

APROXIMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE  
425 PARK AVENUE TOWER EN NUEVA YORK DE NORMAN FOSTER



# TRABAJO FINAL DE GRADO

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

ALUMNA: Diana Francés López

TUTOR: Ernesto Fenollosa Forner  
Luis de Mazarredo Aznar

CURSO: 2016-2017



## RESUMEN

El presente trabajo, realizado en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, se centra en el análisis detallado estructural de la última obra del arquitecto Norman Foster. Se trata de la torre de oficinas que se está construyendo en el 425 de Park Avenue en Nueva York cuya privilegiada situación y peculiar forma es uno de los puntos fuertes de este proyecto.

Inicialmente se expondrá la evolución del arquitecto con algunas de sus obras más representativas.

A continuación se describe constructiva y estructuralmente el edificio. Formalmente está dividido en tres bloques que se van degradando en altura hasta alcanzar las tres torres iluminadas. En su parte posterior se ubica el núcleo de comunicaciones al que se conectan los pilares que unen la fachada principal.

Para poder definir el comportamiento de su estructura se elabora un modelo informático, incluyendo elementos tipo barra y elementos finitos, mediante el programa de cálculo estructural Architrave.

## ABSTRACT

The present work, realized in the Technical School Superior of Architecture of Valencia, focuses on the detailed structural analysis of the last work of the architect Norman Foster. It is the office tower being built at 425 Park Avenue in New York whose privileged location and peculiar shape is one of the strengths of this project.

Initially the evolution of the architect with some of his most representative works will be exposed.

The building is then described constructively and structurally. Formally it is divided in three blocks that are degrading in height until reaching the three illuminated towers. In its later part is located the communications nucleus to which are connected the pillars that unite the main façade.

In order to define the behavior of its structure, a computer model, including bar elements and finite elements, is elaborated using the structural calculation program Architrave.

## RESUM

El present treball, realitzat a l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de València, se centra en l'anàlisi detallada estructural de l'última obra de l'arquitecte Norman Foster. Es tracta de la torre d'oficines que s'està construint al 425 de Park Avenue a Nova York la seva situació privilegiada i peculiar forma és un dels punts forts d'aquest projecte.

Inicialment s'exposarà l'evolució de l'arquitecte amb algunes de les seves obres més representatives.

A continuació es descriu constructiva i estructuralment l'edifici. Formalment està dividit en tres blocs que es van degradant en alçada fins arribar a les tres torres il·luminades. En la seva part posterior se situa el nucli de comunicacions a què es connecten els pilars que uneixen la façana principal.

Per poder definir el comportament de la seva estructura s'elabora un model informàtic, incloent elements tipus barra i elements finits, mitjançant el programa de càlcul estructural Architrave.

- PALABRAS CLAVE -

425 PARK AVENUE

-

NORMAN FOSTER

-

NUEVA YORK / NEW YORK / NOVA YORK

-

ELEMENTOS FINITOS / FINITE ELEMENT METHOD / ELEMENTS FINITS

-

HORMIGÓN ARMADO / REINFORCED CONCRETE / FORMIGÓ ARMAT

## ÍNDICE

1. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	05
2. EVOLUCIÓN ARQUITECTÓNICA.....	07
3. 425 PARK AVENUE TOWER.....	32
Situación e Idea.....	33
Forma e Implantación.....	35
Organización.....	38
Materialidad y Construcción.....	42
4. DESARROLLO ESTRUCTURAL.....	48
Modelo Estructural.....	50
Modelización Virtual.....	53
Asignación de Cargas.....	54
Combinaciones.....	56
Materiales.....	60
Resultados de Cálculo.....	60
5. CONCLUSIONES.....	77
6. BIBLIOGRAFÍA.....	81
Referencia Imágenes.....	83

## I. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Si miramos a nuestro alrededor podemos observar que lo que hace diferente una obra de arquitectura es principalmente su estructura, ya que ésta no es un medio sino el propio resultado. Pero no se reduce únicamente a la técnica, hay mucho más detrás de cada obra.

Tanto en la torre de Norman Foster para el 425 de Park Avenue como en cualquiera de sus obras, ya que estamos hablando del hombre que desarrolló la arquitectura High-Tech, para llegar a este maravilloso resultado Foster realiza un exhaustivo análisis, el cual necesita una perfecta ejecución para expresar esa original idea.

El objetivo principal del presente trabajo consiste en analizar la torre que se está construyendo en el 425 de Park Avenue en la ciudad de Nueva York, elaborada por el estudio de arquitectura Foster+Partners junto con la colaboración de la empresa constructora Tishman Construction y, como ingeniero estructural, la empresa WSP que trabaja con ellos.

En primer lugar, se explicarán algunas de las obras más importantes del arquitecto para encontrar el resumen de su evolución arquitectónica.

Para posteriormente analizar el proyecto desde distintos ángulos con ayuda de estas anotaciones.

Con el análisis estructural conseguiremos observar el comportamiento de los distintos componentes del edificio, desarrollándolo planta a planta, así como del edificio completo.

Todo esto se consigue gracias a la previa modelización del edificio que se realiza con el programa de cálculo Architrave.

Para terminar, el trabajo cierra con un apartado de conclusiones que se extraerán de los resultados obtenidos, y puedan ser aplicables posteriormente a edificios con características similares.

Entonces, el proceso metodológico seguido ha sido el siguiente:

- Recopilación bibliográfica sobre la evolución de la arquitectura de Norman Foster que nos permitirá entender su obra.

- Una vez realizada la recopilación, se lleva a cabo un trabajo de estudio: Análisis y síntesis de la información obtenida para su posterior redacción.

- Desarrollo de un modelo informático de la estructura mediante el programa de cálculo Architrave.

-Análisis estructural ante distintos esfuerzos, primero se analizará el comportamiento de cada una de las partes para luego centrarnos en el modelo general.

-Obtención de conclusiones sobre los resultados obtenidos que servirán de aplicación a construcciones similares.

Foster afirmó en una de sus entrevistas, que el objetivo de este proyecto era:

“[...]crear un edificio singular, tanto de su tiempo como atemporal, así como respetuoso con su entorno[...].”

La nueva torre debía ser sostenible, a la vez que novedosa y contemporánea, pero que nunca se quede en el pasado sino que se llegue a convertir en icono de la ciudad como el Empire State u otros edificios de la zona. Foster planteó un edificio de oficinas diferente a lo habitual, con espacios de relación al aire libre pensados para sus usuarios. De esta forma, se acaba con esa idea de edificio cerrado que se tenía hasta el momento.



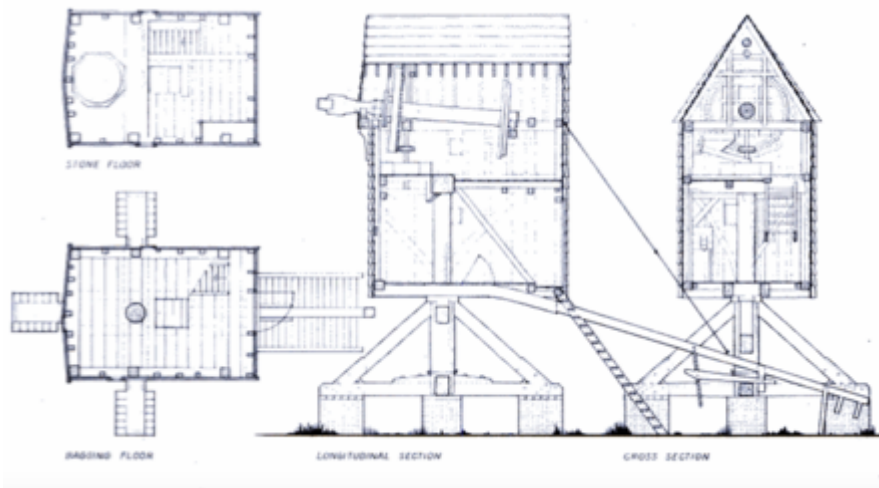


## EVOLUCIÓN ARQUITECTÓNICA

## II. EVOLUCIÓN ARQUITECTÓNICA

Al acabar sus estudios en Manchester, Foster tenía la convicción de que la arquitectura poseía unas directrices y construcción ideológica, pero en 1957 se inicia la escena inglesa donde cada cual es libre de elaborar sus propias reglas, de darle carácter a su modernidad.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



Img 1. Trabajos de estudiante.

En 1961 obtiene la beca Henry Fellowship de la Universidad de Yale y en 1962 recibe el título de arquitecto.

(Diccionario Akal de la Arquitectura del siglo XX, Jean-Paul Midant, 2004)

Tras su vuelta a Gran Bretaña en 1963, descubre que había sido inscrito por Rogers en un estudio llamado Team 4, un equipo compuesto además por George Cheeseman y su hermana Wendy. Tras un tiempo George se retira, lo que supuso un grave problema ya que sólo ella disponía de licencia de ejercicio profesional (en Gran Bretaña tienes que disponer de, además del diploma de arquitecto, la admisión por el Royal Institute of British Architects).

Norman no parecía confiar demasiado en Wendy, una joven distinta de lo habitual que mostraba cierta oposición hacia su creatividad. Pero con el tiempo esta confrontación desapareció dando comienzo a una relación amorosa entre ambos, en 1964 se casaron y al tiempo tuvieron dos hijos.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)

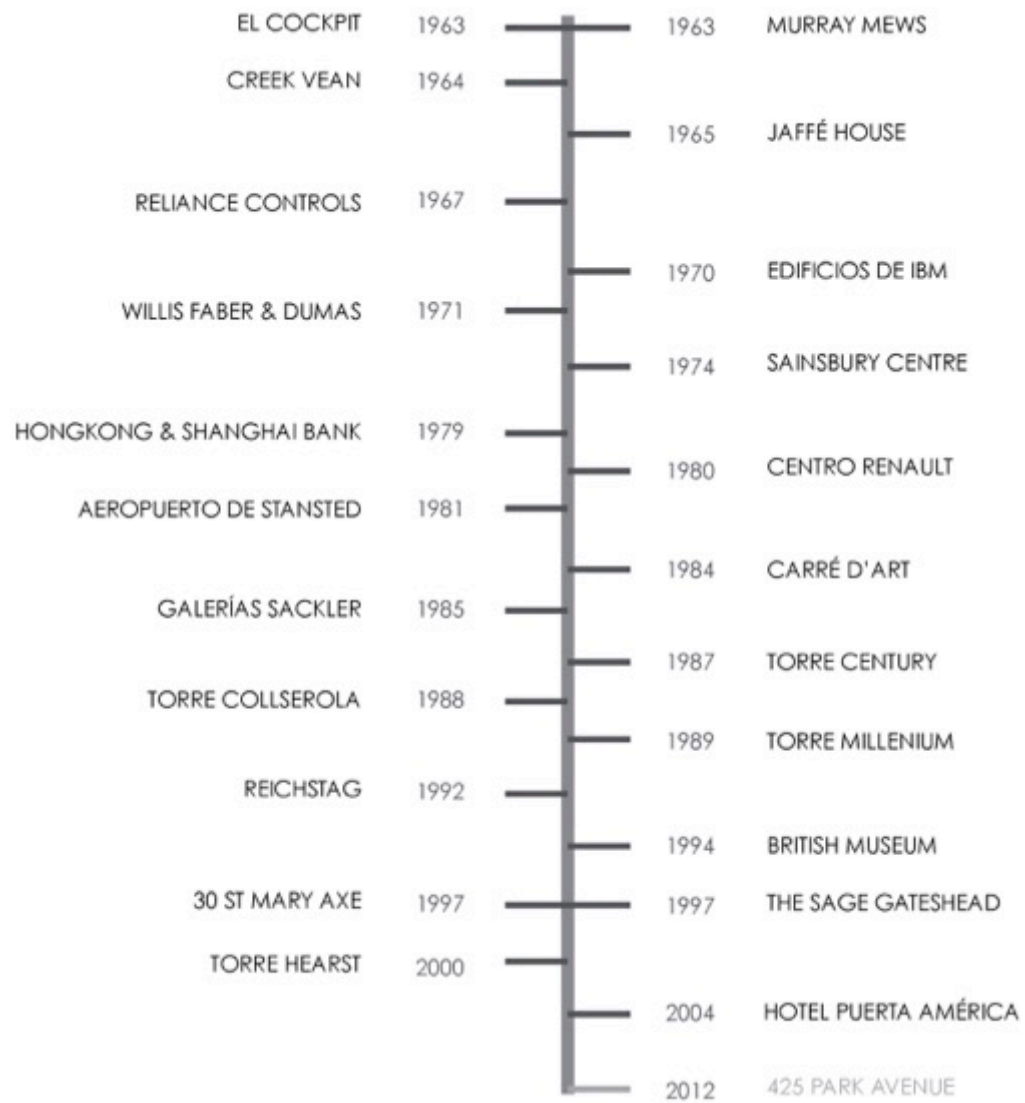
El primer cliente del Team 4 fue Marcus Brumwell, el cual había expresado cierto interés por el arte contemporáneo gracias al pintor Ben Nicholson.

Considerada una persona bastante anticonformista, buscaba un proyecto diferente y apostó por el pensamiento artístico ambicioso de Rogers y Foster, a pesar de la carencia de experiencia profesional de éstos.

Además, su hija Su Brumwell se había casado con Rogers y ocupó el puesto de Georgie.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)

APROXIMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE 425 PARK AVENUE TOWER EN NUEVA YORK DE NORMAN FOSTER



**EL “COCKPIT”** (cuerpo macizo opaco iluminado por una gran cristalera)

La transformación de un refugio en casa situado en Cornualles fue su primer encargo, un proyecto realmente pequeño que Team 4 iba a convertir en toda una obra arquitectónica.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



Img 2. El Cockpit, 1963, Feock, Cornualles.

Se trata de una integración bestial con la naturaleza, unida a una muy buena organización y gestión de las formas. Compuesto por un angular y hundido zócalo de hormigón, y una envolvente de vidrio dirigida hacia el mar con una forma peculiar, parecida a una tienda de campaña cuya forma está envuelta por su entorno. Estos inexpertos arquitectos contaron con la ayuda del ingeniero Tony Hunt, quien diagnosticó esta reconversión como categórica aunque más costosa de lo habitual. Finalmente Brumwell aceptó la idea.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)

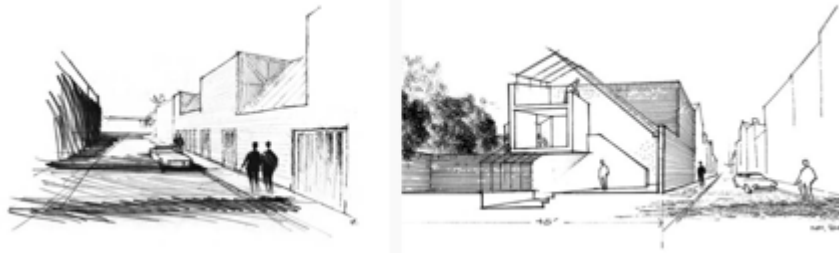
## MURRAY MEWS

Las tres casas de los Murray Mews, cada una en una pequeña parcela. Se construyeron los edificios en el límite frontal, de esta manera, en la parte posterior se consiguió crear un patio privado.

Desde la entrada de la vivienda se distingue la alternancia de luz y sombra: una zona iluminada por un lucernario, una franja con mayor intimidad e iluminación más tenue, y por último, el muro acristalado que da al patio privado y genera un espacio más luminoso.

La cocina se sitúa en un espacio a doble altura, con cubierta inclinada acristalada para la entrada de luz. Ésta conecta a la vez con la buhardilla acristalada, el salón y el patio.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/murray-mews/>)



Img 3. Murray Mews, 1963, Londres, Reino Unido.

### CREEK VEAN

“En la historia del Movimiento Moderno inglés, Cornualles ocupa un lugar destacado y, en el marco de Cornualles, la casa Creek Vean resume la sensación de lugar que compartió toda una generación”. Brian Hatton

Se trata de una arquitectura que se adapta a la topografía de un terreno con bastante pendiente, y orientada para

aprovechar las grandes vistas de Cornualles. Dos recorridos organizan la casa, uno exterior que se inicia en la carretera de acceso y desciende hasta el muelle, el otro interior genera una galería iluminada mediante lucernarios. Esta ruta interior enlaza las estancias, la terraza en cubierta y el acceso al garaje. Emplea materiales tradicionales como bloques de hormigón y suelos de pizarra de Gales. Desde que fue terminada la casa en 1960, se ha dejado crecer la vegetación de forma natural hasta lograr mezclarse con la estructura, observamos así pues cierta ambigüedad entre este camuflaje exterior y las amplias vistas desde el interior.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/creek-vean/>)

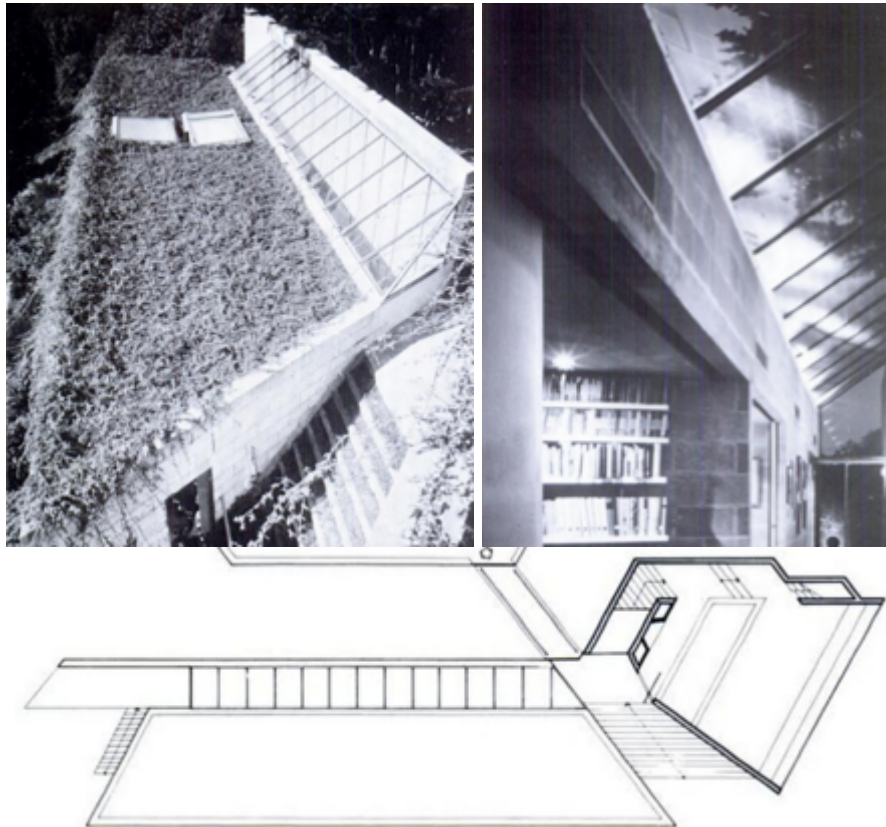
Según Foster, la casa fue construida sobre dos “rutas”, una de ellas desciende hasta el lugar donde guardan las embarcaciones, mientras que la otra es un paseo arquitectónico (idea corbusieriana) por las habitaciones hasta llegar al refugio enterrado. La galería de exposición (elemento fuerte interior) es la unión entre la ladera y las estancias, y en ella penetra la luz del sol a través de una cristalera, con junta estructural de neopreno (material nuevo de la época).

La forma de los muros posee un efecto abanico, libre e informal que recuerda a obras de Wright, quien también empleaba las líneas paralelas y ángulos agudos con frecuencia. Se observan además disposiciones de Le Corbusier como, además del paseo arquitectónico, el uso de volúmenes cúbicos, cubiertas planas con terraza llena de vegetación o el suelo de pizarra.

Rogers y Foster reinterpretan ideas y conceptos empleados por los grandes maestros.

La casa adquirió una medalla del Royal Institute of British Architects en 1969.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



Img 4. Creek Vein, 1964, Feock, Cornualles.

## JAFFÉ HOUSE

“La casa Skybreak es una de mis favoritas; de hecho, cuando sus dueños originales decidieron mudarse, Wendy y yo nos planteamos seriamente comprarla. Si finalmente decidimos no hacerlo fue solo porque vivir allí hubiese obligado a nuestros hijos a desplazarse cada día hasta Londres para asistir a la escuela”. Norman Foster

Los lucernarios iluminan una serie de zonas escalonadas en las que se divide el espacio, pero la novedad se centra en la flexibilidad interior con el empleo de paneles correderos que amplían o reducen estancias. Team 4 logró lo que el cliente buscaba, una casa que pudiera adaptarse a cualquier situación.

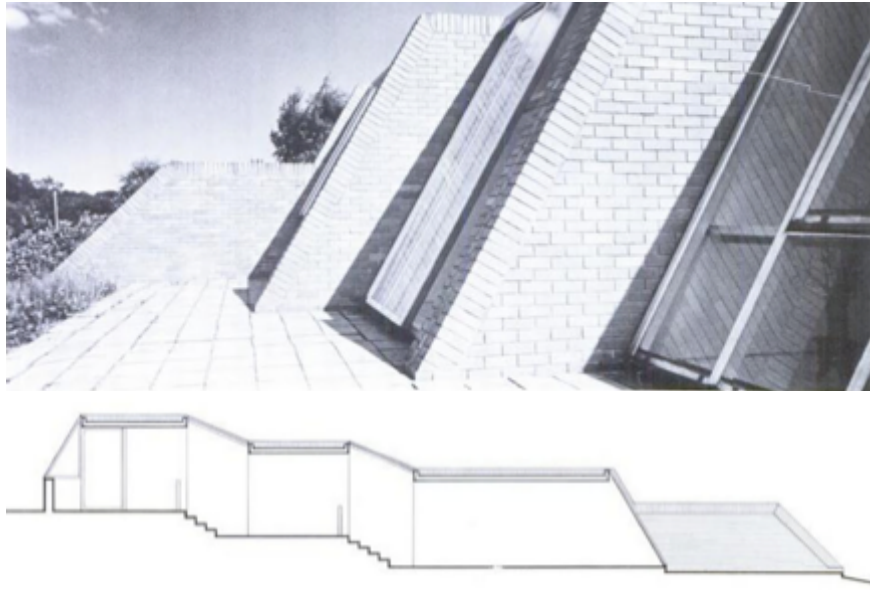
La casa Skybreak apareció en la película de La naranja mecánica.

([http://www.fosterandpartners.com/es/projects/jaffe-house-\(skybreak-house\)/](http://www.fosterandpartners.com/es/projects/jaffe-house-(skybreak-house)/))

En la casa para Michael Jaffé se sustituyen los ideales de Wright por una geometría racionalista bautizada como “Skybreak”, una volumetría a lo Stirling.

Hay dos elementos importantes: la luz ya que emplea grandes cristaleras y una iluminación cenital (no con efecto dramático como Wright o Le Corbusier, sino más bien doméstico), y la flexibilidad gracias al uso de paneles deslizantes.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



Img 5. Casa Jaffé, 1965, Radlett, Hertfordshire.

## LA FÁBRICA RELIANCE

Rogers y Foster tuvieron su primer encargo para el mundo empresarial gracias a James Stirling, ya que el propietario de la empresa Reliance contactó con él para un programa que consistía en la realización de un edificio industrial.

Como debía estar acabado en 10 meses, se optó por la unión de elementos prefabricados de acero que permitían una ejecución más rápida y fiable.

Ayudados por Tony Hunt, descubrieron el nuevo mundo del acero, el cual dotaba a la obra de mayor precisión que empleando métodos tradicionales.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



Img 6. Reliance Controls, 1967, Swindon, Reino Unido.

Compuesto por una horizontal pura, con un minucioso tratamiento de nudos, articulaciones y esquinas, y, al estilo de Mies, planta flexible y diáfana, óptima para el trabajo que albergaba talleres y oficinas, con un tratamiento igualitario, una única entrada y un comedor común.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)

Los tabique deslizantes no estructurales del interior podían modificar el espacio, conservando lavabos, cocina y sala de máquinas una zona fija inamovible.

Financial Times le otorgó el primer Premio de Arquitectura Industrial.

“La sencillez extrema y la coherencia del concepto general, así como el grado de detalle del diseño, generan un ambiente penetrante y muy agradable en el que estar. Resulta refrescante encontrar algo tan bello en su simplicidad que parece casi una tradición perdida”. Declaración Jurado de Financiamiento Times.

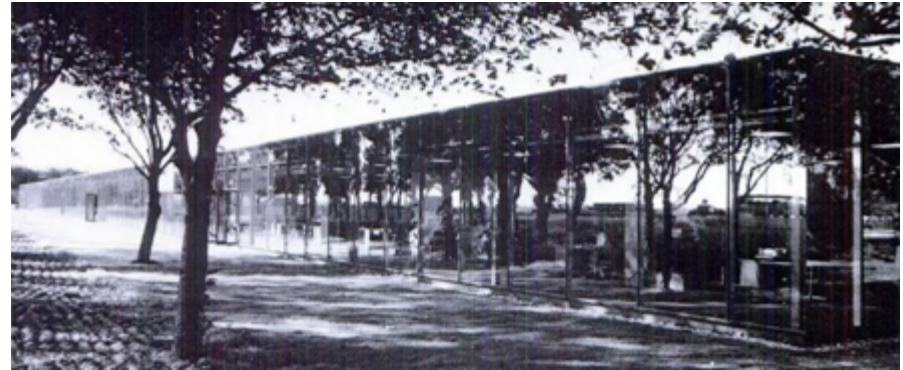
(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/reliance-controls/>)

Tras el descubrimiento de la eficacia del acero, Foster y Rogers continuaron recorriendo el amplio mundo de la arquitectura moderna.

El Team 4 llegó a su fin en junio de 1967, el ambiente había cambiado y los roces entre parejas eran inevitables.

Norman y Wendy continuaron trabajando juntos y crean Foster Associates, actual Foster & Partners, explorando el ámbito industrial y terciario, las zonas de trabajo, dando prioridad al programa y las necesidades.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



Img 7. Edificios de IBM, 1970, Cosham, Portsmouth.

### **EDIFICIOS DE IBM**

Foster logra introducir el edificio en el entorno respetando todos los árboles preexistentes. Consiste en una fachada compuesta por vidrio y sostenida por uniones de neopreno, con un interior flexible que permite un cambio constante en las actividades según las necesidades de la empresa.

“Existe la flexibilidad y la apariencia de flexibilidad; el trabajo del arquitecto tiene que ver, ante todo, con la eficacia real y el aspecto es, por lo demás, un problema más complejo que supera a la mera expresión”. Norman Foster.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



### **WILLIS FABER AND DUMAS**

Para poder integrar el edificio en el lugar, Foster le dio esa peculiar forma curvada siguiendo el recorrido del viario medieval de Ipswich, cubriendo todo el espacio y logrando un edificio más flexible.

A pesar de tratarse de un edificio de oficinas, en su interior podemos encontrar una piscina y una cubierta ajardinada, dando un giro a esa noción que existía de que debían ser espacios tristes. Se trata de una fachada compuesta de vidrio reflectante, la luz entra por todas partes y hay visuales desde todas las perspectivas. En la zona ajardinada podemos encontrar un restaurante al que se accede a través de escaleras mecánicas desde la entrada al edificio.

La luz entra al interior de forma escalonada y oblicua, generando un efecto extraordinario, un ambiente más familiar entre los empleados.

En esta obra se descubre a un gran arquitecto, un edificio único que expresa inteligencia y cuidado, un verdadero logro de Norman Foster.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



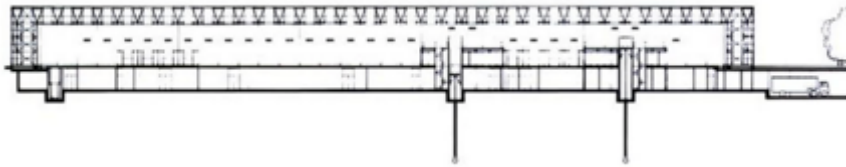
Img 8. Willis Faber & Dumas, 1971, Ipswich, Inglaterra.

### **SAINSBURY CENTRE FOR VISUAL ARTS**

Para ofrecer a los estudiantes de la Universidad de East Anglia la posibilidad de conocer el arte desde cerca, Sir Robert y lady Sainsbury decidieron donar su colección. El edificio debía albergar espacios de exposición, lugares donde se enseñaba historia del arte y zonas públicas. Al igual que hacía para construcciones terciarias, Foster quería diseñar un espacio flexible que se pudiera modificar dependiendo de las actividades. Optaron por una solución estructural tridimensional que permitiría colocar en su interior los espacios sirvientes, se trata de un cascarón gigante con doble membrana que cu-

briría todo el espacio interior. En el subsuelo se distribuirían talleres y almacenes.

(Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004)



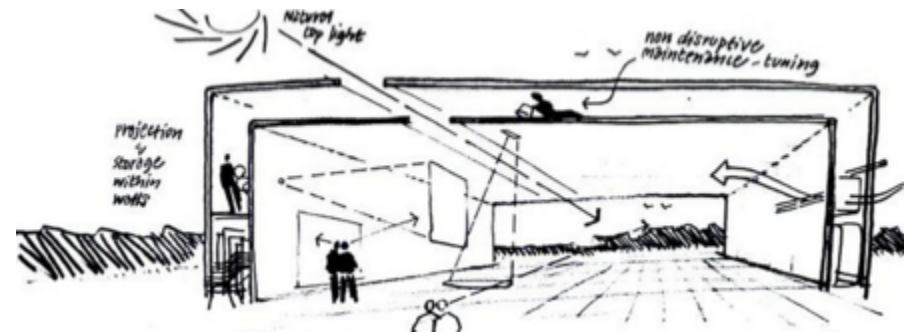
Img 9. Sainsbury Centre, 1974, Norwich, Inglaterra.

