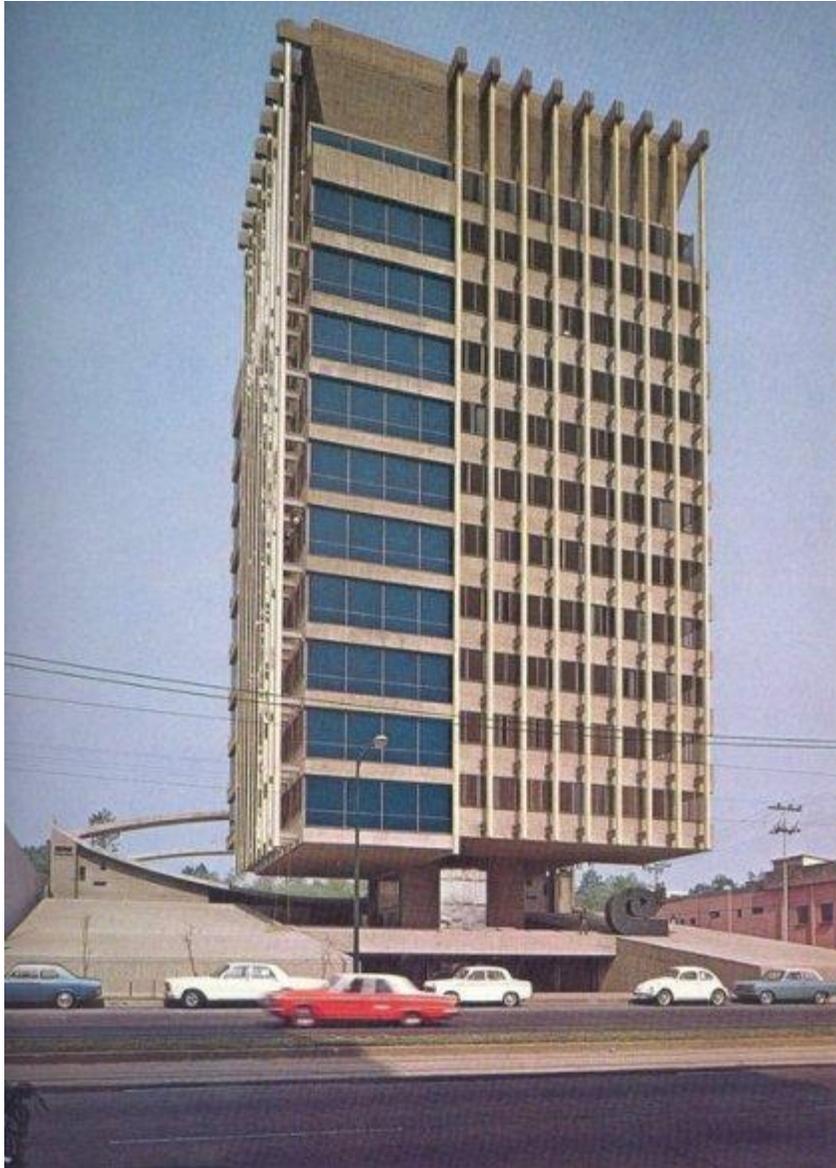
Pórticos con rigidez central



Sistema tradicional



Rigidez central



Proyecto: Ricardo Legorreta Vilchis
Ubicación: Ciudad de México, México
Año de realización: 1968
Área: 5,000 m²



