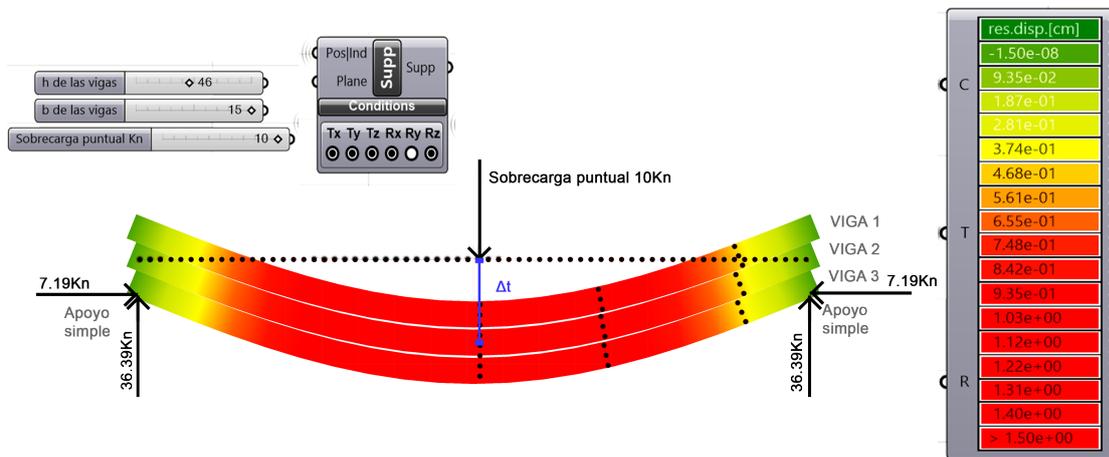


Definición: La viga Vierendeel es una viga con forma de celosía ortogonal inventada y patentada por Jules Arthur Vierendeel que le debe su nombre. Es una estructura de entramado denominadas como de transición, pues permite salvar grandes luces (de 6 a 27 metros dependiendo de la distancia entre verticales). Se emplea en la construcción de puentes (puente Vierendeel) y en el de vigas especiales que deben cruzar grandes vanos en edificios. Suele emplearse en materiales como metal, hormigón o incluso madera (rara ocasión). Se suele colocar como elemento estructural en forma de dintel.



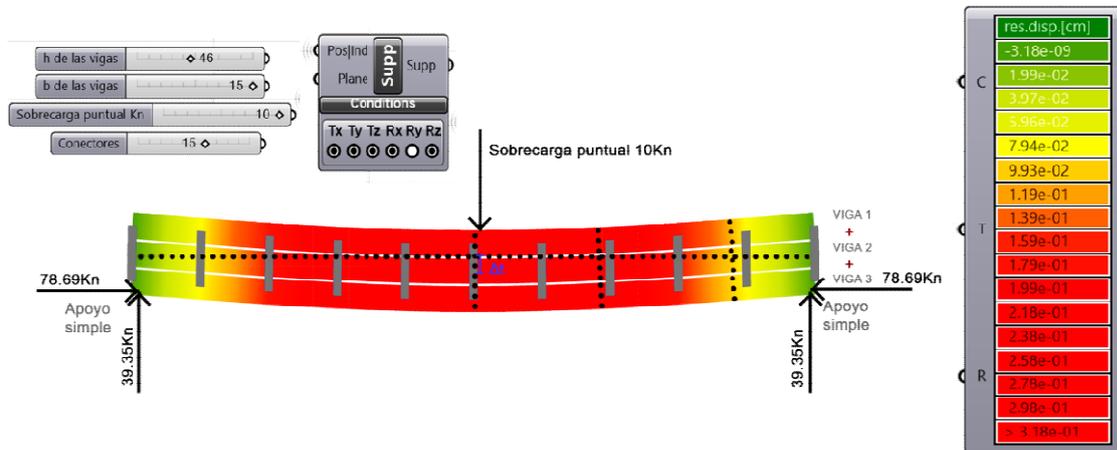
Img 1. Vigas apiladas sin conexión entre sí.

Las líneas verticales de referencia sobre las caras laterales se "quiebran" al producirse la deformación por flexión de los mismos; dicho quiebre se acentúa a medida que nos acercamos a los apoyos, lo cual indica que cada tablón ha absorbido una parte de la carga deslizando sobre los otros y trabajando en forma independiente.

El modulo resistente a la flexión sería:

$$W = \frac{3 \times b \times (h/n)^2}{6}$$

Si ahora colocamos conectores entre las tablas aptas para resistir los esfuerzos horizontales "H" que provocan esos deslizamientos relativos, la viga así formada trabajara en conjunto y la tensión máxima será menor que el caso anterior, lo cual la hará mucho más económica.

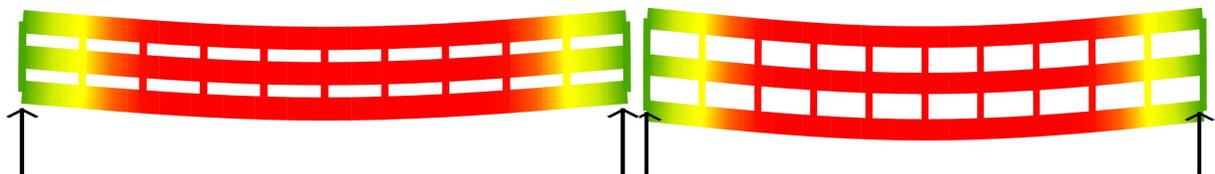


Img 2. Vigas apiladas con conexión entre sí.

$$W = \frac{b \times (3h/n)^2}{6}$$

Las fuerzas horizontales de deslizamiento que deben ser resistidas por los conectores son nulas en el centro del tramo de la viga y máximas en los apoyos (en estricta relación con el diagrama de corte).

Si comenzamos a separar las vigas entre sí (con lo que aumenta el brazo de palanca), vamos a ver que nos queda conformada una viga Vierendeel, en la cual las vigas que teníamos pasa a ser los cordones (superior e inferior) de la viga, y los conectores son ahora montantes. Esta separación nos da mayor libertad para el diseño arquitectónico, ya que una viga tradicional para resistir por ejemplo 30 metros requiere aproximadamente 3m de altura, esto requeriría cerrar totalmente un nivel del edificio con la viga, o forzar dos niveles a tener aventanamientos pequeños, en cambio al trabajar con una Vierendeel esta nos permite mantener los aventanamientos e inclusive utilizarlos para diseñar nuestra fachada como veremos más adelante.



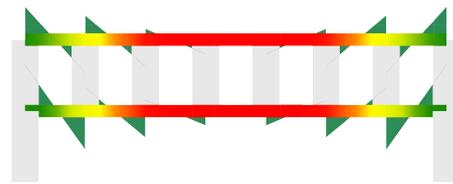
Img 3. Vigas separadas conectadas por las montantes.

Al igual que en una estructura aporticada la relación de rigideces entre las montantes y los cordones de la viga Vierendeel es muy importante; veremos en las siguientes imágenes qué importancia tiene cada elemento para la rigidez del sistema:

 FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO UNLP	<h1>Cátedra Estructuras FLL</h1>				
	FICHA DE ESTUDIO Nº3: VIGA VIERENDEEL				
CURSO 2016	Elaboración: Arq. Llordella Patricio / J.E.F.	Revisión: Borrador	2016	V 1	Nivel III

En este caso los cordones no tienen la sección necesaria para resistir los esfuerzos, como se ve en la imagen éstos están empotrados en las montantes pero su baja resistencia genera una gran deformación de la viga.

Los cordones en una Vierendeel son los encargados de tomar los esfuerzos axiales generados por el momento global de la viga, pero para su pre-dimensionado tomaremos el momento máximo generado en ese punto de la viga, siendo estos como se ven en la imagen, mínimos cercanos al centro, y máximos cuando nos acercamos a los apoyos.



Img. 6 diagrama de momento para las montantes.

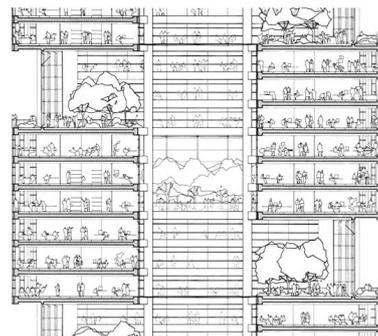
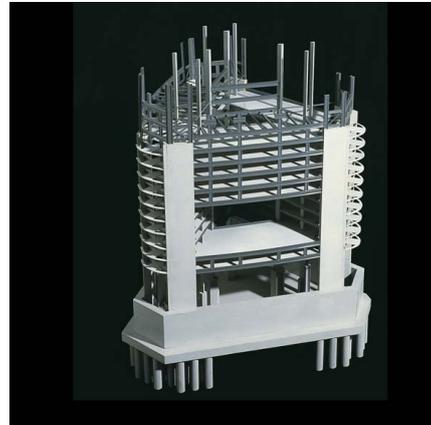
La viga Vierendeel puede ser simple, como las analizadas anteriormente, o múltiple situándolas una sobre las otras, esto nos permite aumentar de manera significativa el brazo de palanca de la viga y disminuir sus secciones, es utilizada cuando se debe cubrir una gran luz pero a la vez se busca una fachada permeable sin grandes estructuras que interrumpan la modulación o las visuales.

En la biblioteca de Yale podemos encontrar una Vierendeel de 5 marcos que poseen 15 metros de altura en total, esta Vierendeel permite liberar la planta baja, apoyando todo el edificio solo en 4 pilares, cubriendo luces de 40 en su mayor longitud. La idea de trabajar con una modulación marcada tanto en fachada como en su interior surge de su lugar de emplazamiento, ya que los edificios del complejo están concebidos con la misma lógica.



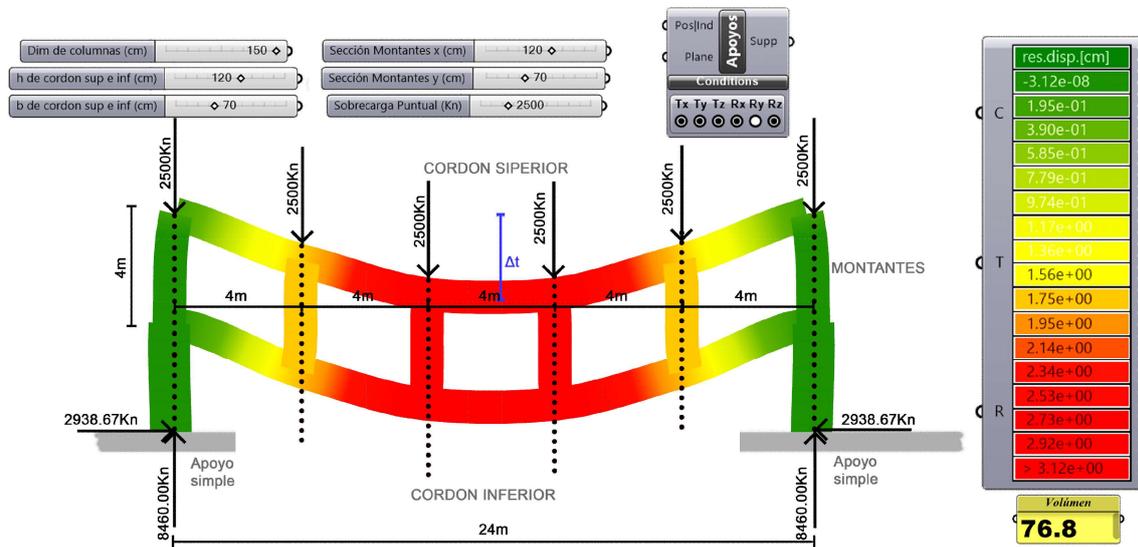
fau FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO UNLP	<h1>Cátedra Estructuras FLL</h1>				
	FICHA DE ESTUDIO N°3: VIGA VIERENDEEL				
CURSO 2016	Elaboración: Arq. LLordella Patricio / J.E.F.	Revisión: Borrador	2016	V 1	Nivel III

El Commerzbank Headquarters de Foster tiene una serie de terrazas en altura, para ellos se utilizaron vigas Vierendeel de marcos múltiples que poseen una luz de 30 metros de longitud y 8 niveles de altura.



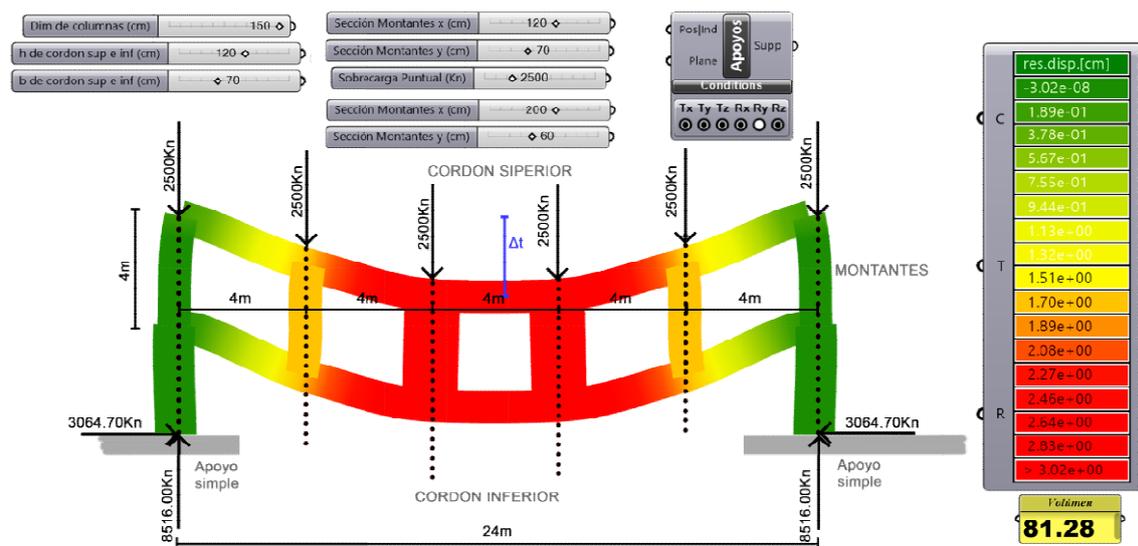
Si analizamos la posición de los parantes de la obra anterior podemos ver que no están situados equidistantes entre sí. En este caso la dimensión entre parantes se achica a medida que nos acercamos a los apoyos, esto favorece el funcionamiento estructural ya que si analizamos dónde se ubican los mayores esfuerzos (momentos *Img. 6* y cortes *Img 5*) veremos que a medida que nos acercamos al apoyo estos crecen, por lo cual será donde mayor cantidad de material necesitaremos.

Verificaremos esto con nuestro modelo paramétrico, en el primer caso analizaremos una viga Vierendeel de un solo nivel con 6 cargas puntuales en donde no se modificara la posición de las montantes, pero si su sección, en el segundo ejemplo analizaremos directamente el edificio anterior en donde modificaremos la posición de las montantes a lo largo de la viga y como estas influyen en las deformaciones:



Img 8. Viga Vierendeel con montantes equidistantes.

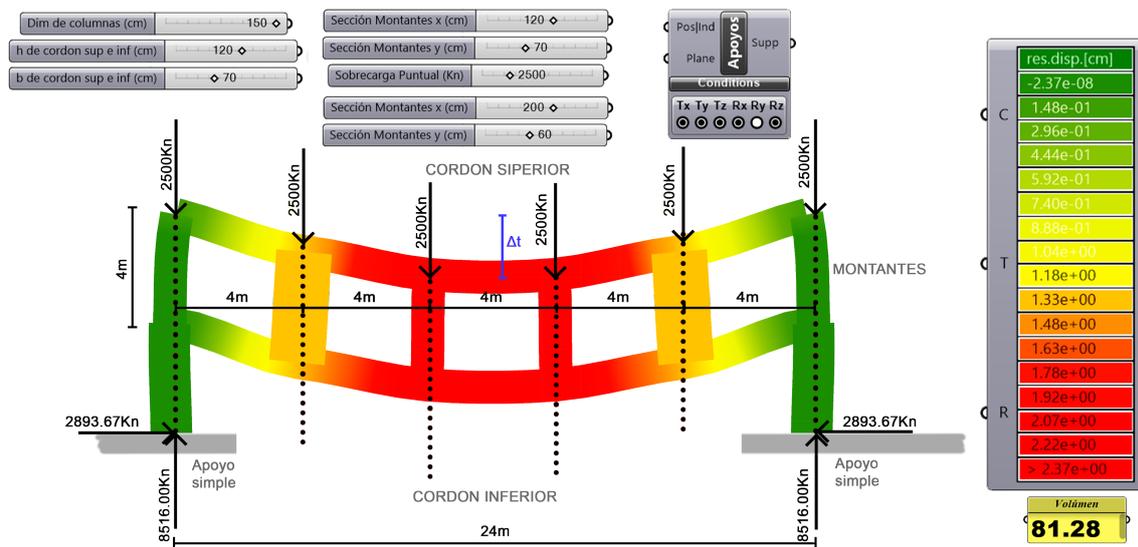
En la imagen 8 vemos una viga Vierendeel de un solo nivel con 6 cargas puntuales colocadas sobre las montantes, en este caso la sección de los elementos que componen la Vierendeel es homogénea (120 cm x 70 cm), como vemos la deformación es de 3.12 cm. En la imagen 9 tenemos una viga con las montantes centrales de mayor tamaño que el resto, estas ahora son de 200cm x 60cm por lo cual lógicamente hemos aumentado el volumen de hormigón de la estructura (de 76.8m³ a 81.28m³, un 5% mas aproximadamente) y obtuvimos una deformación de solo un 3% menos.



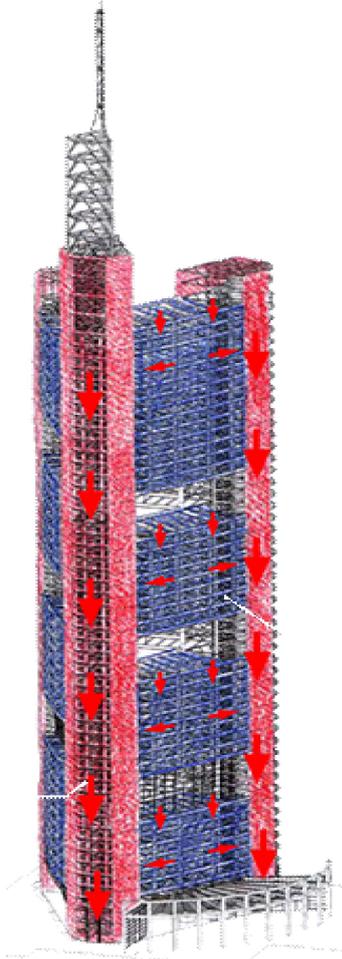
Img 9. Viga Vierendeel con montantes centrales de mayor sección.

En la siguiente imagen tenemos una viga Vierendeel con las mismas condiciones que las anteriores, pero en este caso se optó por aumentar la sección de los montantes cercanos a los apoyos, y se dejó la misma sección para el resto de la estructura.

Si comparamos los resultados obtenidos tenemos que el volumen de hormigón aumentó como sucedió en la imagen 9 ya que se colocó la misma sección pero en otra posición, en cambio ahora tenemos 2.37cm de flecha máxima lo cual nos indica que reducimos un 24% aproximadamente las deformaciones, por lo cual podemos decir que esta estructura funciona más eficientemente que la diseñada en la Img 9, esto se debe a que se coloca mayor cantidad de material en donde son mayores los esfuerzos.



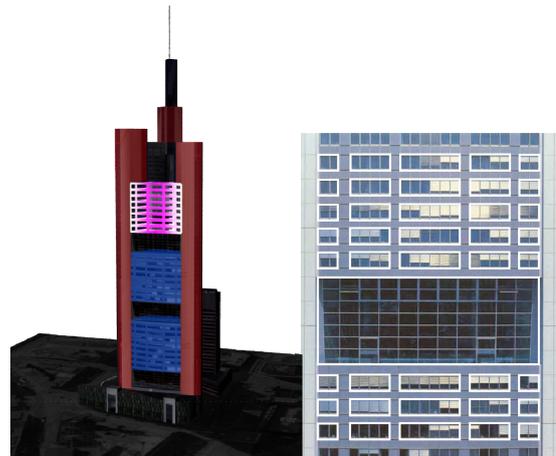
Img 10. Viga Vierendeel con montantes laterales de mayor sección.