La zona interior alberga galerías, recepción, Facultad de Bellas Artes, sala de profesores y restaurante. A cada lado encontramos enormes ventanales abiertos al paisaje, con lamas en la parte interior para controlar la luz.

En la galería principal se expone la colección de los Sainsbury de forma que el espacio recuerda el entorno de origen.

En una ampliación posterior bajo tierra, denominada Crescent Wing, se reservó una zona privada para albergar una nueva donación de los Sainsbury.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/sainsbury-centre-for-visual-arts/>)



Img 10. Sainsbury Centre, 1974, Norwich, Inglaterra.

La **ARQUITECTURA HIGH-TECH** se desarrolló durante los años setenta de la mano de Norman Foster, un hombre vanguardista que le da prioridad a la práctica, a la relación calidad-precio.

Se trata de una arquitectura parecida al Brutalismo aunque, en este caso, suele emplearse el color blanco y las instalaciones no suelen ser vistas, lo que realmente se deja a la vista es la estructura, un resultado claramente industrial.

(Arte actual, Carmen Rábanos, Universidad de Zaragoza, 2010)

Foster siempre ha confiado en la técnica para mejorar la integración de la arquitectura en el paisaje.

Todos los proyectos de Foster and Partners han sido engendrados de una íntima relación con el cliente, y de la idea de

generar espacios tranquilos para vivir, trabajar o reponerse del cansancio.

(Foster and Partners, Aurora Cuito, A.Asppan S.L., 2002)

### HONGKONG & SHANGHAI BANK

Representa una nueva forma de entender los rascacielos. Se elaboró con elementos prefabricados debido al escaso tiempo de ejecución, empleando una estructura que sustentaría las tres construcciones más altas de 29,26 y 44 plantas. De esta forma se obtuvo mayor flexibilidad y se disponía de más libertad a la hora de proyectar, elaborando plantas de diversas formas y tamaños, que generaban, a su vez, espacios muy distintos, con dobles alturas y variedad de visuales y funciones. A estas plantas se puede acceder a través de escaleras o ascensores de alta velocidad. La planta totalmente libre, incluso de elementos estructurales, quedando ocupado el perímetro donde se incluyeron los servicios. Un enorme patio de 10m de altura ocupaba pues la superficie libre, y las oficinas podían distribuirse en las diversas plantas según las necesidades.

(Foster and Partners, Aurora Cuito, A.Asppan S.L., 2002)



Img 11. Hongkong and Shanghai Bank, 1979, Hong Kong.

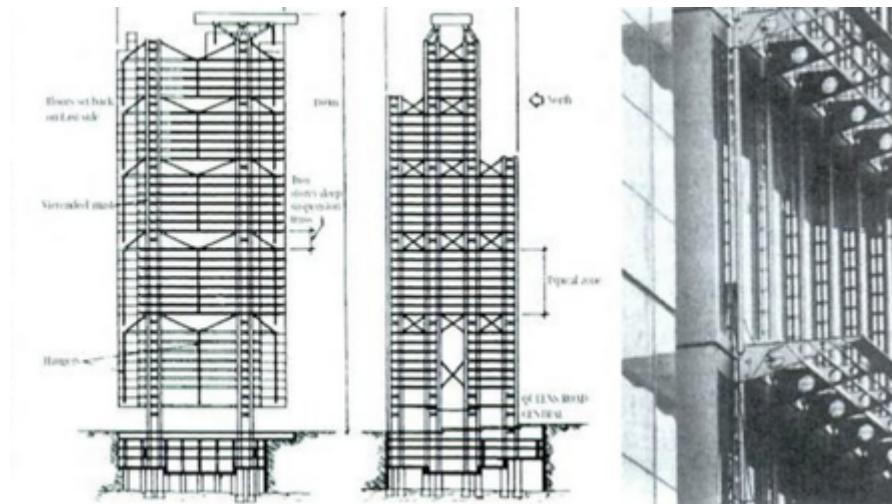
Esta obra marca un antes de un después en la concepción de los rascacielos y de los espacios terciarios, la capacidad del High-Tech para llegar hasta un objetivo artístico. Con el logro de la sede del Hong Kong Bank, Foster Associates consigue prestigio internacional y un gran número de encargos de muchas partes del mundo como Alemania, Gran Bretaña, España, Francia o Japón.

(Diccionario Akal de la Arquitectura del siglo XX, Jean-Paul Midant, 2004)

Aplicación de *brise-soleil* horizontal en fachada para impedir la radiación directa del sol.

Para evitar el movimiento del edificio en su conjunto, se divide en 5 partes suspendidas de la estructura, donde el número de plantas va decreciendo.

(Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea, Ed. NEREA, Iñaki Abalos y Juan Herreros, 1992)



Img 12. Hongkong and Shanghai Bank, 1979, Hong Kong.

El rascacielos fue dividido en cinco partes suspendidas de un colgador de acero, basándose en el diseño de puentes. Para asegurar el edificio frente a empujes horizontales, los pilares principales son trasladados hacia las esquinas evitando la colocación de un núcleo central y consiguiendo plantas flexibles.

La luz solar llega al gran patio central a través de espejos automatizados que siguen el desplazamiento del sol.

(1000 Obras de Arquitectura, Christopher E.M. Pearson, Parkstone International, 2014)

## CENTRO RENAULT DE DISTRIBUCIÓN

Se trata de un edificio fácilmente ampliable ya que está formado por módulos cuadrados apoyados, por sus esquinas, en soportes circulares con 4 tensores para absorber los empujes laterales.

Los distintos módulos que forman la cubierta se unen entre ellos gracias a vigas de doble T dimensionadas a flexo-compresión y con perforaciones en el alma.

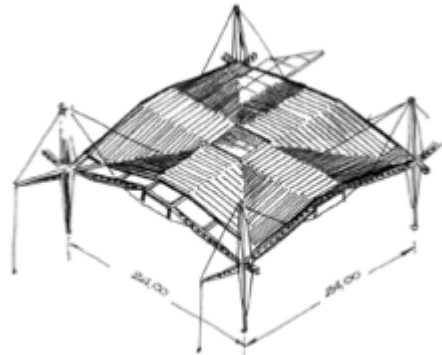
(Diseño integral en arquitectura, Bernardo Marcelo Villasuso, Eduvim, 2011)



Img 13. Centro Renault, 1980, Swindon, Reino Unido.

El edificio alberga almacenes, talleres, salas de exposición, centro de formación, oficinas y restaurante, y ocupa 25.000m<sup>2</sup> dentro de un mismo cerramiento. La construcción destaca en el paisaje ya que se emplean colores vivos, como el amarillo en mástiles y vigas.

Con este sistema estructural de repetición de enormes crujeas se consigue una mayor flexibilidad y altura en el interior, empleando en su mayoría PVC y alternando paneles de vidrio por donde entra la luz.  
(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/renault-distribution-centre/>)



Img 14. Centro Renault, 1980, Swindon, Reino Unido.

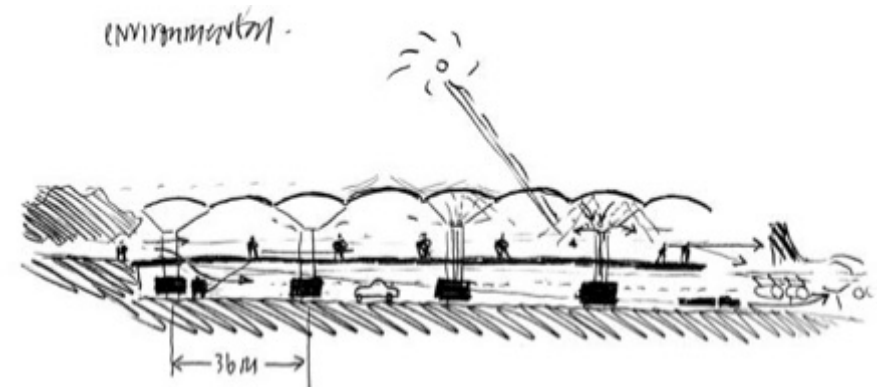
## AEROPUERTO DE STANSTED

“[...] restaurar algo de la excitación y la claridad de los primeros días del viaje aéreo, en los que el aparato era visible en la pista y en los que la lógica del edificio terminal era fácil de comprender”. Norman Foster.

Un aeropuerto más humano dentro de la arquitectura High-Tech, poner la técnica al servicio de la idea y no al revés, eso es lo que llevaba en mente Foster a la hora de Diseñar la terminal de Stansted, deshacer el drama en los vuelos dándole la transparencia que antiguamente poseían: llegar al avión

desde la entrada observando constantemente a los aviones en pista.

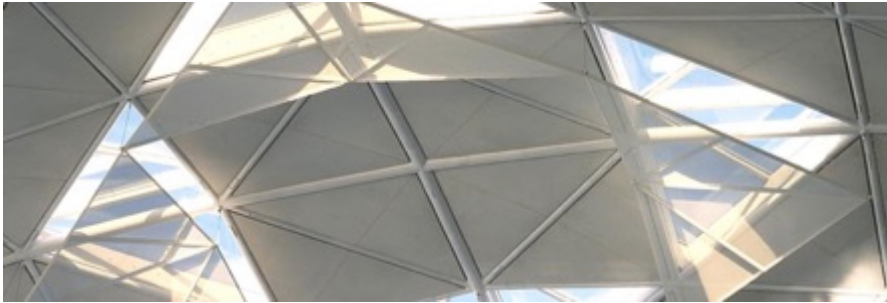
(El Aire: mitos, ritos y realidades, José Antonio González, José Luis Anta, Anthropos Editorial, 1999)



Img 15. Boceto Aeropuerto de Stansted por Foster, 1981.

En este caso libera el techo de cargas y pasa a convertirse en un fino plano a través del cual entran las radiaciones solares. Todo el espacio interior es fluido, una enorme nave blanca y gris.

(Doce arquitectos contemporáneos, Mariano Gómez, Nobukosa, 2011)



Img 16. Aeropuerto de Stansted, 1981, Inglaterra.

Supuso un importante cambio en la construcción de aeropuertos.

La fluidez del edificio se consiguió invirtiendo el orden, las cargas de las instalaciones de servicio pasaron de la cubierta a un gran espacio en el subsuelo junto a la maquinaria.

La cubierta descansa en unos enormes puntos de apoyo que guardan en su interior los sistemas de distribución y penetran hasta el subsuelo.

Esta cubierta genera un cambiante juego de luces y sombras, además de presentar un relevante avance energético ya que se reducen a la mitad los gastos de mantenimiento. Stansted se ha convertido en un modelo a seguir en términos de eficiencia, integración y avance tecnológico.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/stansted-airport/>)

## CARRÉ D'ART

En la intervención del patrimonio, Norman Foster es considerado uno de los arquitectos más tecnológicos.

En la pequeña ciudad de Nimes llevó a cabo uno de sus proyectos, junto al casco histórico y el templo romano de la Maison Carrée.

Ganó el concurso para su realización en 1984, pretendía realizar una mediateca en concordancia con el templo ya existente, con un pórtico actual, sobre un pedestal y con transparentes escaleras como las antiguas de piedra. La construcción se demoró de 1987 hasta 1993.

Viendo la ciudad de Nimes desde arriba se observa que destacan los tonos marrones tierra de las construcciones, contrasta con la cubierta blanca que propone Foster y la de vidrio empleada en el patio central.

La obra tiene cierto parecido a los templos clásicos pero con el aporte de las nuevas tecnologías. Una vez acabado habrán dos partes, la clásica y la actual, existe riesgo del comportamiento de los distintos materiales con el transcurso del tiempo.

Con el objeto de no sobrepasar el límite de alturas de las construcciones existentes, Foster construye varias plantas bajo tierra donde accede la luz natural gracias al gran patio central.

La entrada se realiza por la planta baja, de forma asimétrica, recuerda al trazado de los antiguos templos de hormigón aún empleando delgadas columnas de acero en el pórtico.

La escalinata tiene mucha importancia en el interior del edificio, ya apareció en el proyecto que realizó Foster para el

Banco de Hong Kong como un paseo arquitectónico hasta llegar al final.

(Reuso Vol. 1: Actas del Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico: Criterio y método en época de Crisis. Ingeniería y Técnica al Servicio de la Restauración.

Susana Mora Alonso-Muñoyerro / Adela Rueda Márquez de la Plata / Pablo Alejandro Cruz Franco, 2013)



Img 17. Carré d'Art, 1984, Nîmes, Francia.

Tanto en Nîmes como en Londres, Foster demuestra que la tecnología se combina de una forma excelente con la antigüedad.

## GALERÍAS SACKLER

Foster realizó otra intervención en edificios históricos en Londres, las galerías Sackler, donde un ladrillo y espacios de vidrio, da la sensación de que la fachada retiene ese vacío que trata de escaparse.

Antes de intervenir en el patio entre los dos edificios de la Royal Academy de Londres, se encontraba en muy mal estado, con el ladrillo manchado de resinas o elementos constructivos humeados por las chimeneas.

(Reuso Vol. 1: Actas del Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico: Criterio y método en época de Crisis. Ingeniería y Técnica al Servicio de la Restauración.

Susana Mora Alonso-Muñoyerro / Adela Rueda Márquez de la Plata / Pablo Alejandro Cruz Franco, 2013)



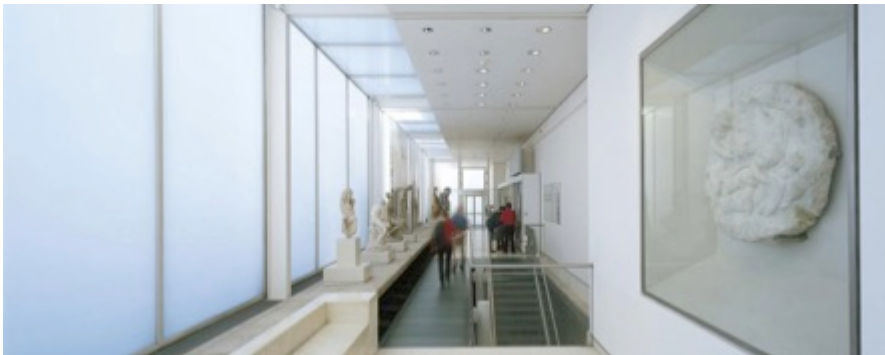
Img 18. Patio Galerías Sackler, 1985, Londres. Antes.

Fueron renovadas las fachadas que dan al jardín, la estructura, las molduras desaparecidas, las ventanas y los lucernarios, y abierto el patio al exterior.

El atrio acristalado deja entrar la luz natural a los espacios interiores y, a través de escaleras de vidrio, hasta la planta baja. Puede ser regulada esta entrada de luz mediante las persianas.

En la cubierta original plana se desarrollan unas bóvedas de cañón con marcos de piedra caliza.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/sackler-galleries-royal-academy-of-arts/>)



Img 19. Galerías Sackler, 1985, Londres, Reino Unido.

## TORRE CENTURY

Se trata de un encargo para la empresa Obunsha Publishing Group en Tokio.

Está formada por dos edificios de 19 y 21 alturas separados por un patio.

Organizadas en dobles alturas, las oficinas se unen a impactantes entramados estructurales ubicados en las fachadas.

Con estos núcleos estructurales se logró esa imagen simbólica y distinta que los clientes demandaban, además de conseguir la resistencia y estabilidad necesaria en caso de sismo.

En la parte alta del edificio se encuentra la vivienda del propietario, el restaurante y el gimnasio bajo una cubierta acristalada típica de los templos japoneses.

A través de una escalinata con cascadas de agua se accede al sótano, donde se expuso la colección de arte de la organización.

(Foster and Partners, Aurora Cuito, A.Asppan S.L., 2002)



Img 20. Torre Century, 1987, Tokio, Japón.



## TORRE COLLSEROLA

Torre de comunicaciones levantada 288m sobre la sierra de Collserola.

Compuesta por un prisma triangular clavado en una aguja a 40m del suelo, unido por dos tirantes de acero al mástil en la zona superior e inferior, y por otros 6 que unen los 3 vértices con el suelo para dar estabilidad.

El volumen está formado por 13 superficies, el mirador se localiza en la número 10 al que se llega a través de un ascensor pegado al mástil.

Edificio construido con motivo de los Juegos Olímpicos de 1992 y símbolo de modernidad en la ciudad de Barcelona.

(Guía de arquitectura de Barcelona, Llorenç Bonet, A.Asppan S.L., 2004)



Img 21. Torre de Collserola, 1988, Barcelona, España.

Tras un estudio de técnicas de construcción naval y puentes, surgió una estructura de acero y hormigón de 4,5m de diámetro en cuyo interior se introdujo la antena de radio.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/torre-de-collserola/>)

## TORRE MILLENIUM

La naturaleza de la humanidad podría perderse en un planeta tecnológico como es el caso de la Millennium Tower, un encargo de una corporación japonesa donde demandaban una ampliación de la ciudad de Tokio en altura. Consta de 170 plantas distribuidas en un cono con retícula romboidal y situado a 2km de la bahía.

(Diccionario Akal de la Arquitectura del siglo XX, Jean-Paul Midant, 2004)

El objetivo es proyectar un complejo arquitectónico y urbanístico sobre la bahía de Tokio, para desarrollar diversas actividades.

Un edificio de 800m de altura, 150m el diámetro de edificación y 400m el diámetro de marina, y 50.000 habitantes. La estructura debía ofrecer resistencia y estabilidad ante la probabilidad de sismo, ya que se trataba de una zona con elevado riesgo sísmico.

(Foster and Partners, Aurora Cuito, A.Asppan S.L., 2002)



Img 22. Torre Millenium, 1989, Tokio, Japón.

A primera vista el edificio impone y conforme te vas aproximando, debido a la escala humana, va reduciendo su fuerza y aparecen los elementos de comunicación y las diversas actividades de ocio, juego, comercio y negocio.

(Foster and Partners, Aurora Cuito, A.Asppan S.L., 2002)



Img 23. Torre Millenium, 1989, Tokio, Japón.

Norman Foster recuperó la cúpula geodésica de Buckminster Fuller, a quien admiraba, utilizándola en el Gran Patio del British Museum y en el Reichstag para rendir homenaje a esa capacidad técnica adelantada a su tiempo.

Esta línea es seguida por Foster, hasta convertirse en el arquitecto que más partido le supo sacar a la tecnología tanto en la construcción de infraestructuras como enormes rascacielos.

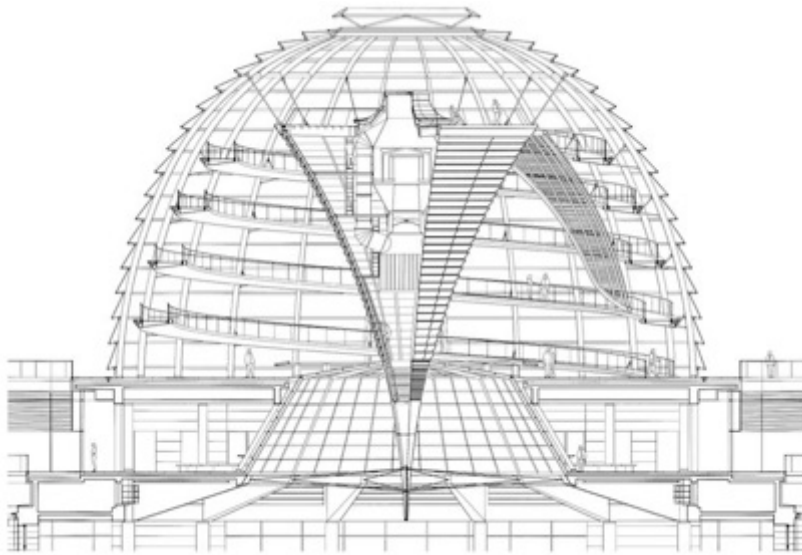
(Prácticas artísticas Contemporáneas, Aurora Fernández Polanco, Yayo Aznar Almazán, Jesús López Díaz, Editorial Universitaria Ramon Areces, 2015)

## REICHSTAG

Había quedado devastado por la guerra y una posterior reparación mal hecha. Se limpió el edificio de los añadidos posteriores para dejar vistas las marcas del pasado como los grafitis rusos. Además Foster añade una gran cúpula acristalada con estructura vista que evoca la arquitectura High-Tech.

Se trata de un espacio público donde aparecen rampas ascendentes hasta llegar a una zona de observación, a través de ella penetra la luz al interior del edificio y ventila éste. Su núcleo estructural refleja luz hacia la zona inferior de la cámara, además el recorrido del sol es seguido por un brise-soleil automático para regular la radiación solar. Simboliza la transparencia política o la fuerza del proceso democrático en Alemania cuando, en la oscuridad de la noche, se ilumina y convierte en el faro de Berlín.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/reichstag-new-german-parliament/>)



Img 24. Reichstag, 1992, Berlín, Alemania.

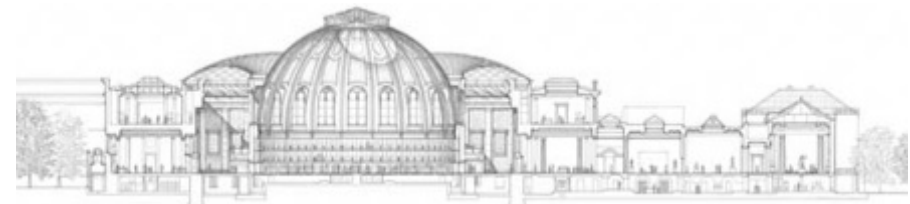
Es considerado un modelo de sostenibilidad, en el proceso de producción de electricidad se reducen en un 94% las emisiones de CO<sub>2</sub>, además el exceso de calor calienta el agua utilizada para caldear el edificio, consume menos energía de la que fabrica, se trata de una pequeña central eléctrica.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/reichstag-new-german-parliament/>)

## EL BRITISH MUSEUM

Norman Foster fue el encargado de la última ampliación del Museo Británico, un edificio histórico en el que se encargó de la construcción del gran patio central con 1656 paneles de cristal y una entramado de acero.

(1000 Obras de Arquitectura, Christopher E.M. Pearson, Parkstone International, 2014)



Img 25. British Museum, 1994, Reino Unido.

Lleva a cabo un cuidadoso tratamiento de la estructura histórica, la restauración del interior de la sala de lectura que alberga el Gran Patio y el revestimiento exterior de piedra. Dentro del mismo espacio construyó las Sainsbury African Galleries for Ethnography y la Welcome Gallery, un centro de educación con auditorio, espacios para seminarios y en la parte central de las bóvedas de ladrillo un centro para jóvenes, además de restaurante y librería con suelo de piedra.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/great-court-at-the-british-museum/>)



Img 26. El Gran Patio del British Museum.

## EDIFICIO SWISS RE

Un gran núcleo rígido de 142m conduce las cargas hacia la cimentación, mientras la retícula que envuelve el edificio se encarga de los esfuerzos horizontales con esa forma circular que se ajusta al empuje del viento.

Se emplearon bandas helicoidales de cristales de distintos colores para darle esa dinamicidad al edificio, el sol refleja con tonos verdosos y azulados integrando al edificio perfectamente en la ciudad y enriqueciendo el lugar.

(Diseño integral en arquitectura, Bernardo Marcelo Villasuso, Eduvim, 2011)



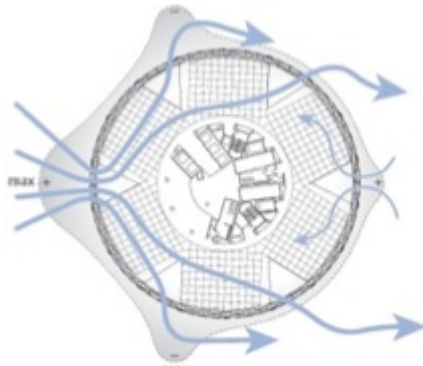
Img 27. 30 St Mary Axe, 1997, Londres, Inglaterra.

Se trata del primer rascacielos ecológico de la ciudad y en él se halla la sede de Swiss Re. Distribuido en 41 alturas con espectaculares panorámicas que ofrecen oficinas, centro comercial y una sala de conferencias en la parte alta.

Gracias a su peculiar forma el edificio parece más esbelto, se estrecha al llegar al vértice y a la base, logrando una mayor zona pública en cota cero y un sistema de ventilación natural.

Como en otros proyectos, emplea ese cerramiento eficiente acristalado de estructura arriostrada que deja pasar la luz del sol, y mediante la apertura de paneles se difunde el aire atrapado interior, de esta forma se reduce el consumo de aire acondicionado y, por consiguiente, de energía.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/30-st-mary-axe/>)



Img 28. 30 St Mary Axe, 1997, Londres, Inglaterra.

## EL SAGE GATESHEAD

Pieles estructurales de acero y vidrio, espacios flexibles y superficies lisas e impolutas forman el ADN de la arquitectura de Foster.

Sigue un poco la línea del arco del puente cercano, Tyne Bridge.

Un destacado edificio que alberga un centro de música, ese realce y ligereza se consigue con el empleo de una técnica avanzada.

Cada uno de los proyectos de Foster son variaciones de unas mismas cualidades, se trata de una obra funcional, racional, eficaz, flexible y transparente.

(El complejo arte-arquitectura, Hal Foster, Turner, 2013)



Img 29. The Sage Gateshead, 1997, Inglaterra.

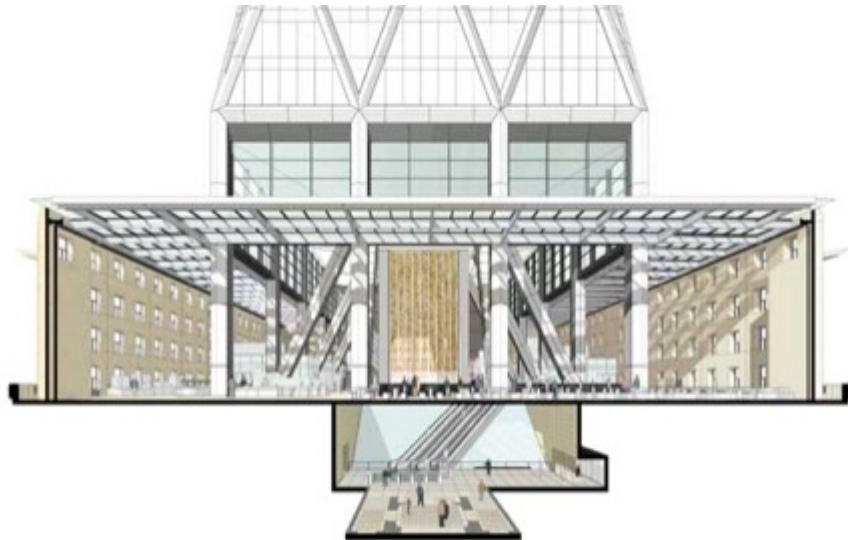
En su interior guarda tres auditorios con distintas características: el más grande posee 1.650 plazas y una acústica sorprendente; el segundo es inferior, 400 plazas, y más íntimo, para funciones de folk, jazz o música de reducidos grupos de instrumentos; el tercero se emplea como local de ensayos para la Northern Sinfonía o de aprendizaje para la Music School.

Cada auditorio es independiente pero quedan enlazados por ese gran caparazón transparente con objeto de contrarrestar los empujes del viento.

Además posee otros espacios como cafeterías o comercios que, junto a ese ambiente desenfadado y sus vistas al río Tyne, ha pasado a convertirse en un espacio innovador de relación y enseñanza.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/the-sage-gateshead/>)

### TORRE HEARST



Img 30. Torre Hearst, 2000, Nueva York, EEUU.

Un rascacielos ubicado en Manhattan y anterior al que vamos a analizar con profundidad en este trabajo, es la Hearst Tower, el diálogo entre una existente base de seis plantas al estilo art déco y la nueva torre de Foster. Ésta sobresale por

encima 38 plantas y da la sensación, gracias a su ligera envoltura de vidrio y acero, que flota sobre el antiguo vestíbulo. Se trata de un enorme espacio de seis plantas que ocupa toda la base del edificio y desde donde se puede acceder a cualquier parte del mismo.

La estructura de la torre tiene forma de rejilla utilizando de esta forma menos cantidad de acero, además de tener recortadas las esquinas que le dan esa peculiar forma a la torre.

Fue el primer edificio de oficinas que obtuvo la estrella de oro de LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) en Manhattan, por el empleo casi en su totalidad de acero reciclado y ventilación por aire natural la mayor parte del año, consumiendo menos energía.



Img 31. Torre Hearst, 2000, Nueva York, EEUU.

Este proyecto dota de calidad al espacio de trabajo y considera que este será el inicio de la creación de edificios más concienciados con el medio ambiente en la zona.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/hearst-tower/>)

Años más tarde, Foster comenzó un nuevo rascacielos en el 425 de Park Avenue que perseguirá los mismos objetivos de sostenibilidad y de dar valor a la calidad de los lugares de trabajo.

### **HOTEL PUERTA AMÉRICA**

Emplea un método muy arraigado a la tecnología, con la producción de elementos prefabricados, una elaboración perfecta con superficies lisas y terminaciones impolutas.

(Diccionario Akal de la Arquitectura del siglo XX, Jean-Paul Midant, 2004)

Para su elaboración han participado los más relevantes estudios de arquitectura del mundo. Se trata de un encargo para la cadena de hoteles Silken cuyo deseo era elaborar un hotel excepcional, único en el mundo.