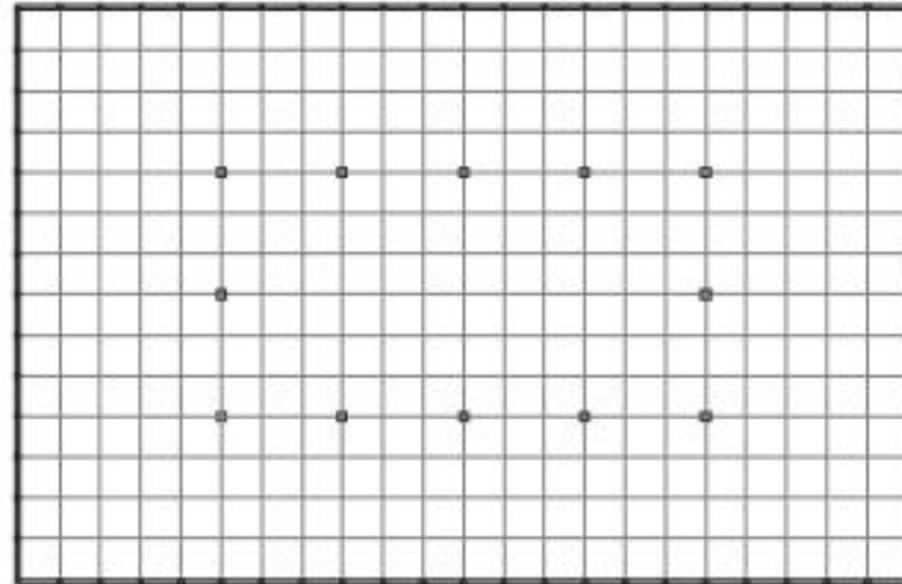
Edificios Home Insurance Building

La estructura de manera visible,
Como elemento fundamental
Y compositivo del lenguaje estético
del edificio

Considerado el primer rascacielos.
Construido en acero estructural ,
hormigón , y mamposterías

El **Home Insurance Building**, diseño del
arquitecto-ingeniero de la primera escuela de
Chicago **William Le Baron Jenney**, 1885

Edificios en altura-Pórticos-Lake Shore Apartaments Chicago



Estructura de tubo exterior de acero.

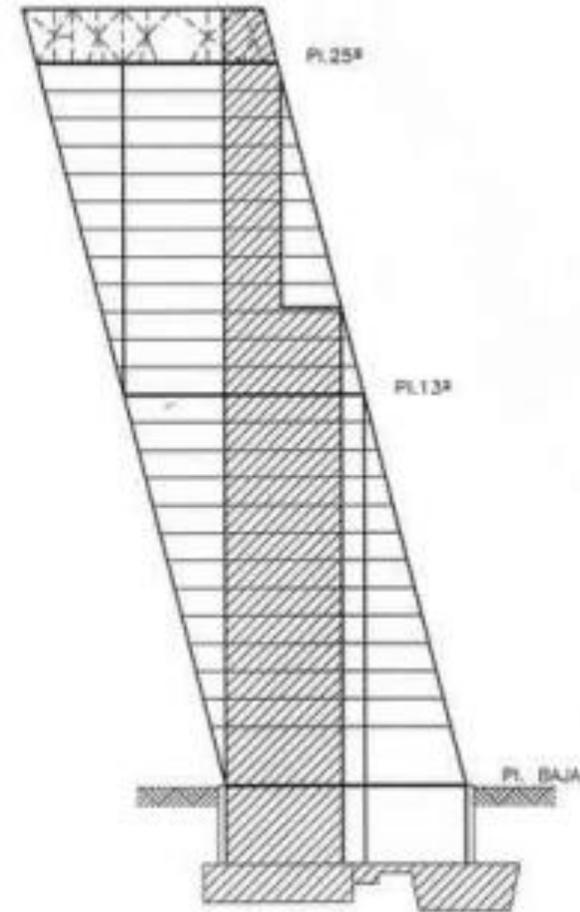
Altura 121 m (43 plantas).

Planta de 38x24 m.

Esbeltez: 5,04.

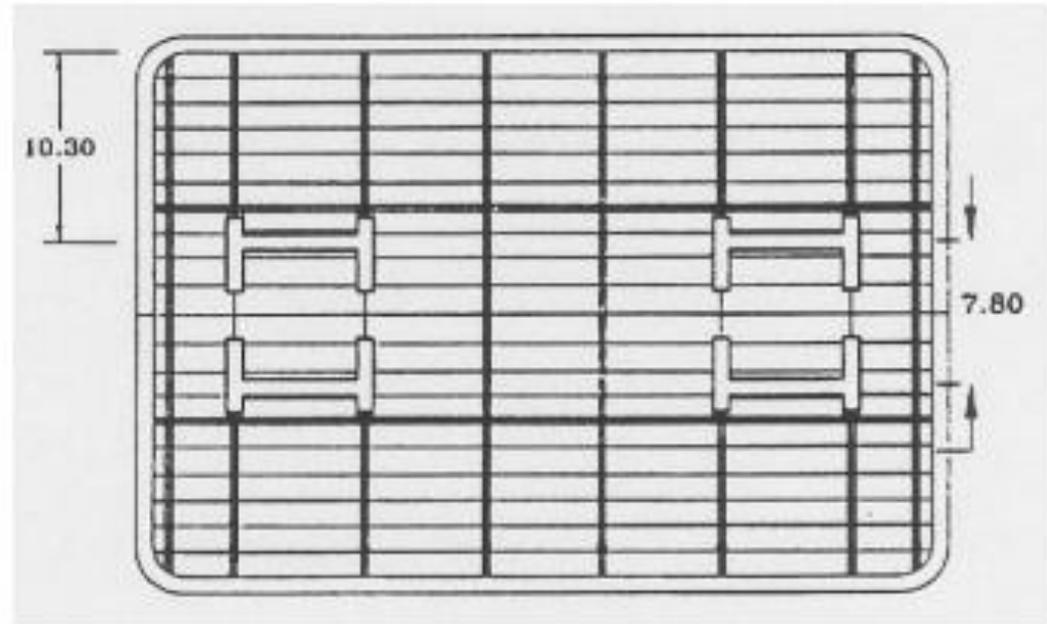
[Ludwig Mies van der Rohe 1949,](#)