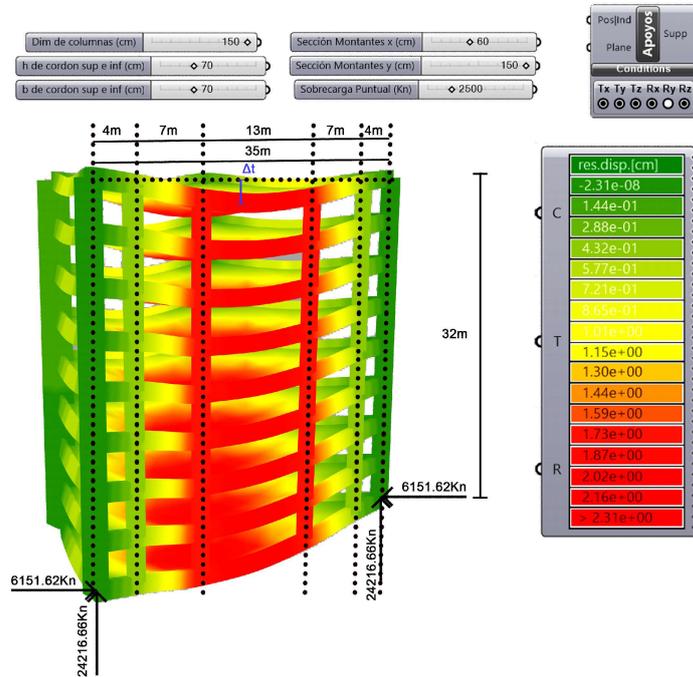


*Img. 11 Análisis del edificio
Commerzbank.*

Ahora pasaremos a analizar el edificio Commerzbank de Norman Foster, el cual como vimos anteriormente se compone de 3 elementos verticales principales que funcionan como grandes columnas (color rojo en la imagen) en las que descargan todos los niveles del edificio. El proyecto busca liberar espacios en plantas intermedias para generar terrazas verdes para esparcimiento y que a la vez ayuden a la circulación de aire en el edificio mejorando las condiciones de sustentabilidad deseada, para esto se requirió una estructura de transición que permita liberar de columnas esos niveles, soportando la carga de los pisos superiores. El arquitecto decidió utilizar un sistema de vigas Vierendeel de marcos múltiples, lo cual le permitiría conformar una fachada homogénea en los sectores de uso ya que estas vigas al estar conectadas utilizarían como brazo de palanca la altura de todos los niveles reduciendo significativamente la sección de los elementos.

Para este análisis tomaremos la estructura ubicada en la planta superior, compuesta por 8 niveles de oficinas que componen 32 metros de altura, con una luz a cubrir de 35 metros. Como habíamos comentado los montantes de la Vierendeel no son equidistantes entre sí, verificaremos con nuestro modelo paramétrico si realmente le aporta mayor resistencia a las cargas verticales esta disposición o si solo se trata de una solución estética.





Img. 12 Parametrización de la estructura del Commerzbank.

Analizando la estructura original como habíamos comentado anteriormente vemos que la los montantes de la Vierendeel no se encuentran equidistantes, en el modelo paramétrico se colocaron con una separación de 4m, 7m y 13m. Estos parantes se ubican más cercanos entre sí justamente en el sector más solicitado de la viga, donde mayores son los esfuerzos (corte y momento) por esto es que esta disposición estructuralmente es más eficiente que las que veremos a continuación.

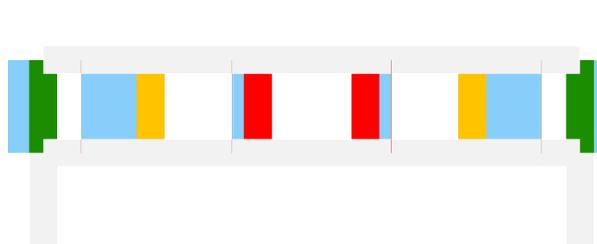


Diagrama de corte parantes.

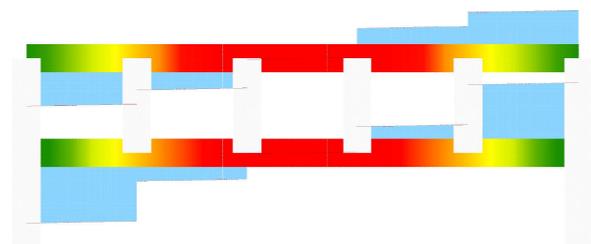


Diagrama de corte cordones.

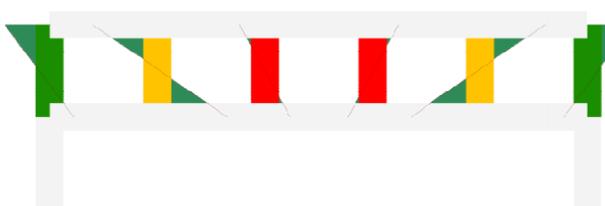


Diagrama de momentos parantes.

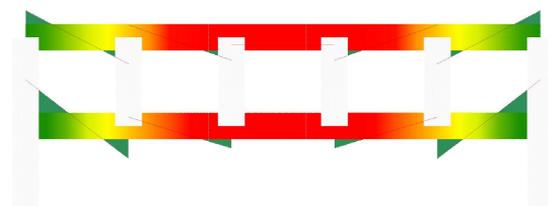
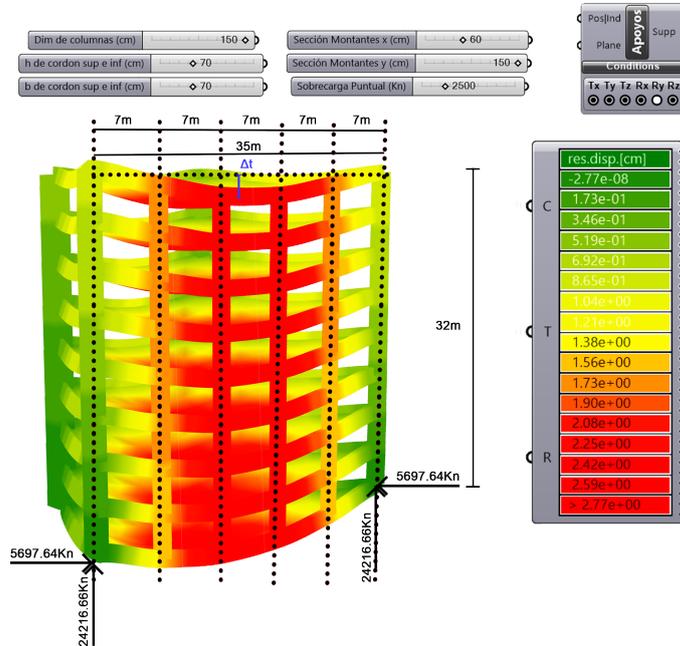
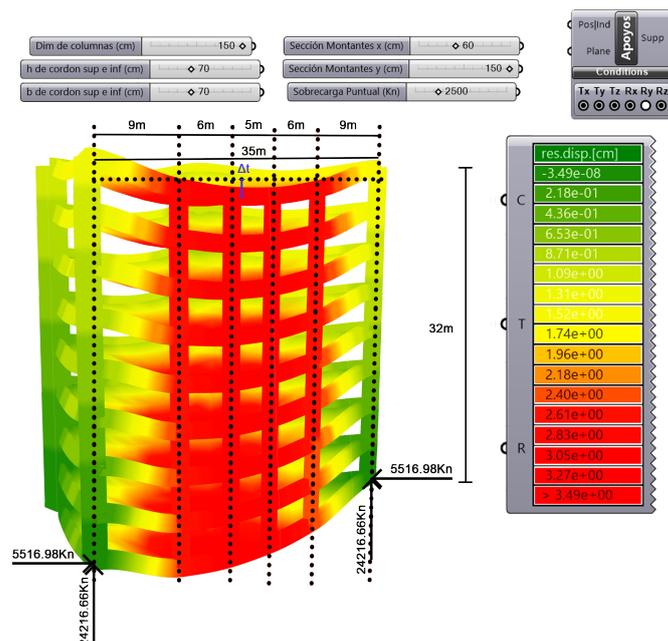


Diagrama de momentos cordones.



Img. 13 Deformaciones en la estructura del Commerzbank con montantes equidistantes.

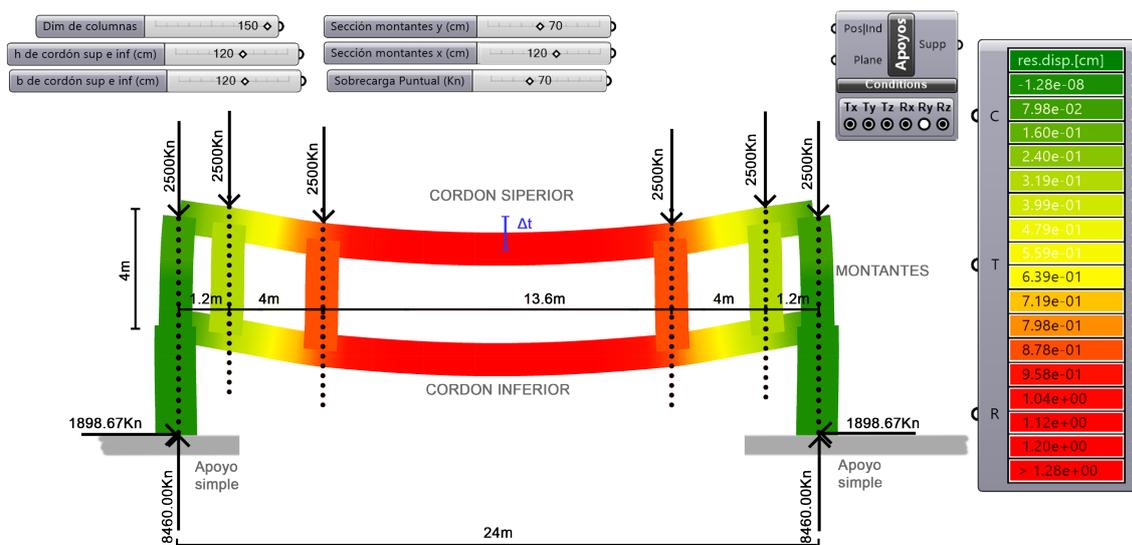
Si ahora analizamos la misma estructura pero colocando las montantes equidistantes entre sí, vemos que las deformaciones aumentan, y aun mas cuando acercamos las montantes hacia el centro de la luz (como veremos en la siguiente imagen), esto se debe a que al estar colocando material en una zona que no es necesario no solo estamos haciendo menos resistente a la viga sino que también le estamos colocando mayor peso cercano en el sector central.



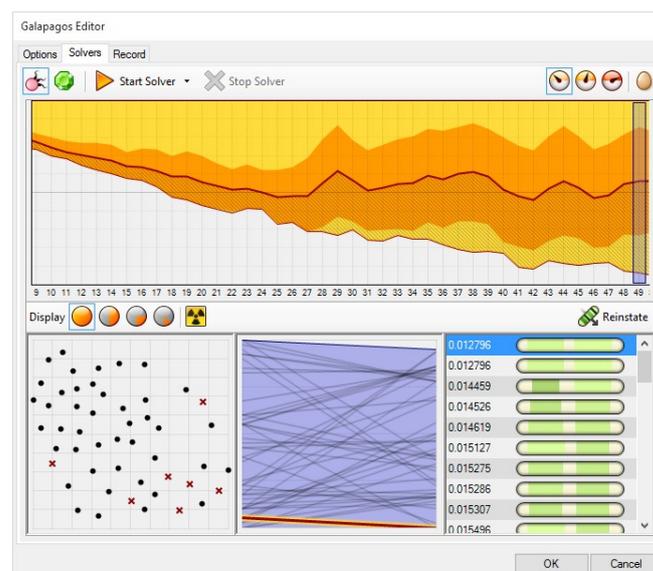
Img 13. Deformaciones en la estructura del Commerzbank con montantes más cercanos al centro del tramo.

Para terminar veremos la viga de la Img. 8 con la posición de las montantes optimizada por el Galapagos (optimizador de algoritmos evolutivos).

En este caso según los resultados obtenidos la posición de las montantes debe ser cercana hacia los apoyos distanciándose de menor a mayor hacia el centro del tramo de la viga.



Img 14. Viga Vierendeel con montantes optimizados.



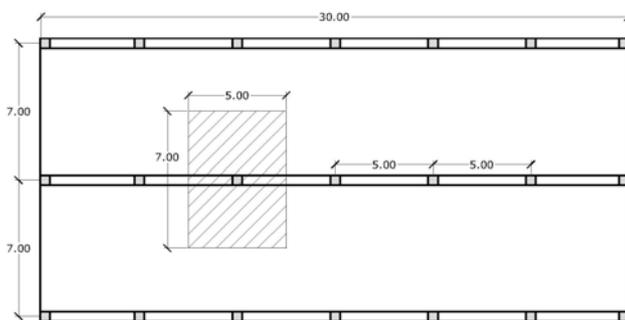
Img 15. Optimización estructural mediante Galápagos.

A continuación se adjuntan fichas utilizadas por la cátedra anteriormente.

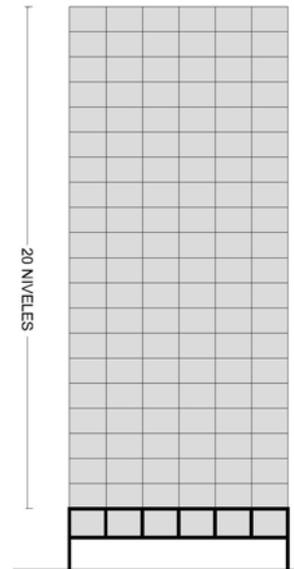


CALCULO SIMPLIFICADO DE ESFUERZOS

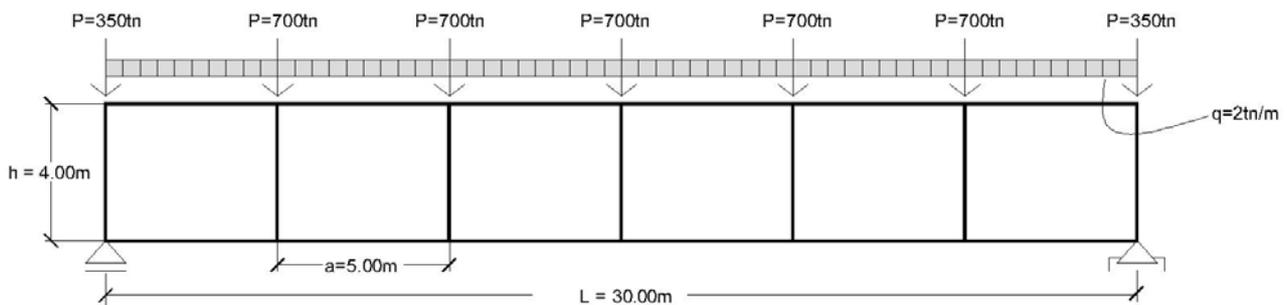
Para un edificio de 21 plantas, proponemos una Viga Vierendeel como estructura de transición en el primer nivel para obtener una planta de acceso libre de columnas, resultando el siguiente estado de cargas:



PLANTA



CORTE LONGITUDINAL



En este caso, la carga distribuida puede considerarse como aplicada en los nudos:

En los extremos:

$$P_{total} = P_p + P_q$$

$$P_q = q \cdot a_1 = 2 \frac{tn}{m} \cdot 2,5m = 5tn$$

$$\Rightarrow P_{total} = 350tn + 5tn = 355tn$$



Ejemplos Resueltos: VIGA VIERENDEEL

En el centro:

$$P_{total} = P_p + P_q$$

$$P_q = q \cdot a_1 = 2 \frac{tn}{m} \cdot 5m = 10tn$$

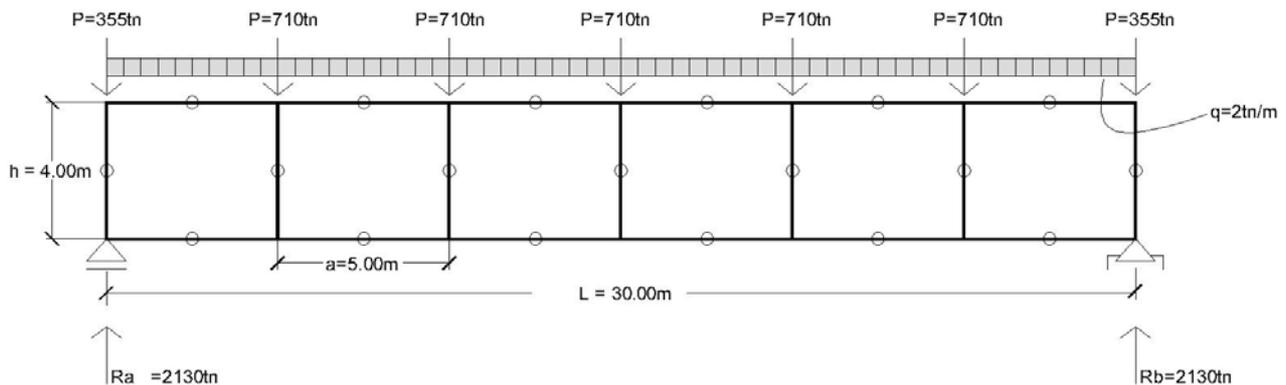
$$\Rightarrow P_{total} = 700tn + 10tn = 710tn$$

Calculo de reacciones:

$$R_a = R_b = \frac{P_{total}}{2}$$

$$P_{total} = 2 \cdot P_1 + 5 \cdot P_2 = 2 \cdot 355tn + 5 \cdot 710tn = 4260tn$$

$$\Rightarrow R_a = R_b = \frac{4260tn}{2} = 2130tn$$



DIAGRAMAS GLOBALES

$$M_1 = M_6 = R_a \cdot 2,5m - P_1 \cdot 2,5m = 2130tn \cdot 2,5m - 355tn \cdot 2,5m = 4.437,5tn \cdot m$$

$$M_2 = M_5 = R_a \cdot (2,5m + 5m) - P_1 \cdot (2,5m + 5m) - P_2 \cdot 2,5m = (2130tn - 355tn) \cdot 7,5m - 710tn \cdot 2,5m = 11.537,5tn \cdot m$$

$$M_3 = M_4 = (R_a - P_1) \cdot (12,5m) - P_2 \cdot (2,5m + 5m) - P_3 \cdot 2,5m = 22.187,5tnm - 5.325tnm - 1775tnm = 15.087,5tn \cdot m$$