En cada planta se expone un estilo diferente empleando distintos materiales y generando espacios con el más preciado diseño y arquitectura de vanguardia. La distribución por plantas es la misma: al salir del ascensor nos encontramos con un amplio vestíbulo y un pasillo por donde se accede a las habitaciones.

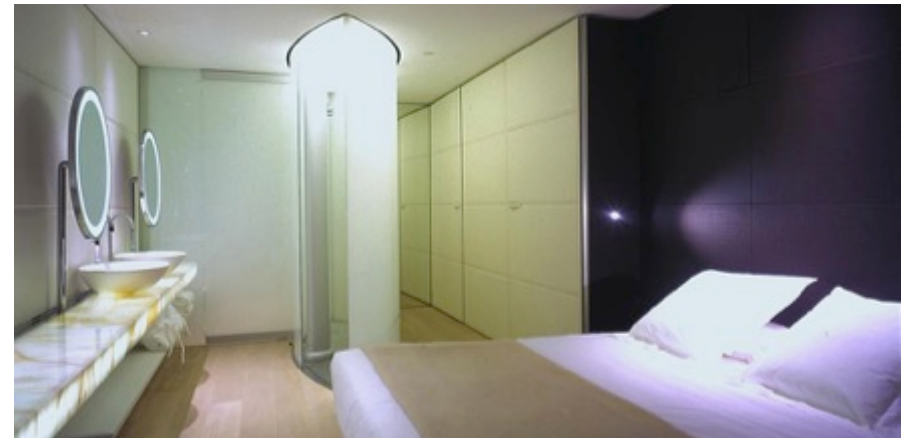
A Norman Foster se le adjudica la segunda planta donde se representa la elegancia del High-Tech.

Inspirado por su amigo Eduardo Chillida, escultor vasco, emplea materiales naturales y formas orgánicas, una de sus esculturas situada en el vestíbulo de llegada da la bienvenida a

la planta. En las paredes se emplea cuero en un tono blanco roto que da calidez e intimidad, en el pasillo pasan a ser de un vidrio que deja pasar la luz y se encuentra retroiluminado, parte central del proyecto ya que une con la habitación y se convierte en la pared de la ducha.

A un lado la cama con cabecero de piel marrón, y al otro la televisión escondida tras una puerta que puede abrirse con un tirador. Una de las paredes del baño está ocupada por un largo lavabo de ónix retroiluminado que se convierte en el escritorio de la habitación, de esta forma une ambas zonas.

(Revista Arte y Cemento, 2005)



Img 32. Hotel Puerta América, 2004, Madrid, España.

## RESUMEN

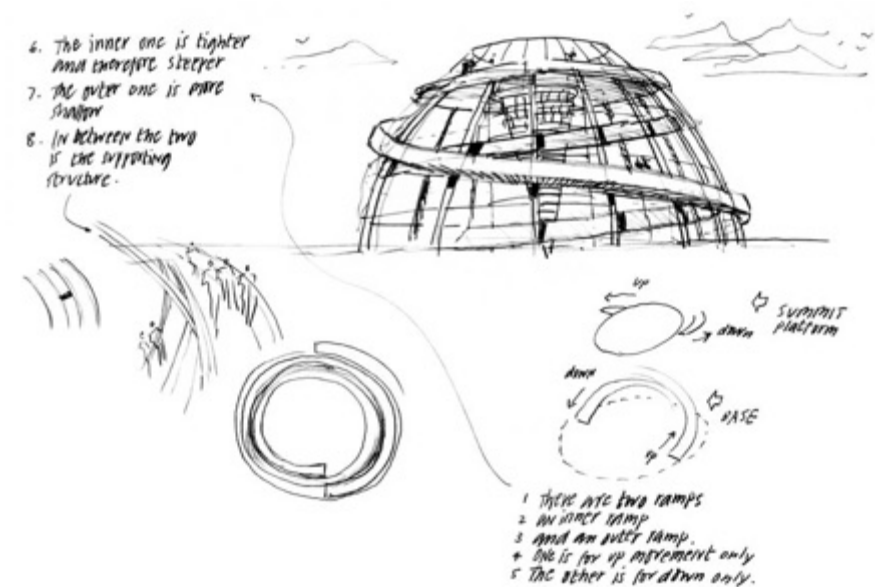
Una persona nerviosa, constante y disciplinada, que le dio valor a la arquitectura elegante de ensamblajes minuciosos y acabados perfectos con rápida ejecución, y al empleo de vidrio transparente y la flexibilidad.

Gracias al reconocimiento internacional del que goza, Norman Foster ha sido nombrado Lord y llevado a cabo obras sorprendentes, además de elegante mobiliario, con fundas de vidrio y expresivas estructuras de acero.

Desde rehabilitaciones y reinterpretaciones de edificios históricos, hasta grandes construcciones de ingeniería comprometidas con el medio ambiente, ha recorrido ya todos los campos de la arquitectura.

Aquel joven estudiante de Manchester que comenzó su carrera en el Team 4, ha llegado a convertirse en uno de los arquitectos más prestigiosos del mundo cuyas obras tiene un significado tanto cultural como, en ocasiones, simbólico.

“Creo que hay algunos temas que son consistentes a lo largo de mi carrera y otros que han ido tomando un creciente interés. Lo social como potente generador de arquitectura, por ejemplo, es una idea que guió los primeros proyectos y que sigue estando tan presente hoy como entonces. Creo en el hecho de que la arquitectura de calidad mejora la calidad de vida de las personas, y por ello el factor social debe tener una influencia decisiva en el diseño de los edificios.” Entrevista a Norman Foster, Antón García Abril, 2009.



Img 33. Bocetos Norman Foster, Reichstag, 1992.

“[...] no es sólo tecnología y eficiencia” Norman Foster.

En los nerviosos bocetos de Foster se observa que hay un análisis exhaustivo que necesita una perfecta ejecución para expresar esa idea original, no se reduce sólo a la técnica, hay mucho más detrás de cada obra.

Para Foster la técnica es más un medio para materializar sus ideas que un fin en sí mismo.

Existe una técnica perfecta para cada idea, con ensamblajes ímpolutos de componentes. Una constante relación entre las partes y el todo, con máxima expresión en cada una de sus estructuras.



Foster busca siempre esa flexibilidad, la fluidez en planta, que se logra con la técnica, ordenando estructuralmente los espacios y dotándolos de luz natural. Esa flexibilidad tan importante en un tiempo tan complicado de predecir.

El estudio de Foster ha crecido mucho en los últimos años, llegando casi a 1000 personas trabajando en él y una calidad técnica inmejorable. Sus obras cada vez más grandes, edificios del tamaño de ciudades, más y más encargos de todo el mundo que es capaz de controlar de forma eficaz. Es inevitable pensar en el riesgo que podría suponer que se olvidara la escala humana, que las ciudades se convirtieran en zonas de enormes construcciones mecánicas y transparentes, sin poner en duda su gran aportación a la arquitectura.

“Suelo describir la oficina como un cruce entre una consultoría global y una escuela de arquitectura, que abre 24 horas 7 días a la semana, donde se trabaja a veces en grupo y a veces de manera individual pero bajo un criterio general de diseño. Mi filosofía es que hay que rodearse de personas con talento y eso es lo que intento hacer”. Entrevista a Norman Foster, 2009.

(Doce arquitectos contemporáneos, Mariano Gómez, Nobukosa, 2011)

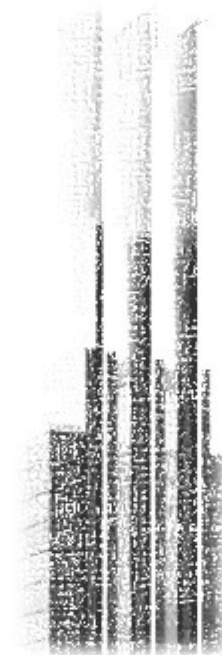


Img 34. Foster + Partners, New York, USA.

### EVOLUCIÓN DE NORMAN FOSTER

- Siempre trata de simplificar las formas para que exista un diálogo más claro.
- Construye el espacio y deja que la obra se comunique con él.
- En ocasiones, cuando hay cerca una obra relevante, plantea una transformación de aquella para generar un diálogo.
- Trata siempre de respetar la arquitectura existente dotándola de una tecnología avanzada.

(Montaje de exposiciones: museos, arquitectura, arte, Juan Carlos Rico, Silex Ediciones, 1996)



425 PARK AVENUE TOWER

### III. 425 PARK AVENUE

#### SITUACIÓN E IDEA



Img 35. Park Avenue, New York, USA.

En 2012 Foster ganó el concurso para reemplazar la vieja torre por un rascacielos destinado a oficinas en la zona centro de Manhattan, en el 425 de Park Avenue, quedando finalistas Richard Rogers, Rem Koolhaas y Zaha Hadid. (Revista Arquitectura Viva 146, 2012)

El rascacielos alojará las oficinas de L&L Holding Company and Lehman Brothers Holdings Inc. (<http://www.floornature.es/foster-partners-425-park-avenue-nueva-york-8285/>)

Pliego de condiciones del concurso:

- Función: edificio de oficinas urbano, flexible y con diseño LEED, planta libre de pilares.

- Diseño: torre de oficina con una expresión contemporánea adecuada para su ubicación.
- Cultura: generar espacios oportunos para la creación cultural y la creatividad.
- Valor: que el arquitecto desarrolle el presupuesto y le de fuerza al valor.

(<http://www.425parkave.com/architecturalcompetition/>)



Img 36. 425 Park Avenue, New York, USA.

L&L Holding realizó una exposición de los diseños de los cuatro finalistas del concurso como parte de la Cumbre 2012 de la Sociedad Municipal de Arte MAS de Nueva York. En ella se incluyen visuales y explicaciones ya presentadas por cada finalista a L&L Holding en su momento. Pertenecen a oficinas de arquitectos ganadores del Premio Pritzker:

**Foster+Partners.** Rogers, Stirk, Harbour+Partners. **OMA.** Zaha Hadid Architects



Img 37. Propuestas finalistas para el 425 Park Avenue.

“Cada una de las cuatro oficinas mostraron un increíble grado de creatividad e inventiva en todo el proceso” David Levinson, presidente L&L Holding.

Este diseño presentado servirá de base para su desarrollo en los dos años siguientes y así lograr un plan constructivo y arquitectónico completo.

L&L Holdings anunció el inicio de la construcción para 2015 y prevé que esté acabada a finales del presente año o principios de 2018.

(<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-168290/finalistas-anunciados-para-el-425-park-ave-de-manhattan>)

“I have a personal connection with New York, which has been a source of inspiration since my time at Yale, when the new towers on Park Avenue and its neighbourhoods were a magnet for every young architect. Seeing first-hand the work of Mies van der Rohe, Gordon Bunshaft, Eero Saarinen and Philip Johnson was tremendously exciting then – I am delighted to have this very special opportunity to design a contemporary tower to stand alongside them. Our aim is to create an exceptional building, both of its time and timeless, as well as being respectful of this context – a tower that is for the City and for the people that will work in it, setting a new standard for office design and providing an enduring landmark that befits its world-famous location” Foster.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/news/archive/2012/10/foster-partners-wins-competition-for-new-tower-at-425-park-avenue-new-york/>)

“Tengo una relación personal con Nueva York, que ha sido una fuente de inspiración desde mi tiempo en Yale, cuando las nuevas torres de Park Avenue y sus alrededores fueron un imán para todos los arquitectos jóvenes. Ver de primera mano las obras de Mies van der Rohe, Gordon Bunshaft, Eero Saarinen y Philip Johnson fue tremendamente emocionante entonces – Estoy encantado de tener esta oportunidad tan especial de diseñar una torre contemporánea junto a ellos. Nuestro objetivo es crear un edificio singular, tanto de su tiempo como atemporal, así como respetuoso con su entorno – una torre que es para la ciudad y las personas que trabajan en ella, estableciendo un nuevo estándar en el diseño de

oficinas y proporcionando un hito perdurable que beneficie a su mundialmente famosa ubicación” Foster.

(<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/fosterpartners>)



Img 38. 425 Park Avenue Tower, 2012, New York, USA.

## FORMA E IMPLANTACIÓN

Respecto a su geometría, la estructura de acero asciende hasta alcanzar los tres muros iluminados que se añaden al skyline de Nueva York.

En su interior se observa la calidad de oficinas sostenibles, grandes plantas flexibles que pueden ser modificadas fácilmente dependiendo de las necesidades.

Se consigue integrar la fachada empleando una nueva forma de degradación del suelo que divide el edificio en tres niveles: bajo, medio y alto.

El núcleo de elementos verticales se ubica en la parte posterior del edificio para poder desarrollar hasta el máximo la fachada del Park Avenue, con vistas a través de East River al tratarse de escaleras acristaladas.

(<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-168290/finalistas-anunciados-para-el-425-park-ave-de-manhattan>)

La forma de la torre de tres volúmenes degradados es la representación de su función: Una base, un volumen central y un último bloque de oficinas Premium.

La base se integra con una gran plaza pública en plena trama urbana, una de las avenidas más importantes de la ciudad, se entra a través de un patio de triple altura y diversidad de obras de arte que potencian esa entrada.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/news/archive/2014/06/ground-breaking-ceremony-for-425-park-avenue/>)



Img 39. 425 Park Avenue Tower. Plaza pública.

Cada volumen se encaja con el siguiente gracias a una terraza ajardinada a triple altura y con espléndidas panorámicas de Central Park y Manhattan.

En el último bloque este espacio tendrá un uso privativo del ático, y en uno de los desfases será para uso de los ocupantes del edificio con comedor y salas de reuniones y eventos.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/news/archive/2014/06/ground-breaking-ceremony-for-425-park-avenue/>)



Img 40. 425 Park Avenue Tower. Terraza ajardinada.



Img 41. 425 Park Avenue Tower. Terraza ajardinada.

Entre cada bloque, los jardines a triple altura están protegidos con una rejilla de acero y un acristalamiento. La estructura de enormes pilares se deja vista para resaltar la escala del espacio.

(<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>)



Img 42. 425 Park Avenue Tower.

Esta obra de Norman Foster ha obtenido la acreditación LEED Gold (Leadership in Energy and Environmental Design Gold), además de ser el primer rascacielos de Nueva York en conseguir el certificado WELL que reconoce los avances energéticos que mejoran el bienestar y la salud de las personas.

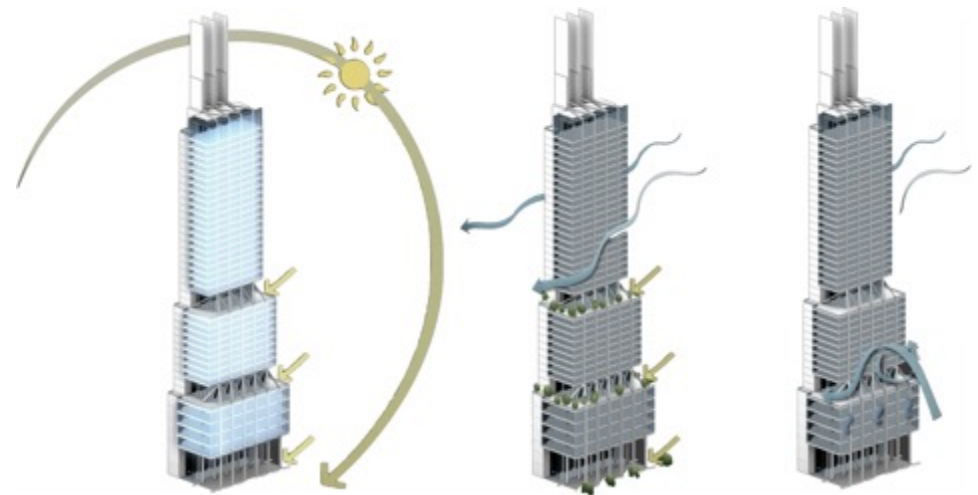
(<http://www.fosterandpartners.com/es/news/archive/2014/06/ground-breaking-ceremony-for-425-park-avenue/>)



Img 43. Certificado LEED.



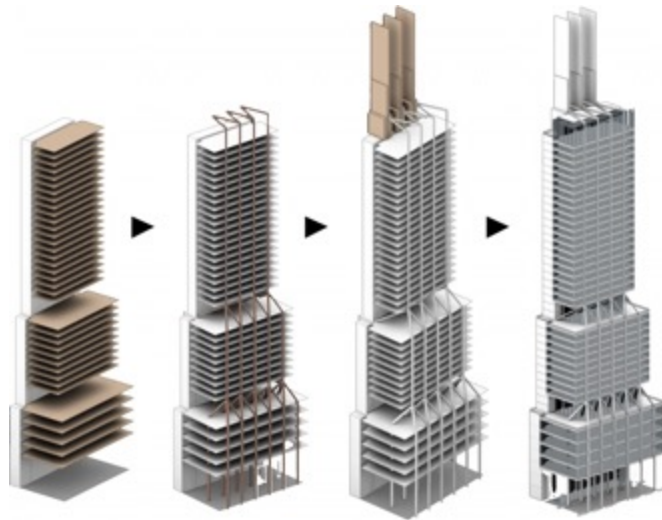
Img 44. Certificado WELL.



Img 45. 425 Park Avenue Tower.

El edificio se calienta con la luz solar y ventila por los espacios ajardinados, por donde el viento fluye.

## ORGANIZACIÓN



Img 46. 425 Park Avenue Tower.

El edificio está compuesto por: un núcleo rígido, 41 plantas, estructura por fachada que une con el núcleo, 3 muros iluminados que sobresalen, acristalamiento exterior.

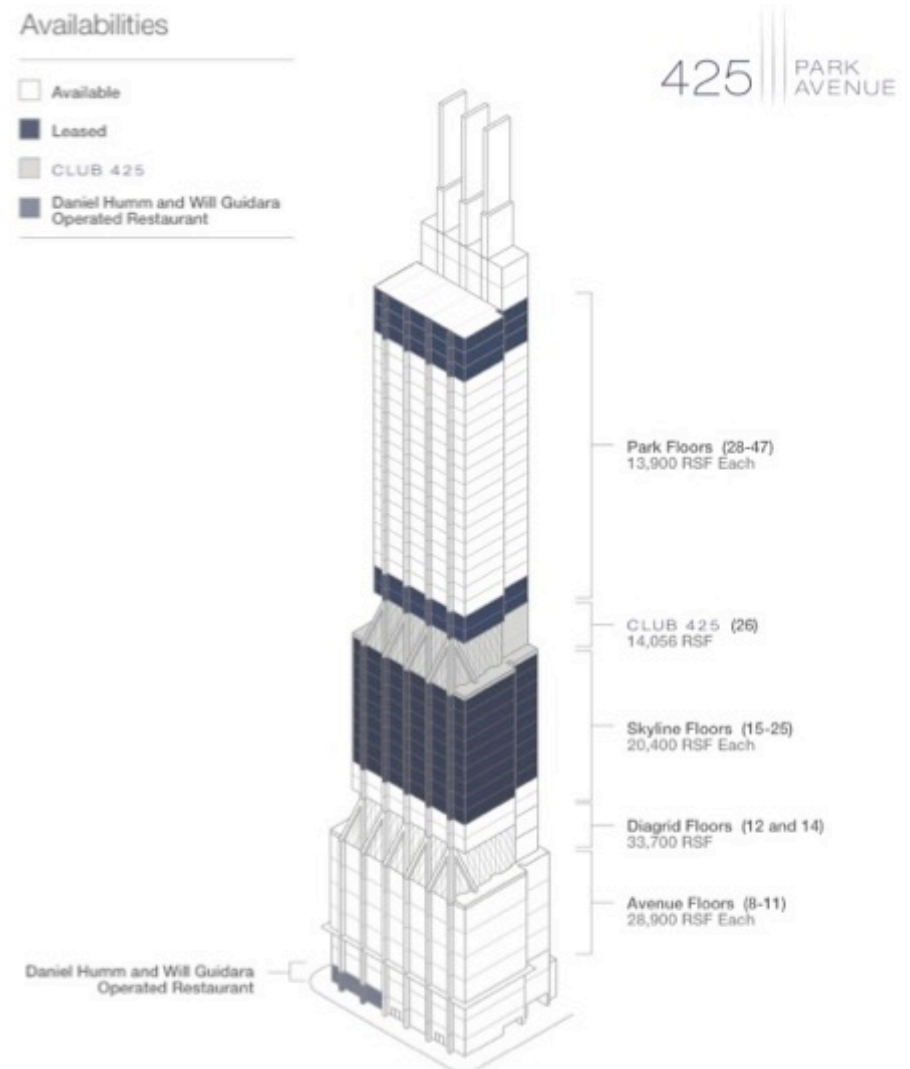
Se encuentra reservada parte de la planta baja y segunda para el restaurante de Daniel Humm and Will Guidara y también casi todo el volumen intermedio. Las plantas superiores e inferiores del bloque más alto son para oficinas y el espacio a triple altura del segundo desfase para CLUB 425.

El restaurante actual de Daniel Humm y su socio Will Guidara en Nueva York, se ha convertido este último año en el mejor restaurante del mundo.

(<http://www.425parkave.com>)

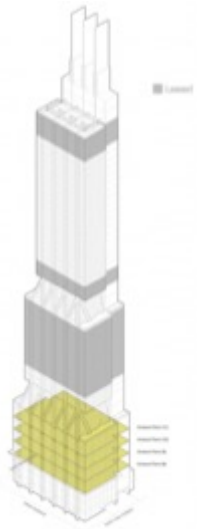
## Availabilities

- Available
- Leased
- CLUB 425
- Daniel Humm and Will Guidara Operated Restaurant



Img 47. 425 Park Avenue, 2012, New York, USA.





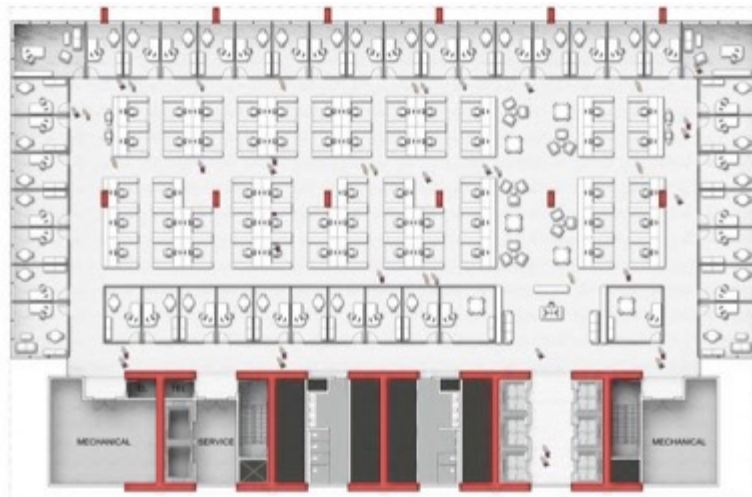
### AVENUE FLOORS

Componen el primer bloque de oficinas por el que se accede al edificio a través de una plaza pública.

Todas las plantas están conectadas por las comunicaciones verticales que se ubican en la parte posterior junto a las zonas de servicio.

Existe un perímetro privativo con despachos individuales, mientras la zona central se emplea para las oficinas comunes.

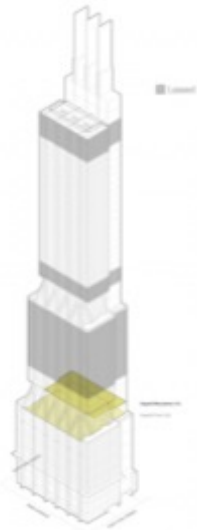
Img 48. Avenue Floors.



Img 49. Avenue Floors (8-11).



Img 50. 425 Park Avenue. Oficinas.



### DIAGRID FLOORS

Componen las dos plantas del primer cambio de volumen de triple altura, una retranqueada con respecto a la inferior, y están conectadas por las comunicaciones verticales que se ubican en la parte posterior junto a las zonas de servicio.

Se ubican flexibles oficinas en la zona central mientras en el perímetro se encuentra la zona ajardinada de relación.

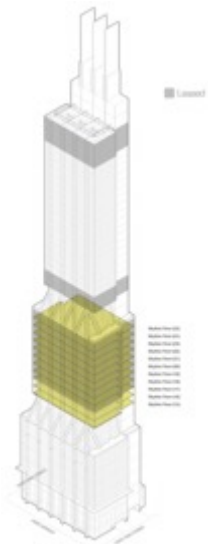
Img 51. Diagrid Floors.



Img 52. Diagrid Floors (12 y 14).



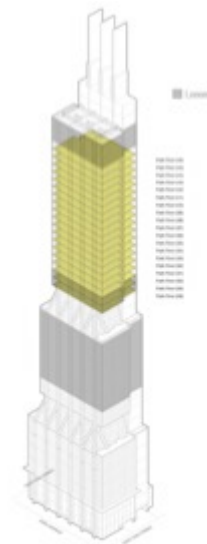
Img 53. 425 Park Avenue. Oficinas.



### SKYLINE FLOORS

Componen el segundo bloque de oficinas, todas las plantas están conectadas por las comunicaciones verticales que se ubican en la parte posterior junto a las zonas de servicio.

Al igual que el bloque anterior, existe un perímetro privativo con despachos individuales, mientras la zona central se emplea para las oficinas comunes.



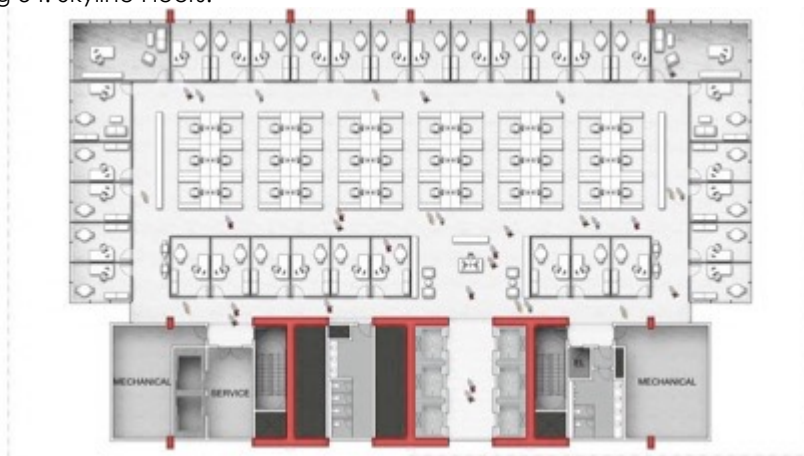
### PARK FLOORS

Componen el último bloque esbelto de oficinas Premium con vistas a Central Park, todas las plantas están conectadas por las comunicaciones verticales que se ubican en la parte posterior junto a las zonas de servicio.

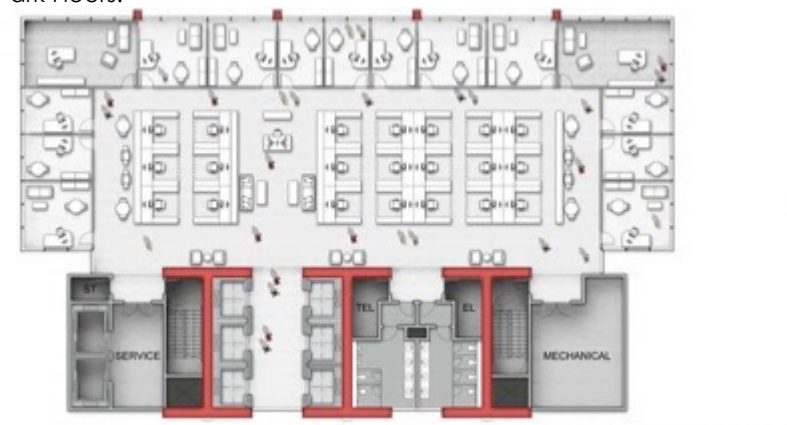
Existe un perímetro privativo con despachos individuales, mientras la zona central se emplea para las oficinas comunes.

Img 54. Skyline Floors.

Img 56. Park Floors.



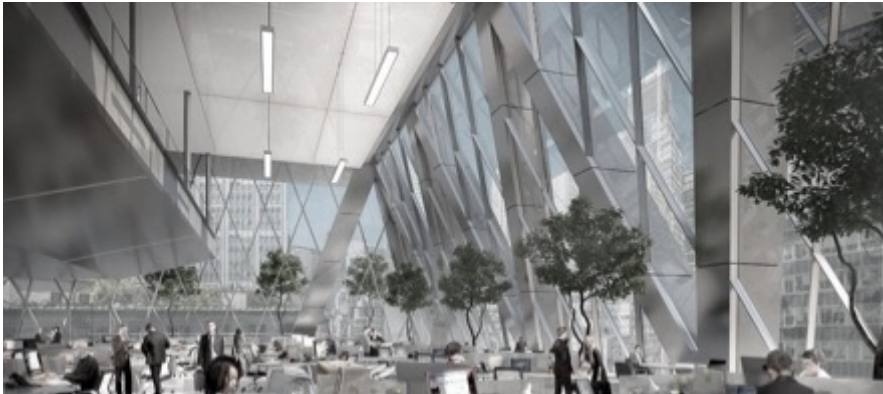
Img 55. Skyline Floors (15-25).



Img 57. Park Floors (28-47).

## MATERIALIDAD Y CONSTRUCCIÓN

Al cortar las esquinas y sostener el edificio con enormes entramados de acero recubiertos de vidrio como en la torre Hearst u otras de sus obras, Foster rompe con los antiguos rascacielos masivos de oficinas de la zona para darle mayor ligereza y poder generar esas terrazas a triple altura.



Img 58. 425 Park Avenue Tower.

La nueva torre será casi el doble en altura que la que reemplaza.