TRANSMISIÓN DE CARGAS VERTICALES



ESQUEMA DE ESTRUCTURA SECCION POR NUCLEO

Edificio puente-Sede del BBVA Madrid



Banco Bilbao Vizcaya.

Arq: Saez de Oiza.

1981

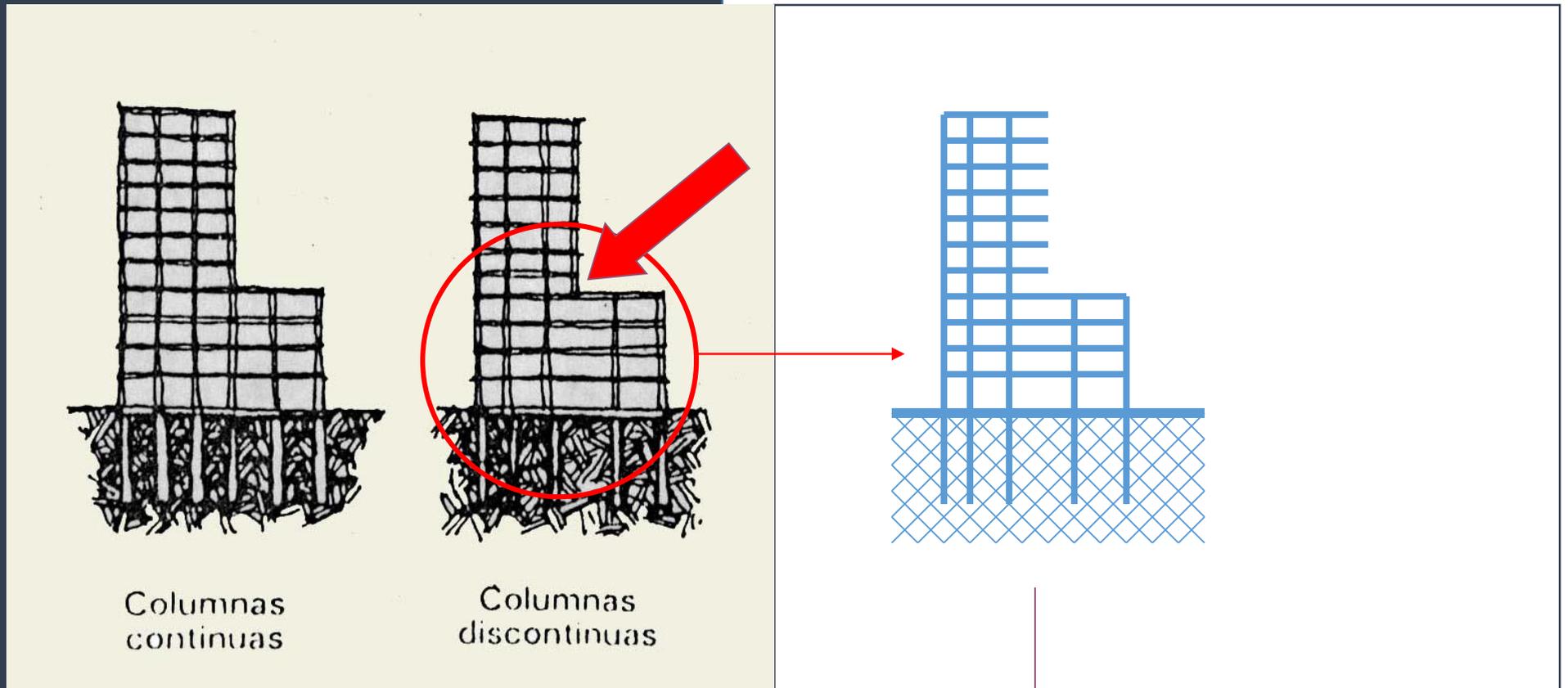
Materiales: Acero y hormigón.