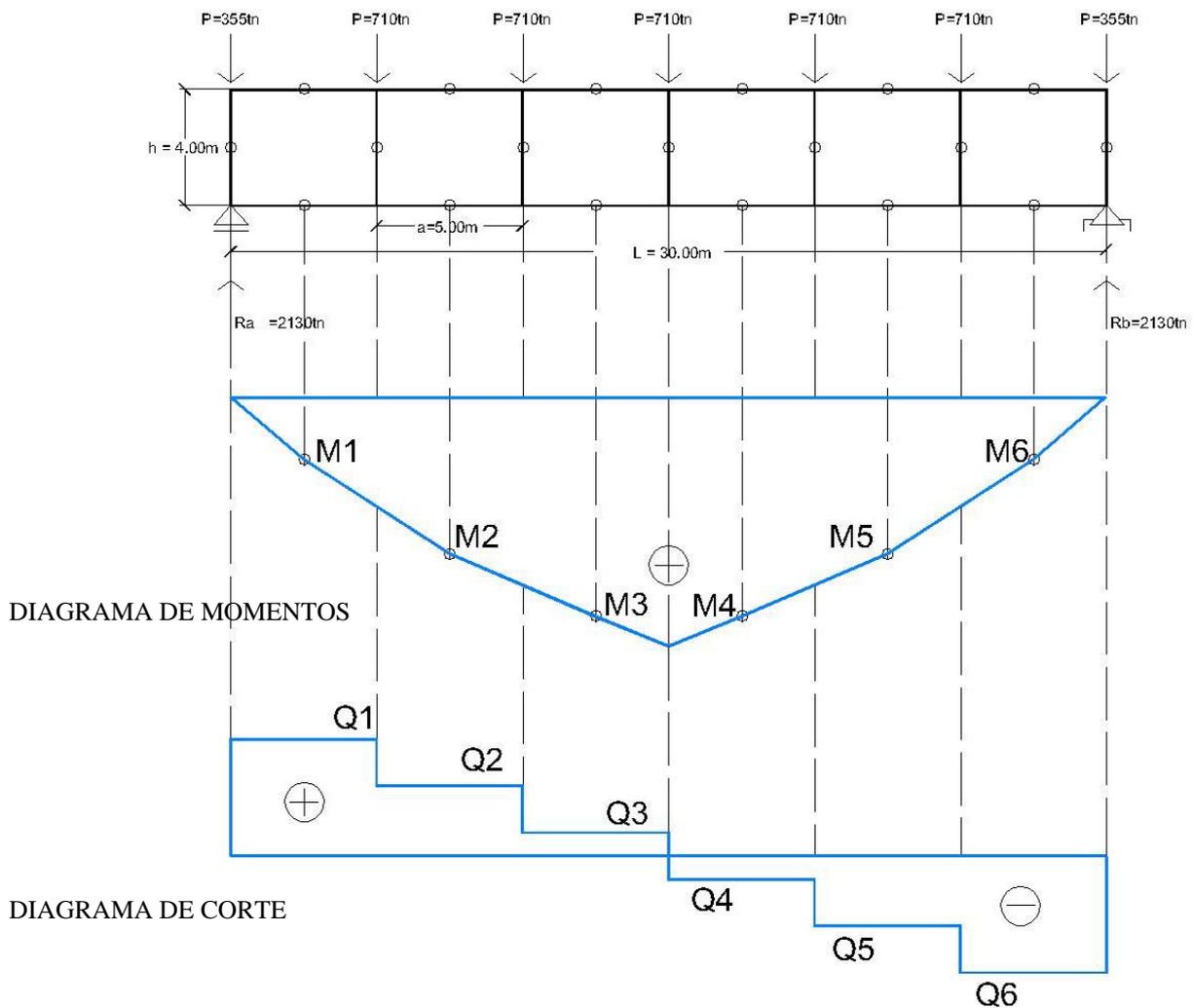


Ejemplos Resueltos: VIGA VIERENDEEL

$$Q_1 = -Q_6 = R_a - P_1 = 2130tn - 355tn = 1775tn$$

$$Q_2 = -Q_5 = R_a - P_1 - P_2 = 2130tn - 355tn - 710tn = 1065tn$$

$$Q_3 = -Q_4 = R_a - P_1 - P_2 - P_3 = 2130tn - 355tn - 710tn - 710tn = 355tn$$





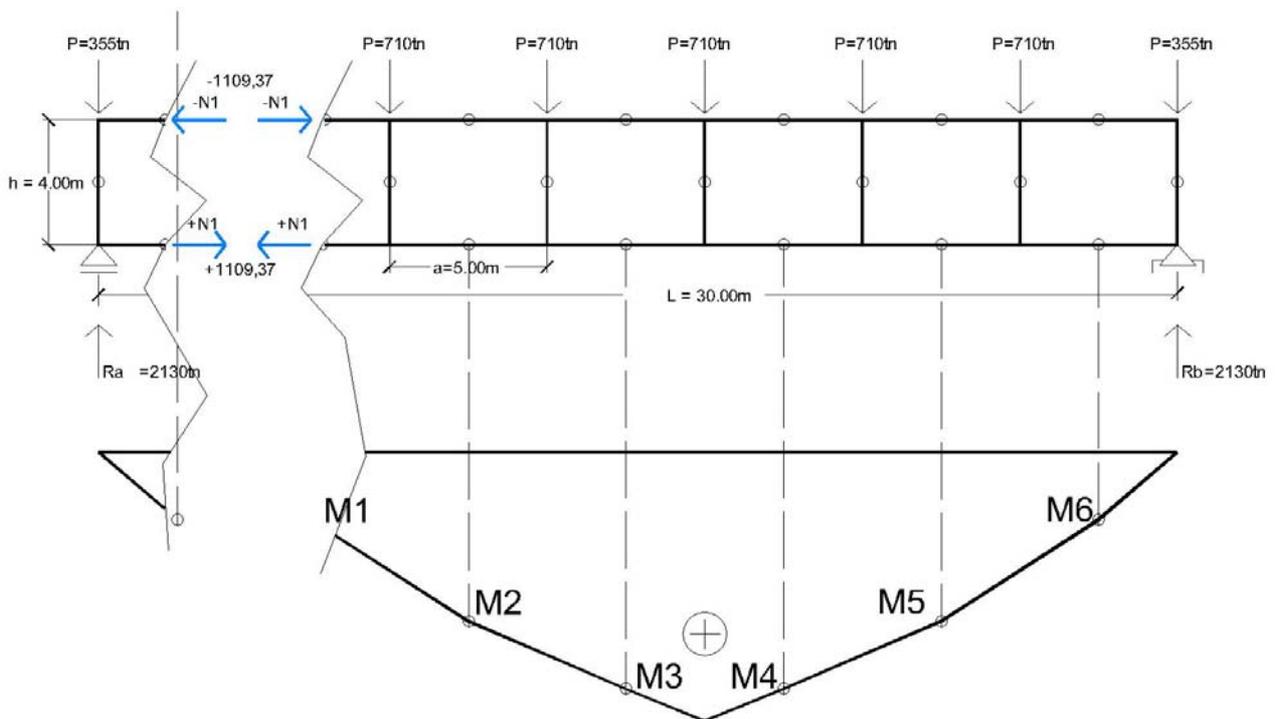
Determinación de solicitaciones los cordones:

a) **Esfuerzo axil (N):**

$$N_1 = N_6 = \pm \frac{M_{1,6}}{h} = \pm \frac{4.437,5tn \cdot m}{4m} = \pm 1.109,37tn$$

$$N_2 = N_5 = \pm \frac{M_{2,5}}{h} = \pm \frac{11.537,5tn \cdot m}{4m} = \pm 2.884,37tn$$

$$N_3 = N_4 = \pm \frac{M_{3,4}}{h} = \pm \frac{15.087,5tn \cdot m}{4m} = \pm 3.771,87tn$$



b) **Esfuerzo de corte (Q):**



Ejemplos Resueltos: VIGA VIERENDEEL

$$Q_{1\text{sup}} = Q_{1\text{inf}} = \frac{Q_1}{2} = \frac{1775\text{tn}}{2} = 887,5\text{tn}$$

$$Q_{2\text{sup}} = Q_{2\text{inf}} = \frac{Q_2}{2} = \frac{1065\text{tn}}{2} = 532,5\text{tn}$$

$$Q_{3\text{sup}} = Q_{3\text{inf}} = \frac{Q_3}{2} = \frac{355\text{tn}}{2} = 177,5\text{tn}$$

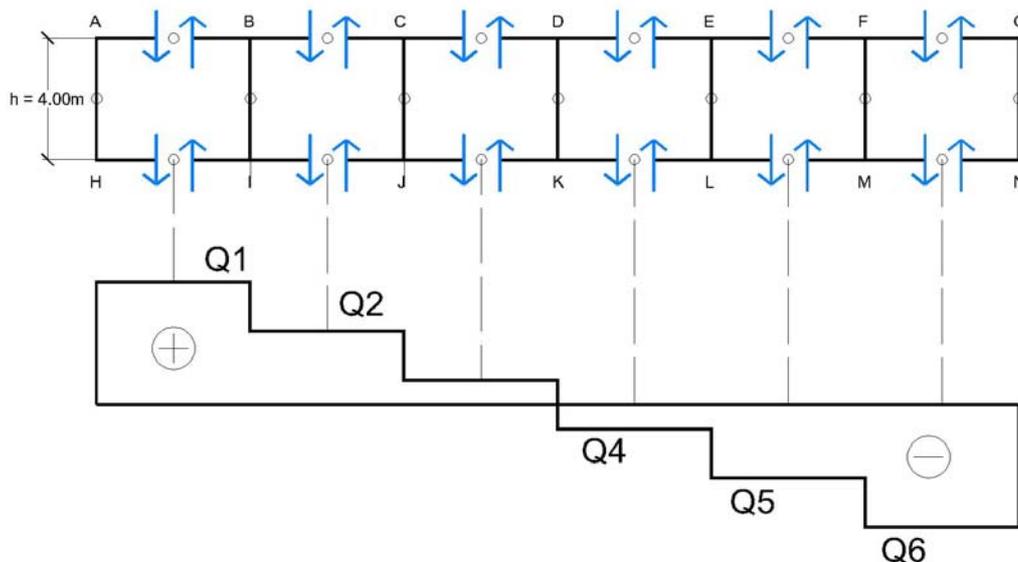
$$Q_{4\text{sup}} = Q_{4\text{inf}} = \frac{Q_4}{2} = \frac{-355\text{tn}}{2} = -177,5\text{tn}$$

$$Q_{5\text{sup}} = Q_{5\text{inf}} = \frac{Q_5}{2} = \frac{-1065\text{tn}}{2} = -532,5\text{tn}$$

$$Q_{6\text{sup}} = Q_{6\text{inf}} = \frac{Q_6}{2} = \frac{-1775\text{tn}}{2} = -887,5\text{tn}$$

c) **Momento flector (M):**

Surge de multiplicar la fuerza de corte aplicada en la articulación por la semiluz de la malla:





Ejemplos Resueltos: VIGA VIERENDEEL

$$M_{1A} = -Q_{1\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = -887,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = -2.218,5\text{tn} \cdot \text{m} = M_{1H}$$

$$M_{1B} = +Q_{1\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = +887,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = 2.218,5\text{tn} \cdot \text{m} = M_{1I}$$

$$M_{2B} = -Q_{2\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = -532,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = -1.331,25\text{tn} \cdot \text{m} = M_{2I}$$

$$M_{2C} = +Q_{2\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = 532,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = 1.331,25\text{tn} \cdot \text{m} = M_{2J}$$

$$M_{3C} = -Q_{3\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = -177,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = -443,75\text{tn} \cdot \text{m} = M_{3J}$$

$$M_{3D} = +Q_{3\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = +177,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = +443,75\text{tn} \cdot \text{m} = M_{3K}$$

$$M_{4D} = Q_{4\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = 177,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = 443,75\text{tn} \cdot \text{m} = M_{4K}$$

$$M_{4E} = -Q_{4\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = -177,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = -443,75\text{tn} \cdot \text{m} = M_{4L}$$

$$M_{5E} = Q_{5\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = 532,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = 1.331,25\text{tn} \cdot \text{m} = M_{5L}$$

$$M_{5F} = -Q_{5\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = -532,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = -1.331,25\text{tn} \cdot \text{m} = M_{5M}$$

$$M_{6E} = Q_{6\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = 887,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = 2.218,75\text{tn} \cdot \text{m} = M_{6M}$$

$$M_{6G} = -Q_{6\text{sup}} \cdot \frac{a}{2} = -887,5\text{tn} \cdot \frac{5\text{m}}{2} = -2.218,75\text{tn} \cdot \text{m} = M_{6N}$$



Ejemplos Resueltos: VIGA VIERENDEEL

$$Q_{AH} = Q_{GN} = N_{1-6} = -1.109,37Tn$$

$$Q_{BI} = Q_{FM} = N_{1-6} - N_{2-5} = -1.775Tn$$

$$Q_{Cj} = Q_{el} = N_{2-5} - N_{3-4} = -887,5Tn$$

$$Q_{DK} = N_{3-4} - N_{3-4} = 0Tn$$

$$N_{AH} = N_{GN} = Q_{1sup} + P1 = -887,5Tn + (-)355 = -1.242,50Tn$$

$$N_{BI} = N_{FM} = Q_{1sup} - P2 - Q_{2sup} = 887,5Tn - 710 - 532,50 = -355Tn$$

$$N_{CJ} = N_{EL} = Q_{2sup} - P2 - Q_{3sup} = 532,5Tn - 710 - 177,50 = -355Tn$$

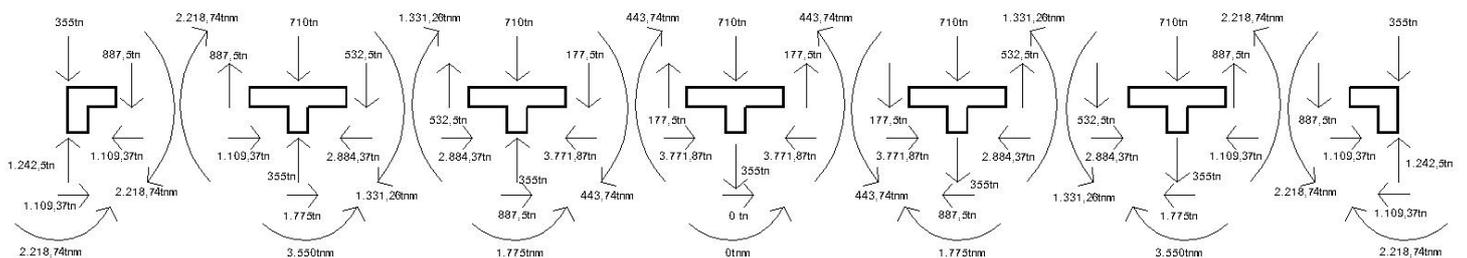
$$N_{DK} = Q_{3sup} + Q_{4sup} = 355Tn$$

$$M_A = M_G = Q_{AH} \cdot \frac{H}{2} = 1.109,37Tn \cdot 2m = -2.218,74tn \cdot m$$

$$M_B = M_F = Q_{BI} \cdot \frac{H}{2} = 1.775Tn \cdot 2m = -3.550tn \cdot m$$

$$M_C = M_E = Q_{CJ} \cdot \frac{H}{2} = 887,5Tn \cdot 2m = -1.775tn \cdot m$$

$$M_D = 0tn \cdot m =$$



PREDIMENSIONADO DE LA VIGA VIERENDEEL

MONTANTES

Predimensionado de los montantes considerando el mayor esfuerzo de corte.

$$\tau = \frac{Q}{b \cdot 0,9 \cdot h}$$

$$\tau_{adm} = 20Kg / cm^2$$

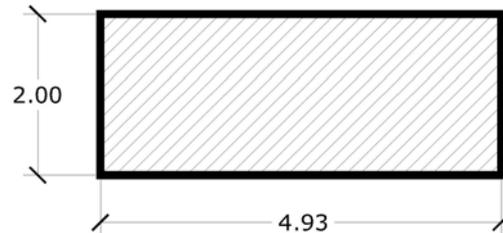


Ejemplos Resueltos: VIGA VIERENDEEL

$$20\text{Kg/cm}^2 = \frac{1.775.000\text{Kg}}{200\text{cm} \cdot 0,9 \cdot h}$$

$$h = \frac{1.775.000\text{Kg}}{200\text{cm} \cdot 0,9 \cdot 20\text{Kg/cm}^2} = 493,05\text{cm}$$

Seccion montantes



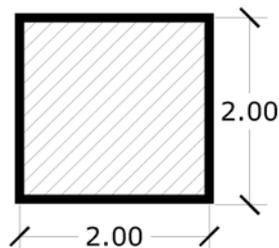
La sección en los montantes es excesiva.

CORDONES

Predimensionado de los cordones a flexión considerando el mayor momento.

$$h = \sqrt{\frac{M \cdot \gamma}{\mu \cdot b \cdot \sigma_{bk}}} = \sqrt{\frac{3.550\text{Tnm} \cdot 100 \cdot 1.7}{0,16 \cdot 200\text{cm} \cdot 0,50\text{tn/cm}^2}} = 194\text{cm} \cong 200\text{cm}$$

Seccion cordones



Conclusión:

El predimensionado de la viga vierendeel para este edificio en particular, considerando la carga de 20 niveles superiores, nos da como resultado una estructura excesivamente pesada, costosa y de poca funcionalidad.

Como alternativas a esta solución, podríamos plantear un piso técnico cuyo uso este destinado a sala de maquinas y otras funciones de apoyo.

Otra alternativa podría ser aumentar la altura de la viga, lo cual incrementaría la altura total del edificio o bien, plantear una viga vierendeel de varios niveles (como el ejemplo visto en el edificio de Commerzbank del Arq. Norman Foster) cuyo calculo excede esta cursada.



Taller de Estructuras N°1

Prof. Titular Ordinario Ing. Ernesto R. Villar – Nivel IV

Prof. Titular Ordinario Ing. Jorge E. Farez – Nivel III

Prof. Adjunto Ing. Miguel Lozada – Nivel II

Prof Adjunta interina Ing. Patricia Langer – Nivel I

Nivel III Titular: Ing. Jorge E. Faréz

Arq. Estela Ravassi

Ing. Raúl Rimoldi

Ing. Luciano Farez

Arq. Nair Farez

Arq. Arq. Ingrid Manzoni.

Arq. Juan Fostel



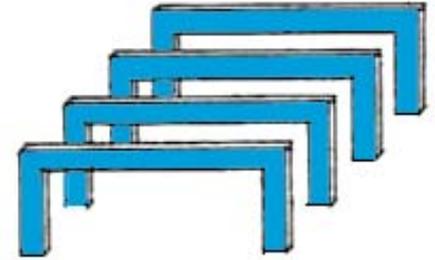
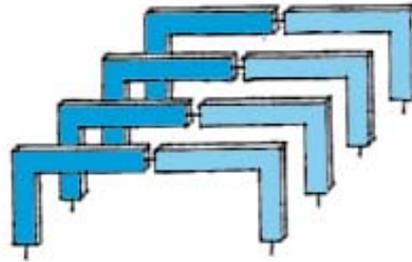
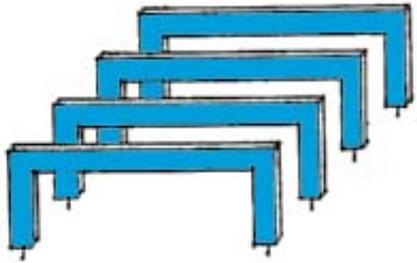
VIGA VIERENDEL

VIGA VIERENDEL

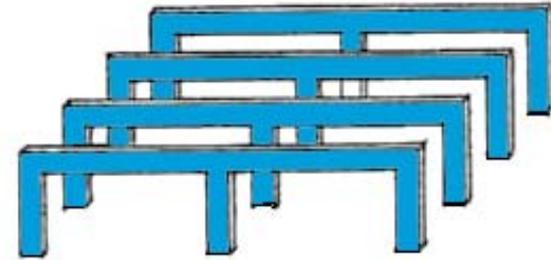
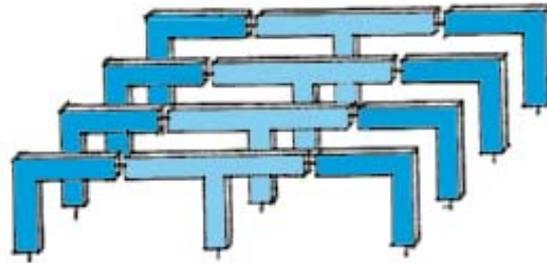
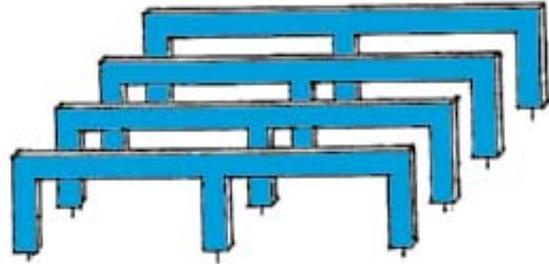
Los entramados en bastidor, surgen a partir de las vigas en celosía, básicamente por la necesidad de permitir el paso a su través, ya sea de personas o conducciones, y por la facilidad que otorga esta tipología para la colocación de carpinterías.



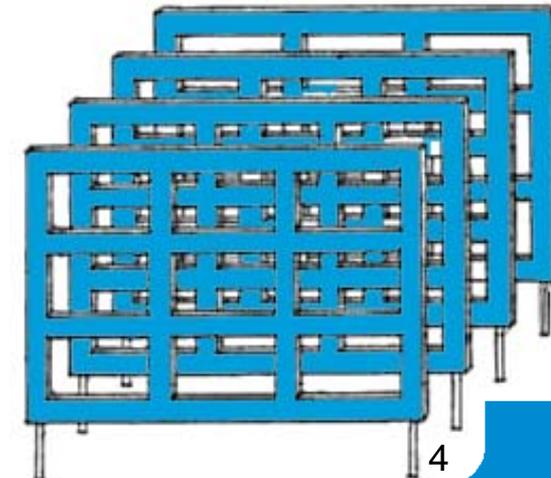
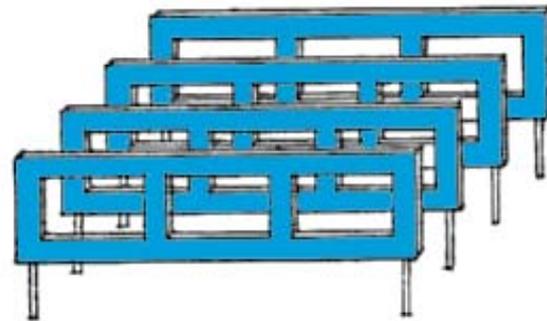
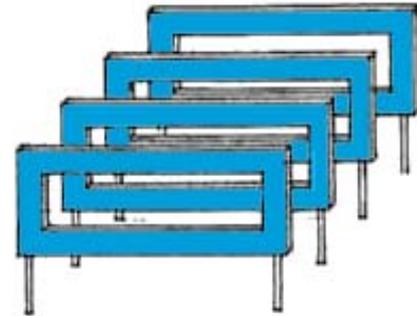
Pórtico de un vano:



Pórtico de varios vanos:



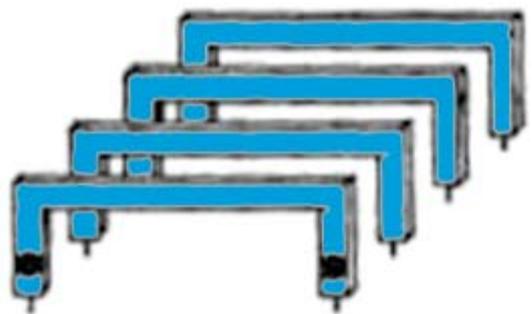
Pórtico de una planta:



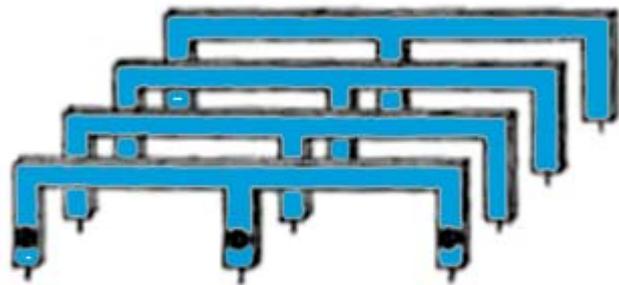
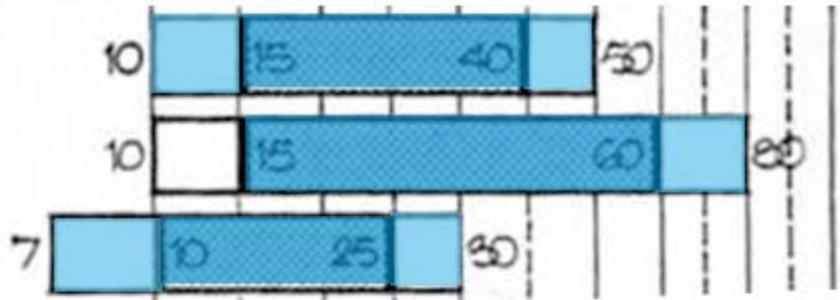
Las conexiones deben ser necesariamente rígidas para garantizar la adecuada estabilidad del conjunto, y las distintas barras que configuran la estructura se ven sometidas a la acción simultánea de esfuerzos axiales, cortantes y momentos flectores.