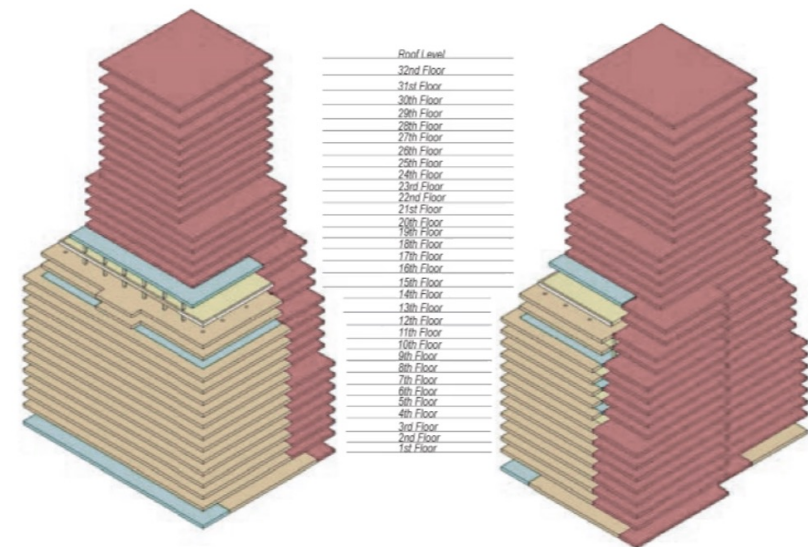
La idea de David Levinson era derribar el 75 % únicamente, el inconveniente era que el nuevo edificio ocupa menos en planta ya que en la actualidad no se permite más. Así que se llegó a la conclusión de que se mantendría la base del existente reduciendo su tamaño.

(<http://observer.com/2012/10/foster-partners-wins-425-park-sweepstakes-creating-new-midtown-landmark-for-ll/#print>)

Para poder proceder al derribo:

Colocar un entramado provisional para resistir a los empujes del viento y apuntalar temporalmente.

Comenzar por la zona oeste del edificio, fachada e interior.

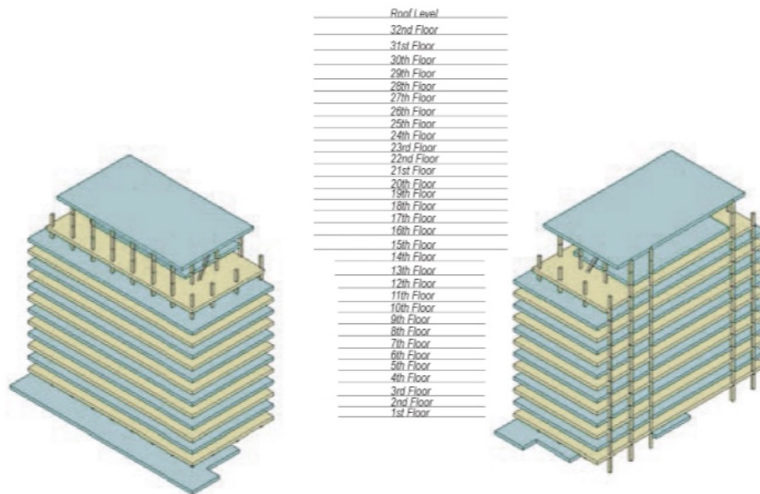


Img 59. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

14 meses más tarde :

Trabajo anterior completo.

Comenzar con las columnas de acero.

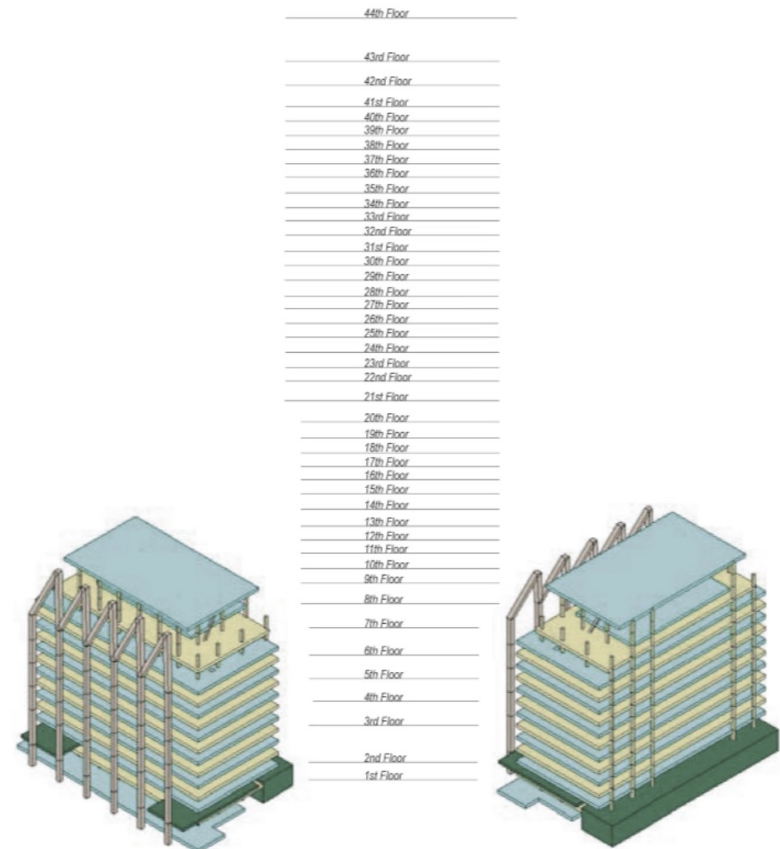


Img 60. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

18 meses más tarde :

Comenzar a elaborar el núcleo.

Iniciar demolición de las losas existentes.

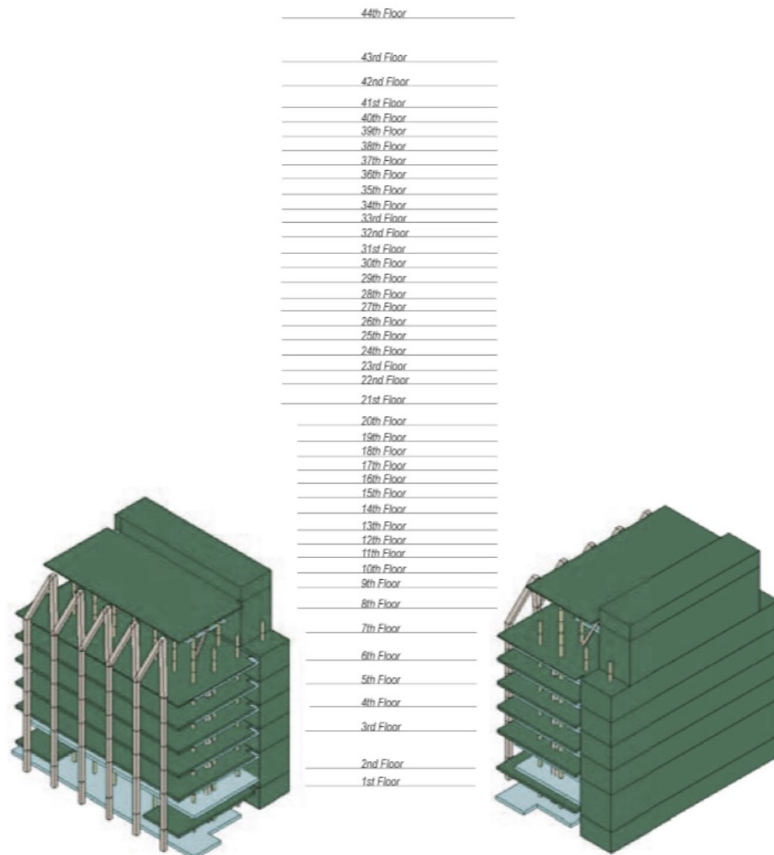


Img 61. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

24 meses más tarde :

Trabajo anterior completo.

3 meses de espera.

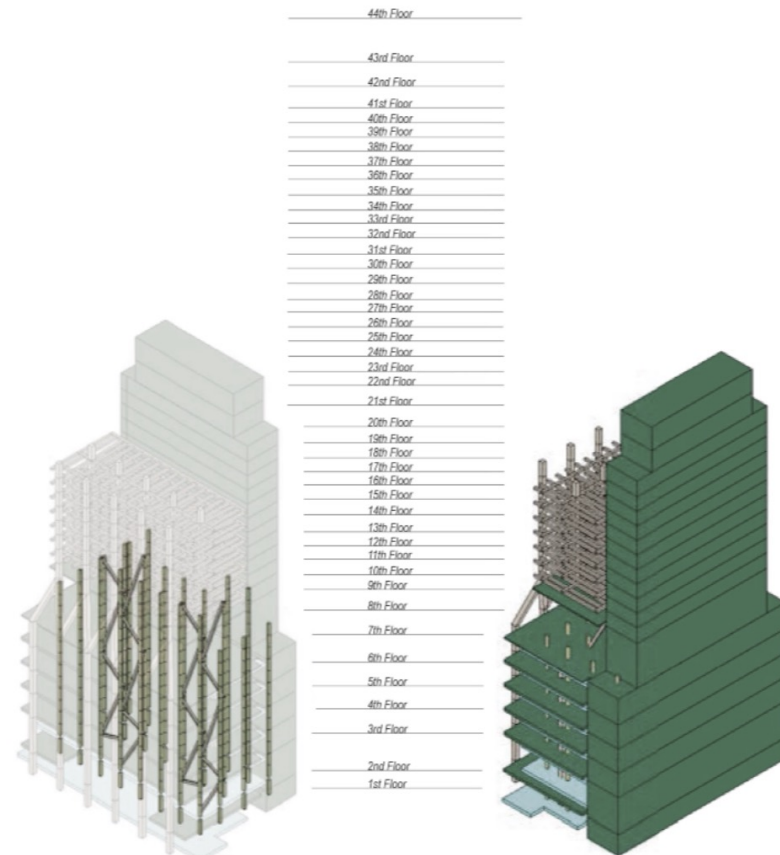


Img 62. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

27 meses más tarde :

Comenzar demolición columnas.

Mover entramado provisional.

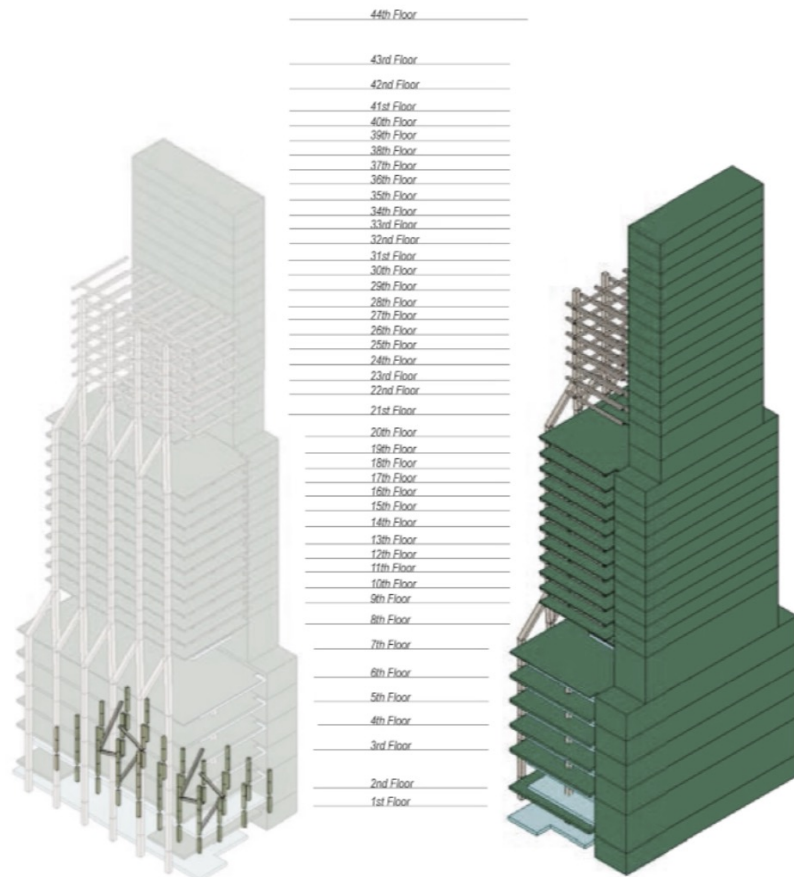


Img 63. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

29 meses más tarde :

Completo hasta la planta 22.

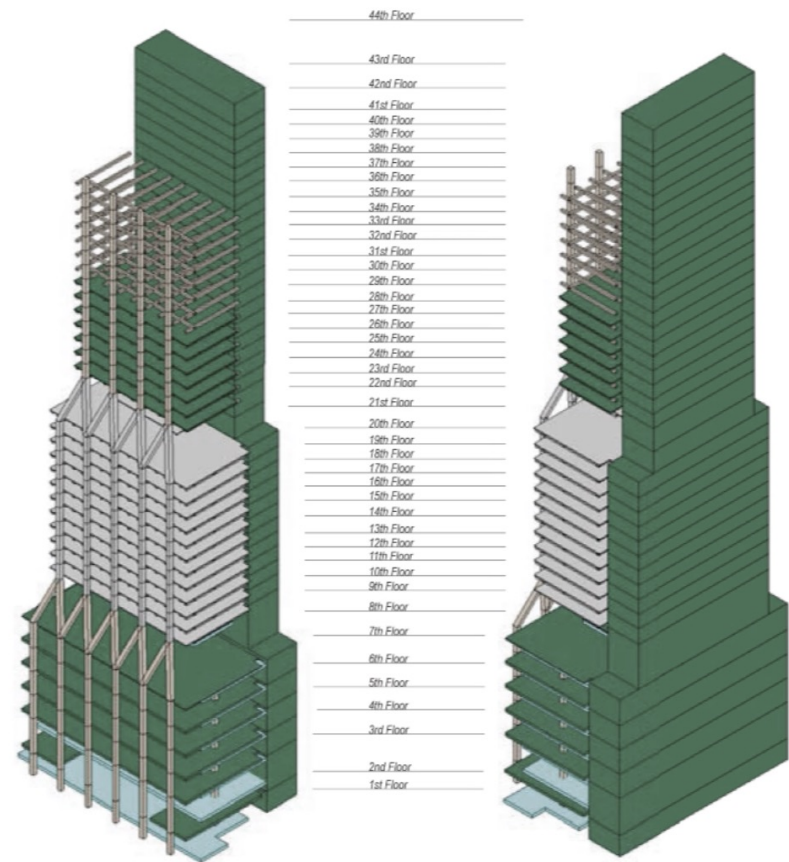
2 meses de espera para mover entramado.



Img 64. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

31 meses más tarde :

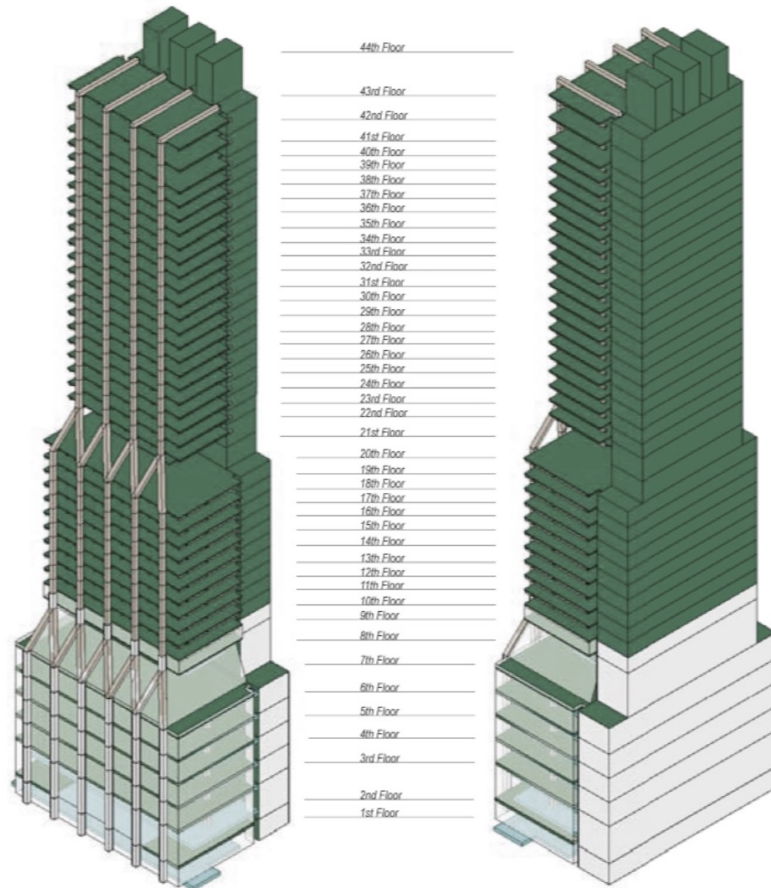
Trabajo anterior completo.



Img 65. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

35 meses más tarde :

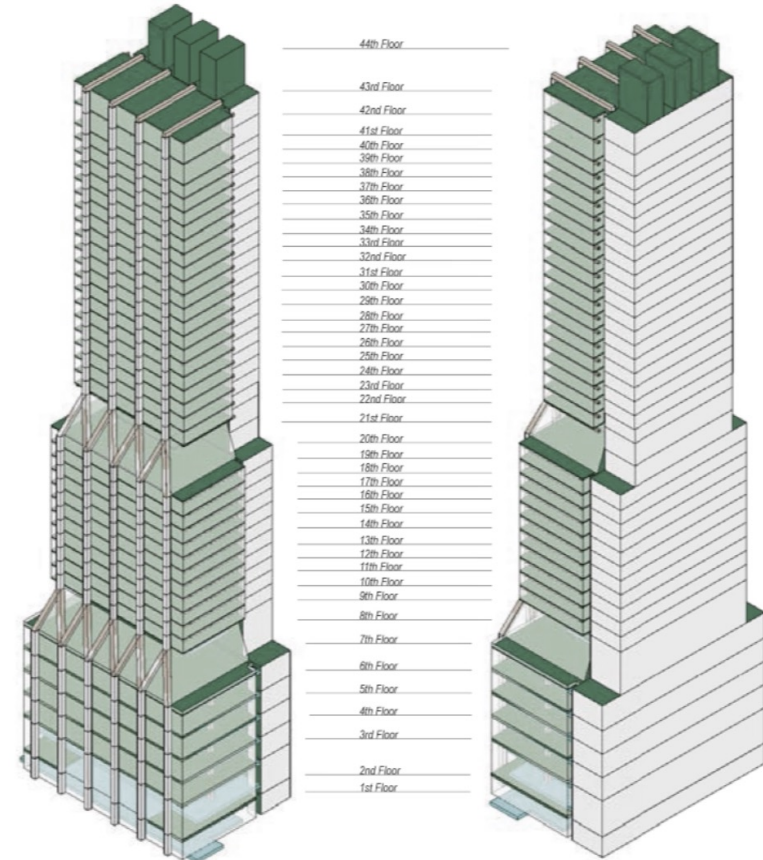
Elaboración estructura completa hasta cubierta.



Img 66. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

38 meses más tarde :

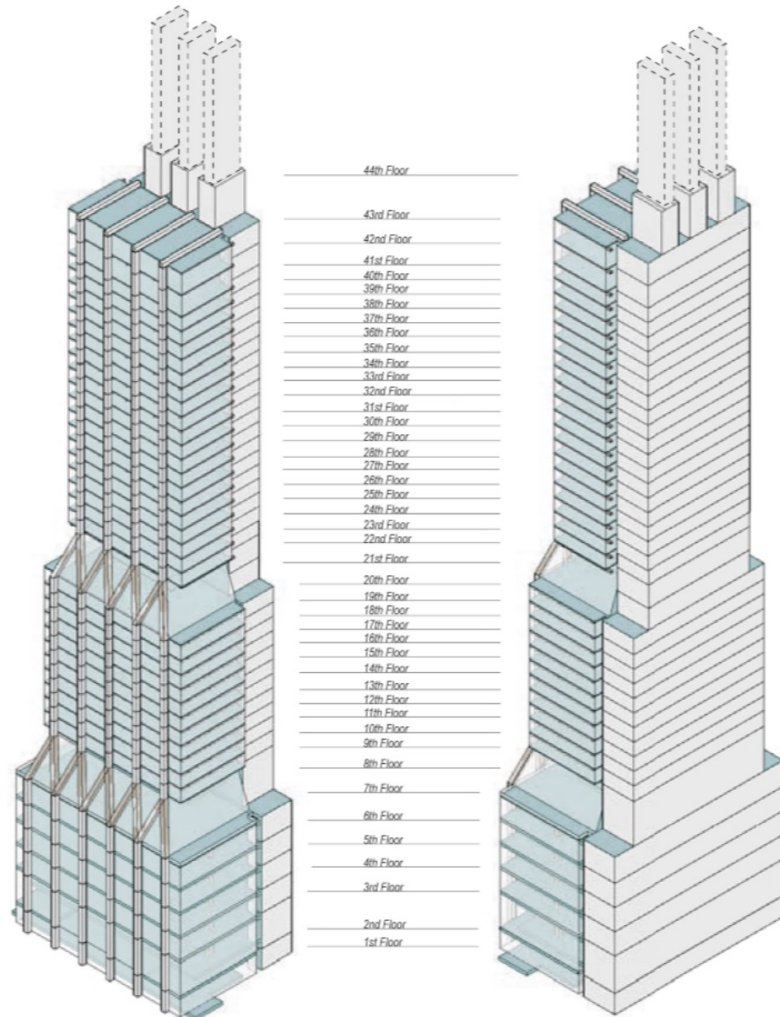
Muro cortina completado.



Img 67. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.



44 meses más tarde : muros iluminados completos



Img 68. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.

En la elaboración de este proyecto han participado además del estudio de arquitectura Foster + Partners:

-Como empresa constructora  
Tishman Construction

Consiste en una empresa de AECOM, se ha encargado de muchos de los edificios más altos del mundo diseñados por importantes arquitectos como el One World Trade Center.

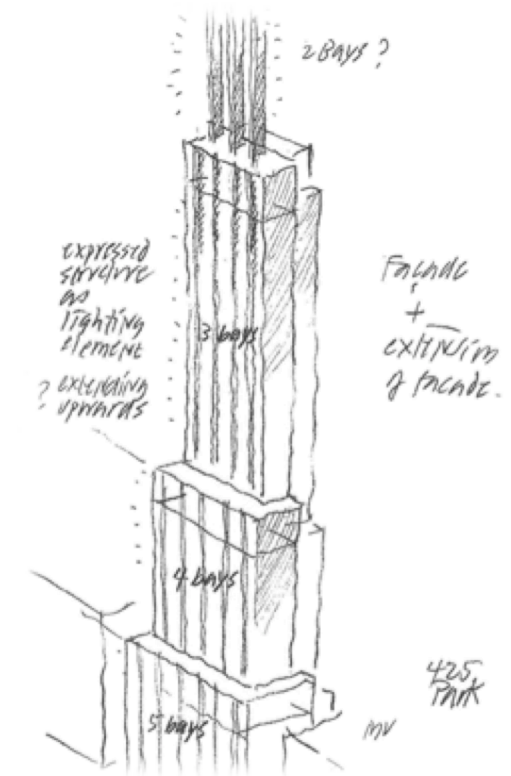
-Como ingeniero estructural  
WSP

La empresa trabaja junto Foster + Partners y ocupa el primer puesto en el diseño de ingeniería de edificios, además se encarga del diseño de sistemas de iluminación y protección contra incendios entre otros.

(<http://www.425parkave.com/team/>)



Img 69. 425 Park Avenue Tower en construcción.



“Expressed structure as lighting element extending upwards”

NORMAN FOSTER

## DESARROLLO ESTRUCTURAL

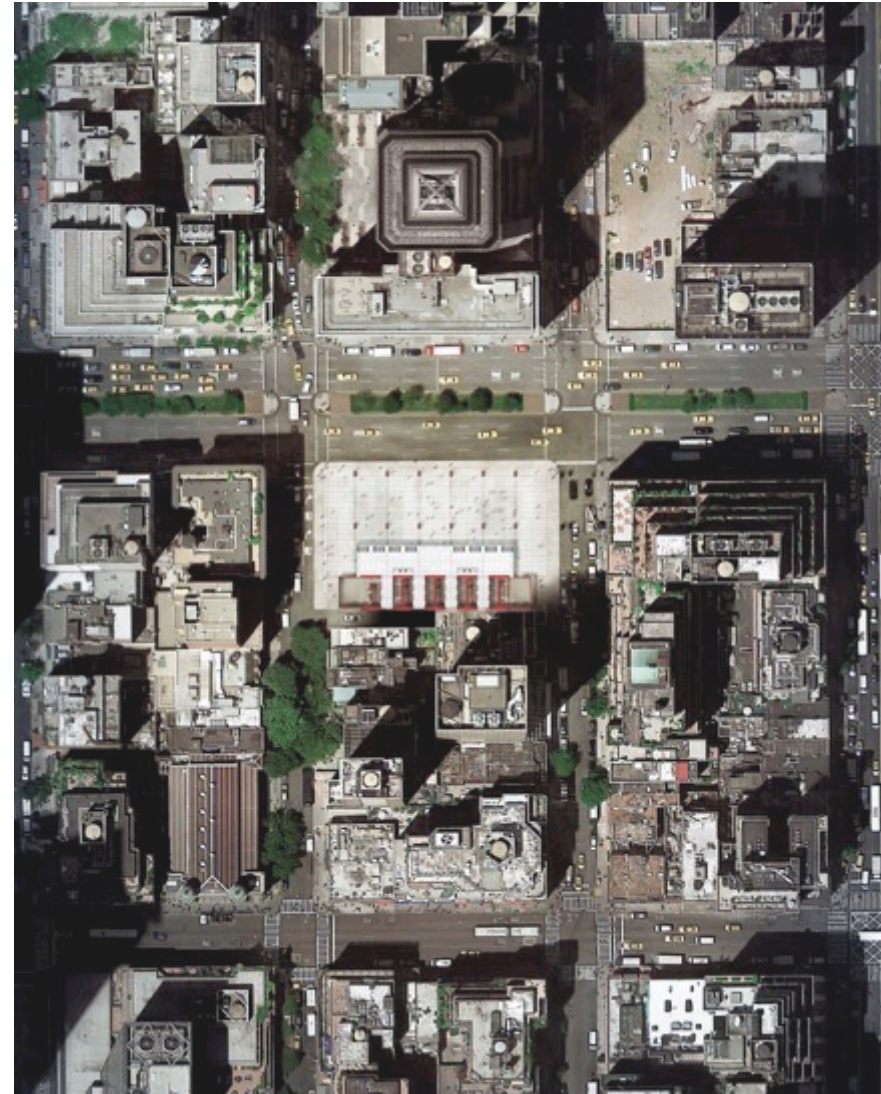


Img 70. 425 Park Avenue.

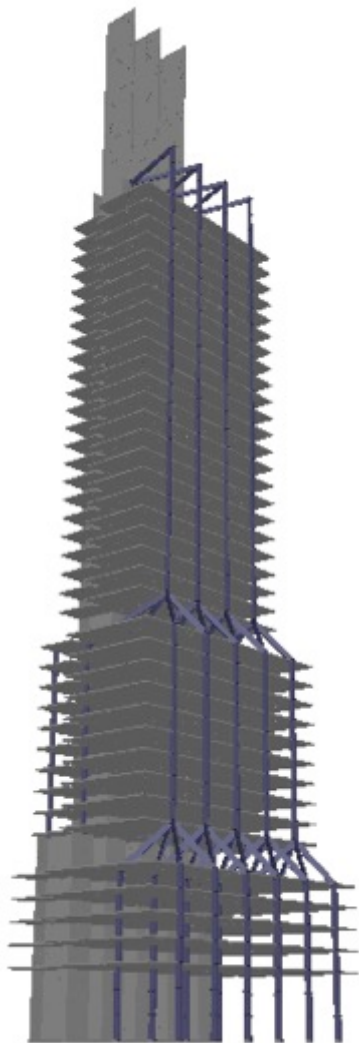
#### IV. DESARROLLO ESTRUCTURAL

Para lograr mayor flexibilidad y fluidez en los espacios de oficinas, se optó por el empleo de este tipo de estructura en la 425 Park Avenue tower. Es por ello que los núcleos se colocan en la parte posterior y de esta forma permiten definir una gran plaza en cota cero. Todos los volúmenes están conectados por la estructura, la cual ofrece resistencia tanto vertical como horizontalmente. Los diversos planos se anclan a los pilares que se elevan en la parte frontal, conforme descenden se van separando en ramales cada vez que se produce un cambio de volumen, y a su vez conectan con el núcleo. No es necesario el uso de estabilizadores, con la división de los pilares unidos al núcleo rígido es suficiente.

(<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/425-park-avenue/>)



Img 71. 425 Park Avenue. Cota cero.



Img 72. Vista inferior.

### MODELO ESTRUCTURAL

Para realizar el diseño del modelo estructural, hemos partido del dibujo de las plantas tipo, que al tratarse de un proyecto sin construir, hemos tenido que deducir las medidas conociendo una estándar (ancho de escalera).

A partir de ahí, realizamos el volumen, partiendo de los cimientos, con zapatas aisladas en los pilares y corridas en los muros. Pilares de hormigón armado y sección de 500 x 1200 mm, 450 x 1100 mm y 400 x 1000 mm, en volumen inferior, medio y superior, respectivamente.

En las plantas donde se produce el cambio, los pilares se conectan con los de la planta superior, y van disminuyendo en tamaño y número conforme ascendemos.