Altura 107 m

Madrid.

Discontinuidades estructurales (supresión de elementos)

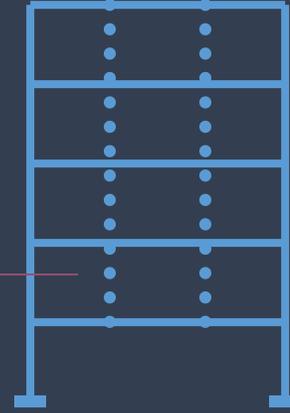
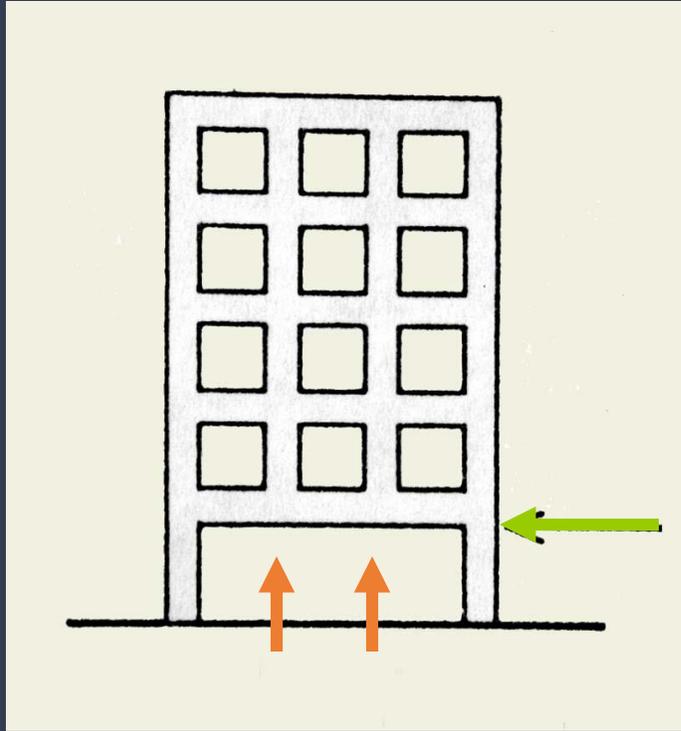
Eliminación de una columna en pisos inferiores



Solución:

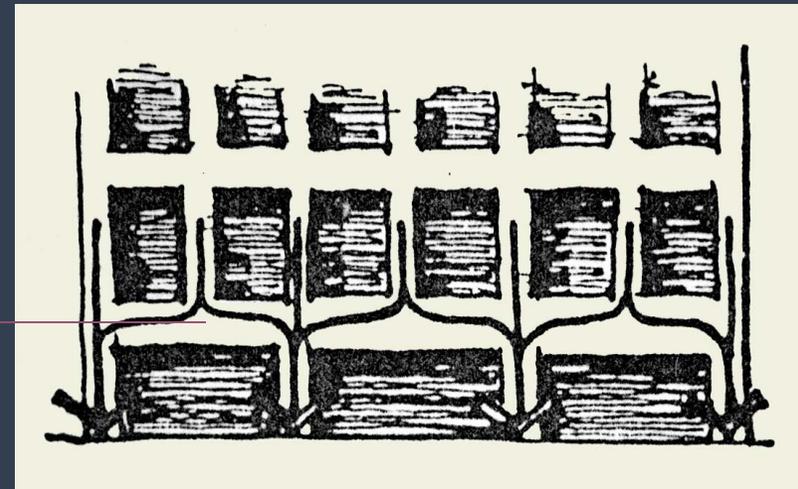
- eliminar la columna en toda la altura

Discontinuidades estructurales (supresión de elementos verticales)