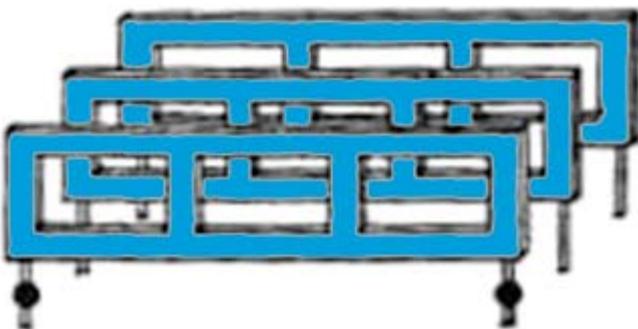
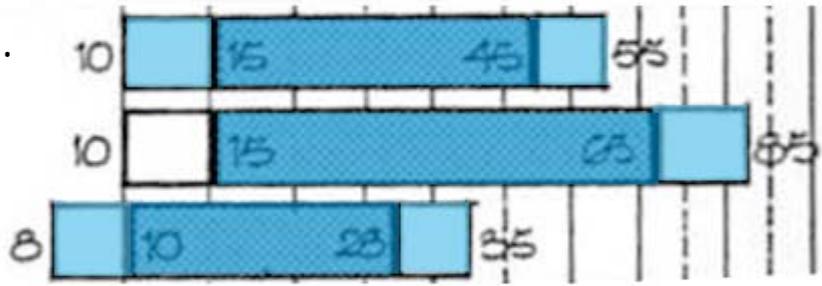
Influencia de la rigidez del pórtico en la distribución de las tensiones y forma de la estructura



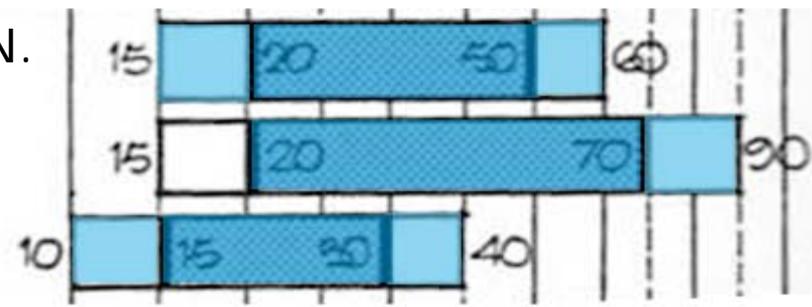
MAD. LAMIN.
ACERO
H° A°



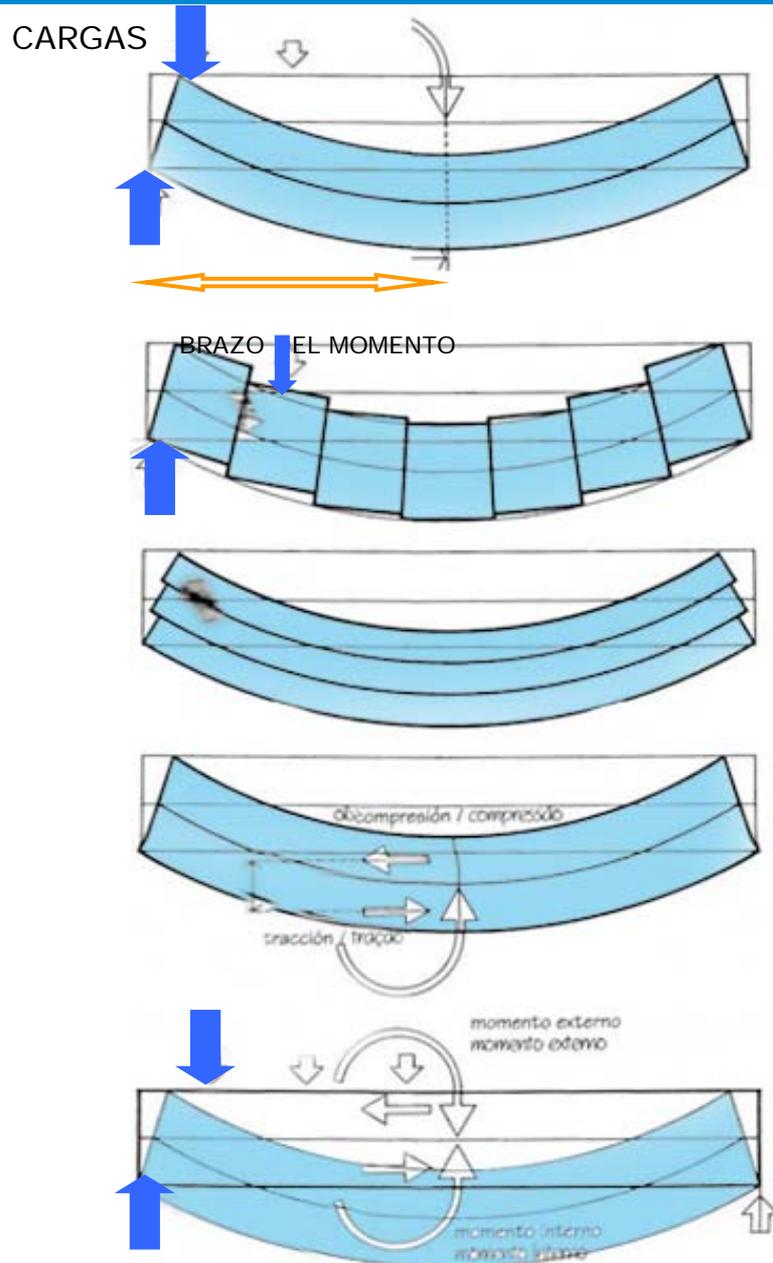
MADERA. LAMIN.
ACERO
H° A°



MADERA LAMIN.
ACERO
H° A°



Mecanismo de flexión y de resistencia a la flexión



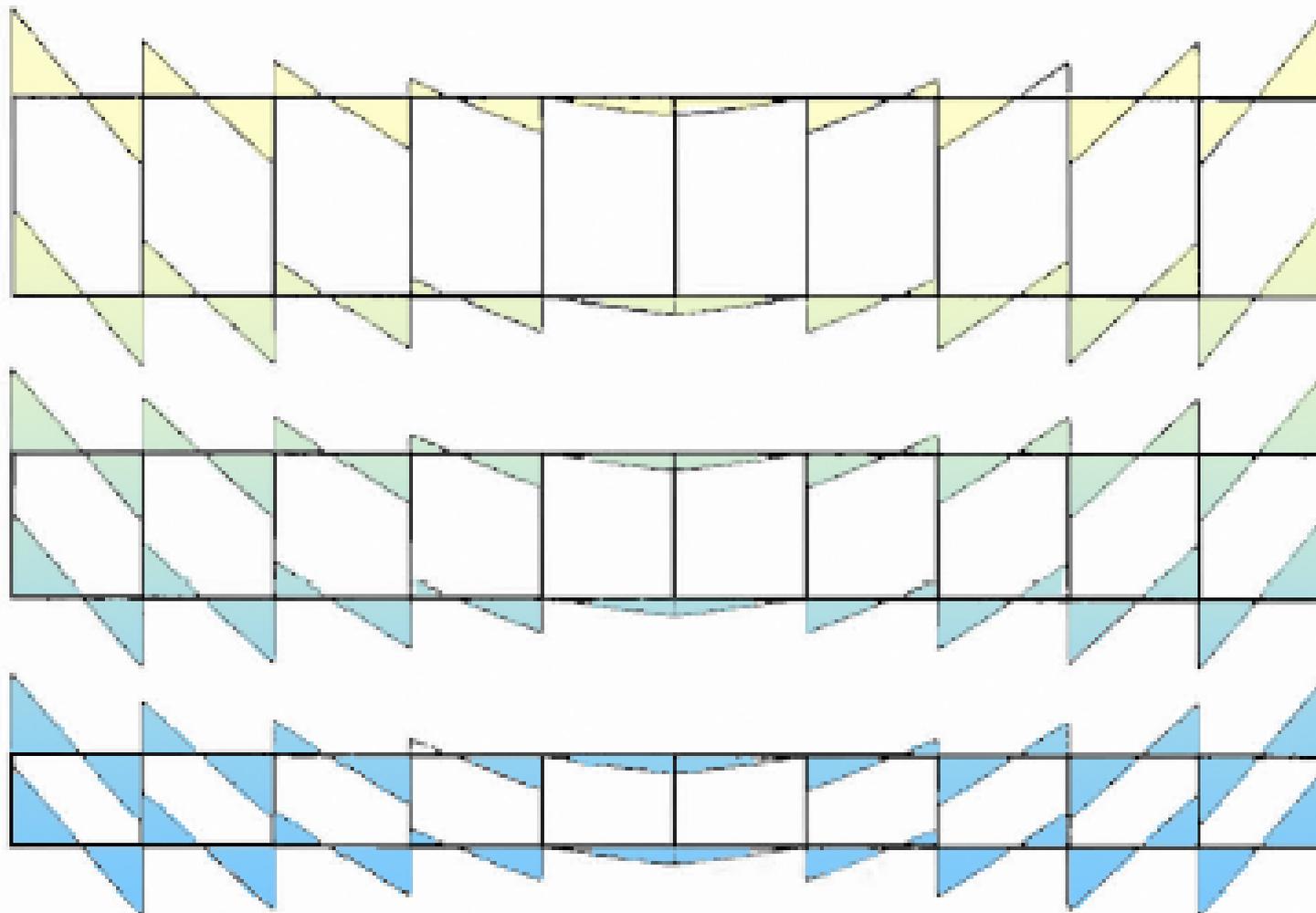
Momento exterior de giro

Fuerzas verticales (cortantes)

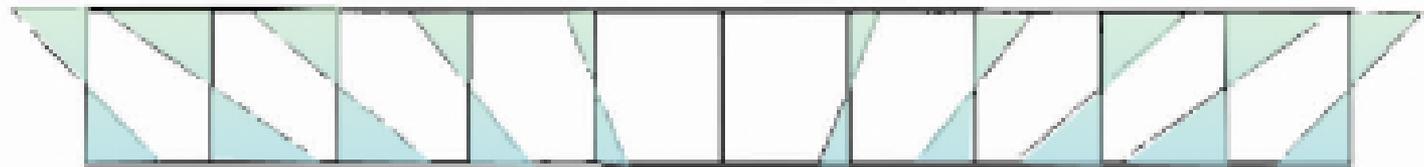
Fuerzas cortantes horizontales

Momento interno de giro (reacción)

Flexión y resistencia a la flexión



Momentos Flectores en Cordones



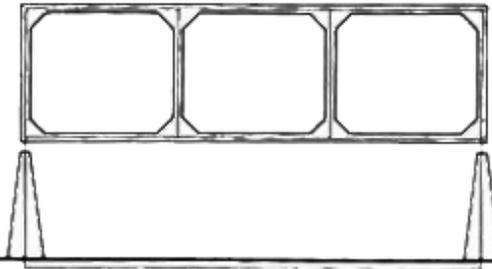
Momentos Flectores en Montantes

Mecanismo del portico de uno y varios vanos

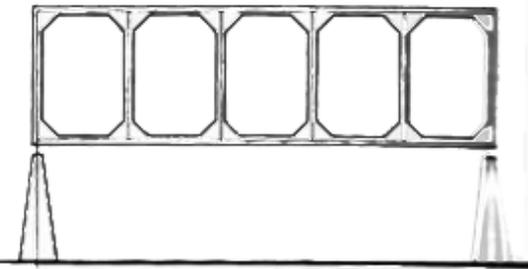
Pórtico de 1 vano



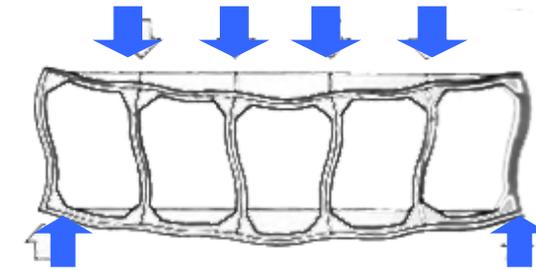
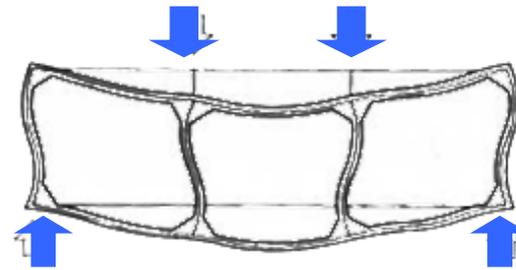
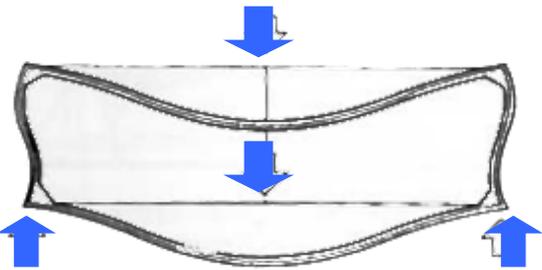
Pórtico de 3 vanos



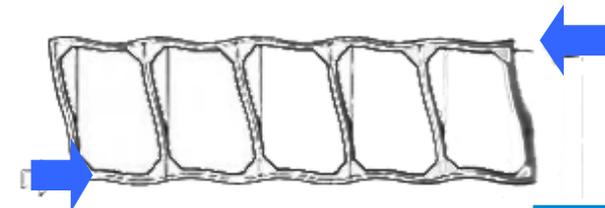
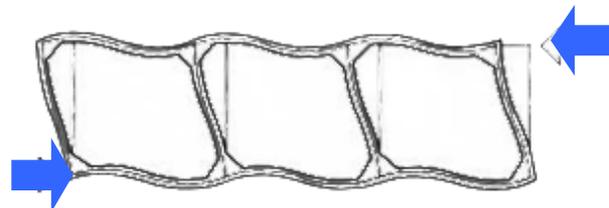
Pórtico de 5 vanos



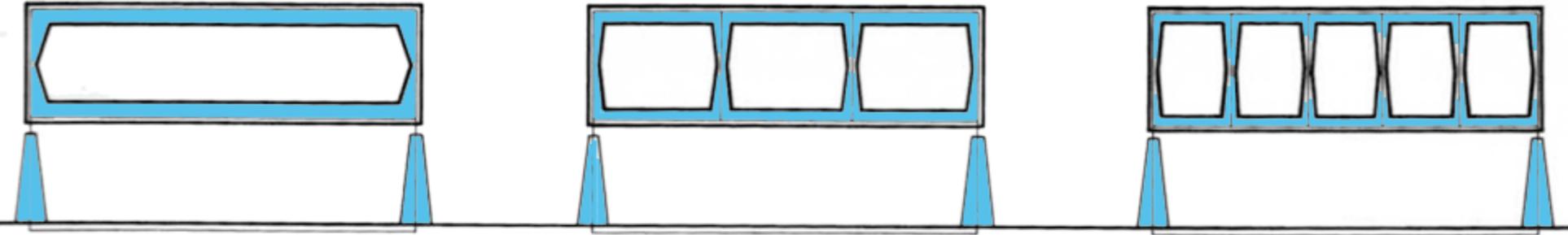
Deformación bajo carga Vertical



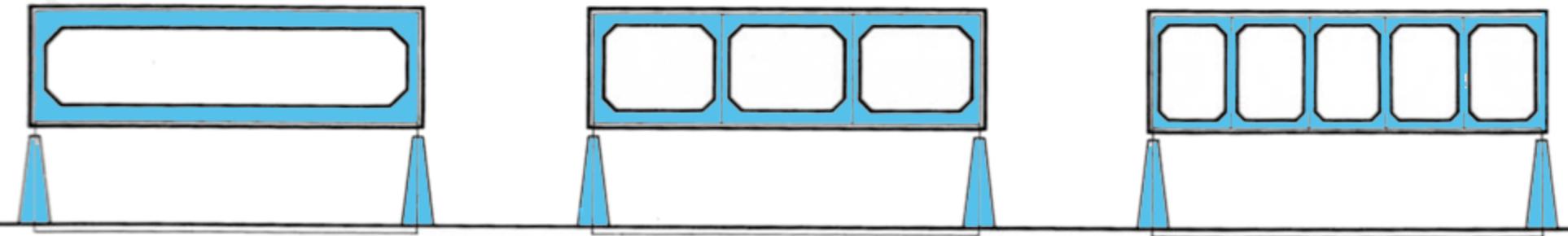
Deformación bajo carga horizontal



Forma estructural con acentuación del Punto de menor:



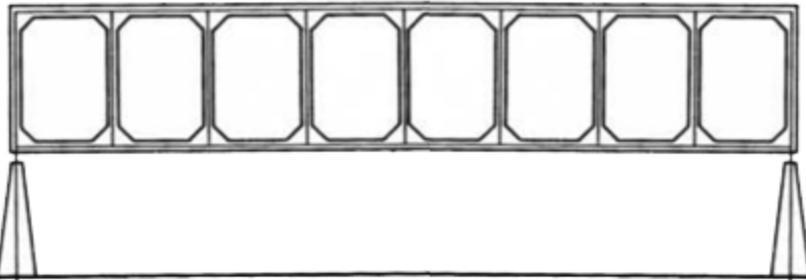
Forma estructural con acentuación de la rigidez de las esquinas:



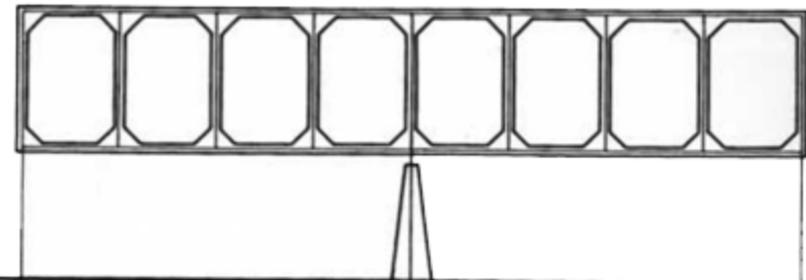
Relación entre reparto de vanos y el mecanismo del portico de varios vanos

Pórticos de varios vanos sobre 2 pilares:

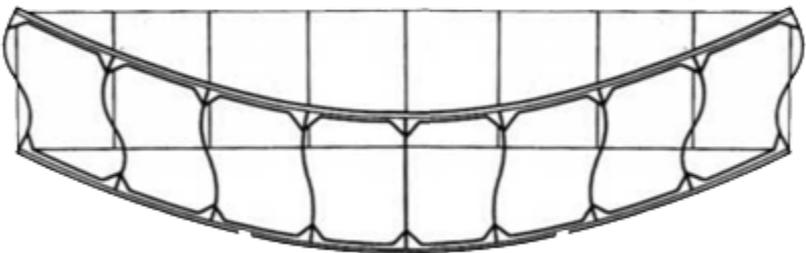
Pórtico de varios vanos sobre 1 pilar



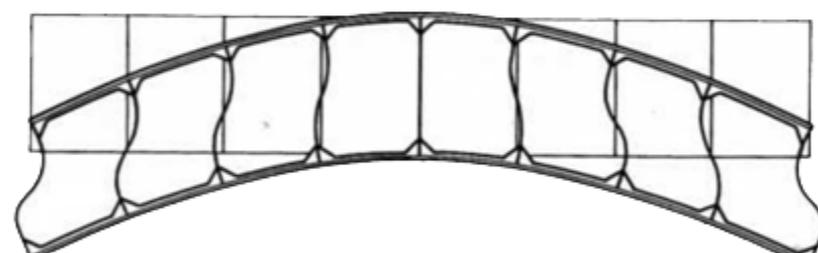
sistema estructural
sistema estructural



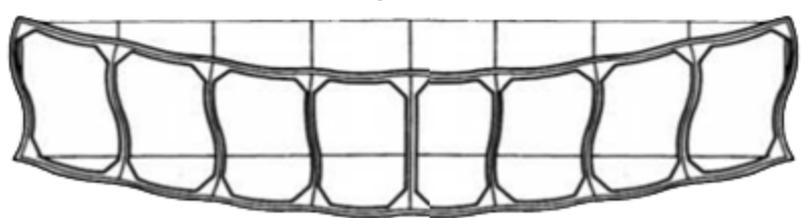
Estructura con pilares sin rigidez a la flexión:



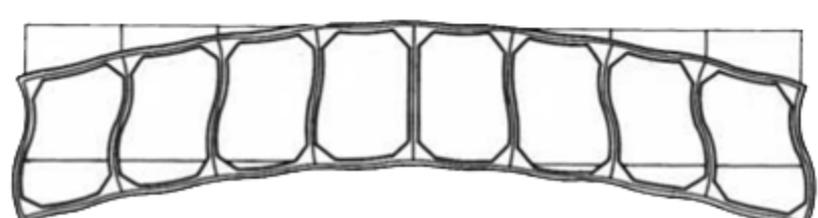
deformación
deflexión



Estructura con pilares resistentes a la flexión:



deformación
deflexión



Ensanchamiento de los Montantes hacia los apoyos en un pórtico de vanos de igual luz:



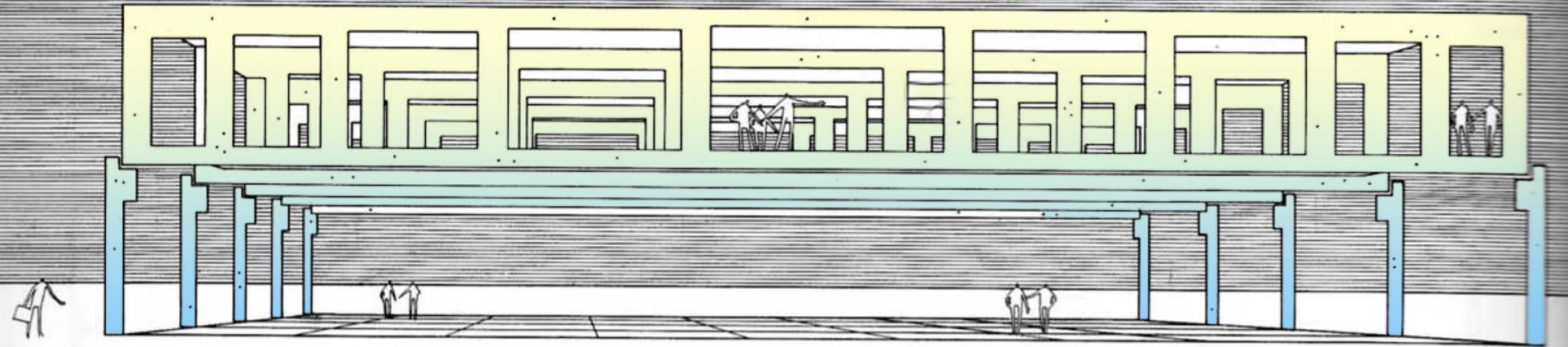
Reducción de la luz de los vanos mas cercanos a los apoyos, manteniendo los montantes constantes:



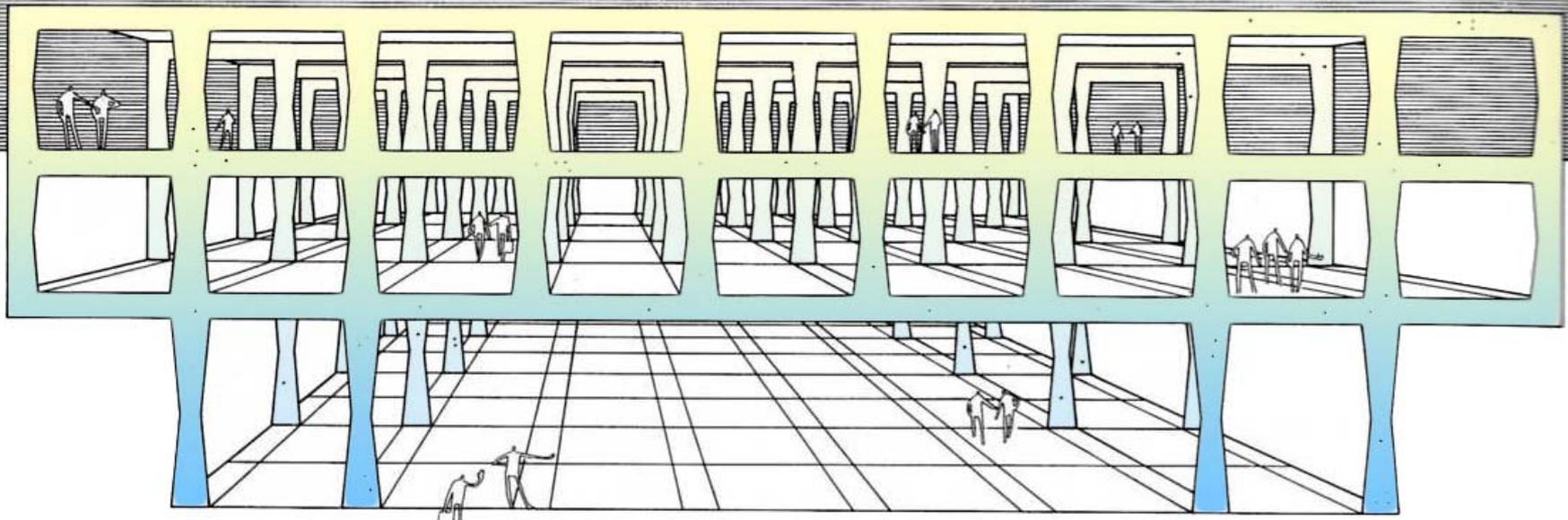
De acuerdo con la distribución de los esfuerzos cortantes de una viga, la sollicitación a flexión en los montantes es muy desigual. La diferencia puede evitarse disminuyendo la luz de los vanos hacia los apoyos o ampliando la anchura de los montantes.

Estructura de grandes luces con porticos de varios vanos

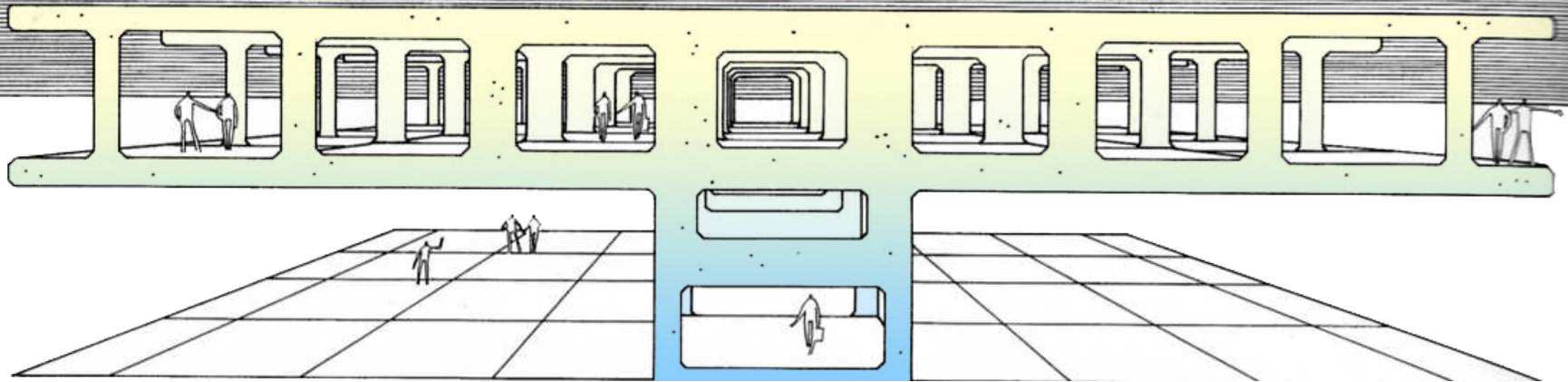
PORTICO DE VARIOS VANOS DE UNA PLANTA APOYADO EN LOS EXTREMOS



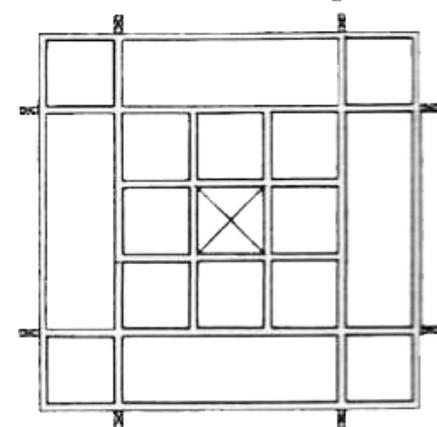
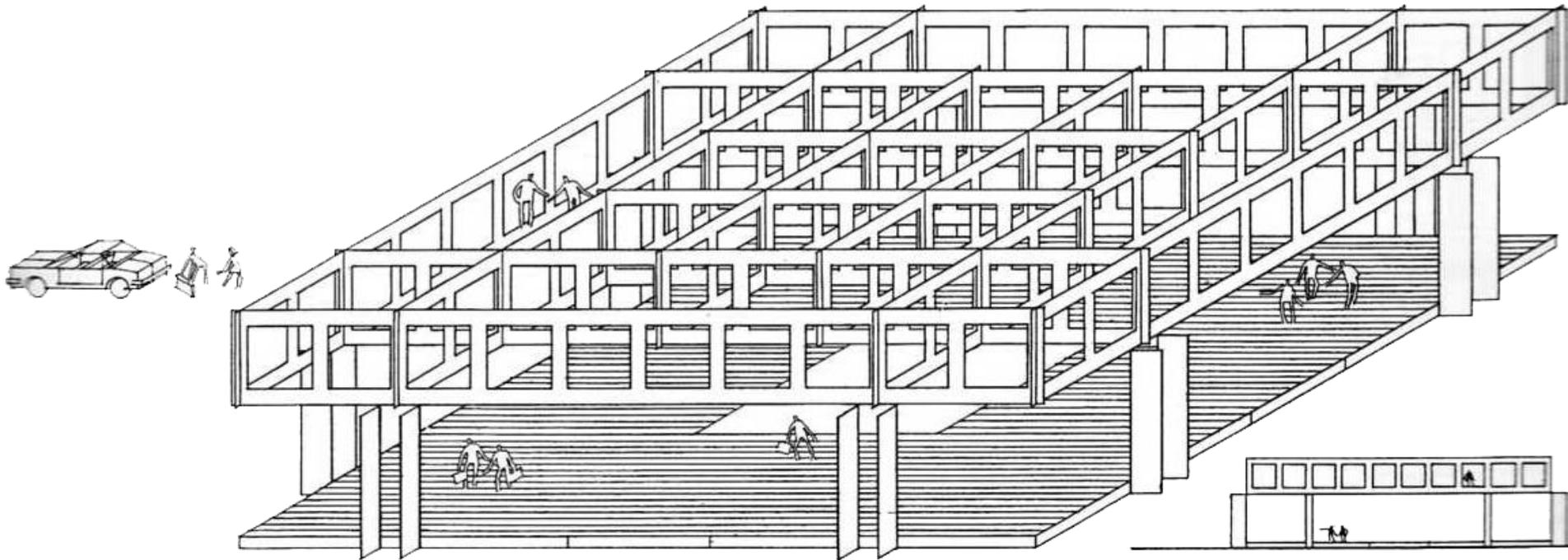
PORTICO DE VARIOS VANOS DE 2 PLANTAS Y CON VOLADIZOS EN AMBOS EXTREMOS



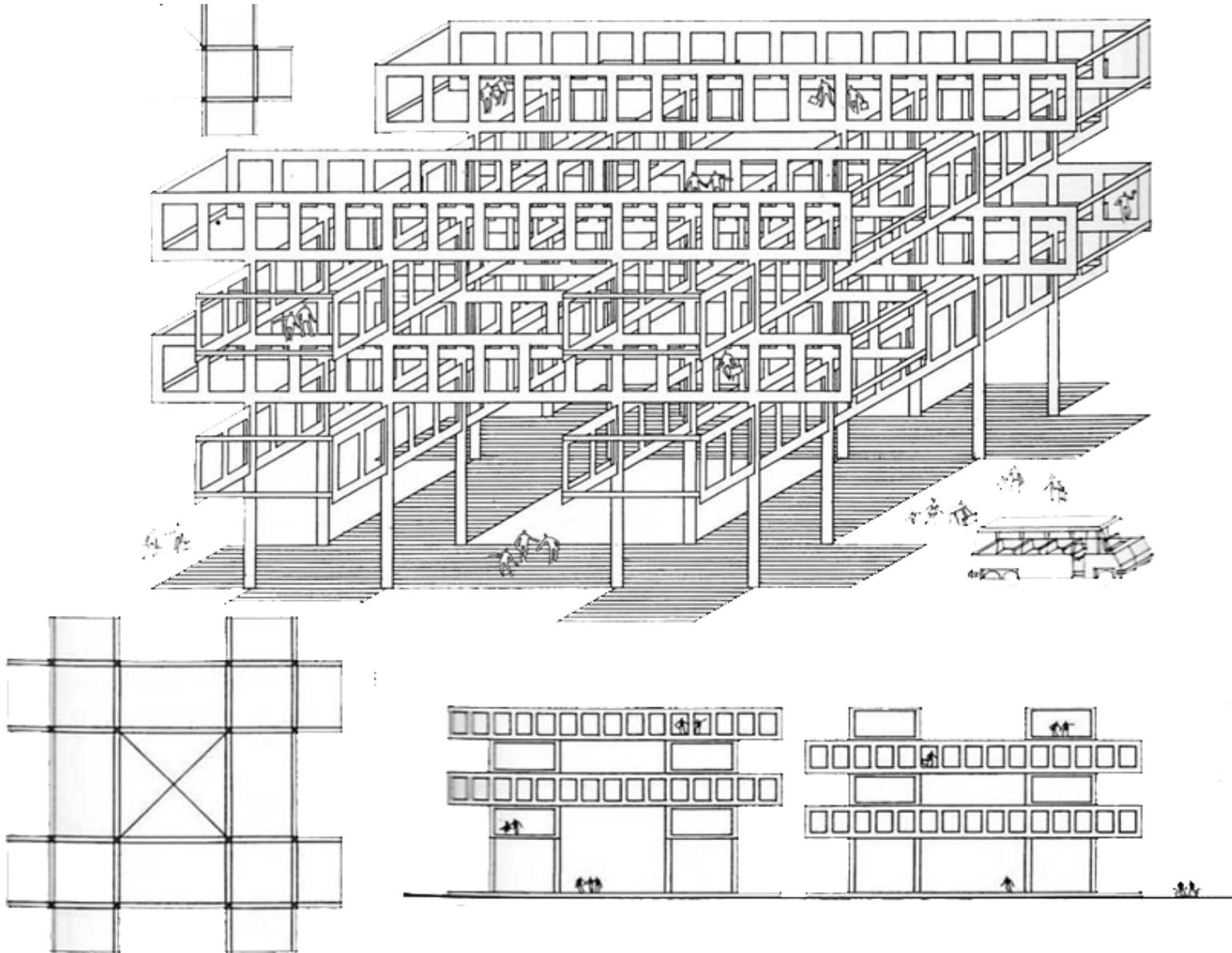
PORTICO DE VARIOS VANOS DE UNA PLANTA APOYADO SOBRE PILAR CENTRAL



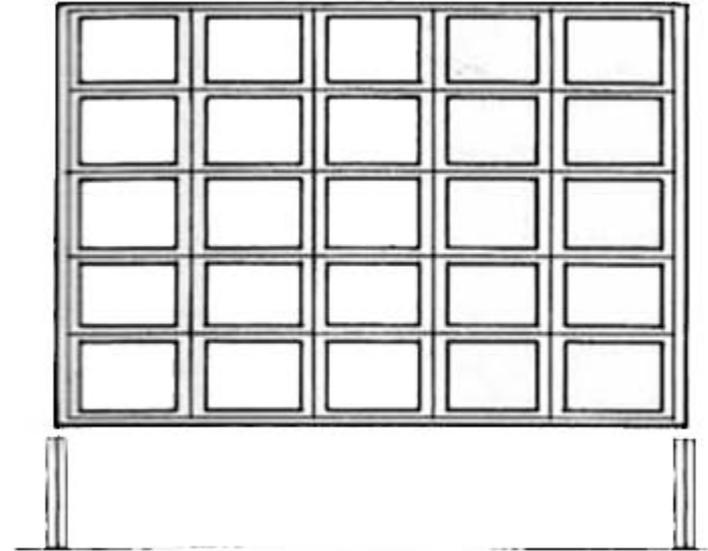
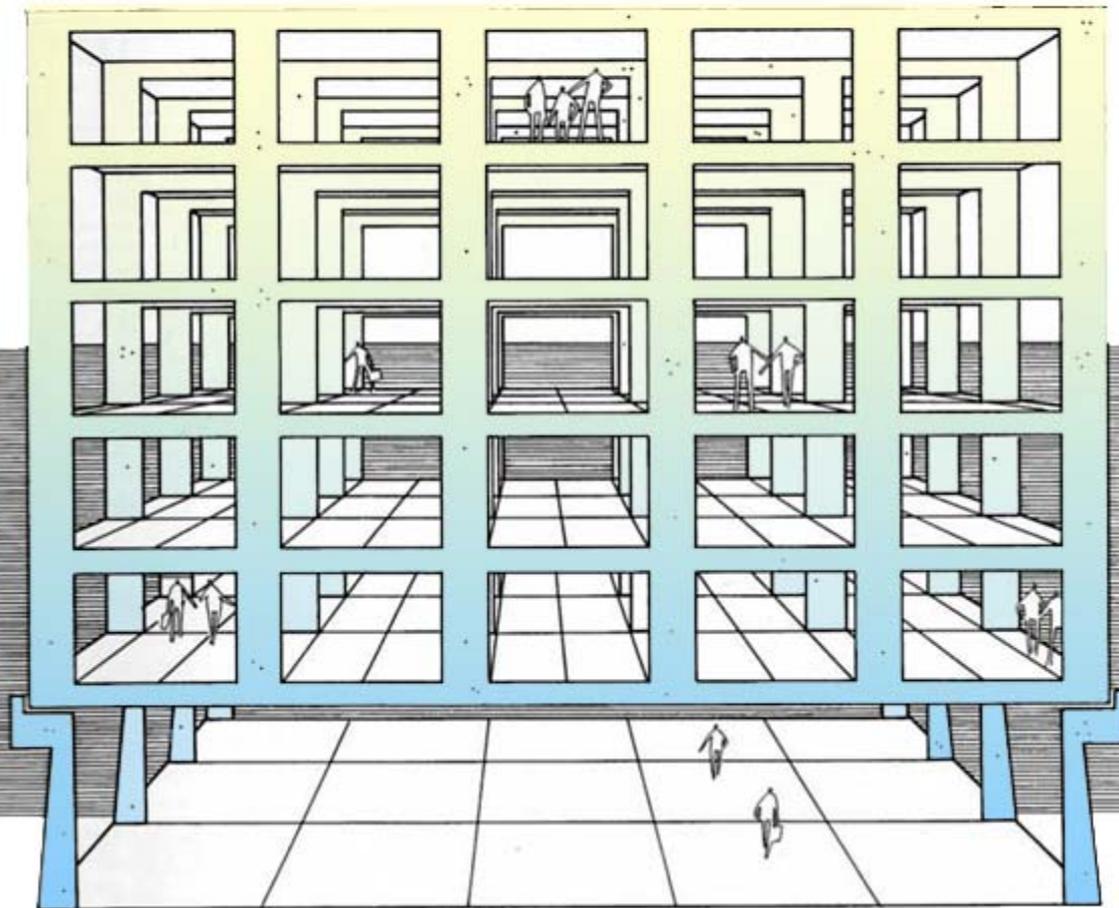
RETICULA CONCENTRICA DE VARIOS VANOS



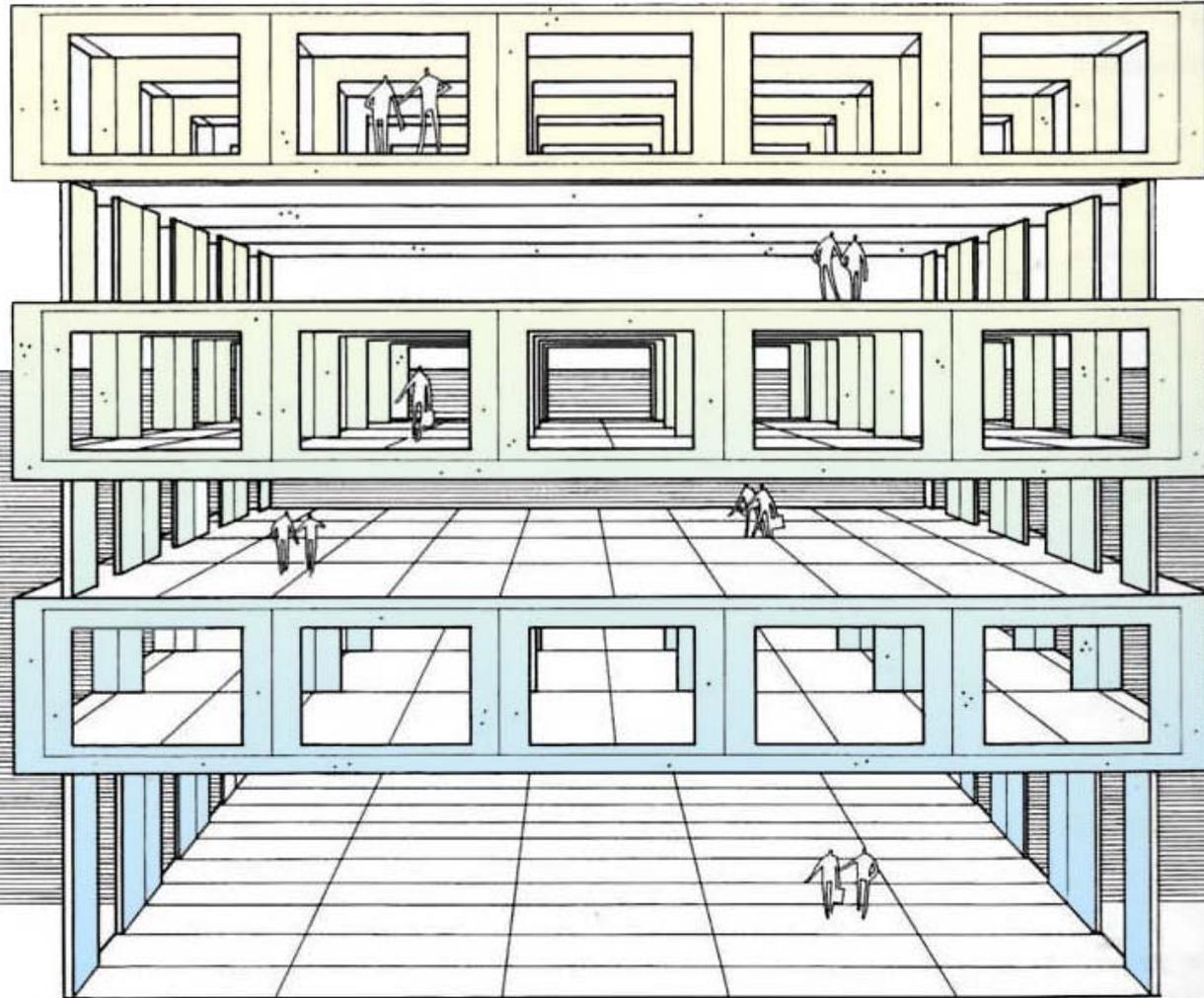
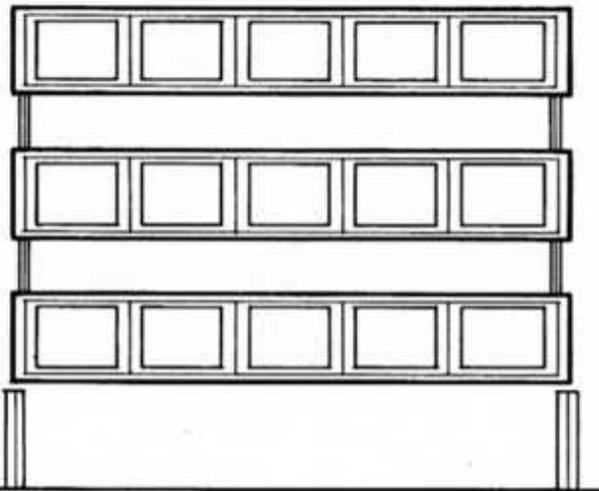
ENTRAMADO CRUZADO DE PORTICOS DE VARIOS VANOS