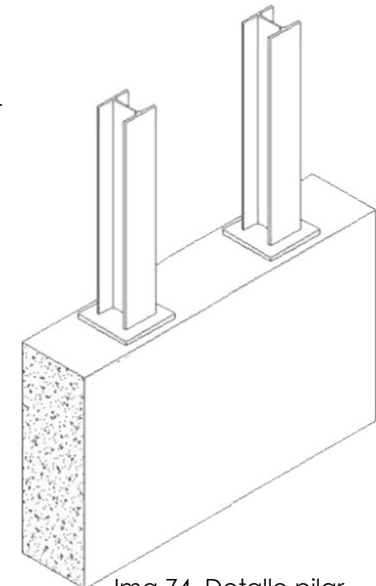
Img 73. 425 Park Avenue Tower. Iluminación estructura.

1000 x 400 mm

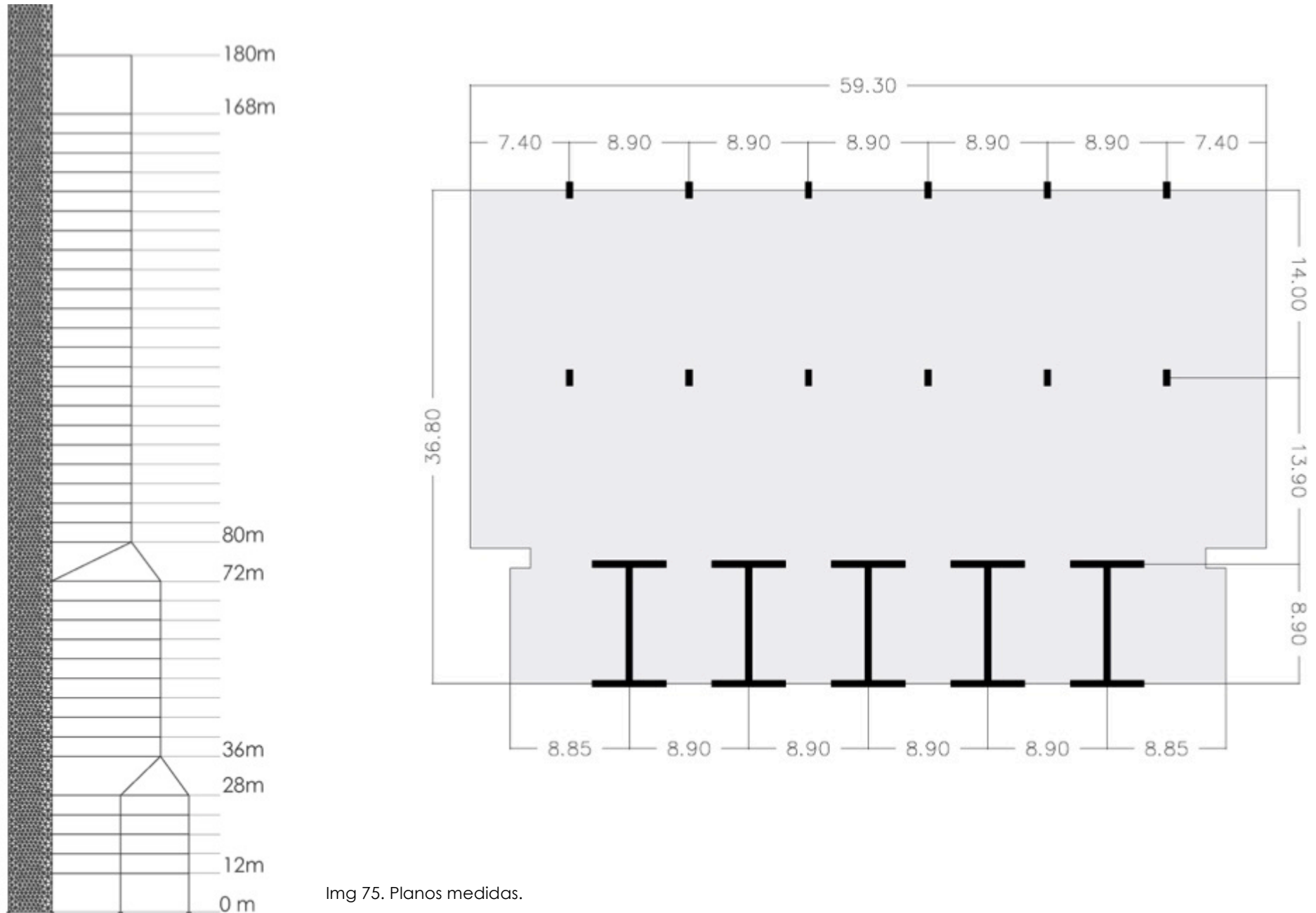
1100 x 450 mm

1200 x 500 mm

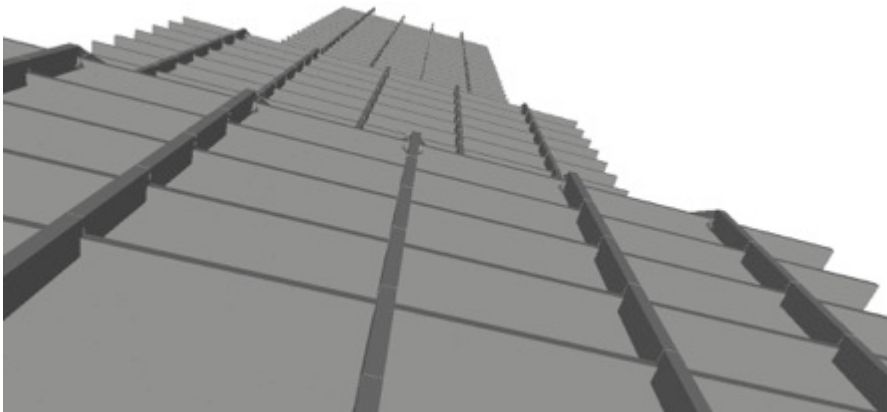
Pilares especiales de hormigón armado de gran sección rectangular con refuerzos interiores, dos secciones metálicas IPE en cada extremo del pilar.



Img 74. Detalle pilar.



Img 75. Planos medidas.



Img 76. Modelo – Realidad.



Img 77. Modelo – Realidad.

## MODELIZACIÓN VIRTUAL

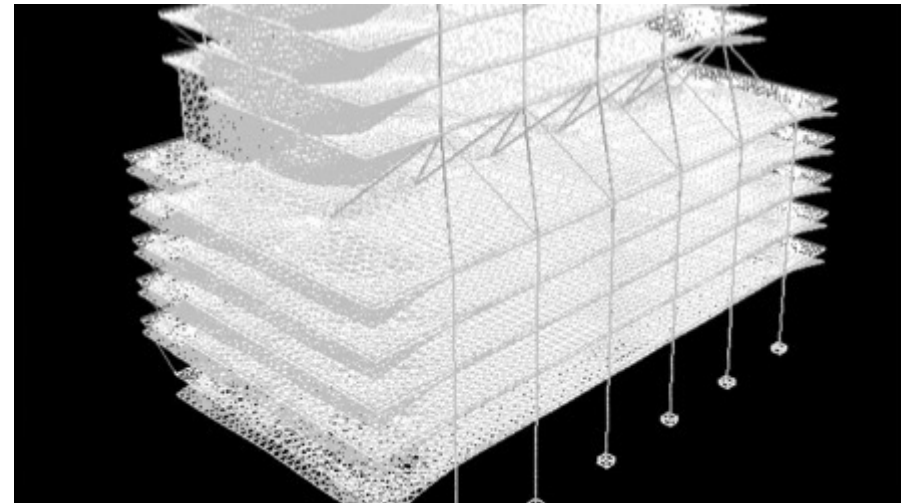


Fig 78. Logo programa informático Architrave.

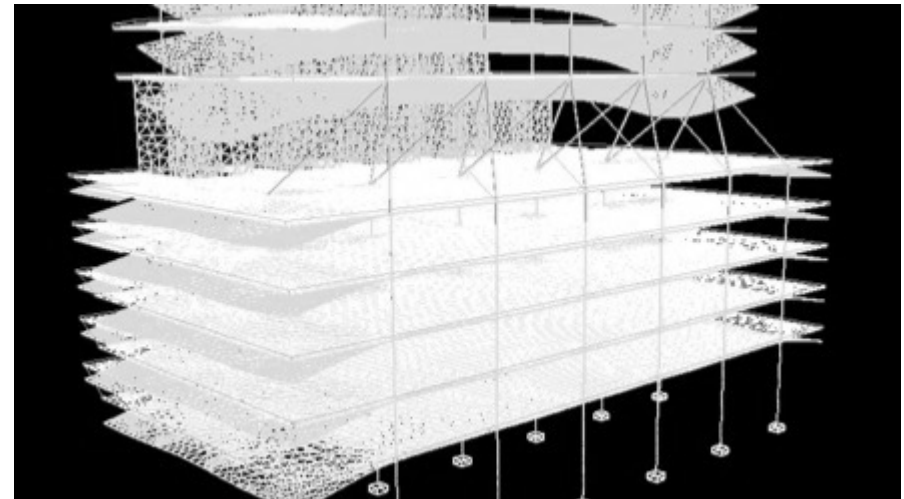
El siguiente paso era colocar un mallado global en forjados, muros y cubierta de grosor 300mm y elementos finitos (E.F.) de 1200 mm, que coincidieran con los pilares y encuentros en planta superior e inferior, para evitar posibles errores en el cálculo posterior al generar un mecanismo.

Antes de mallar debemos comprobar que hemos dejado el hueco para todas las instalaciones y para comunicaciones verticales.

Y para finalizar el diseño del modelo estructural, antes de exportar para el cálculo, hay que añadir las cargas puntuales de viento en la fachada Este (más desfavorable) de 72KN y las cargas repartidas de uso en los forjados.



Img 79. Deformada Alámbrica.



Img 80. Deformada Alámbrica.

## ASIGNACIÓN DE CARGAS

Se realiza según lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE), en el apartado Documento Básico - Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).

### A. CARGAS PERMANENTES

-Peso propio de elementos estructurales, Architrave ya lo incluye en el cálculo.

-Forjados, losa maciza de hormigón  
6 KN / m<sup>2</sup>

-Cubierta, cubierta plana  
2.5 KN / m<sup>2</sup>

-Tabiquería  
1 KN / m<sup>2</sup>

-Pavimento, no se especifica en ningún documento, suponemos el empleo de baldosa cerámica de 30mm de espesor  
0,5 KN / m<sup>2</sup>

Total: 9,5 KN / m<sup>2</sup>

Tabla C.3 Peso por unidad de superficie de elementos de pavimentación

Materiales y elementos	Peso kN/m <sup>2</sup>	Materiales y elementos	Peso kN/m <sup>2</sup>
Baldosa hidráulica o cerámica (incluyendo material de agarre)		Linóleo o loseta de goma y mortero	
0,03 m de espesor total	0,50	20 mm de espesor total	0,50
0,05 m de espesor total	0,80	Parque y tarima de 20 mm de espesor sobre rastreles	0,40
0,07 m de espesor total	1,10	Tarima de 20 mm de espesor rastreles recibidos con yeso	0,30
Corcho aglomerado		Terrazo sobre mortero, 50 mm espesor	0,80
tarima de 20 mm y rastrel	0,40		

Tabla C.4 Peso por unidad de superficie de tabiques

Tabiques (sin revestir)	Peso kN/m <sup>2</sup>	Revestimientos (por cara)	Peso kN/m <sup>2</sup>
Rasilla, 30 mm de espesor	0,40	Enfoscado o revoco de cemento	0,20
Ladrillo hueco, 45 mm de espesor	0,60	Revoco de cal, estuco	0,15
de 90 mm de espesor	1,00	Guarnecido y enlucido de yeso	0,15

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Peso
<b>Forjados</b>	kN / m <sup>2</sup>
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
<b>Cerramientos y particiones</b> (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
<b>Solados</b> (incluyendo material de agarre)	kN / m <sup>2</sup>
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañado; grueso total < 0,15 m	1,5
<b>Cubierta, sobre forjado</b> (peso en proyección horizontal)	kN / m <sup>2</sup>
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
<b>Rellenos</b>	kN / m <sup>3</sup>
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje <sup>(1)</sup>	20

<sup>(1)</sup> El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Img 81. Tabla CTE.



B. CARGAS VARIABLES

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup> (5)	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(6)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
				0	2

<sup>(1)</sup> Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m<sup>2</sup> para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m<sup>2</sup> para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m<sup>2</sup> para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.  
<sup>(2)</sup> En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.  
<sup>(3)</sup> Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q, se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.  
<sup>(4)</sup> El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.  
<sup>(5)</sup> Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m<sup>2</sup>.  
<sup>(6)</sup> Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m<sup>2</sup> y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.  
<sup>(7)</sup> Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

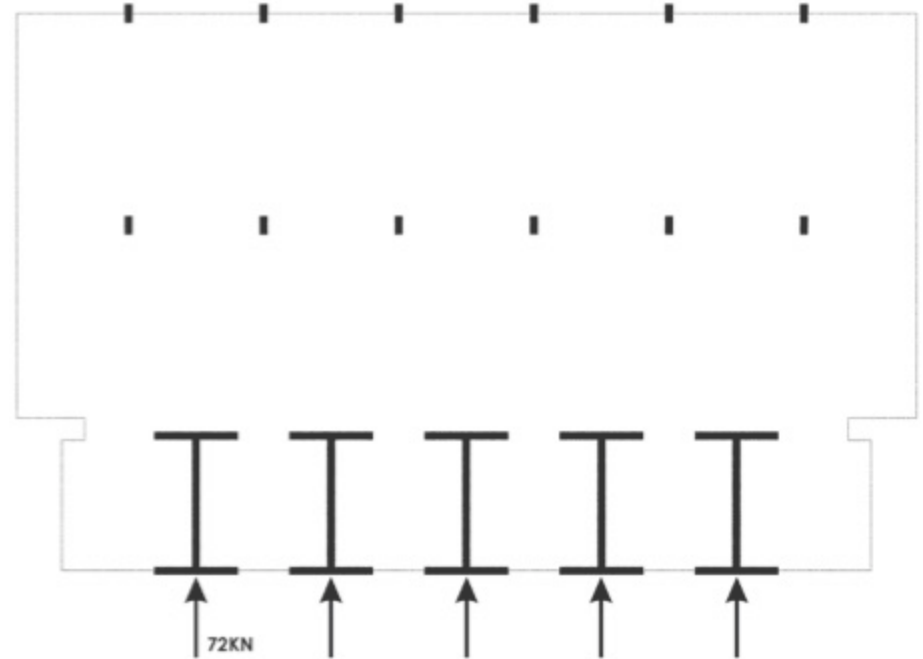
Img 82. Tabla CTE.

-Sobrecarga de uso  
 Edificio destinado a oficinas, zona C  
 4 KN /m2

-Sobrecarga de viento  
 Como el edificio no se encuentra en España no podemos aplicar lo dispuesto en el CTE.  
 Consideramos una carga de 2KN/m2, aplicada en la fachada Este por tratarse de la dirección más desfavorable.  
 La carga superficial se multiplica por el ámbito:

$$(L/2+L/2) \times (H/2+H/2) \times Q_{sup}$$

$$8,9m \times 4m \times 2KN/m^2 = 72 KN$$



Img 83. Sobrecarga de viento.

**COMBINACIONES**

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
Estabilidad	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		<sup>(1)</sup>	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

<sup>(1)</sup> En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Img 84. Tabla CTE.

Realizadas por Architrave, según lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE), en el apartado Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE).

**4.2.2 Combinación de acciones**

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j=1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i=1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \tag{4.3}$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ), incluido el pretensado ( $\gamma_P \cdot P$ );
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- c) el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ( $\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$ ).

Los valores de los coeficientes de seguridad,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2

- 2 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j=1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i=1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \tag{4.4}$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ), incluido el pretensado ( $\gamma_P \cdot P$ );
- b) una acción accidental cualquiera, en valor de cálculo ( $A_d$ ), debiendo analizarse sucesivamente con cada una de ellas.
- c) una acción variable, en valor de cálculo frecuente ( $\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal, una tras otra sucesivamente en distintos análisis con cada acción accidental considerada.
- d) El resto de las acciones variables, en valor de cálculo casi permanente ( $\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$ ).

En situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad ( $\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ ), son iguales a cero si su efecto es favorable, o a la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores.

- 3 En los casos en los que la acción accidental sea la acción sísmica, todas las acciones variables concomitantes se tendrán en cuenta con su valor casi permanente, según la expresión

$$\sum_{j=1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i=1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \tag{4.5}$$

Img 85. Tabla CTE.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		<sup>(1)</sup>	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

<sup>(1)</sup> En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Img 86. Tabla CTE.

#### 4.3.2 Combinación de acciones

- 1 Para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de la correspondiente combinación de acciones e influencias simultáneas, de acuerdo con los criterios que se establecen a continuación.
- 2 Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.6)$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico ( $G_k$ );
  - b) una acción variable cualquiera, en valor característico ( $Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
  - c) el resto de las acciones variables, en valor de combinación ( $\psi_0 \cdot Q_k$ ).
- 3 Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.7)$$

siendo

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

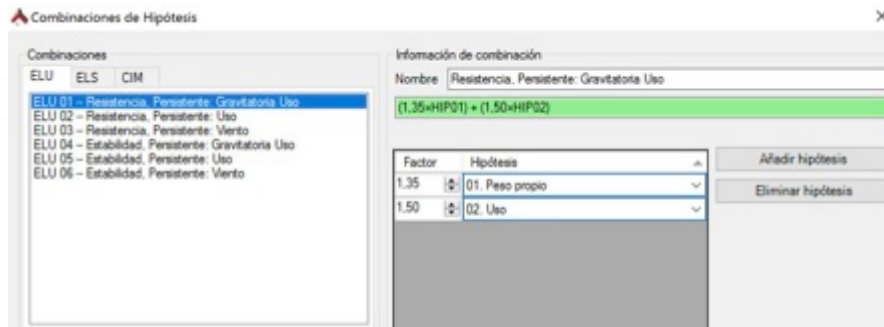
- a) todas las acciones permanentes, en valor característico ( $G_k$ );
  - b) una acción variable cualquiera, en valor frecuente ( $\psi_1 Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
  - c) el resto de las acciones variables, en valor casi permanente ( $\psi_2 \cdot Q_k$ ).
- 4 Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.8)$$

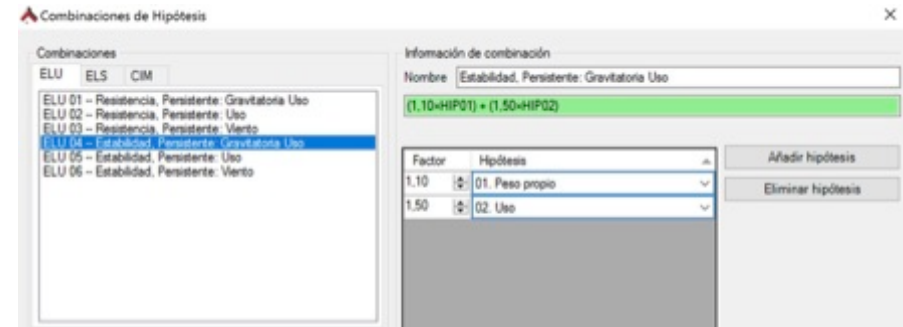
siendo:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico ( $G_k$ );
- b) todas las acciones variables, en valor casi permanente ( $\psi_2 Q_k$ ).

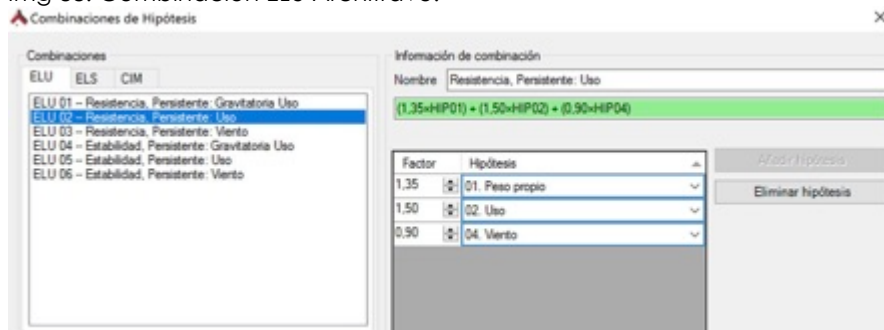
Img 87. Tabla CTE.



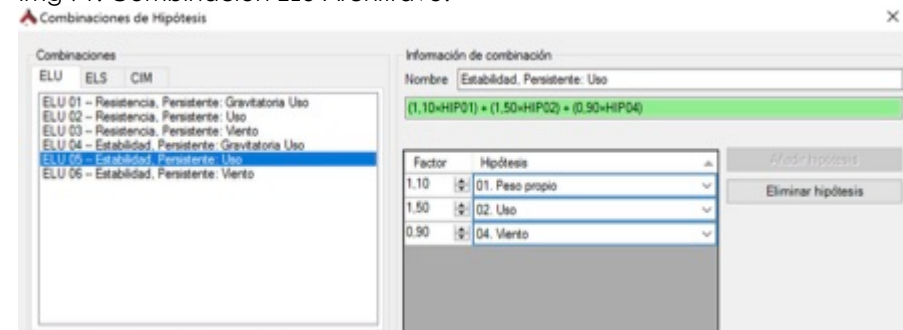
Img 88. Combinación ELU Architrave.



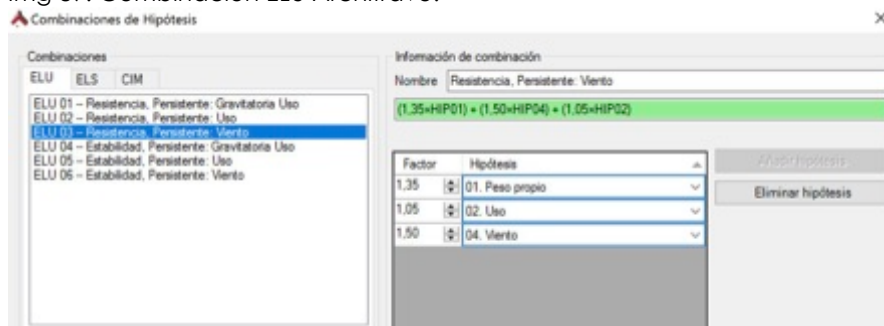
Img 91. Combinación ELU Architrave.



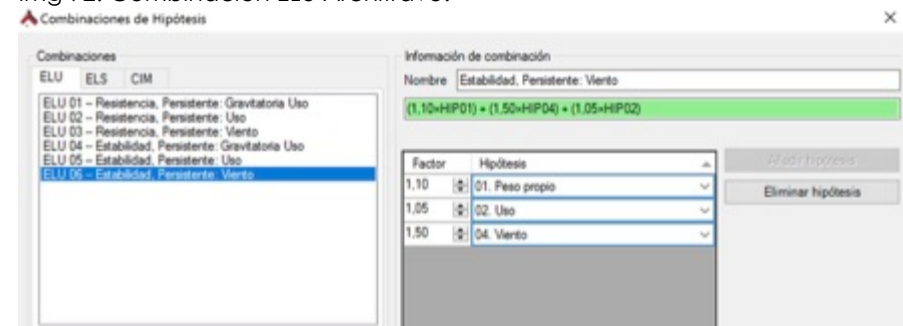
Img 89. Combinación ELU Architrave.



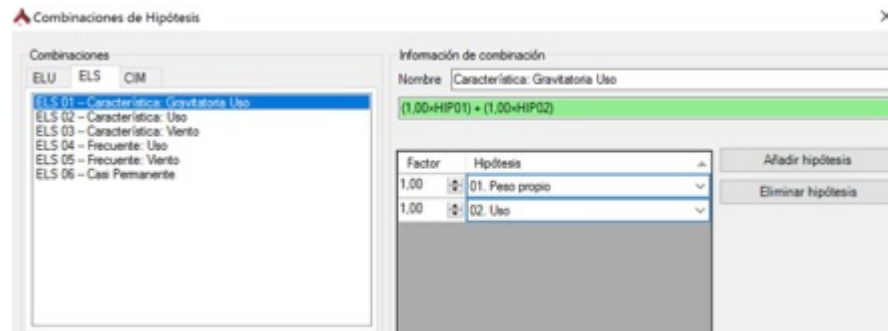
Img 92. Combinación ELU Architrave.



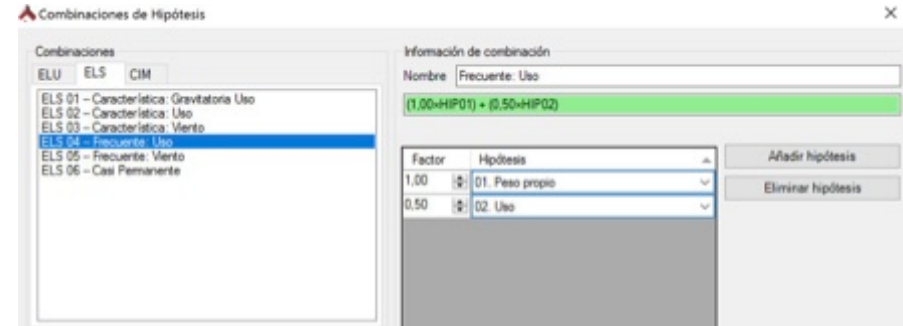
Img 90. Combinación ELU Architrave.



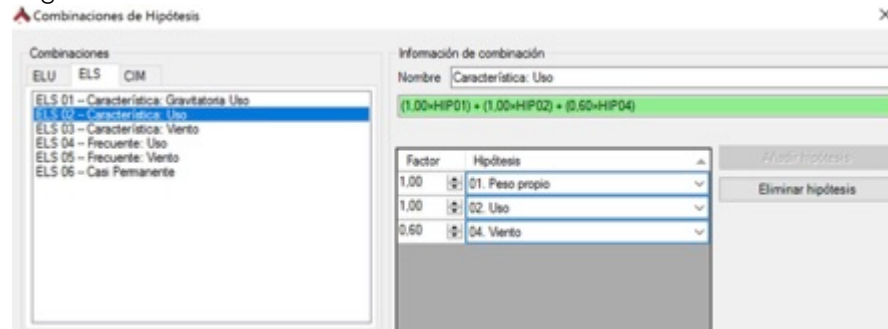
Img 93. Combinación ELU Architrave.



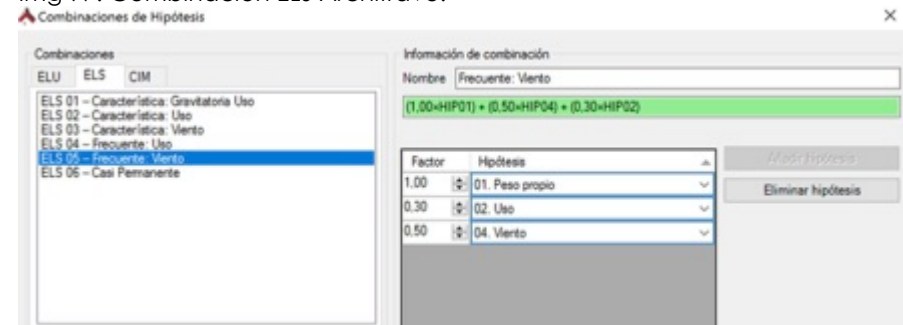
Img 94. Combinación ELS Architrave.



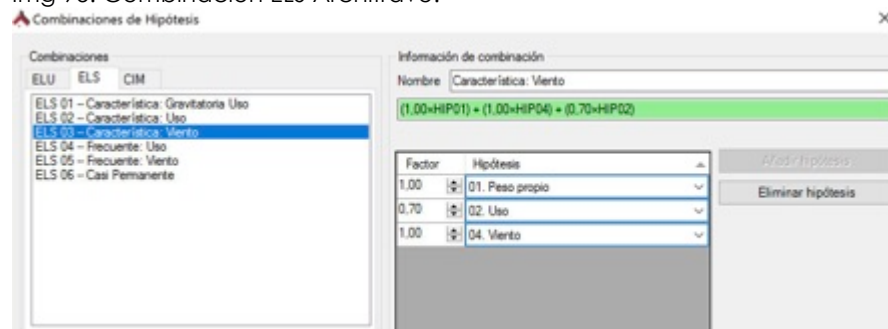
Img 97. Combinación ELS Architrave.



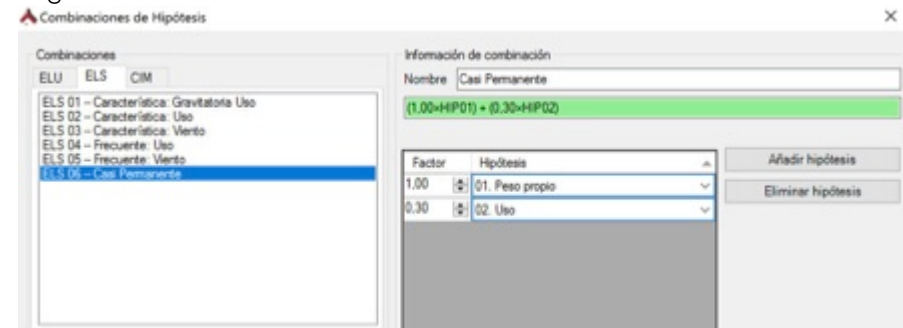
Img 95. Combinación ELS Architrave.



Img 98. Combinación ELS Architrave.



Img 96. Combinación ELS Architrave.