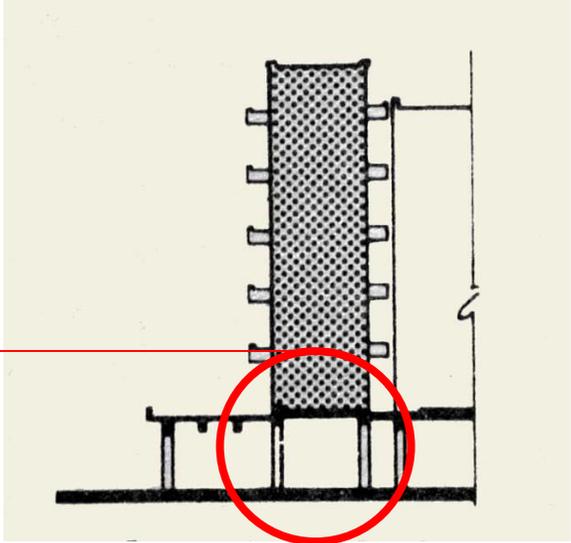
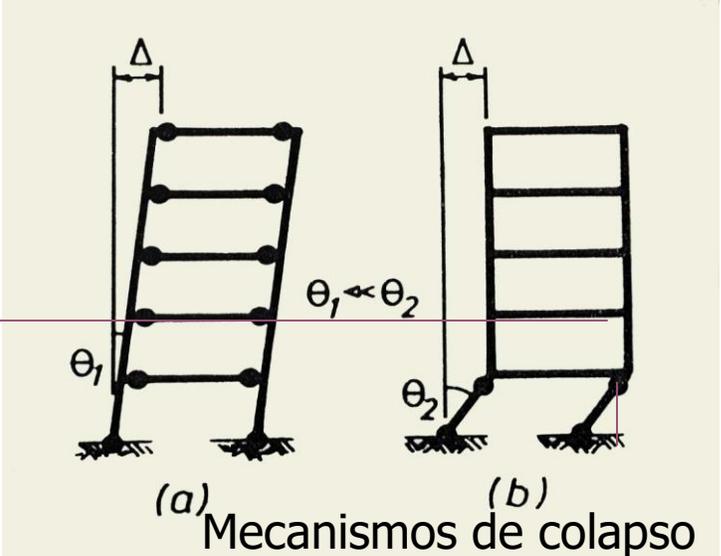


Soluciones:

- Suprimir las columnas centrales
- Pórtico con viga de gran rigidez

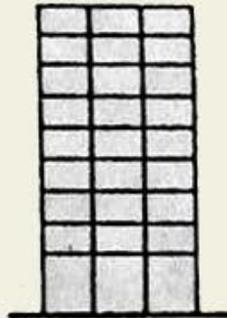


Estructura vertical: mecanismo de colapso en pórticos
Hospital Olive View: Premio Nacional al Diseño



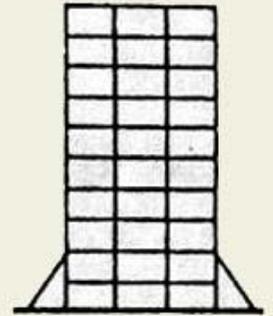
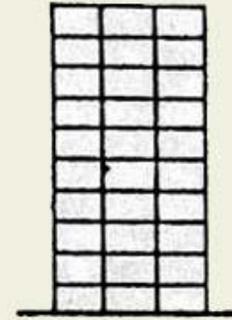
Discontinuidades estructurales (piso débil) **Soluciones posibles**

Tipo de
elevación
básica

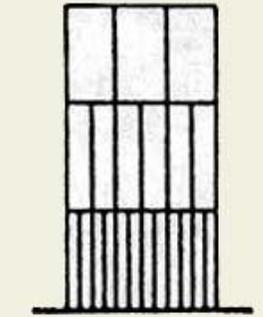
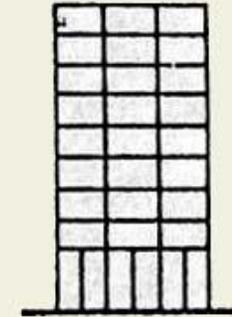