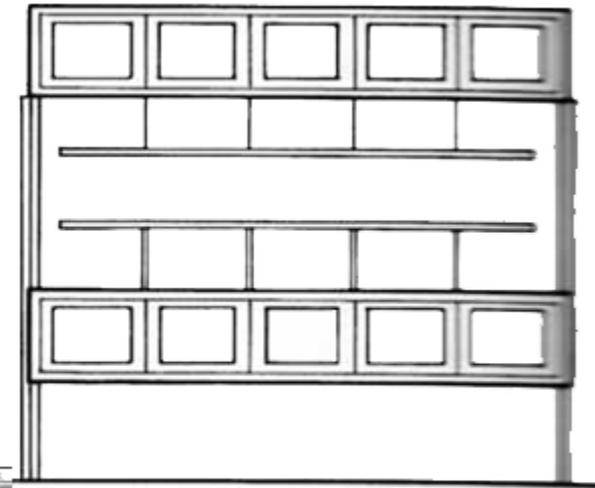
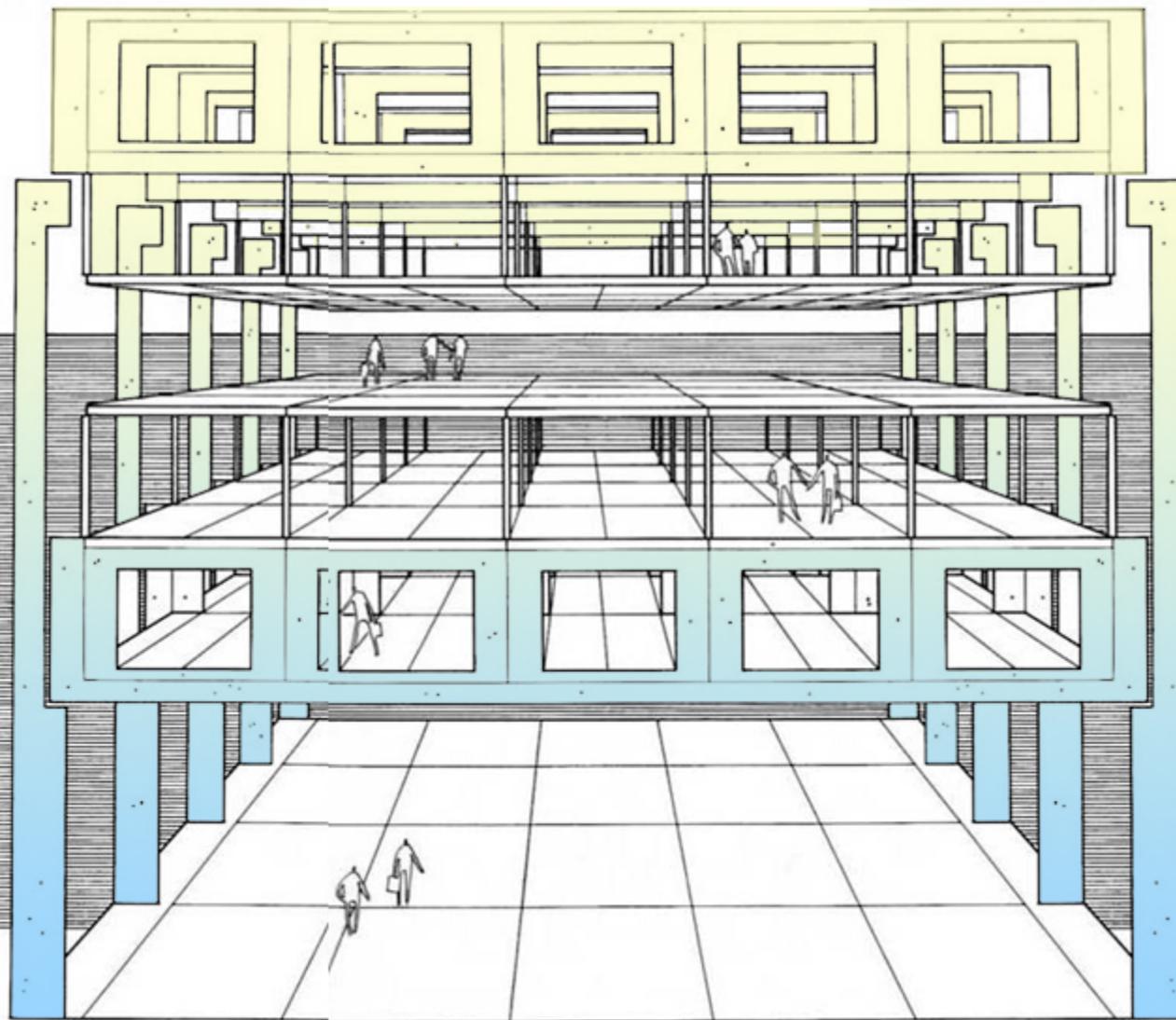


Estructuras de varias plantas con porticos de varios vanos

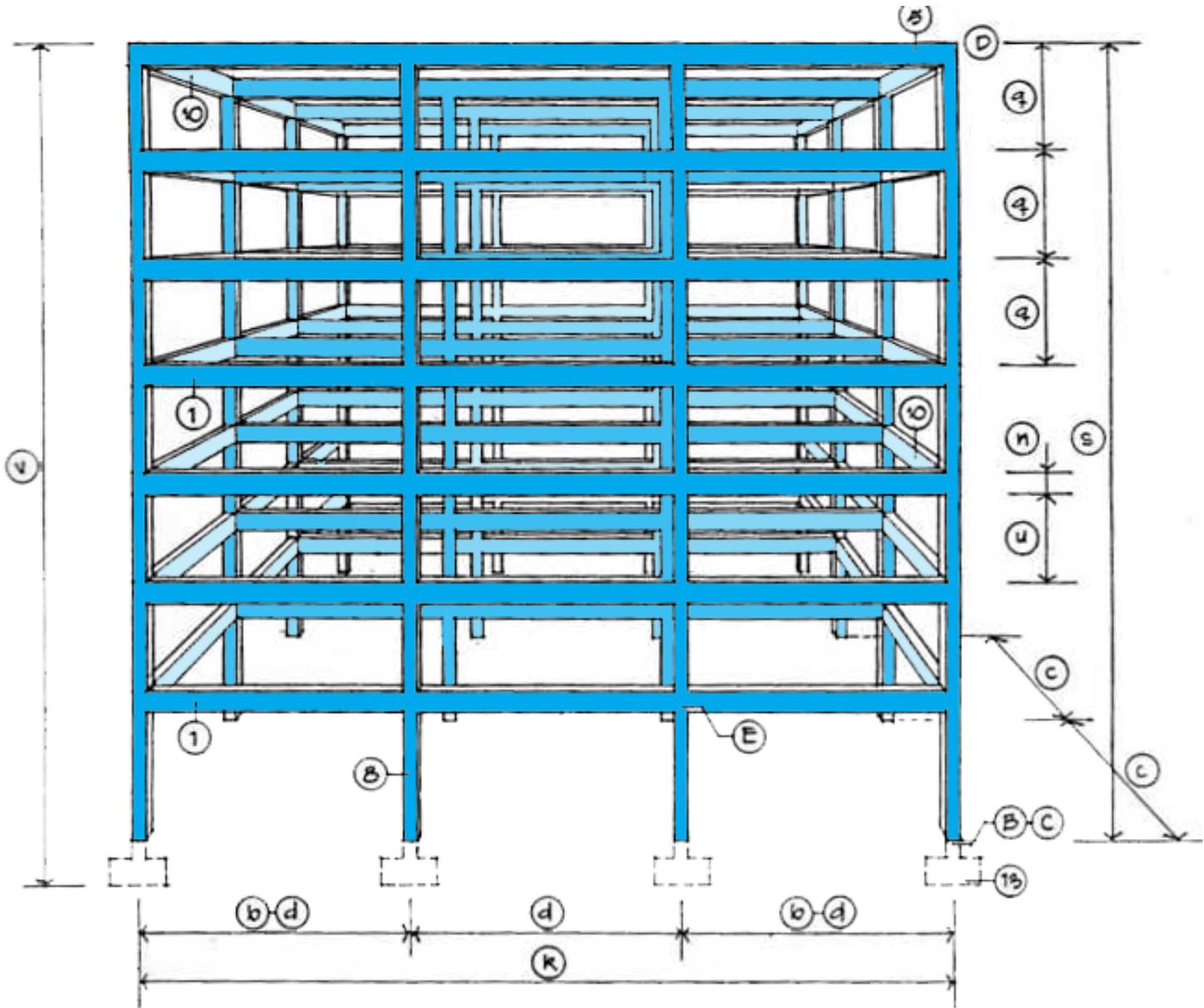


Pórtico de varios vanos continuo en todas las plantas
Pórtico continuo de múltiples vanos en todos los niveles





Pórtico de varios vanos y una planta como estructura para cada tres pisos

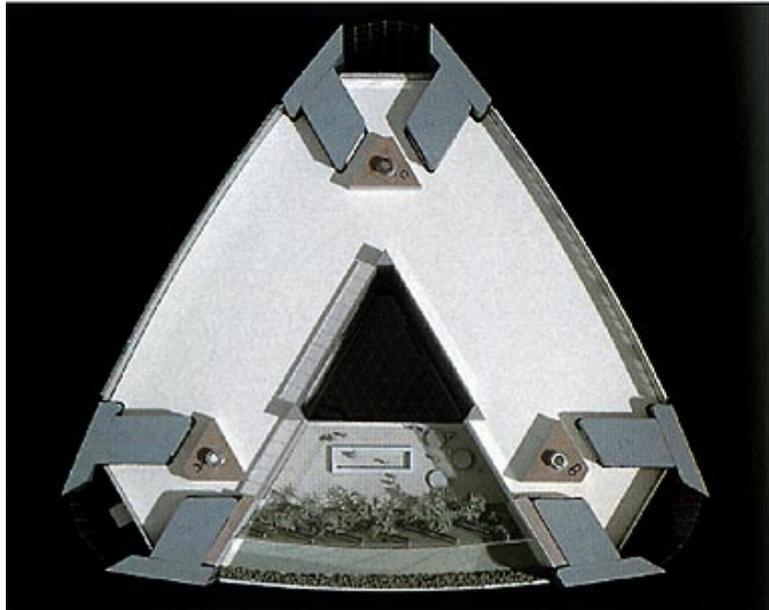
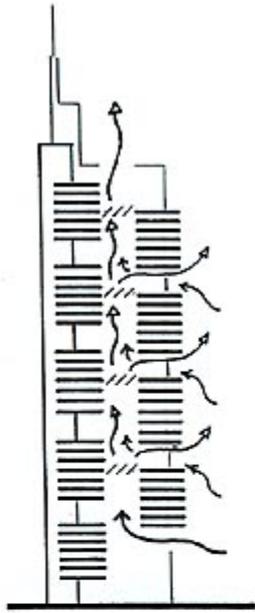


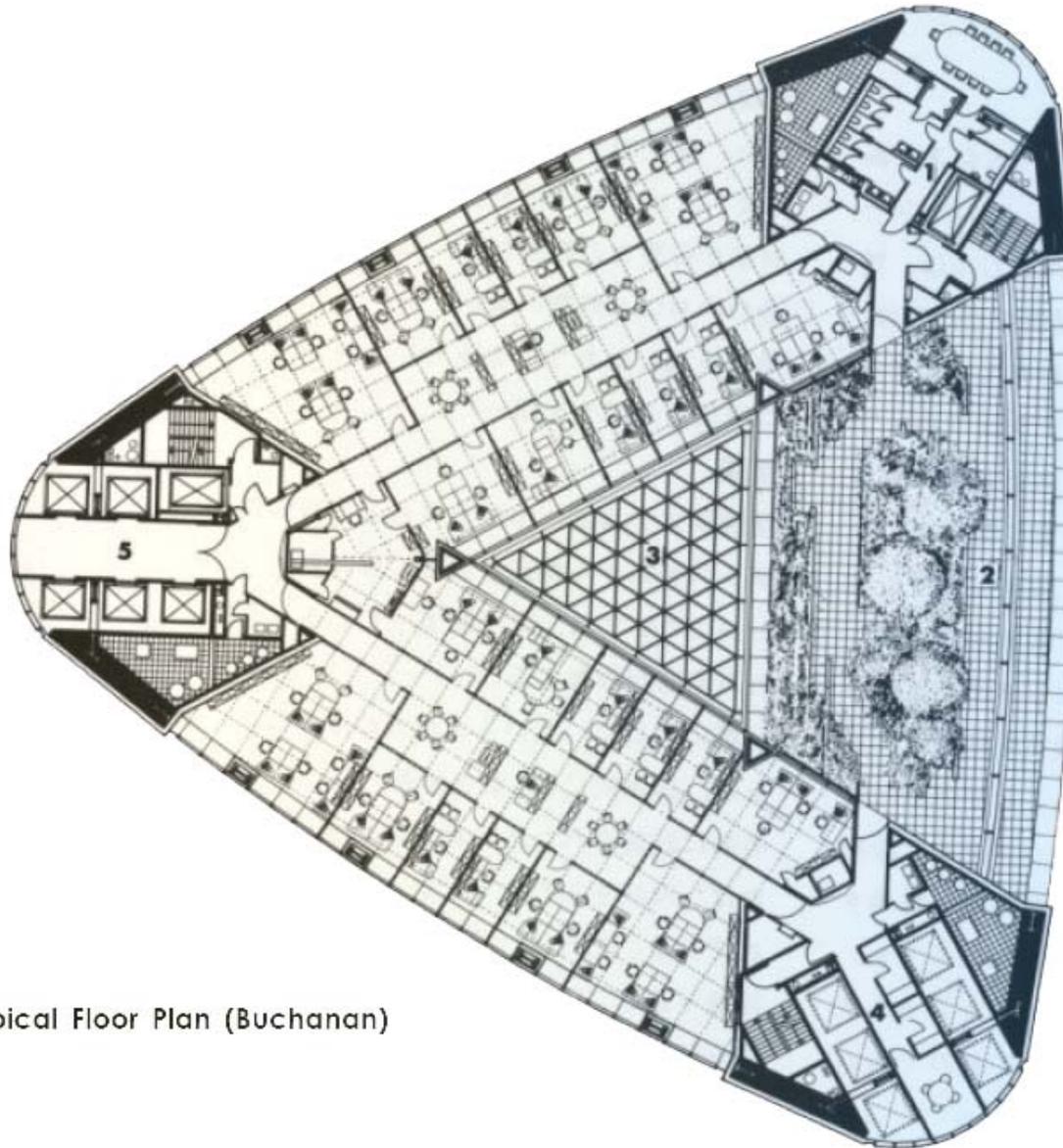
EJEMPLOS



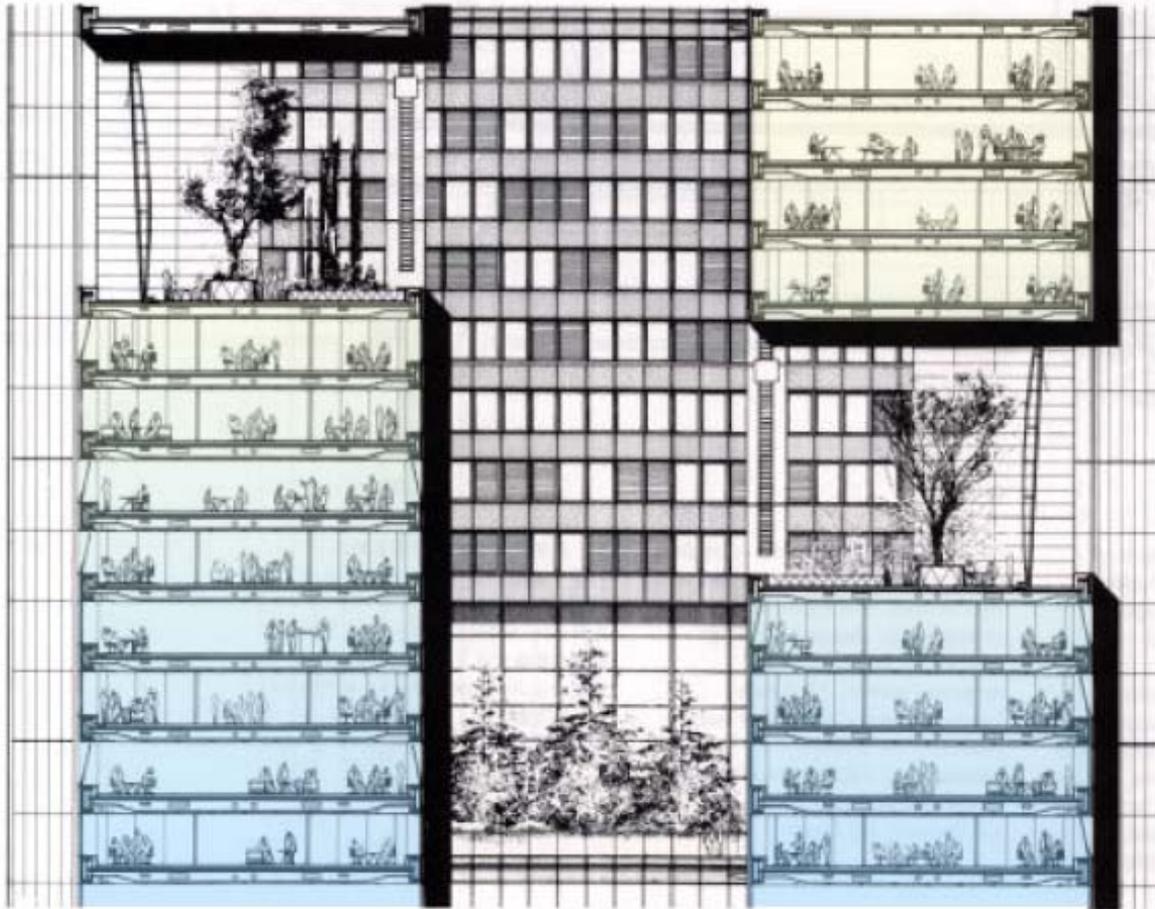






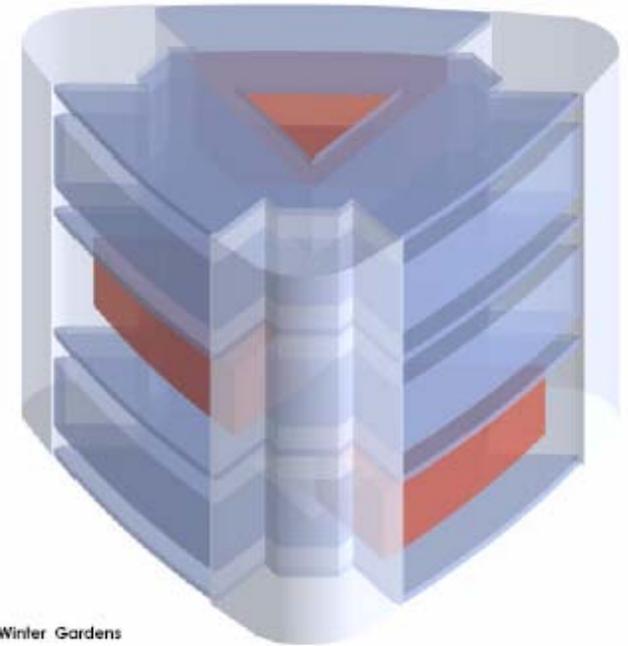
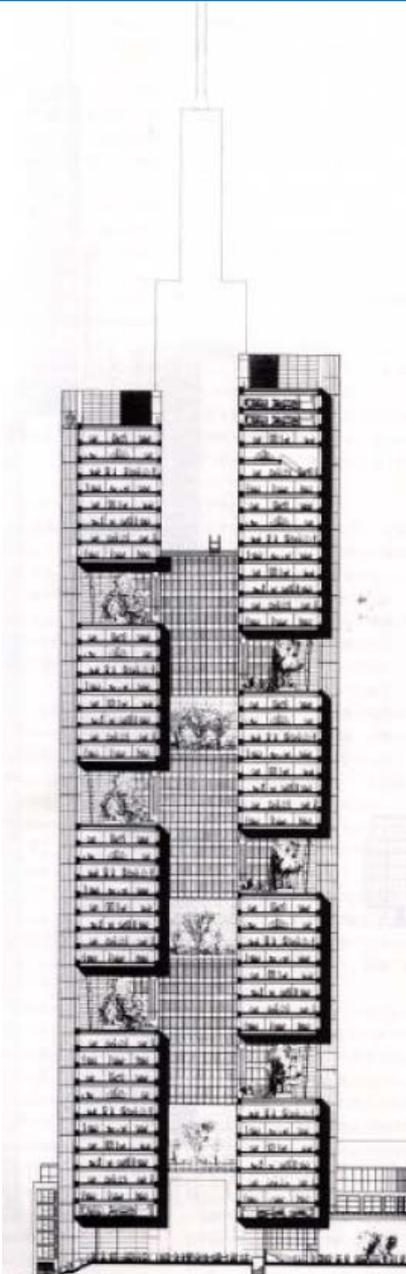