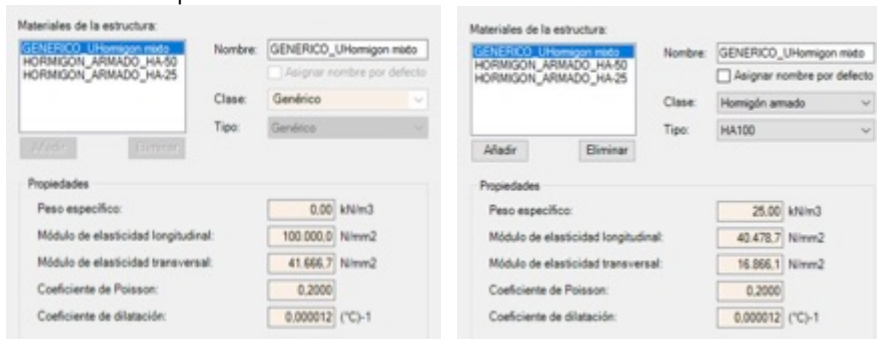
Img 99. Combinación ELS Architrave.

## MATERIALES

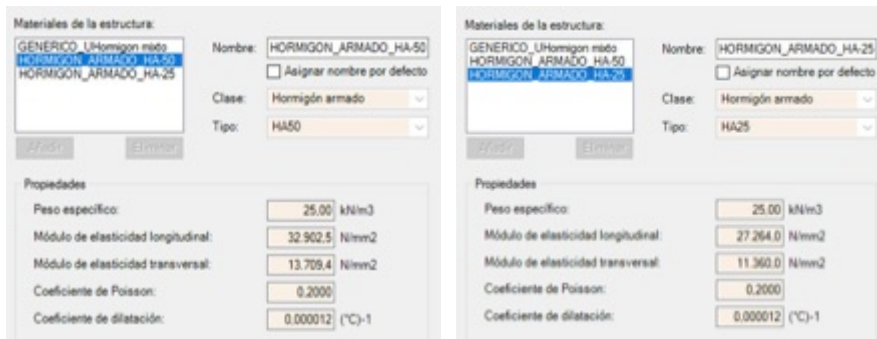
El hormigón mixto es el empleado en los pilares ya que se trata de soportes especiales, como ya se explicó anteriormente.

Architrave no deja dimensionar en genérico y es por ello que tuvimos que cambiarlo a HA-100 para obtener el armado de pilares.

El acero empleado es el B-500s.

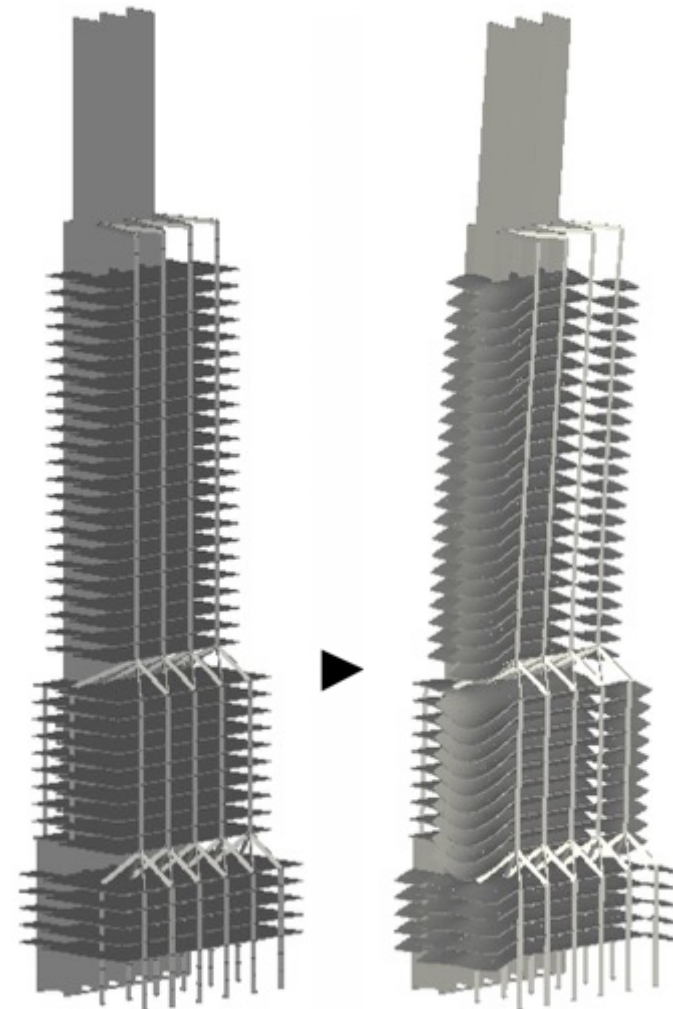


Img 100. Características Hormigón Pilares.



Img 101. Hormigón Muros (HA-50) y Forjados (HA-25).

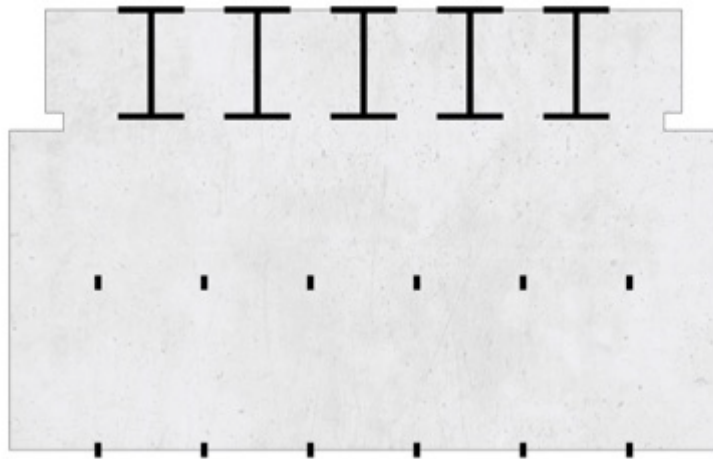
## RESULTADOS DE CÁLCULO



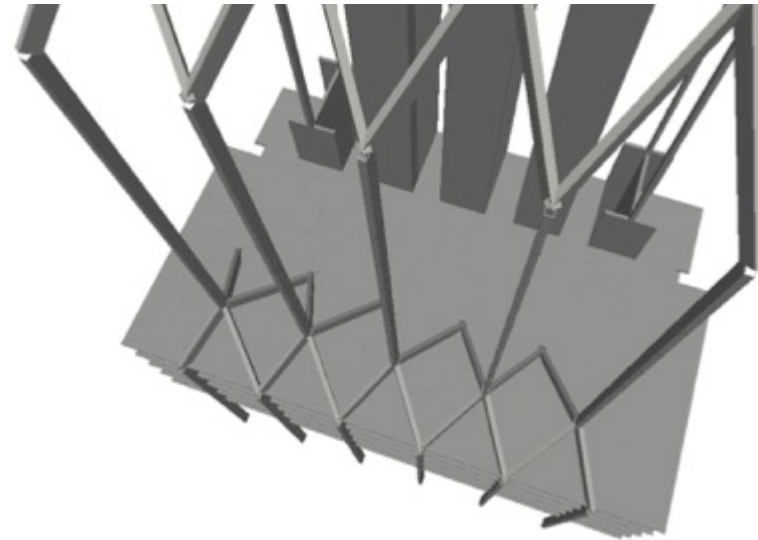
Img 102. Vista lateral y deformada sólida.

Tras realizar el cálculo, observamos que el edificio en general tenía una gran deformación de los voladizos. Al no encontrarse el edificio construido no hemos podido conocer todos los elementos estructurales y secciones utilizados. No obstante, este resultado evidencia la insuficiencia de la estructura calculada, siendo necesarios refuerzos adicionales como pudieran ser incrementos de sección, postesados u otros recursos de los que no tenemos conocimiento. Lo que sí podíamos controlar eran las deformaciones producidas por la carga de viento, mejorando la capacidad resistente de los pilares, aumentando su sección y reforzándolos.

- AVENUE FLOORS

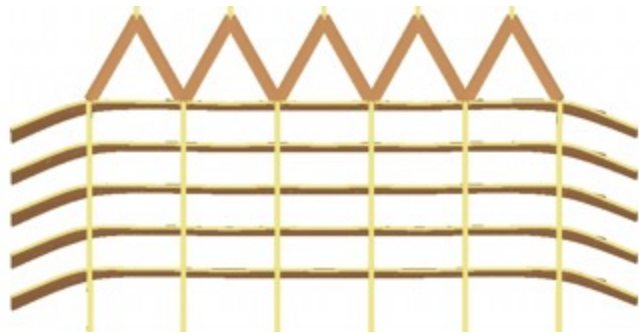


Img 103. Planta Bloque 1.

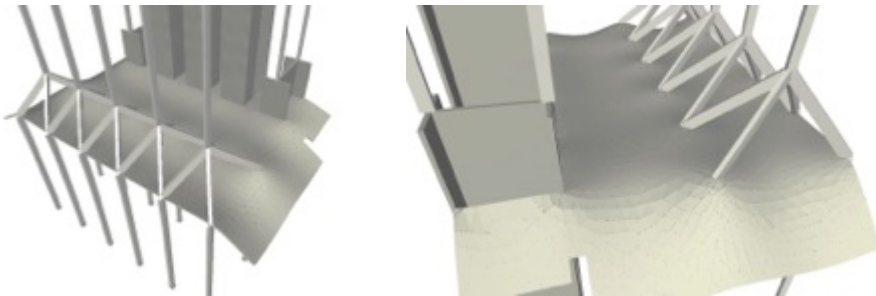


Img 104. Modelo Bloque 1.

- DEFORMACIÓN  
(E.L.S Característica: Gravitatoria uso)



Img 105. Deformada Bloque 1.

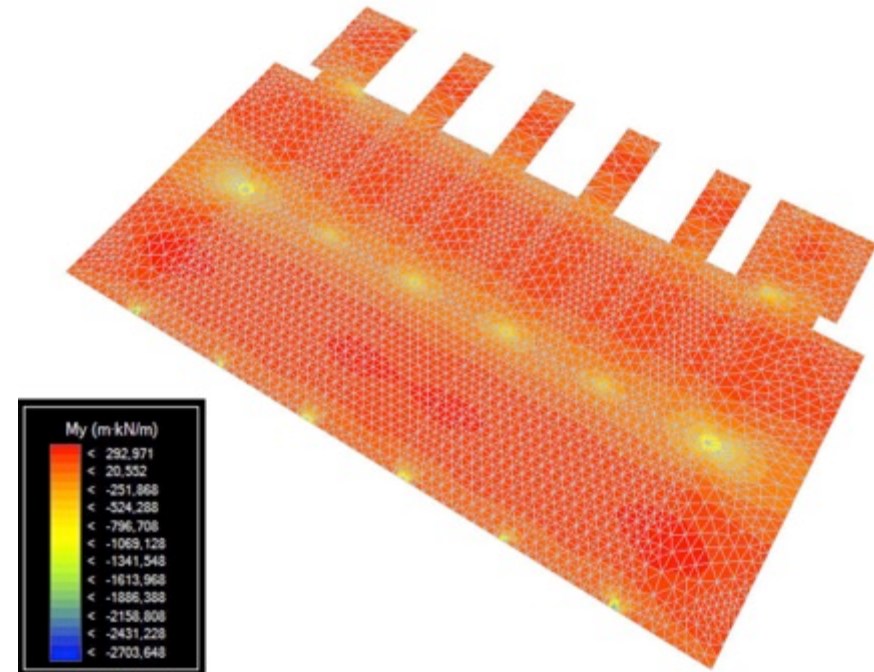


Img 106. Deformada Bloque 1.

Como podemos observar en las imágenes, la deformación en los voladizos alcanza un valor máximo de 19,579 cm. Ello se debe a la generosidad de los voladizos que alcanzan una longitud de 7,4 m.

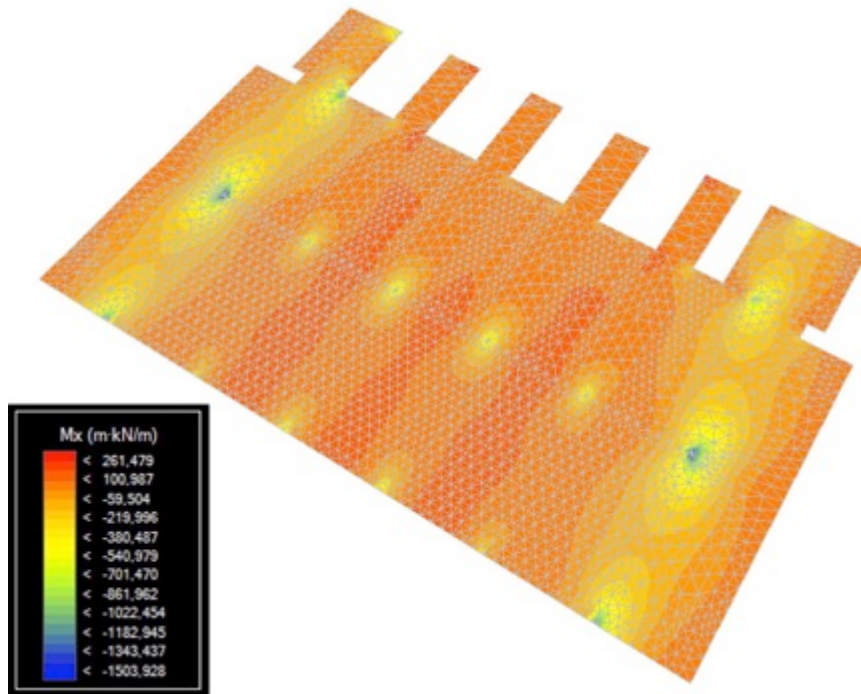
Evidentemente la estructura calculada es insuficiente, necesitando de alguno de los refuerzos mencionados anteriormente.

- MAPAS DE ISOVALORES  
(E.L.U Resistencia, Persistente: Gravitatoria uso)



Img 107. Mapa de Isovalores de Momentos My.



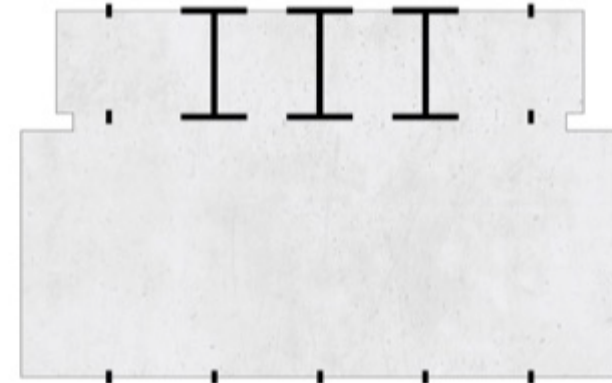


Img 108. Mapa de Isovalores de Momentos Mx.

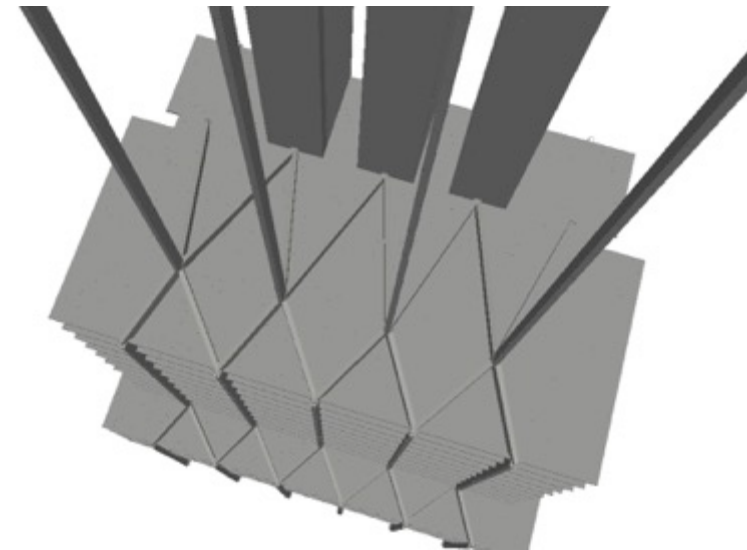
En los mapas de momentos Mx y My se aprecia que los valores máximos se producen en la dirección Y con un máximo negativo de -2703,648 m.KN/m producido sobre los soportes y un máximo positivo de 292,971 m.KN/m en la zona central del vano.

Esto es debido a que la separación soporte-soporte y soporte-muro es muy elevada para obtener esos espacios flexibles característicos de Foster, 14 m.

- SKYLINE FLOORS

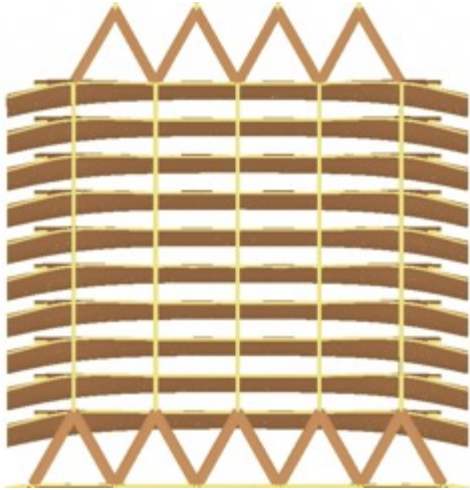


Img 109. Planta Bloque 2.

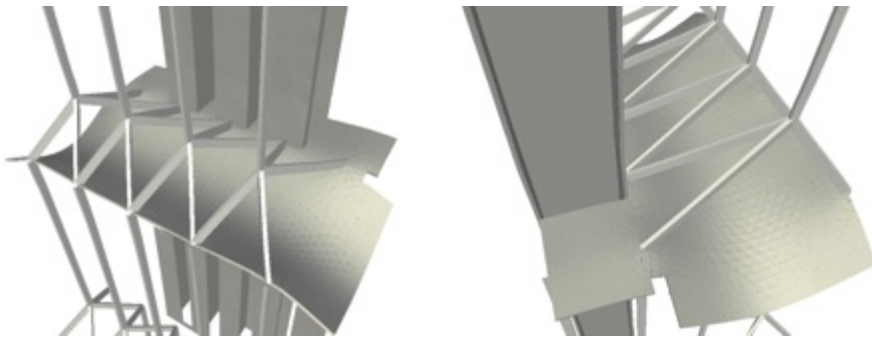


Img 110. Modelo Bloque 2.

- DEFORMACIÓN  
(E.L.S Característica: Gravitatoria uso)



Img 111. Deformada Bloque 2.

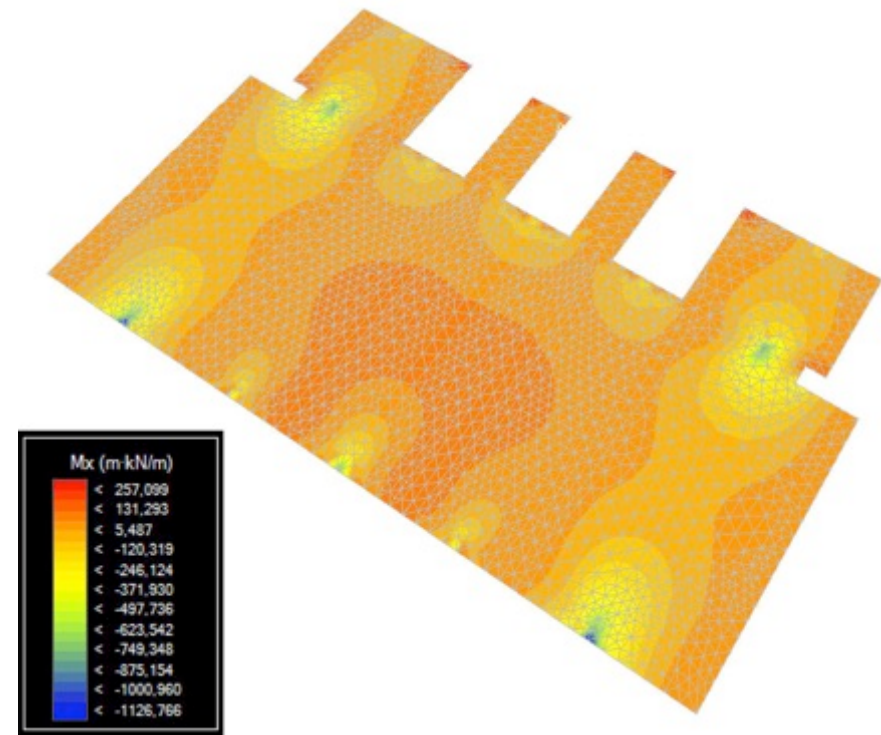


Img 112. Deformada Bloque 2.

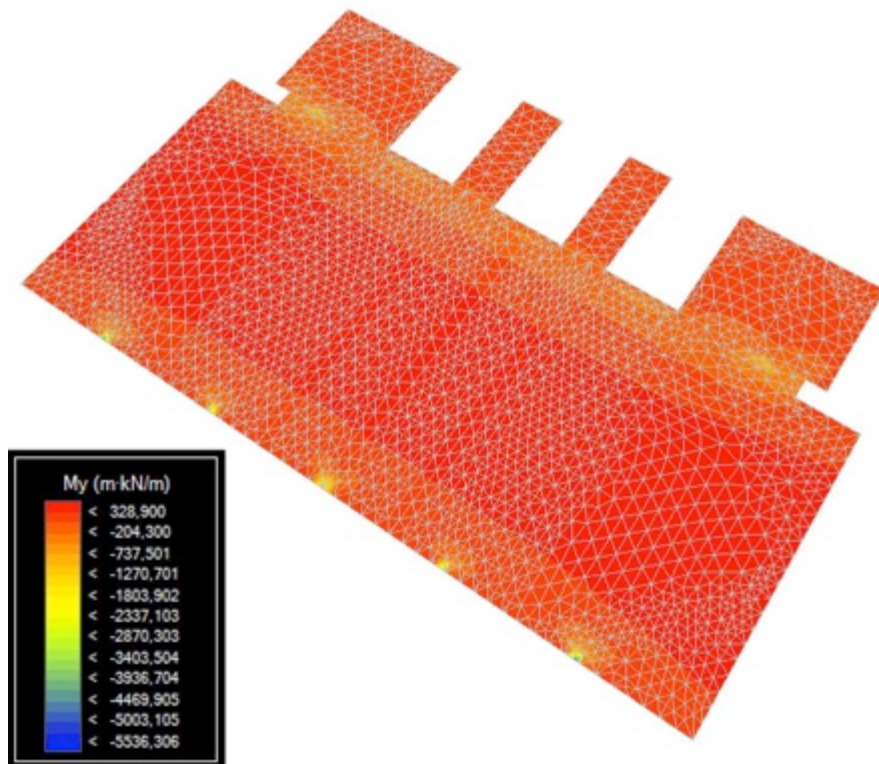
Como podemos observar en las imágenes, la deformación en los voladizos alcanza un valor máximo de 42,246 cm.

Elo se debe a la generosidad de los voladizos que alcanzan una longitud de 7,4 m. Evidentemente la estructura calculada es insuficiente, necesitando de alguno de los refuerzos mencionados anteriormente.

- MAPAS DE ISOVALORES  
(E.L.U Resistencia, Persistente: Gravitatoria uso)



Img 113. Mapa de Isovalores de Momentos Mx.

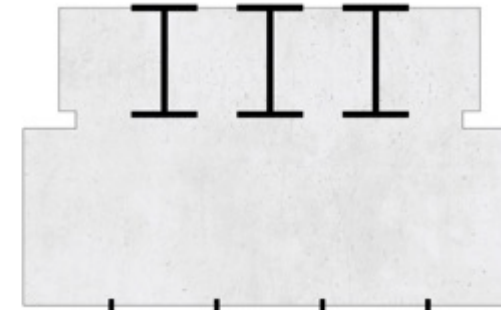


Img 114. Mapa de Isovalores de Momentos My.

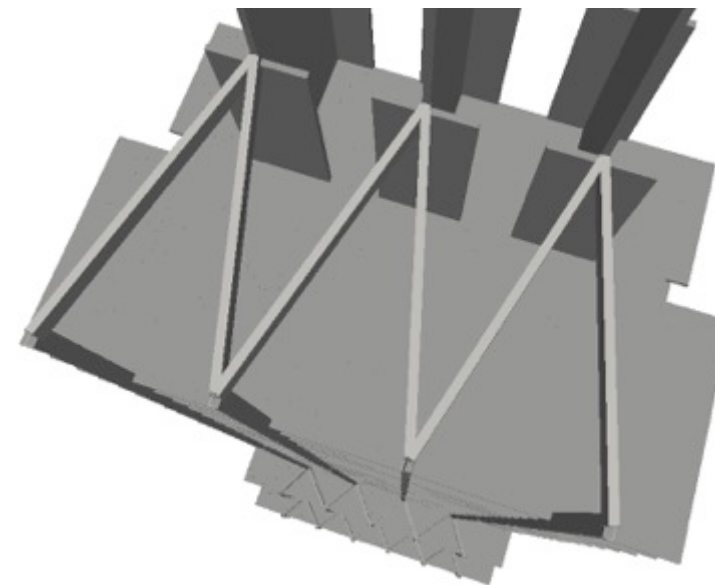
En los mapas de momentos Mx y My se aprecia que los valores máximos se producen en la dirección Y con un máximo negativo de -5536,306 m.KN/m producido sobre los soportes y un máximo positivo de 328,900 m.KN/m en la zona central del vano.

Esto es debido a que la separación soporte-muro es muy elevada para obtener esos espacios flexibles característicos de Foster, 22 m.

- PARK FLOORS

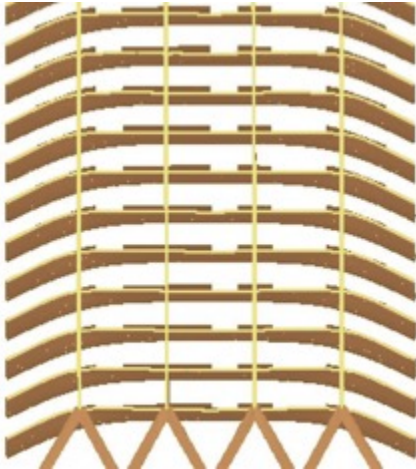


Img 115. Planta Bloque 3.

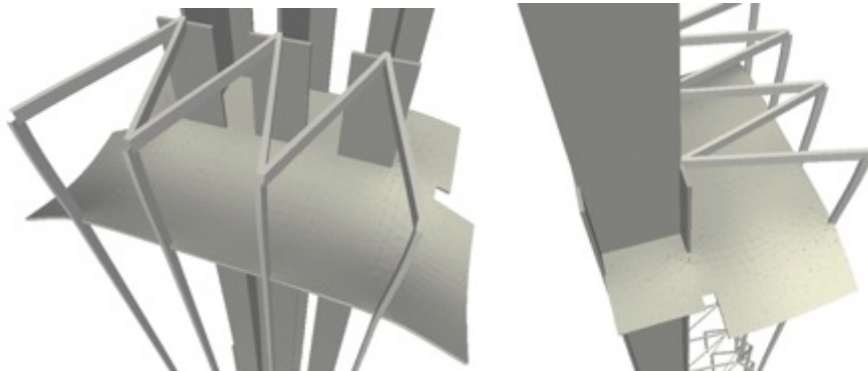


Img 116. Modelo Bloque 3.

- DEFORMACIÓN  
(E.L.S Característica: Gravitatoria uso)



Img 117. Deformada Bloque 3.

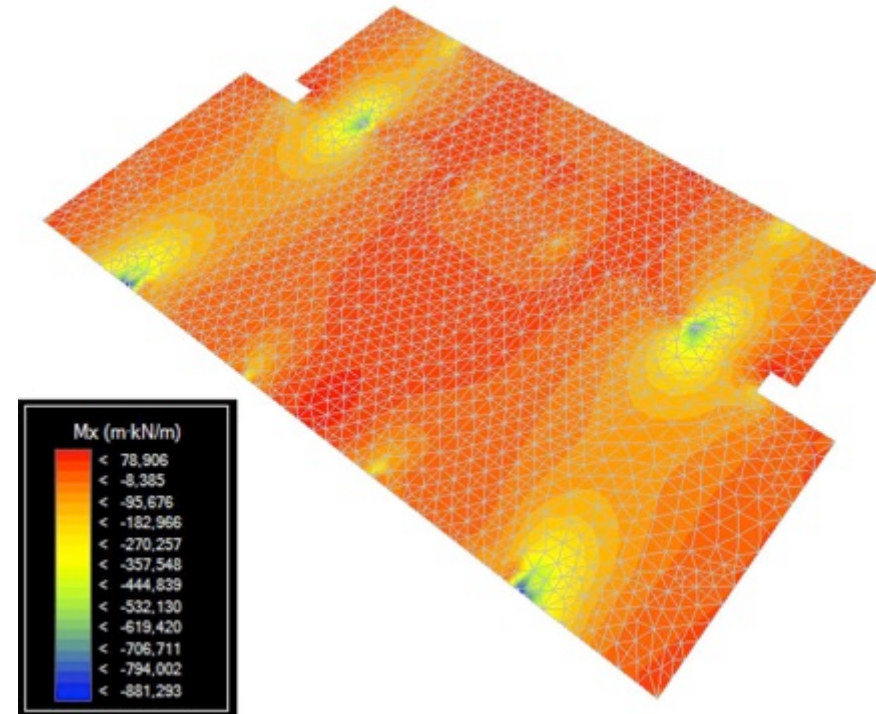


Img 118. Deformada Bloque 3.