Piso débil

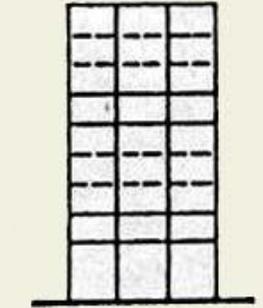
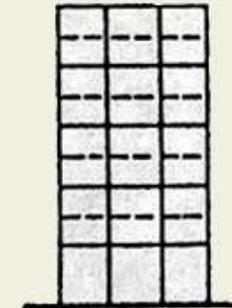
uniformar



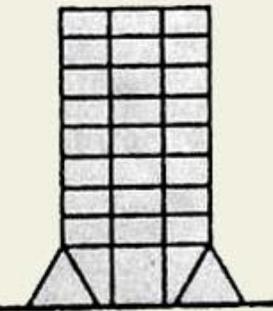
Con columnas
adicionales



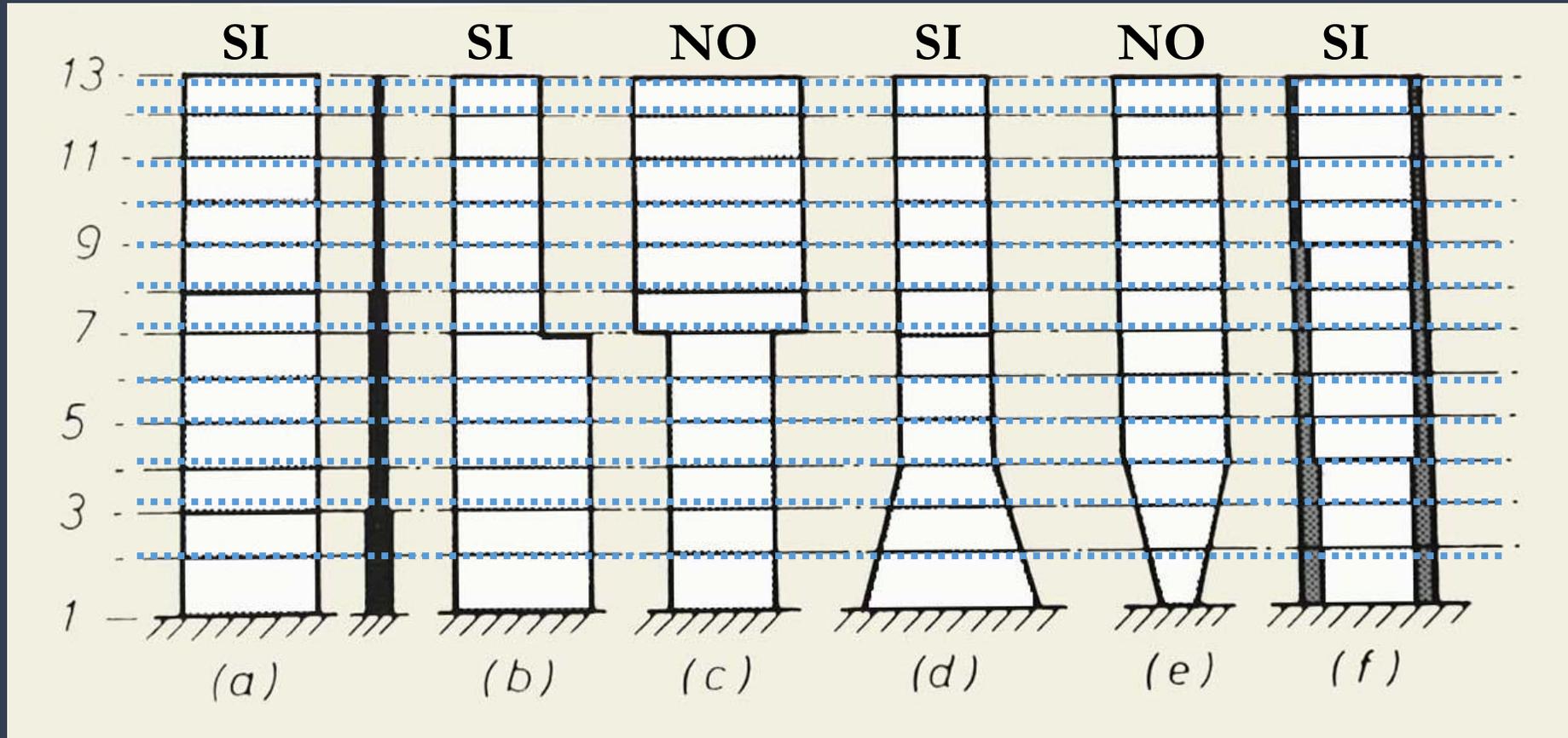
Macro marcos



Contraventeando



Siluetas usuales de DISPOSICIONES sismorresistentes



En sentido descendente la resistencia a flexión y a corte debe mantenerse