Typical Floor Plan (Buchanan)

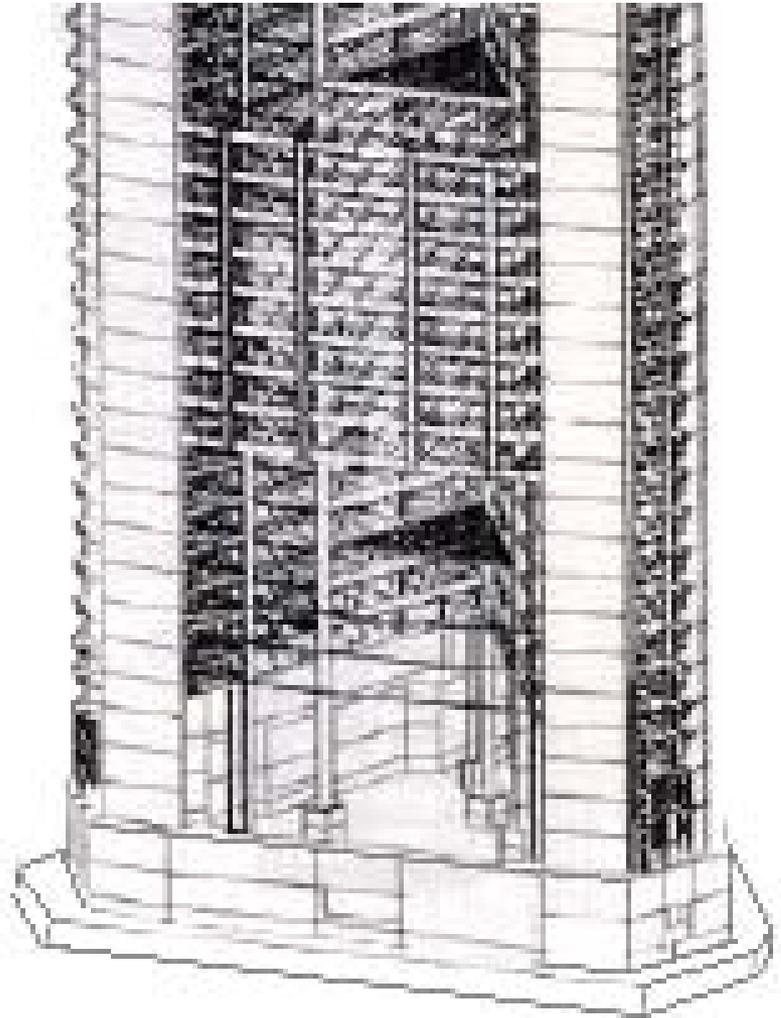
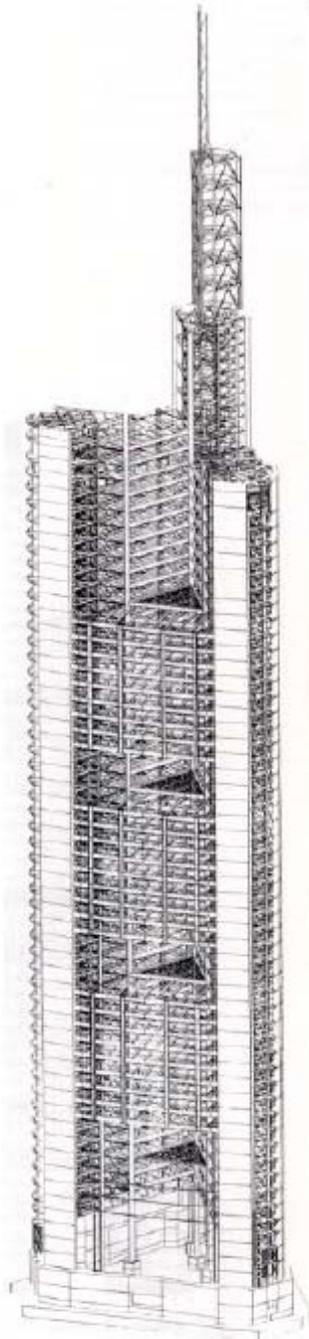
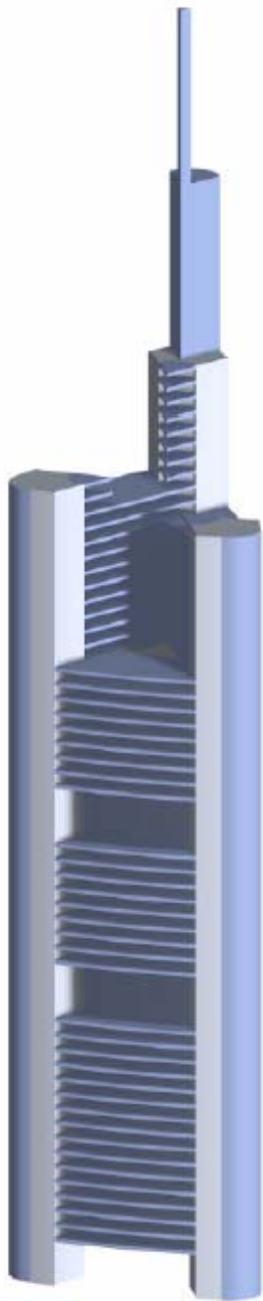


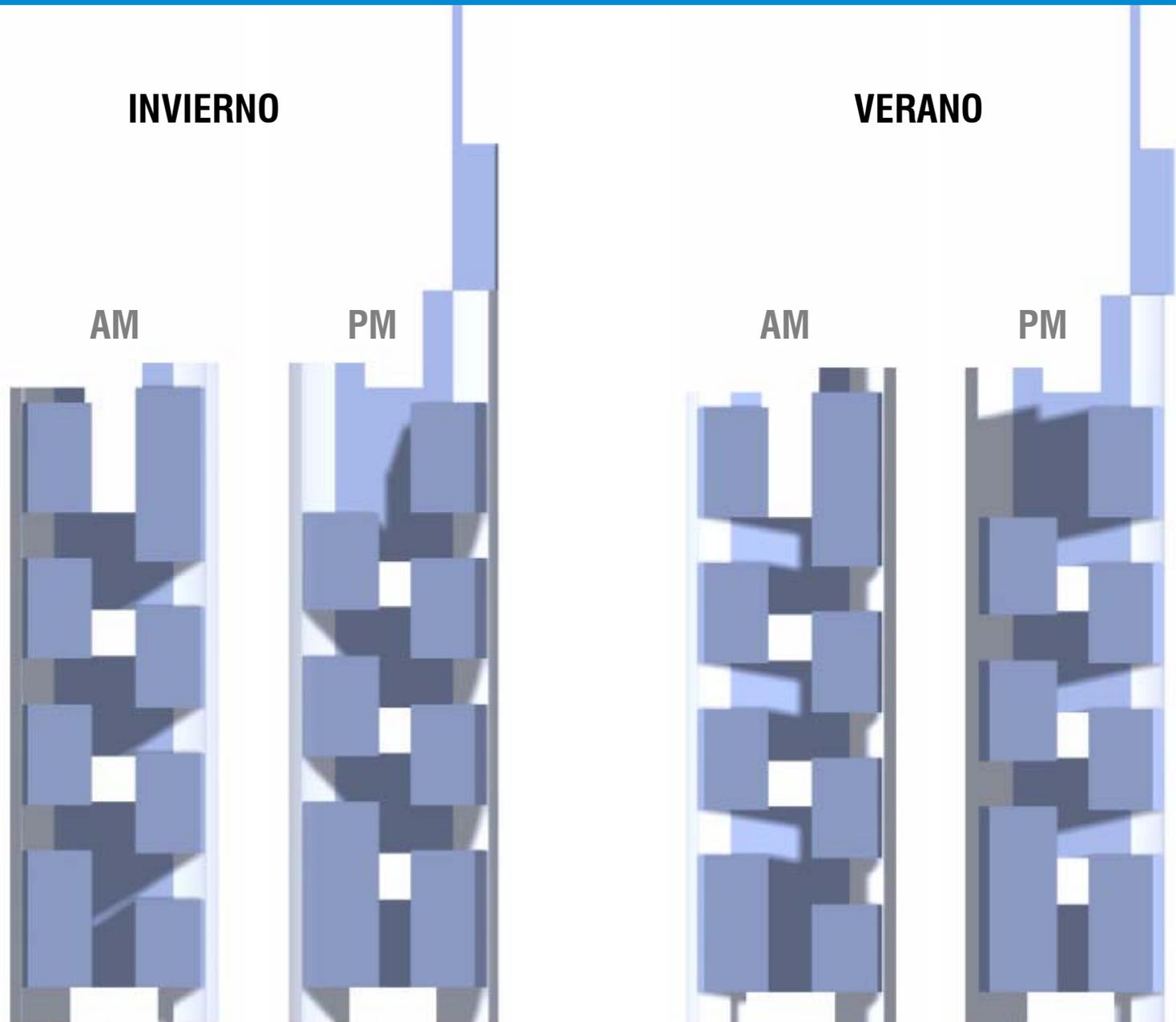
Winter Garden Section (Buchanan)