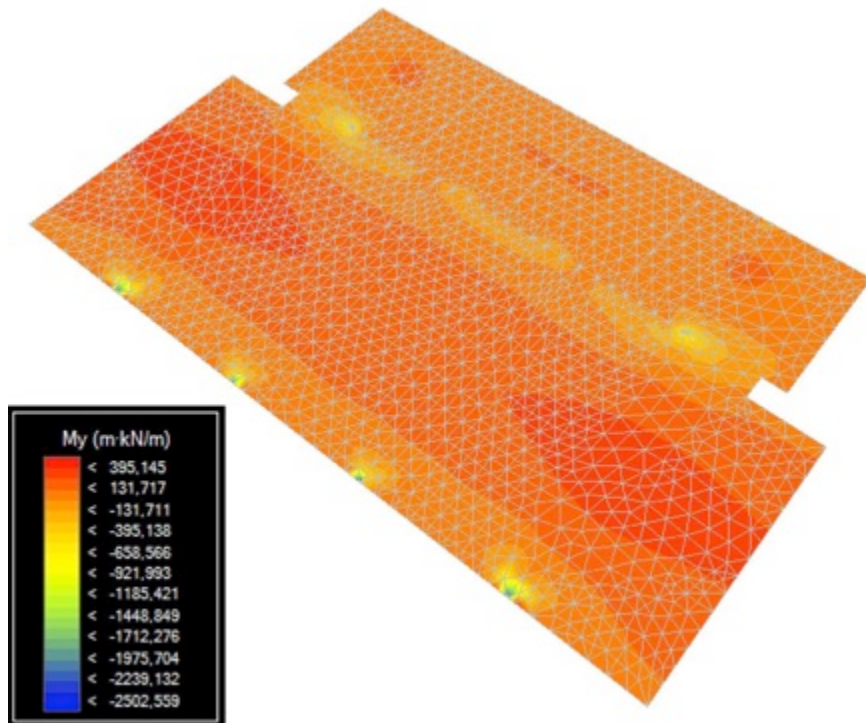
Como podemos observar en las imágenes, la deformación en los voladizos alcanza un valor máximo de 32,376 cm. Ello se debe a la generosidad de los voladizos que alcanzan una longitud de 7,4 m.

Evidentemente la estructura calculada es insuficiente, necesitando de alguno de los refuerzos mencionados anteriormente.

- MAPAS DE ISOVALORES  
(E.L.U Resistencia, Persistente: Gravitatoria uso)



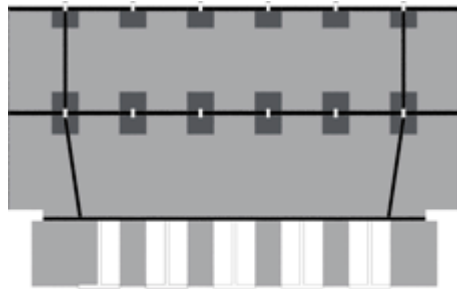
Img 119. Mapa de Isovalores de Momentos Mx.



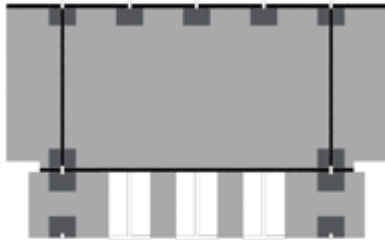
Img 120. Mapa de Isovalores de Momentos My.

En los mapas de momentos Mx y My se aprecia que los valores máximos se producen en la dirección Y con un máximo negativo de -2502,559 m.KN/m producido sobre los soportes y un máximo positivo de 395,145 m.KN/m en la zona central del vano.

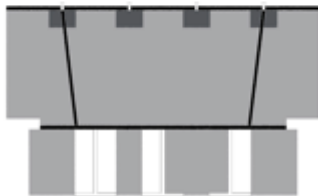
Esto es debido a que la separación soporte-muro es muy elevada para obtener esos espacios flexibles característicos de Foster, 16 m. Se requiere refuerzo como podrían ser ábacos o vigas embebidas en la losa (pág 67).



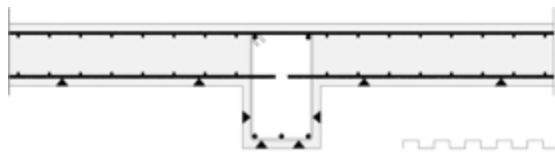
Una posible solución para los altos momentos negativos que se observan en los puntos de pilares, podría ser el empleo en la losa maciza de Hormigón Armado (HA-25) de ábacos de 3.6 x 5.6 m para evitar el punzonamiento.



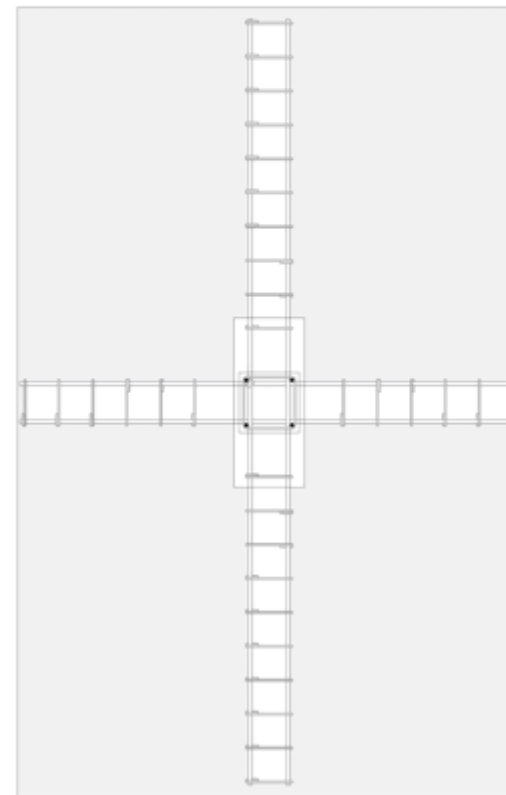
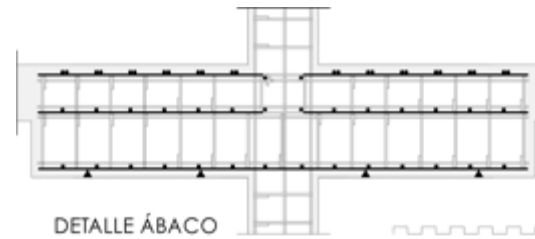
Además de unas vigas embebidas en la losa, debido a los altos momentos negativos, en los pilares de los extremos y en la esquina del ala superior de los muros más alejada del eje de simetría de la losa del forjado.



Img 121. Planos de Forjado.



Img 122. Detalle Viga.



Img 123. Detalle Ábaco.

PROCESO ELABORACIÓN LOSA DE HORMIGÓN ARMADO



Img 124. 1-Encofrado de la losa.

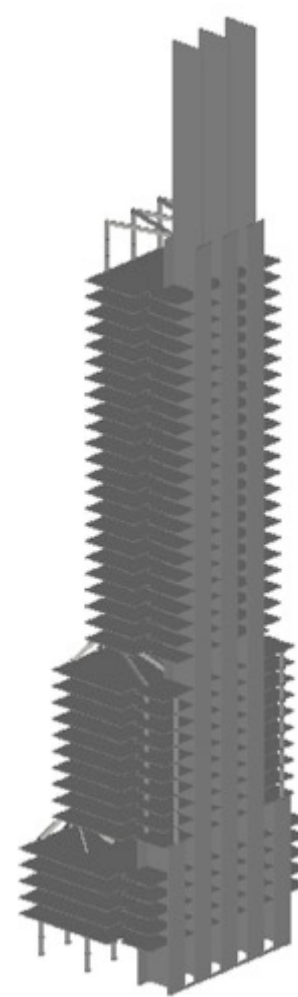


Img 125. 2-Colocación de Armaduras.

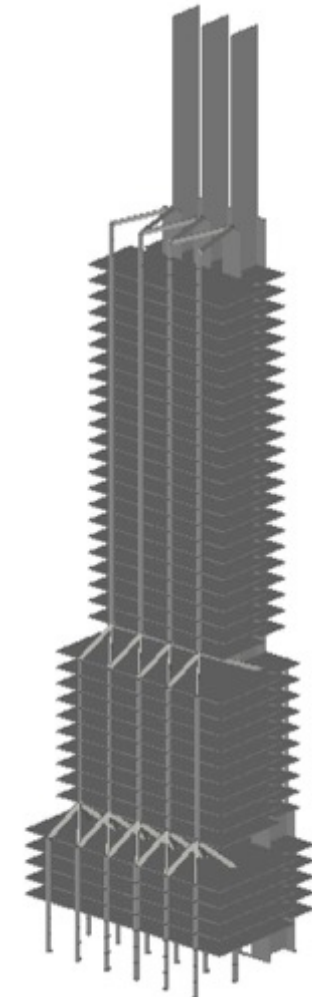


Img 126. 3-Vertido de hormigón.

- EDIFICIO COMPLETO



Img 127. Modelo general.



Img 128. Modelo general.

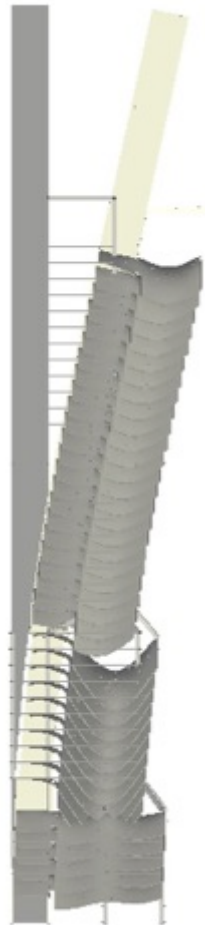
- DEFORMACIÓN



Img 129. Hipótesis  
Peso Propio.



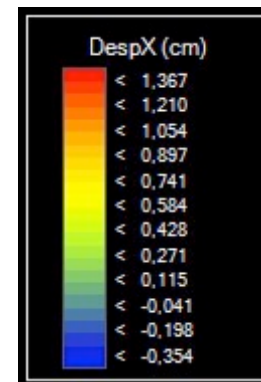
Img 130. E.L.S Característica:  
Gravitatoria uso.



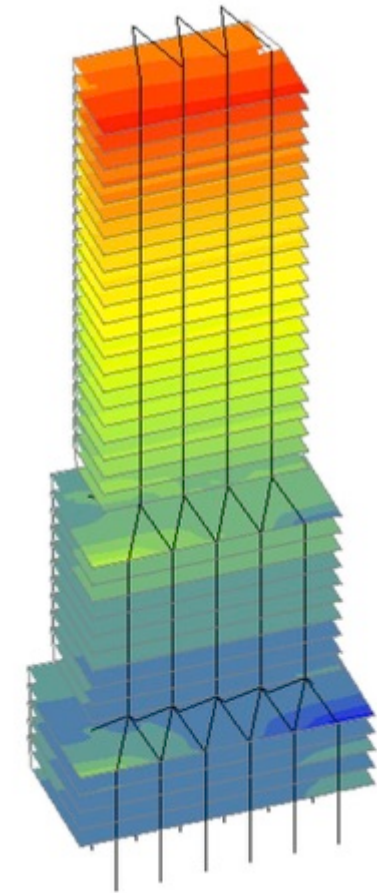
Img 131. E.L.S Característica:  
Viento.

Estudiaremos a continuación la combinación más desfavorable que en este caso se trata de la E.L.S Característica: Viento.

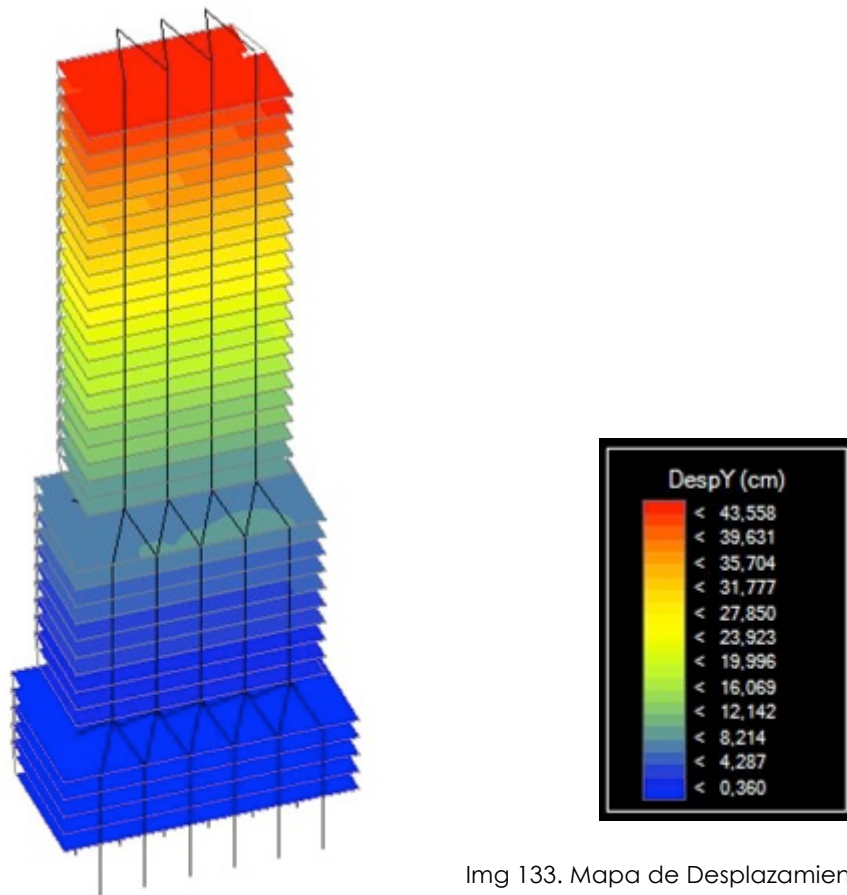
- COMBINACIÓN E.L.S CARACTERÍSTICA: VIENTO.



Img 132. Mapa de Desplazamiento.







Img 133. Mapa de Desplazamiento.

Como podemos observar, el desplazamiento se produce en la dirección Y con un valor máximo en la zona superior de 43,558 cm.

En la base del edificio así como en la mayor parte del bloque central el desplazamiento es prácticamente nulo. En la zona de desfase con el bloque superior ya se van produciendo pequeños movimientos, y conforme se asciende por éste los desplazamientos van aumentando hasta alcanzar su valor máximo.

A continuación vamos a calcular el desplome del edificio para comprobar que cumpla:

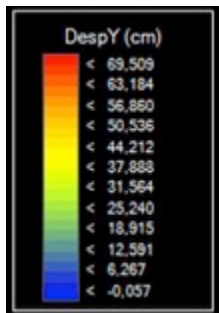
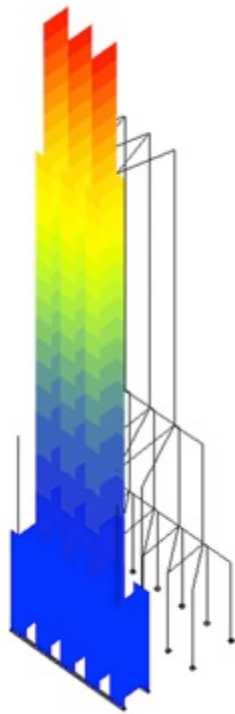
$$\text{Desplome} = H_{\text{total}} / 500$$

$$\text{Desplome} = 180 / 500 = 0,36 \text{ m} = 36 \text{ cm}$$

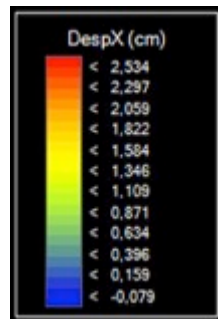
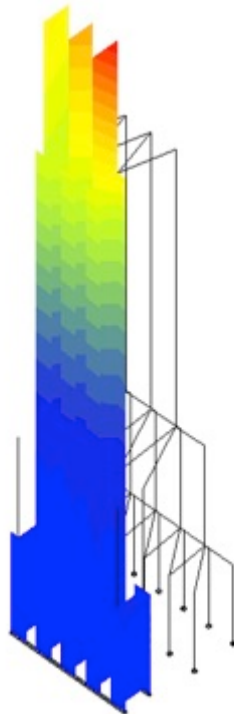
El edificio presenta desplome ya que el máximo valor permitido en este caso sería de 36 cm y en la zona más alta el edificio se desplaza 43,558 cm.

Sería necesario plantear algún tipo de solución, pero al encontrarse el edificio en proceso de construcción no podemos deducir exactamente que medidas han tomado ante esta situación.

Al tratarse de pocos centímetros no haría falta una solución excesivamente restrictiva, tal vez bastaría con reforzar más incluso los pilares.



Img 134. Mapa de Desplazamiento.



Img 135. Mapa de Desplazamiento.

Análogo al caso anterior, el desplazamiento se produce en la dirección Y con un valor máximo en la zona superior de 44,212 cm (sin tener en cuenta los muros de remate).

En la base de los muros así como en la mayor parte de la zona central el desplazamiento es prácticamente nulo. Se comienzan a percibir pequeños movimientos justo al mismo nivel que en el caso anterior, y conforme se asciende los desplazamientos van aumentando hasta alcanzar su valor máximo.

A continuación vamos a calcular el desplome del edificio para comprobar que cumpla:

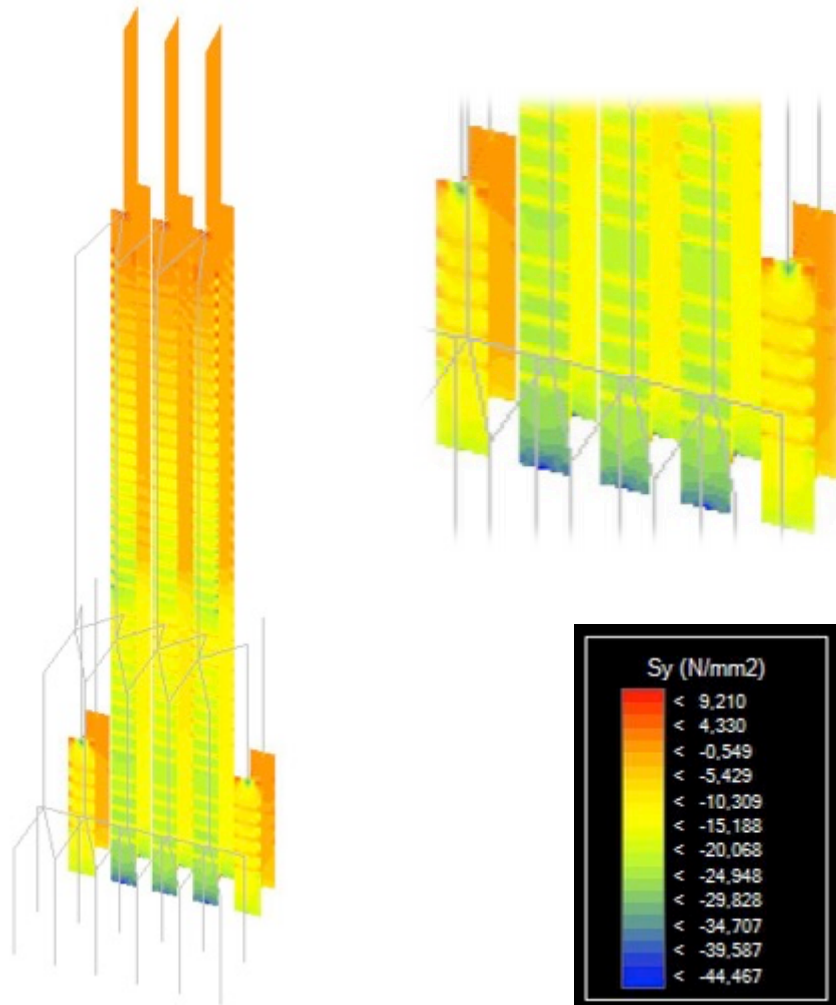
$$\text{Desplome} = H_{\text{total}} / 500$$

$$\text{Desplome} = 180 / 500 = 0,36 \text{ m} = 36 \text{ cm}$$

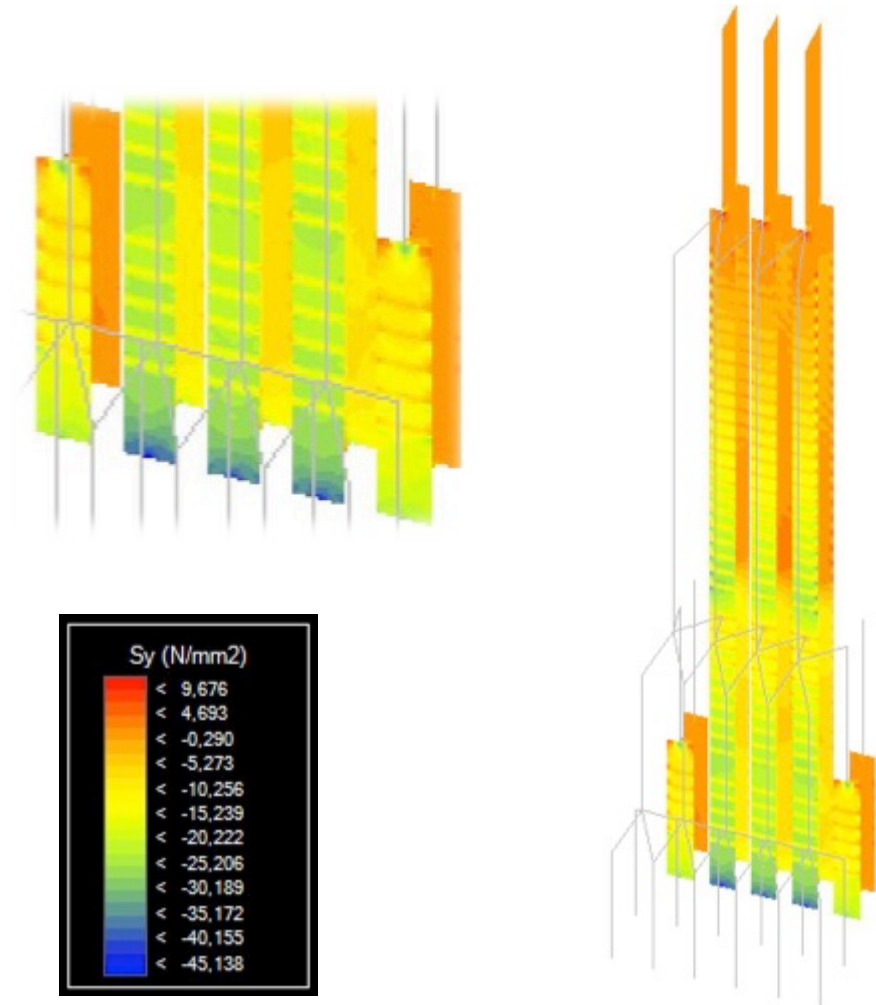
El edificio presenta desplome ya que el máximo valor permitido en este caso sería de 36 cm y en la zona más alta el edificio se desplaza 44,212 cm.

Al tratarse de pocos centímetros no haría falta una solución excesivamente restrictiva, tal vez bastaría con reforzar estos muros, como se hizo con los pilares, y de esta forma no sería necesario dotar de una mayor resistencia a los soportes.

- ESTUDIO DE TENSIONES



Img 136. Mapa de tensiones. E.L.U Resistencia, Persistente: Gravitatoria Uso.



Img 137. Mapa de tensiones. E.L.U Resistencia, Persistente: Viento.

Si comparamos ambas combinaciones observamos que son prácticamente iguales, optamos por la de viento que es ligeramente superior y por tanto la más desfavorable respecto a las tensiones.

En los muros laterales de la base las tensiones no son muy elevadas excepto en el punto de unión con los pilares de las plantas superiores, donde aumenta notablemente el valor.

En estos dos muros al igual que en el resto, las tensiones generales son mayores en la zona inferior y van disminuyendo conforme subimos, se produce una concentración de tensiones elevada en la base de los tres muro centrales, donde se alcanza el valor máximo de compresión de 45,138N/mm<sup>2</sup>.

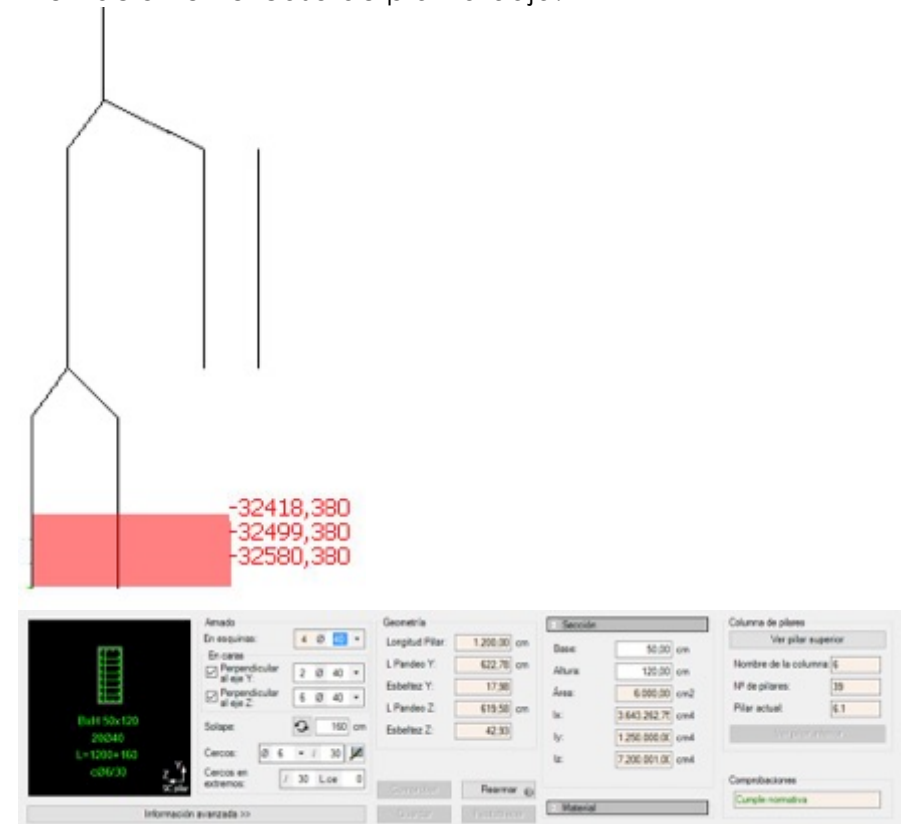
#### - COMPROBACIÓN DE SOPORTES

Como ya comentamos anteriormente, se trata de pilares de hormigón armado y sección de 500 x 1200 mm, 450 x 1100 mm y 400 x 1000 mm, en volumen inferior, medio y superior, respectivamente. Además, contienen refuerzos interiores, dos secciones metálicas IPE en cada extremo del pilar.

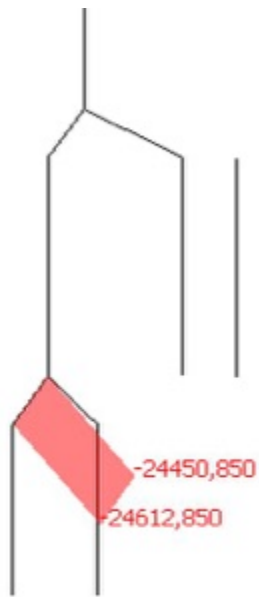
Al guardarse como un hormigón mixto el empleado en los pilares, ya que se trata de soportes especiales, Architrave no deja dimensionar en genérico y es por ello que tuvimos que cambiarlo a HA-100 para obtener el armado.

Pero antes de esto obtuvimos los axiles de un soporte de cada tramo, incluidas las zonas de transición.

Los pilares más desfavorables se encuentran en la base de cada bloque antes de repartirse la carga entre los cuatro pilares inmediatamente inferiores, o transmitir la carga a la cimentación en el caso de planta baja.

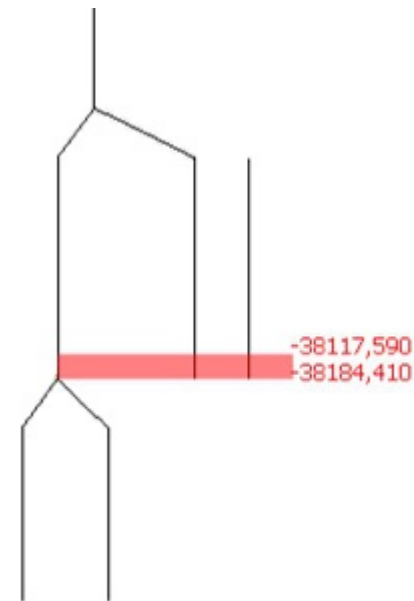


Img 138. Soporte TIPO1. CUMPLE.



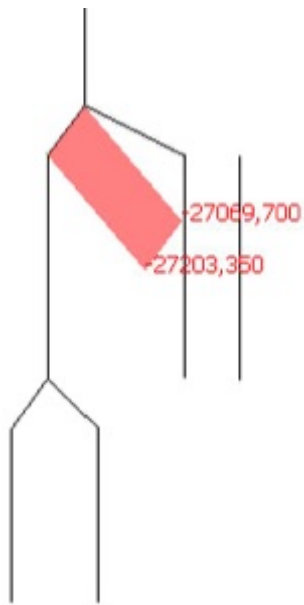
Arreglo		Geometría		Sección		Columna de pilares	
En esquina:	4 @ 32	Longitud Pilar:	1.881,45 cm	Base:	50,00 cm	Ver pilar superior	
En cara:	<input checked="" type="checkbox"/> Perpendicular al eje Y 2 @ 32	L. Pando Y:	661,75 cm	Altura:	120,00 cm	Nombre de la columna:	12
	<input checked="" type="checkbox"/> Perpendicular al eje Z 4 @ 32	Esbeltez Y:	19,10	Área:	6.900,00 cm <sup>2</sup>	NP de pilares:	16
Solape:	105 cm	L. Pando Z:	561,75 cm	Ix:	3.643.262,75 cm <sup>4</sup>	Pilar actual:	12,6
Cercos en extremos:	30 L, 0 C	Esbeltez Z:	38,29	Iy:	1.250.000,00 cm <sup>4</sup>	Ver pilar inferior	
Información avanzada >>				Comprobaciones		Cumple normativa	

Img 139. Soporte TIPO2. CUMPLE.