Resistencias al corte

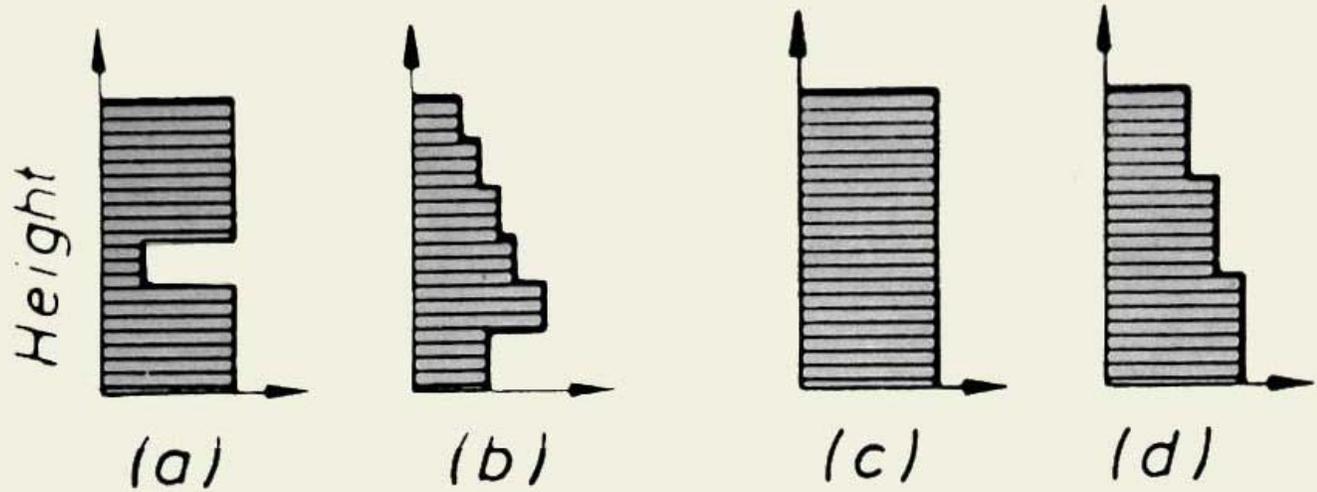
- a) Piso débil intermedio
- b) Piso débil en planta baja

c,d) La resistencia al corte no presenta disminuciones

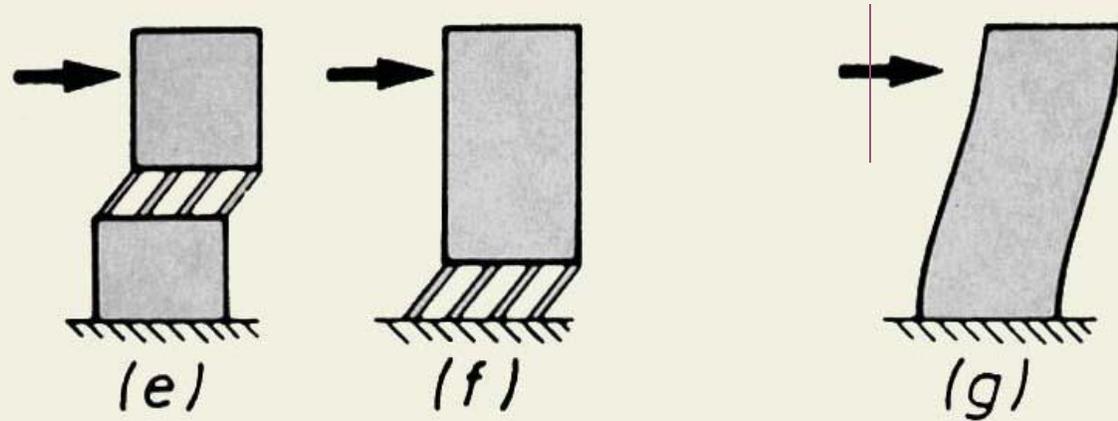
- e) Piso débil intermedio
- f) Piso débil en planta baja

no recomendables

preferidos



Rigideces básicas



deformaciones