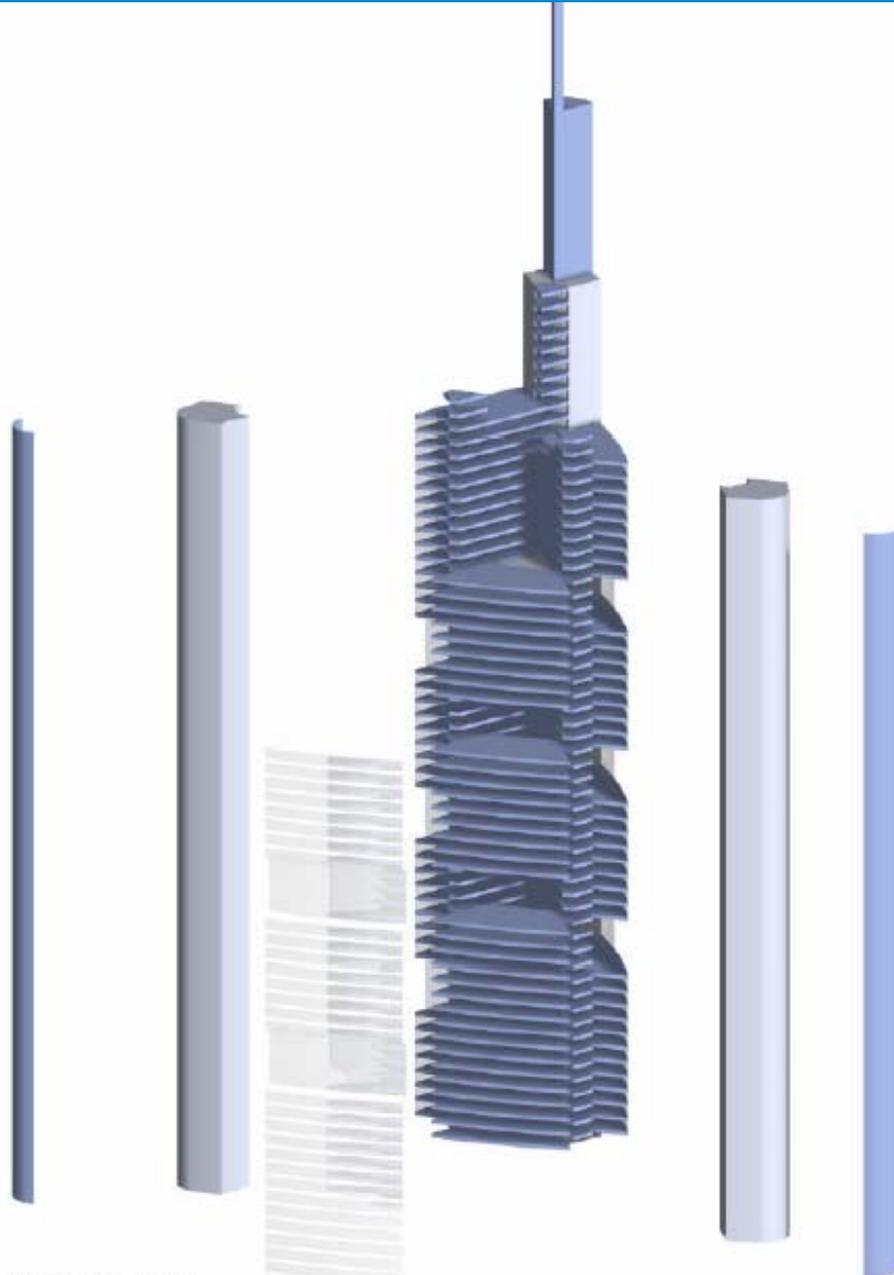


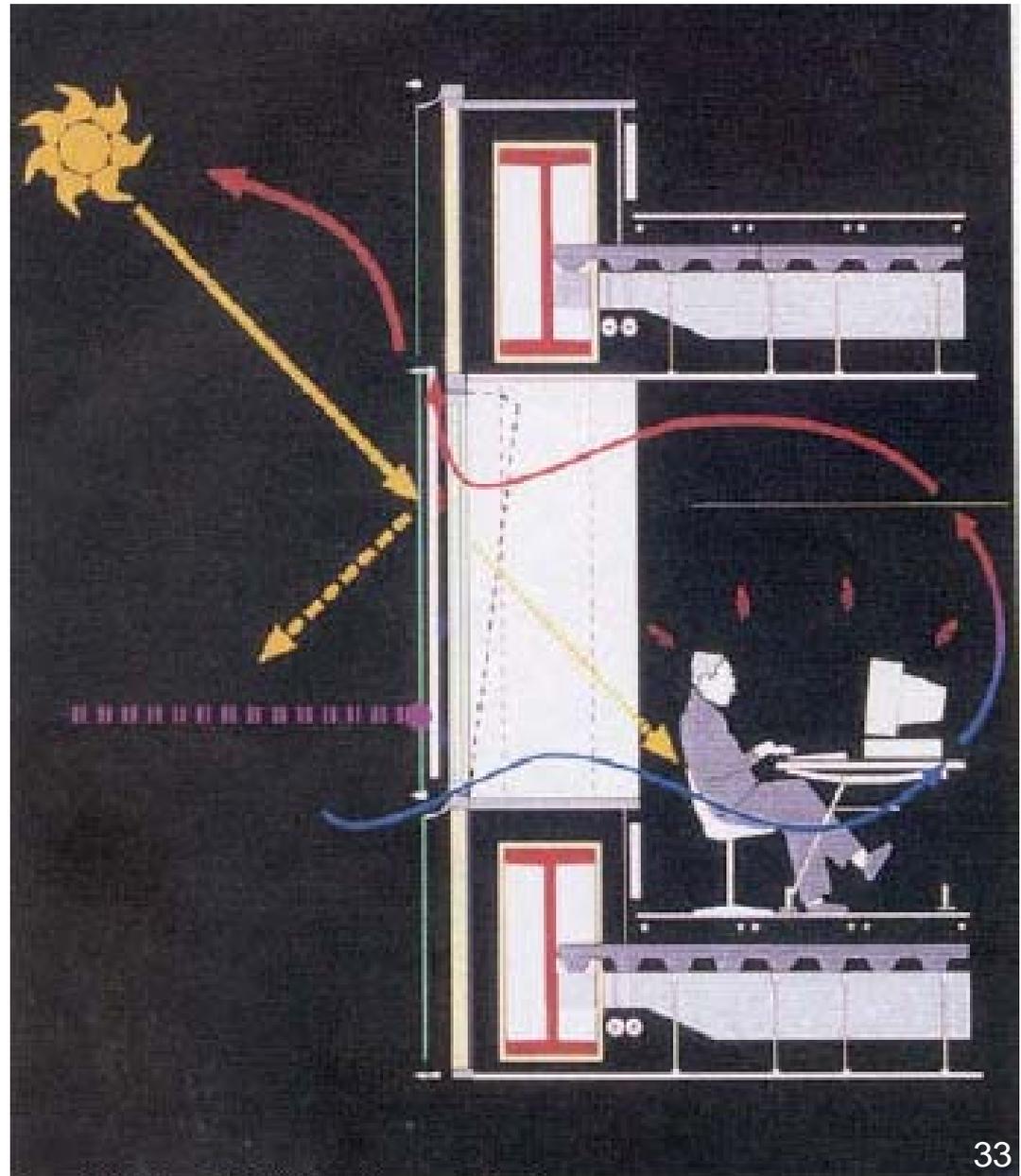


Winter Gardens

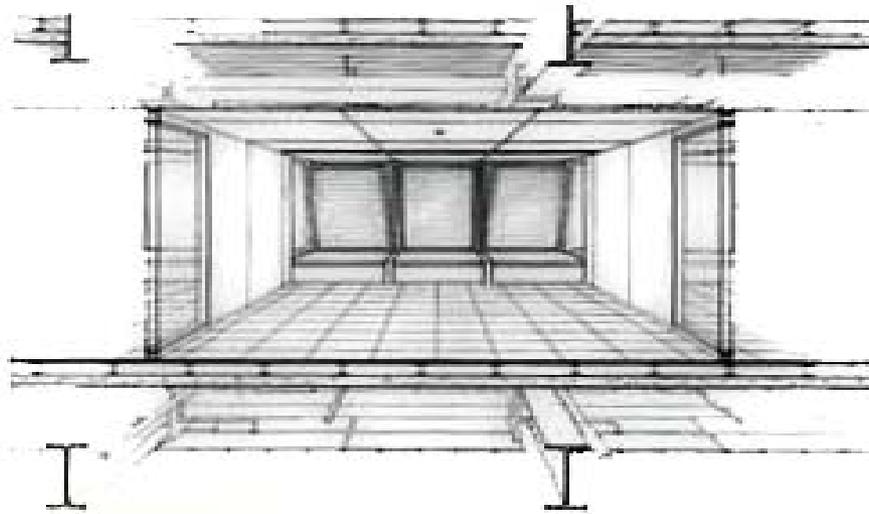




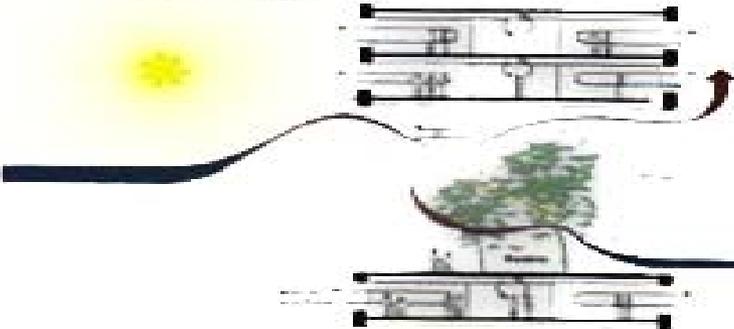




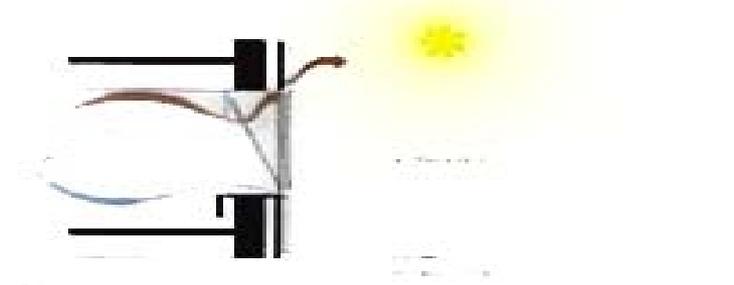
FACHADA



Summer shading - Summer protection

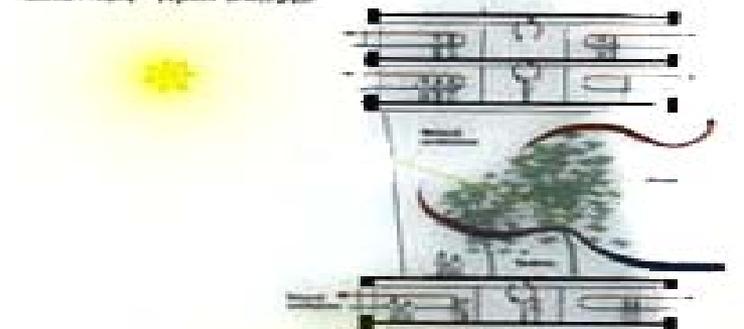


Winter shading - Natural ventilation

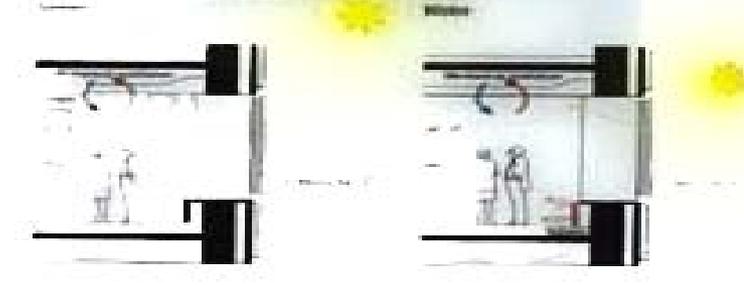


Winter shading structure - winter shading

Summer shading - Winter protection



Summer shading - Independent climatic conditions





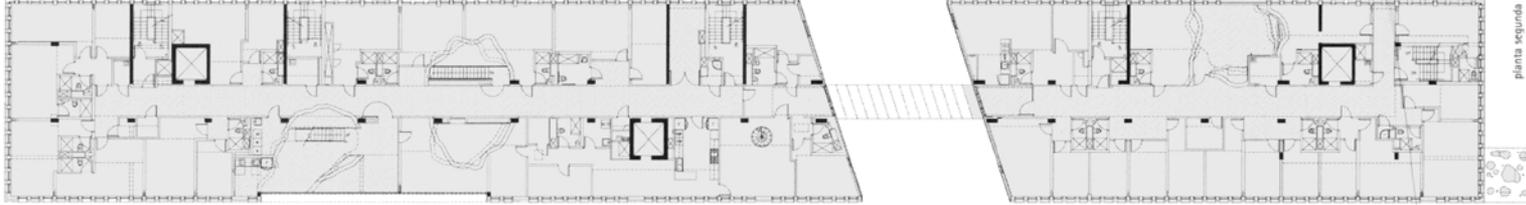








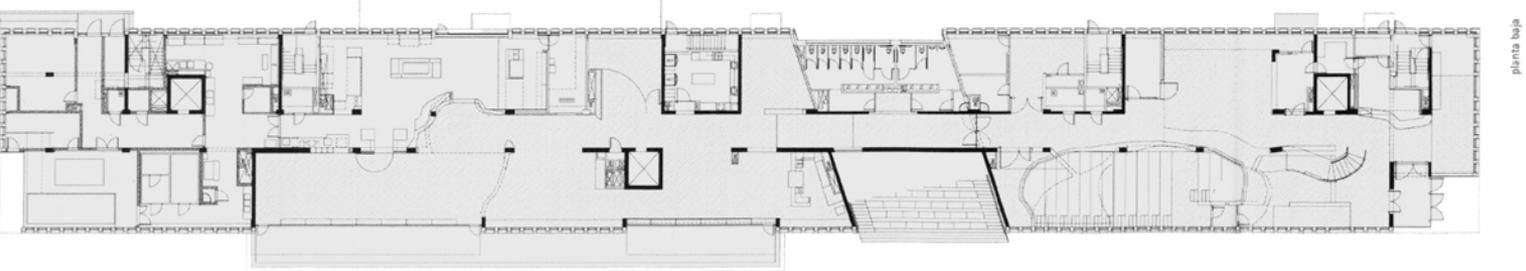
planta tercera



planta segunda



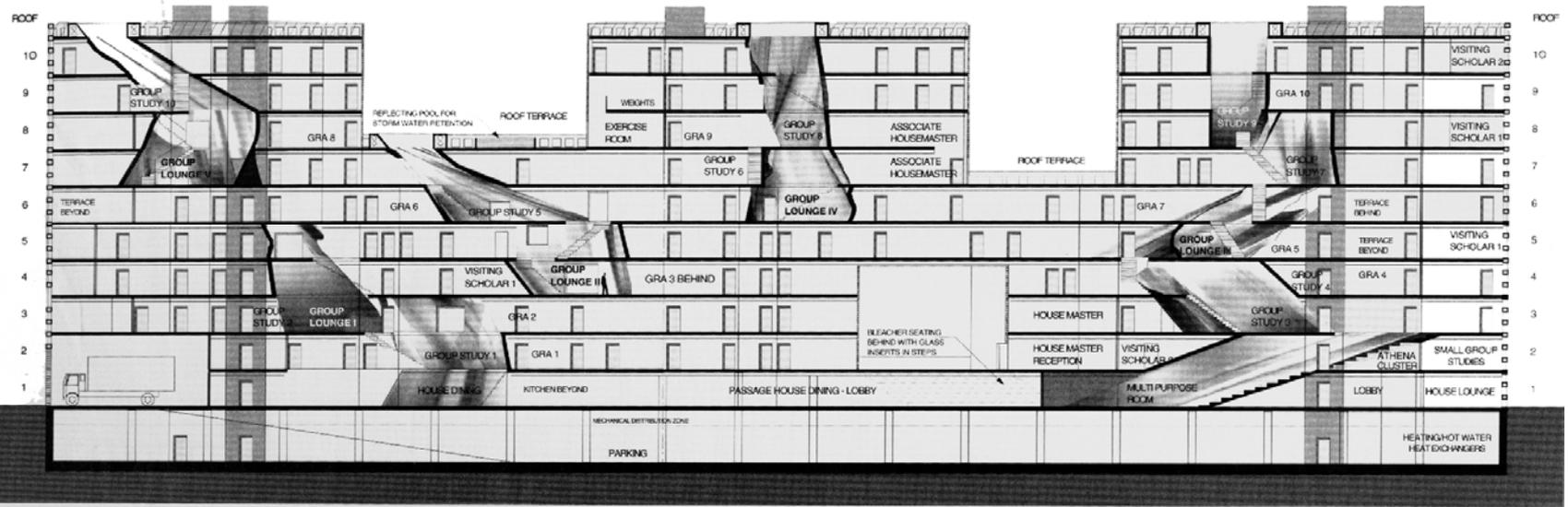
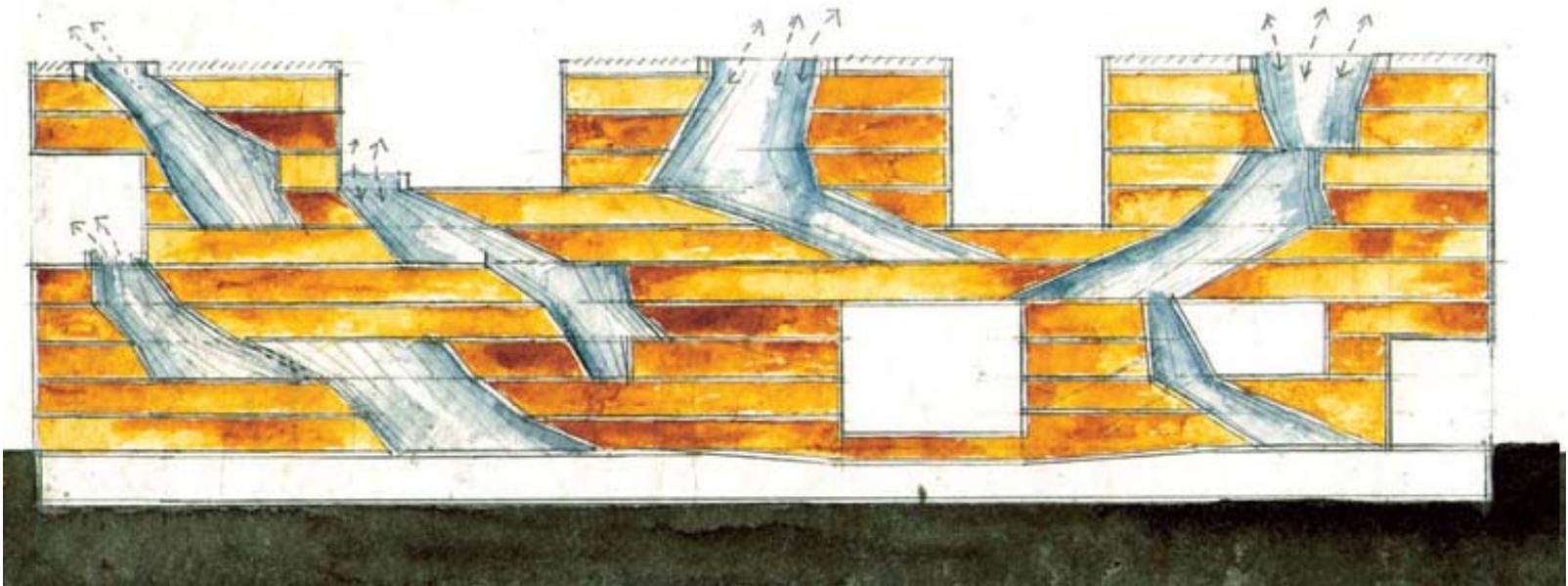
planta primera



planta baja

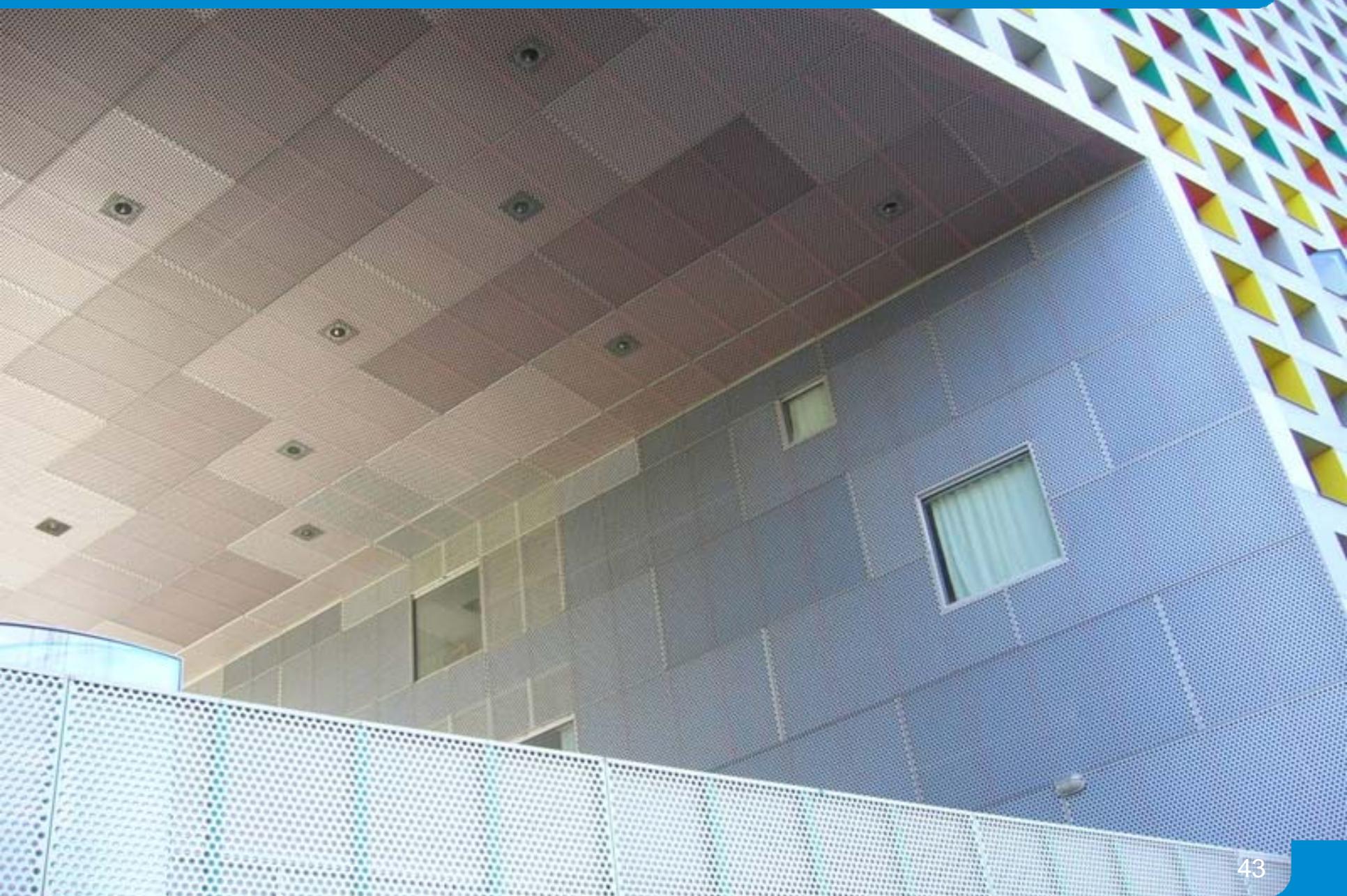
SIMMONS HALL

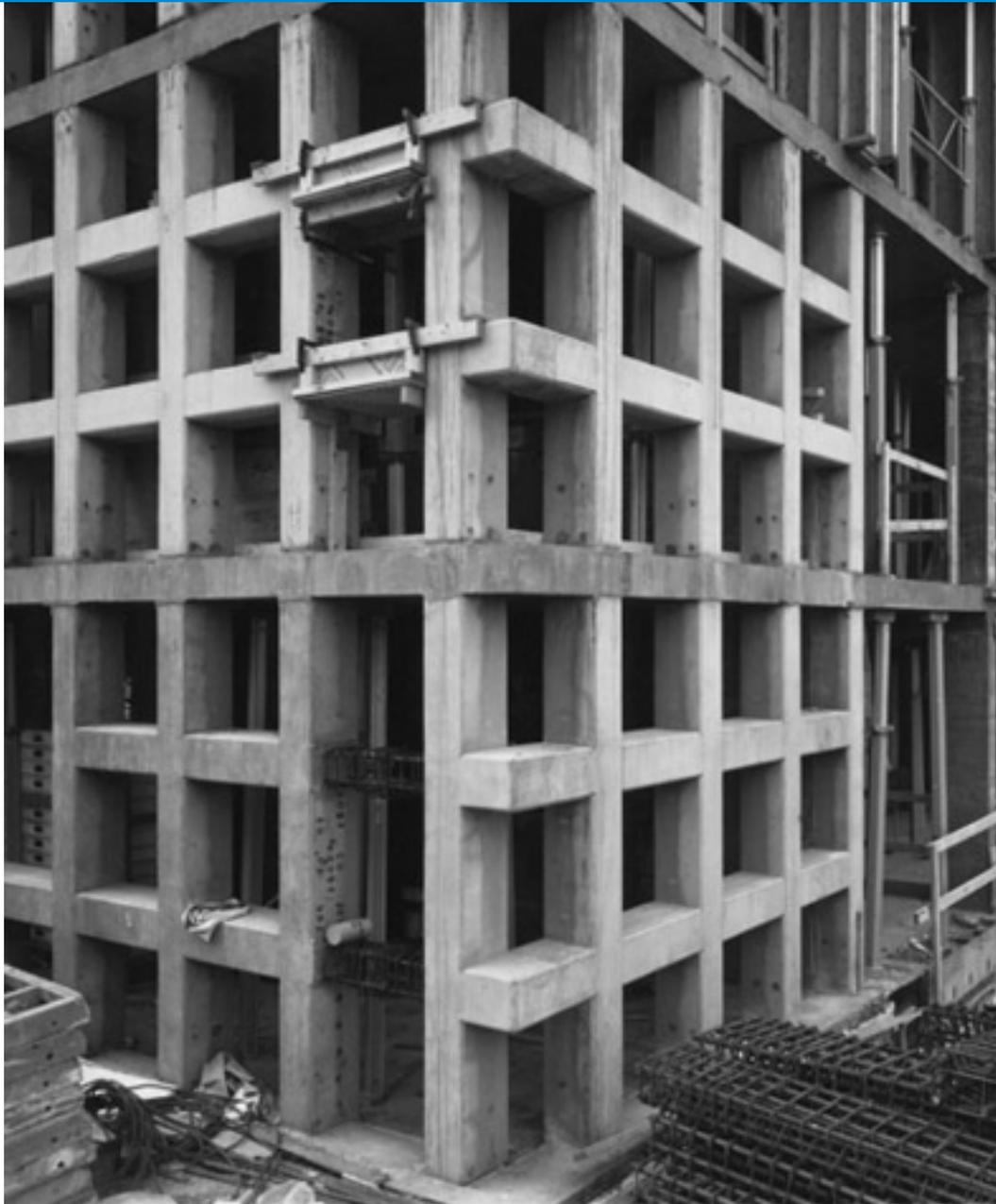
CORTES LONGITUDINALES



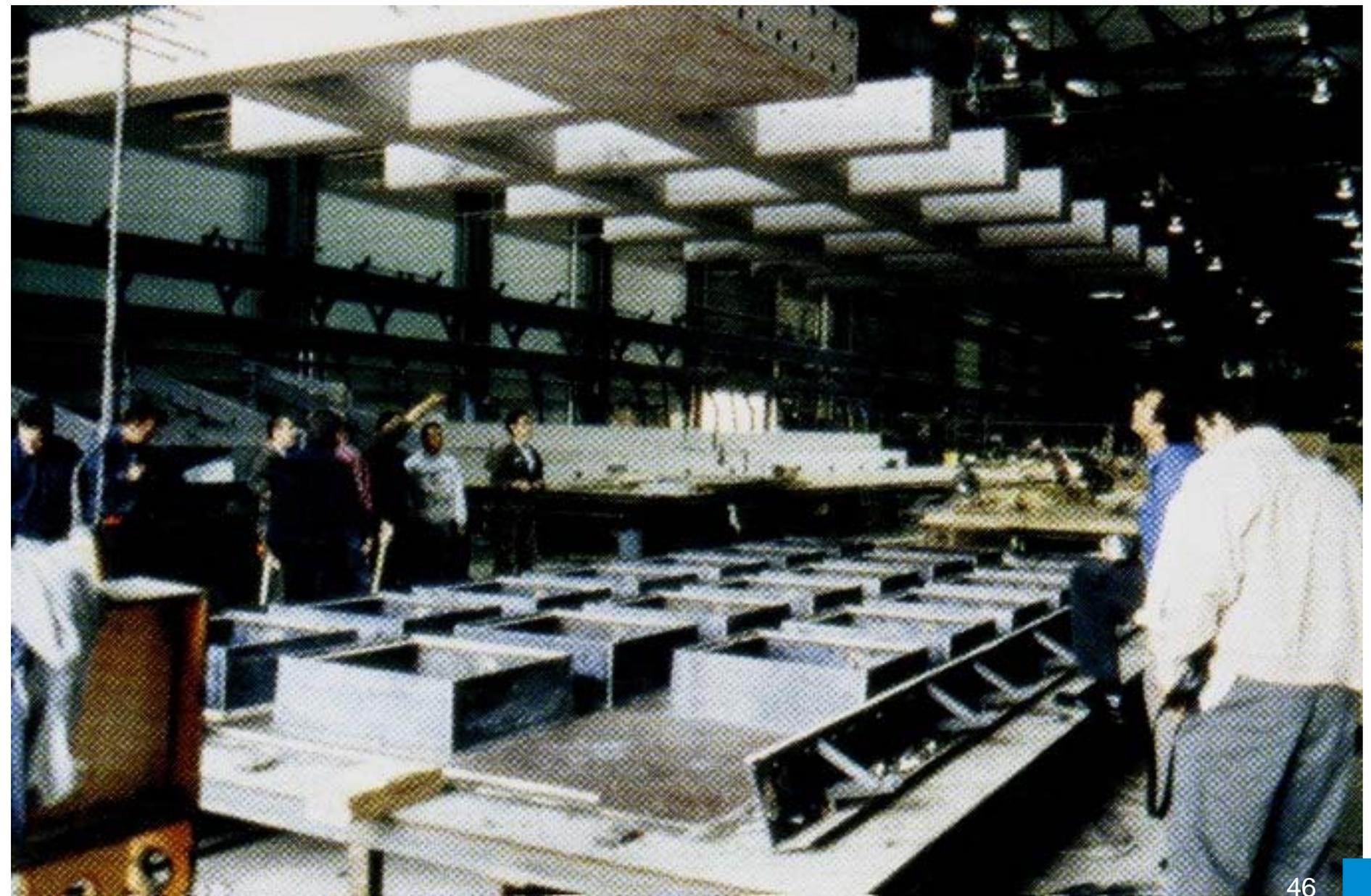
















FIN



www.fauestructurasvfl.com.ar