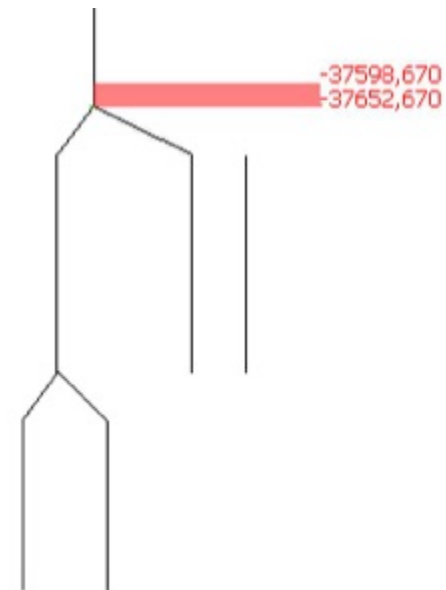
Arreglo		Geometría		Sección		Columna de pilares	
En esquina:	4 @ 40	Longitud Pilar:	400,00 cm	Base:	45,00 cm	Ver pilar superior	
En cara:	<input checked="" type="checkbox"/> Perpendicular al eje Y 1 @ 40	L. Pando Y:	243,30 cm	Altura:	110,00 cm	Nombre de la columna:	9
	<input checked="" type="checkbox"/> Perpendicular al eje Z 2 @ 40	Esbeltez Y:	7,66	Área:	4.900,00 cm <sup>2</sup>	NP de pilares:	30
Solape:	160 cm	L. Pando Z:	220,36 cm	Ix:	2.451.213,75 cm <sup>4</sup>	Pilar actual:	9,7
Cercos en extremos:	5 L, 0 C	Esbeltez Z:	16,96	Iy:	836.362,44 cm <sup>4</sup>	Ver pilar inferior	
Información avanzada >>				Comprobaciones		Cumple normativa	

Img 140. Soporte TIPO3. CUMPLE.



Amado		Geometría		Sección		Columna de pilares	
En esquinas:	4	Longitud Pilar:	1.097,20 cm	Base:	45,00 cm	Nombre de la columna:	12
En caras:	<input checked="" type="checkbox"/>	L. Pando Y:	666,51 cm	Altura:	110,00 cm	Nº de pilares:	16
Perpendicular al eje Y:	1 @ 40	Esbeltez Y:	25,99	Área:	4.950,00 cm <sup>2</sup>	Pilar actual:	12.16
Perpendicular al eje Z:	10 @ 40	L. Pando Z:	108,57 cm	Ix:	2.491.213,76 cm <sup>4</sup>	<input type="button" value="Ver pilar inferior"/>	
Solape:	160 cm	Esbeltez Z:	43,00	Iy:	835.312,44 cm <sup>4</sup>	Comprobaciones	
Cercos en extremos:	1 / 30 / 0			Iz:	4.991.250,00 cm <sup>4</sup>	Cumple normativa	

Img 141. Soporte TIPO4. CUMPLE.

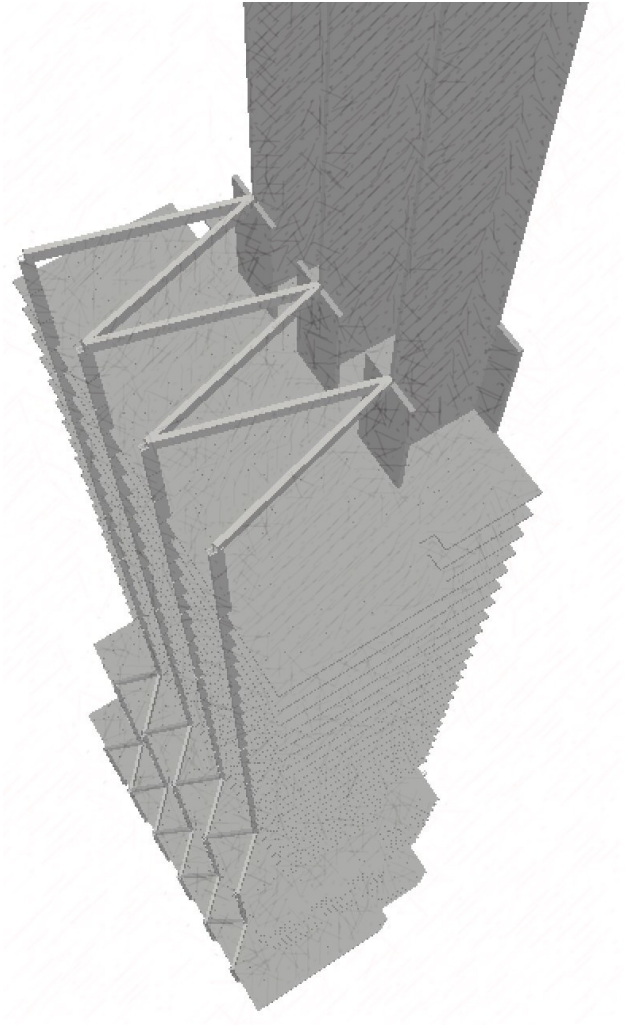


Amado		Geometría		Sección		Columna de pilares	
En esquinas:	4	Longitud Pilar:	400,00 cm	Base:	40,00 cm	Nombre de la columna:	12
En caras:	<input type="checkbox"/>	L. Pando Y:	0,00 cm	Altura:	100,00 cm	Nº de pilares:	16
Perpendicular al eje Y:	0 @ 40	Esbeltez Y:	0,00	Área:	4.000,00 cm <sup>2</sup>	Pilar actual:	12.16
Perpendicular al eje Z:	0 @ 40	L. Pando Z:	0,00 cm	Ix:	1.577.767,50 cm <sup>4</sup>	<input type="button" value="Ver pilar inferior"/>	
Solape:	0 cm	Esbeltez Z:	0,00	Iy:	533.333,38 cm <sup>4</sup>	Comprobaciones	
Cercos en extremos:	1 / 0 / 0			Iz:	3.333.333,91 cm <sup>4</sup>	Falso	

No se ha podido armar. Sección insuficiente.

Img 142. Soporte TIPO5. NO CUMPLE.

La sección no es lo suficiente grande para armar el pilar, también cabe mencionar que Architrave por defecto nos está armando los pilares con barras y en la realidad, como ya mencionamos, en su interior corresponderían a 2 IPE.



CONCLUSIONES

## V. CONCLUSIONES

El anterior estudio expuesto sobre la evolución del arquitecto Norman Foster con algunas de sus obras más representativas, nos a permitido tener una clara idea de su forma de proyectar y, de esta manera, poder definir con más precisión la estructura de la torre.

Por consiguiente, hemos logrado entender completamente el funcionamiento de la 425 Park Avenue Tower partiendo de la arquitectura más High-Tech de Foster, por ejemplo, en este edificio se ha empleado el mismo método que en el Hongkong & Shanghai Bank de dividir en bloques suspendidos el edificio, con distinto número de plantas cada uno, para evitar el movimiento de la torre en su conjunto ante acciones horizontales.

En la trayectoria de Norman Foster observamos que era una persona nerviosa, constante y disciplinada, y eso se refleja en sus dibujos, tiende hacia una arquitectura elegante de ensamblajes minuciosos y acabados perfectos con rápida ejecución. Foster siempre ha confiado en la técnica para mejorar la integración de la arquitectura en el paisaje, pero no se reduce sólo a ésta, hay mucho más detrás de cada obra, se observa que hay un análisis exhaustivo que necesita una perfecta ejecución para expresar esa idea original, la técnica es más un medio para materializar sus ideas que un fin en sí mismo.

A lo largo de su recorrido se ha podido apreciar la destreza del arquitecto de generar siempre esa flexibilidad, la fluidez en planta, que se logra con la técnica, ordenando estructuralmente los espacios y dotándolos de luz natural.

Concluimos este trabajo como se comenzó, hablando de aquel joven estudiante de Manchester que comenzó su carrera en el Team 4 y ha llegado a convertirse en uno de los arquitectos más prestigiosos del mundo, que le ha sabido enseñar de la mejor manera a éste la arquitectura High-Tech, con obras como la que hemos analizado.

Hablamos de una torre sostenible, a la vez que novedosa y contemporánea, que con el paso de los años no dejará de sorprender llegándose a convertir en todo un hito para la ciudad. La estructura de acero asciende hasta alcanzar los tres muros iluminados que se añaden al skyline de Nueva York.

Se trata de una estructura singular, donde Foster utiliza todos sus recursos:

Consigue integrar la fachada empleando una nueva forma de degradación del suelo que divide el edificio en tres niveles. La base se integra con una gran plaza pública en plena trama urbana. El núcleo de elementos verticales se ubica en la parte posterior del edificio para poder desarrollar hasta el máximo esa fachada.



En su interior se observa esa calidad de oficinas sostenibles y flexibles que pueden ser modificadas fácilmente dependiendo de las necesidades.

Como se ha visto, el edificio se divide en tres volúmenes, cada uno se encaja con el siguiente a través de un desfase. Se trata de un espacio a doble altura donde, al cortar las esquinas y dejar vistos esos enormes entramados de acero recubiertos de vidrio como en la torre Hearst, Foster rompe con los antiguos rascacielos masivos de oficinas de la zona para darle mayor ligereza. Los pilares conforme descienden se van separando en ramales cada vez que se produce un cambio de volumen, y a su vez conectan con el núcleo

Para poder plasmar todo lo anterior y analizar el comportamiento del edificio de la manera más parecida a la realidad, se elaboró un modelo informático, incluyendo elementos tipo barra y elementos finitos, mediante el programa de cálculo estructural Architrave. Se ha modelizado aplicando las cargas de uso y viento a las que podría estar sometida esta torre de oficinas, de estos esfuerzos depende el comportamiento de la estructura que analizamos.

Tras realizar el cálculo, observamos que el edificio en general tenía una gran deformación de los voladizos. Ello se debe a la generosidad de éstos que alcanzan una longitud de 7,4 m.

Al no encontrarse el edificio construido teníamos cierto desconocimiento de algunos elementos estructurales y secciones utilizados. No obstante, este resultado evidencia la insuficiencia de la estructura calculada, siendo necesarios refuerzos adicionales como pudieran ser incrementos de

sección, postesados u otros recursos de los que no tenemos conocimiento.

Lo que sí pudimos controlar fueron las deformaciones producidas por la carga de viento, mejorando la capacidad resistente de los pilares. Estamos hablando de pilares especiales de hormigón armado de gran sección rectangular con refuerzos interiores, dos secciones metálicas IPE en cada extremo del pilar. Éstos presentan una sección de 500 x 1200 mm, 450 x 1100 mm y 400 x 1000 mm, en volumen inferior, medio y superior, respectivamente.

En los mapas de momentos  $M_x$  y  $M_y$  se aprecia que los valores máximos se producen en la dirección  $Y$  con un máximo negativo sobre los soportes y un máximo positivo en la zona central del vano.

Esto es debido a que la separación entre elementos estructurales es muy elevada para obtener esos espacios flexibles característicos de Foster.

Como comentamos, una posible solución para los altos momentos negativos que se observan en los puntos de pilares, podría ser el empleo de ábacos de 3.6 x 5.6 m para evitar el punzonamiento.

Además de unas vigas embebidas en la losa, debido a los altos momentos negativos, en los pilares de los extremos y en la esquina del ala superior de los muros más alejada del eje de simetría de la losa del forjado.

El desplazamiento del edificio se produce en la dirección  $Y$ . En la base así como en la mayor parte del bloque central el desplazamiento es prácticamente nulo.

En la zona de desfase con el bloque superior ya se van produciendo pequeños movimientos, y conforme se asciende por éste los desplazamientos van aumentando hasta alcanzar su valor máximo.

El edificio presenta desplome ya que en la zona más alta de éste, el desplazamiento es superior al valor máximo permitido. Sería necesario plantear algún tipo de solución, pero al encontrarse el edificio en proceso de construcción no podemos deducir exactamente que medidas han tomado ante esta situación.

Al tratarse de pocos centímetros no haría falta una solución excesivamente restrictiva, tal vez bastaría con reforzar el núcleo de muros, como se hizo con los pilares, y de esta forma no sería necesario dotar de una mayor resistencia a los soportes.

Respecto a las tensiones, en los muros laterales de la base no son muy elevadas excepto en el punto de unión con los pilares de las plantas superiores, donde aumenta notablemente el valor.

En estos dos muros al igual que en el resto, las tensiones generales son mayores en la zona inferior y van disminuyendo conforme subimos, se produce una concentración de tensiones elevada en la base de los tres muro centrales.

Obtuvimos los axiles de un soporte de cada tramo, incluidas las zonas de transición. Los pilares más desfavorables se encuentran en la base de cada bloque antes de repartirse la carga entre los cuatro pilares inmediatamente inferiores, o transmitir la carga a la cimentación en el caso de planta baja.

En todas las alturas nos cumplían excepto en la última comprobación, también cabe mencionar que Architrave por defecto nos está armando los pilares con barras y en la realidad, como ya mencionamos, en su interior corresponderían a 2 IPE. Por lo tanto éste no nos cumple, la sección no es lo suficientemente grande para armar el pilar.

Finalmente, podríamos afirmar que, aún sin conocer con certeza si la solución planteada es la más eficaz, es una solución que tiene sentido y un proceso previo de razonamiento antes de llegar a ella, además de lograr integrarse con totalidad en el proyecto.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Arte actual, Carmen Rábanos, Universidad de Zaragoza, 2010
- Diccionario Akal de la Arquitectura del siglo XX, Jean-Paul Midant, 2004
- Diseño integral en arquitectura, Bernardo Marcelo Villasuso, Euvim, 2011
- Doce arquitectos contemporáneos, Mariano Gómez, Nobukosa, 2011
- El Aire: mitos, ritos y realidades, José Antonio González, José Luis Anta, Anthropos Editorial, 1999
- El complejo arte-arquitectura, Hal Foster, Turner, 2013
- Foster and Partners, Aurora Cuito, A.Asppan S.L., 2002
- Guía de arquitectura de Barcelona, Llorenç Bonet, A.Asppan S.L., 2004
- <http://observer.com/2012/10/foster-partners-wins-425-park-sweepstakes-creating-new-midtown-landmark-for-ll/#print>
- <http://www.floornature.es/foster-partners-425-park-avenue-nueva-york-8285/>
- <http://www.fosterandpartners.com/es/news/archive/2012/10/foster-partners-wins-competition-for-new-tower-at-425-park-avenue-new-york/>
- <http://www.fosterandpartners.com/es/news/archive/2014/06/ground-breaking-ceremony-for-425-park-avenue/>
- <http://www.fosterandpartners.com/es/projects/creek-vean/>
- <http://www.fosterandpartners.com/es/projects/great-court-at-the-british-museum/>
- <http://www.fosterandpartners.com/es/projects/hearst-tower/>
- [http://www.fosterandpartners.com/es/projects/jaffe-house-\(skybreak-house\)/](http://www.fosterandpartners.com/es/projects/jaffe-house-(skybreak-house)/)
- <http://www.fosterandpartners.com/es/projects/murray-mews/>
- <http://www.fosterandpartners.com/es/projects/reichstag-new-german-parliament/>
- <http://www.fosterandpartners.com/es/projects/reliance-controls/>
- <http://www.fosterandpartners.com/es/projects/renault-distribution-centre/>

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/sackler-galleries-royal-academy-of-arts/>

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/sainsbury-centre-for-visual-arts/>

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/stansted-airport/>

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/the-sage-gateshead/>

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/torre-de-collserola/>

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/30-st-mary-axe/>

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/425-park-avenue/>

<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-168290/finalistas-anunciados-para-el-425-park-ave-de-manhattan>

<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/fosterpartners>

<http://www.425parkave.com>

<http://www.425parkave.com/architecturalcompetition/>

<http://www.425parkave.com/team/>

1000 Obras de Arquitectura, Christopher E.M. Pearson, Parkstone International, 2014

Montaje de exposiciones: museos, arquitectura, arte, Juan Carlos Rico, Silex Ediciones, 1996

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

Prácticas artísticas Contemporáneas, Aurora Fernández Polanco, Yayo Aznar Almazán, Jesús López Díaz, Editorial Universitaria Ramon Areces, 2015

Reuso Vol. 1: Actas del Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico: Criterio y método en época de Crisis. Ingeniería y Técnica al Servicio de la Restauración. Susana Mora Alonso-Muñoyerro / Adela Rueda Márquez de la Plata / Pablo Alejandro Cruz Franco, 2013

Revista Arquitectura Viva 146, 2012

Revista Arte y Cemento, 2005

Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea, Ed. NE-REA, Iñaki Abalos y Juan Herreros, 1992

## REFERENCIA IMÁGENES

### **Imagen 1. Trabajos de estudiante.**

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

### **Imagen 2. El Cockpit, 1963, Feock, Cornwallles.**

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

### **Imagen 3. Murray Mews, 1963, Londres, Reino Unido.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/murray-mews/>

### **Imagen 4. Creek Vean, 1964, Feock, Cornwallles.**

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

### **Imagen 5. Casa Jaffé, 1965, Radlett, Hertfordshire.**

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

### **Imagen 6. Reliance Controls, 1967, Swindon, Reino Unido.**

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

### **Imagen 7. Edificios de IBM, 1970, Cosham, Portsmouth.**

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

### **Imagen 8. Willis Faber & Dumas, 1971, Ipswich, Inglaterra.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/willis-faber-dumas-headquarters/>

### **Imagen 9. Sainsbury Centre, 1974, Norwich, Inglaterra.**

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

### **Imagen 10. Sainsbury Centre, 1974, Norwich, Inglaterra.**

Norman Foster, Daniel Treiber, Ediciones AKAL, 2004

### **Imagen 11. Hongkong and Shanghai Bank, 1979, Hong Kong.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/hongkong-and-shanghai-bank-headquarters/>

### **Imagen 12. Hongkong and Shanghai Bank, 1979, Hong Kong.**

Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea, Ed. NEREA, Iñaki Abalos y Juan Herreros, 1992

### **Imagen 13. Centro Renault, 1980, Swindon, Reino Unido.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/renault-distribution-centre/>

### **Imagen 14. Centro Renault.**

Diseño integral en arquitectura, Bernardo Marcelo Villasuso, Eduvim, 2011

### **Imagen 15. Boceto Aeropuerto de Stansted por Foster, 1981.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/stansted-airport/>

### **Imagen 16. Aeropuerto de Stansted, 1981, Inglaterra.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/stansted-airport/>

### **Imagen 17. Carré d'Art, 1984, Nimes, Francia.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/carré-dart/>

**Imagen 18. Patio Galerías Sackler, 1985, Londres. Antes.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/sackler-galleries-royal-academy-of-arts/>

**Imagen 19. Galerías Sackler, 1985, Londres, Reino Unido.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/sackler-galleries-royal-academy-of-arts/>

**Imagen 20. Torre Century, 1987, Tokio, Japón.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/century-tower/>

**Imagen 21. Torre de Collserola, 1988, Barcelona, España.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/torre-de-collserola/>

**Imagen 22. Torre Millenium, 1989, Tokio, Japón.**

Foster and Partners, Aurora Cuito, A.Asppan S.L., 2002

**Imagen 23. . Torre Millenium, 1989, Tokio, Japón.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/millennium-tower/>

**Imagen 24. Reichstag, 1992, Berlín, Alemania.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/reichstag-new-german-parliament/>

**Imagen 25. British Museum, 1994, Reino Unido.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/great-court-at-the-british-museum/>

**Imagen 26. El Gran Patio del British Museum.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/great-court-at-the-british-museum/>

**Imagen 27. 30 St Mary Axe, 1997, Londres, Inglaterra.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/30-st-mary-axe/>

**Imagen 28. 30 St Mary Axe.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/30-st-mary-axe/>

**Imagen 29. The Sage Gateshead, 1997, Inglaterra.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/the-sage-gateshead/>

**Imagen 30. Torre Hearst, 2000, Nueva York, EEUU.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/hearst-tower/>

**Imagen 31. Torre Hearst, 2000, Nueva York, EEUU.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/hearst-tower/>

**Imagen 32. Hotel Puerta América, 2004, Madrid, España.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/silken-hotel-puerta-america/>

**Imagen 33. Bocetos Norman Foster, Reichstag, 1992.**

<http://www.fosterandpartners.com/es/projects/reichstag-new-german-parliament/>

**Imagen 34. Foster + Partners, New York, USA.**

<http://www.fosterandpartners.com/ar/contact/new-york/>

**Imagen 35. Park Avenue, New York, USA.**

<https://mymagicalattic.blogspot.com.es/2015/09/425-park-avenue-design-by-norman-foster.html>

**Imagen 36. 425 Park Avenue, New York, USA.**

<https://mymagicalattic.blogspot.com.es/2015/09/425-park-avenue-design-by-norman-foster.html>

**Imagen 37. Propuestas finalistas para el 425 Park Avenue.**

<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-168290/finalistas-anunciados-para-el-425-park-ave-de-manchattan>

**Imagen 38. 425 Park Avenue Tower, 2012, New York, USA.**

<http://www.fosterandpartners.com/news/archive/2012/10/foster-partners-wins-competition-for-new-tower-at-425-park-avenue-new-york/>

**Imagen 39. 425 Park Avenue Tower. Plaza pública.**

<https://mymagicalattic.blogspot.com.es/2015/09/425-park-avenue-design-by-norman-foster.html>

**Imagen 40. 425 Park Avenue Tower. Terraza ajardinada.**

<http://www.425parkave.com/#gallery-9>

**Imagen 41. 425 Park Avenue Tower. Terraza ajardinada.**

<https://mymagicalattic.blogspot.com.es/2015/09/425-park-avenue-design-by-norman-foster.html>

**Imagen 42. 425 Park Avenue Tower.**

<http://www.425parkave.com/#gallery-8>

**Imagen 43. Certificado LEED.**

<https://www.sfwaldorf.org/high-school/about/at-a-glance/leed-campus>

**Imagen 44. Certificado WELL.**

<https://usgbcillinois.wildapricot.org/event-2184841>

**Imagen 45. 425 Park Avenue Tower.**

Video 425 Park Avenue: Norman Foster, 2012. Disponible en:  
<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 46. 425 Park Avenue Tower.**

Video 425 Park Avenue: Norman Foster, 2012. Disponible en:  
<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 47. 425 Park Avenue, 2012, New York, USA.**

[http://www.425parkave.com/media/img/availability/425\\_Park-Stack-2017.05.30.pdf](http://www.425parkave.com/media/img/availability/425_Park-Stack-2017.05.30.pdf)

**Imagen 48. Avenue Floors.**

<http://www.425parkave.com>

**Imagen 49. Avenue Floors (8-11).**

<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 50. 425 Park Avenue. Oficinas.**

<http://www.425parkave.com/#gallery-12>

**Imagen 51. Diagrid Floors.**

<http://www.425parkave.com>

**Imagen 52. Diagrid Floors (12 y 14).**

<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 53. 425 Park Avenue. Oficinas.**

<http://www.425parkave.com/#gallery-15>

**Imagen 54. Skyline Floors.**

<http://www.425parkave.com>

**Imagen 55. Skyline Floors (15-25).**

<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 56. Park Floors.**

<http://www.425parkave.com>

**Imagen 57. Park Floors (28-47).**

<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 58. 425 Park Avenue Tower.**

<http://www.425parkave.com/#gallery-14>

**Imagen 59. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 60. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 61. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 62. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 63. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>



**Imagen 64. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 65. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 66. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 67. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 68. Proceso Constructivo 425 Park Avenue Tower.**

Phasing Video. Disponible en:  
<http://www.425parkave.com>

**Imagen 69. 425 Park Avenue Tower en construcción.**

<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 70. 425 Park Avenue.**

Video 425 Park Avenue: Norman Foster, 2012. Disponible en:  
<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 71. 425 Park Avenue. Cota cero.**

<http://www.fosterandpartners.com/projects/425-park-avenue/>

**Imagen 72. Vista inferior.**

Elaboración propia

**Imagen 73. 425 Park Avenue Tower. Iluminación estructura.**

<https://mymagicalattic.blogspot.com.es/2015/09/425-park-avenue-design-by-norman-foster.html>

**Imagen 74. Detalle pilar.**

Elaboración propia

**Imagen 75. Planos medidas.**

Elaboración propia

**Imagen 76. Modelo – Realidad.**

<https://mymagicalattic.blogspot.com.es/2015/09/425-park-avenue-design-by-norman-foster.html>  
Elaboración propia

**Imagen 77. Modelo – Realidad.**

<https://mymagicalattic.blogspot.com.es/2015/09/425-park-avenue-design-by-norman-foster.html>  
Elaboración propia

**Imagen 78. Logo programa informático Architrave.**

<http://www.architrave.es>

**Imagen 79. Deformada Alámbrica.**

Elaboración propia

**Imagen 80. Deformada Alámbrica.**

Elaboración propia

**Imagen 81. Tabla CTE.**

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf>

**Imagen 82. Tabla CTE.**

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf>

**Imagen 83. Sobrecarga de viento.**

Elaboración propia

**Imagen 84. Tabla CTE.**

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf>

**Imagen 85. Tabla CTE.**

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf>

**Imagen 86. Tabla CTE.**

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf>

**Imagen 87. Tabla CTE.**

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf>

**Imagen 88. Combinación ELU Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 89. Combinación ELU Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 90. Combinación ELU Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 91. Combinación ELU Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 92. Combinación ELU Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 93. Combinación ELU Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 94. Combinación ELS Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 95. Combinación ELS Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 96. Combinación ELS Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 97. Combinación ELS Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 98. Combinación ELS Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 99. Combinación ELS Architrave.**

Elaboración propia

**Imagen 100. Características Hormigón Pilares.**

Elaboración propia

**Imagen 101. Hormigón Muros (HA-50) y Forjados (HA-25).**

Elaboración propia

**Imagen 102. Vista lateral y deformada sólida.**

Elaboración propia

**Imagen 103. Planta Bloque 1.**

Elaboración propia

**Imagen 104. Modelo Bloque 1.**

Elaboración propia

**Imagen 105. Deformada Bloque 1.**

Elaboración propia

**Imagen 106. Deformada Bloque 1.**

Elaboración propia

**Imagen 107. Mapa de Isovalores de Momentos My.**

Elaboración propia

**Imagen 108. Mapa de Isovalores de Momentos Mx.**

Elaboración propia

**Imagen 109. Planta Bloque 2.**

Elaboración propia

**Imagen 110. Modelo Bloque 2.**

Elaboración propia

**Imagen 111. Deformada Bloque 2.**

Elaboración propia

**Imagen 112. Deformada Bloque 2.**

Elaboración propia

**Imagen 113. Mapa de Isovalores de Momentos Mx.**

Elaboración propia

**Imagen 114. Mapa de Isovalores de Momentos My.**

Elaboración propia

**Imagen 115. Planta Bloque 3.**

Elaboración propia

**Imagen 116. Modelo Bloque 3.**

Elaboración propia

**Imagen 117. Deformada Bloque 3.**

Elaboración propia

**Imagen 118. Deformada Bloque 3.**

Elaboración propia

**Imagen 119. Mapa de Isovalores de Momentos Mx.**

Elaboración propia

**Imagen 120. Mapa de Isovalores de Momentos My.**

Elaboración propia

**Imagen 121. Planos de Forjado.**

Elaboración propia

**Imagen 122. Detalle Viga.**

Elaboración propia

**Imagen 123. Detalle Ábaco.**

Elaboración propia

**Imagen 124. 1-Encofrado de la losa.**

Video Edificación Losa Hormigón Armado. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=9TOF-opHMDY>

**Imagen 125. 2-Colocación de Armaduras.**

Video Edificación Losa Hormigón Armado. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=9TOF-opHMDY>

**Imagen 126. 3-Vertido de hormigón.**

Video Edificación Losa Hormigón Armado. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=9TOF-opHMDY>

**Imagen 127. Modelo general.**

Elaboración propia

**Imagen 128. Modelo general.**

Elaboración propia

**Imagen 129. Hipótesis Peso Propio.**

Elaboración propia

**Imagen 130. E.L.S Característica: Gravitatoria uso.**

Elaboración propia

**Imagen 131. E.L.S Característica: Viento.**

Elaboración propia

**Imagen 132. Mapa de Desplazamiento.**

Elaboración propia

**Imagen 133. Mapa de Desplazamiento.**

Elaboración propia

**Imagen 134. Mapa de Desplazamiento.**

Elaboración propia

**Imagen 135. Mapa de Desplazamiento.**

Elaboración propia

**Imagen 136. Mapa de tensiones. E.L.U Resistencia, Persistente:  
Gravitatoria Uso.**

Elaboración propia

**Imagen 137. Mapa de tensiones. E.L.U Resistencia, Persistente:  
Viento.**

Elaboración propia

**Imagen 138. Soporte TIPO1.**

Elaboración propia

**Imagen 139. Soporte TIPO2.**

Elaboración propia

**Imagen 140. Soporte TIPO3.**

Elaboración propia

**Imagen 141. Soporte TIPO4.**

Elaboración propia

**Imagen 142. Soporte TIPO5.**

Elaboración propia