

DE LA IDEA AL DETALLE CONSTRUCTIVO. OMA Y SU PROPUESTA PARA LA TRÈS GRANDE BIBLIOTHÈQUE



TRABAJO FIN DE GRADO. ETSAVA

SERGIO NIETO CAVIEDES
Tutor: JAVIER ARIAS MADERO



Universidad de Valladolid



ETSAVA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN: LA ARQUEOLOGÍA RETROACTIVA. MOTIVACIÓN Y METODOLOGÍA	4
OBJETIVOS.....	4
PRIMERA PARTE_ARQUITECTURAS DISRUPTIVAS	5
1. PARADIGMAS DISRUPTIVOS.....	6
1.1. Inicios de la arquitectura del metal. Paxton y el Crystal Palace	6
1.2. Mies Van de Rohe y la idea de Baukunst	7
1.3. Le Corbusier y el arte en la técnica.....	8
1.4. Fernando Higueras y la luz como motivo del proyecto.....	9
1.5. Richard Rogers y la Alta tecnología	10
2. OMA Y REM KOOLHAAS.	11
2.1. Introducción. Un personaje divergente	11
2.2. Singularidades constructivas en los espacios de OMA.....	13
1. Transgresión de la estructura en el espacio	13
2. La arquitectura collage: encuentro irracional entre materiales	15
3. Lo frívolo: textil y escamoteable	16
4. Lo falso: El trompe-l'oeil	17
2.3. Dossier constructivo.....	18
SEGUNDA PARTE: LA TRÈS GRANDE BIBLIOTHÈQUE	27
1. Introducción. Proyectos del año 89	27
2. Proyecto y documentación	27
3. Introducción técnica.....	31
4. Planos Constructivos	37
CONCLUSIONES.....	63
LISTADO DE PROYECTOS	67
BIBLIOGRAFÍA.....	68
ILUSTRACIONES	71

RESUMEN

En innumerables ocasiones la arquitectura se ha disociado de la técnica, de la construcción, provocando no solo el conflicto entre ellos, si no la concepción de una nueva idea de arquitectura, alejada de la realidad.

“El desarrollo autónomo de ambas facetas del proyecto ha determinado la aberrante conclusión de que el proyecto "idea" universos metafísicos, valiosos por su coherencia conceptual, y luego la construcción restaña las heridas que provoca el inevitable encuentro de esa fantasía inmaterial con la realidad.”-Helio Piñón.¹

Este trabajo pretende investigar de una forma general la importancia de la dualidad entre las ideas y la técnica, poniendo en valor alguno de los ejemplos paradigmáticos de la historia en los que este concepto está presente. De forma específica, se estudiará cómo la técnica influye también en Rem Koolhaas, que aun siendo uno de los arquitectos pioneros en el mundo de las ideas, abordará proyectos en los que la técnica no solamente es utilizada como un elemento aislado, sino que se convierte en una de las bases fundamentales de sus proyectos. El fin principal de este trabajo se focaliza en la necesidad de dar una respuesta coherente desde el germen de la idea del proyecto hasta su materialización más puramente técnica.

Respondiendo a cualquier relación estructura-cerramientos, cubierta-estructura, cerramientos-compartmentación, interior-exterior, etc. Encontrando su justificación a través del desarrollo constructivo propio de uno de sus proyectos paradigmáticos, la Très Grande Bibliothèque.



Fig. 1 Rem Koolhaas

¹ Piñón, H. (2002). No hay proyecto sin materia. *Intervención en el "Congreso Internacional sobre la Construcción en la Arquitectura y su Enseñanza"*,. Barcelona.

INTRODUCCIÓN: LA ARQUEOLOGÍA RETROACTIVA. MOTIVACIÓN Y METODOLOGÍA

La arqueología trata de investigar pruebas pasadas basándose en el estudio de materiales tangibles como documentos escritos, restos fósiles o pinturas. Esto permite la posibilidad de generar debates, opiniones y teorías a través de la interpretación de estos estudios.

Esta investigación pretende asimilarse al trabajo de un arqueólogo: estudiar experiencias arquitectónicas donde la construcción juega un papel fundamental en el proyecto, para poder después plantear una hipótesis práctica basada en el estudio realizado.

Sin embargo, estos ensayos, a diferencia del estudio de la historia de la arquitectura como tal, no siguen una continuidad a lo largo de la historia, sino que se presentan como experiencias aisladas, lo cual incrementa la dificultad para encontrar un punto de unión entre todos ellos.

El presente trabajo surge de una motivación personal por la construcción, el desarrollo constructivo del proyecto de arquitectura y, sobre todo, la admiración por el trabajo de la oficina OMA en su fase histórica liderada por Rem Koolhaas.

La investigación se divide en dos bloques. Una primera parte más teórica, donde se plantea el análisis y estudio de alguno de los proyectos más significativos, ya sean históricos o de la trayectoria de OMA, donde la construcción y la idea toman importancia como un binomio inseparable. Lo que en el argot arqueológico se conocería como "trabajo de campo". En la segunda parte, se responderá a la idea principal del trabajo. En ella, se desarrolla constructivamente La Très Grande

Bibliothèque en base a las experiencias anteriormente mencionadas y los conocimientos adquiridos por el autor en todos sus años de formación.



Fig. 2 Paralelismo con la arqueología. Arqueólogo descubriendo nuevos edificios.

OBJETIVOS

Se plantean cuatro objetivos principales:

- Comprender la técnica en la arquitectura como un instrumento fundamental del proyecto
- Buscar un acercamiento de forma diferente a lo común en la obra de OMA
- Investigar, conocer y desarrollar diferentes sistemas y procesos constructivos en la práctica de la arquitectura.
- Proponer el desarrollo constructivo de uno de los proyectos más paradigmáticos de OMA.

PRIMERA PARTE_ARQUITECTURAS DISRUPTIVAS

La idea arquitectónica y la técnica que la materializa han sufrido tensiones más o menos relevantes a lo largo de la historia de la arquitectura.

Lo que plantea un problema en términos de concepción del espacio, economía, conflictos entre los edificios y sus contextos y, por último, la malinterpretación de los ideales arquitectónicos². Además, en la figura del arquitecto siempre ha venido implícito el conocimiento de la construcción, es decir, se entiende que las ideas de un arquitecto deben ir siempre de la mano con la necesidad de ser construidas. Sin embargo, la arquitectura y la sociedad en repetidas ocasiones han sido muy críticas con el papel de los arquitectos respecto a la técnica, menospreciando sus competencias en esta parte.

Lo que se plantea en este bloque es la explicación de cómo en ciertos momentos esta disociación ha sido rebatida a través de la utilización de la técnica, llevando aparejada su acierto o error en las diferentes experiencias. La RAE define la palabra “disrupción” como rotura, o interrupción brusca. Por lo tanto, podríamos estar hablando de un nuevo concepto, las “arquitecturas disruptivas”. Este nuevo término, viene determinado por el uso de la construcción como instrumento y no como técnica.³

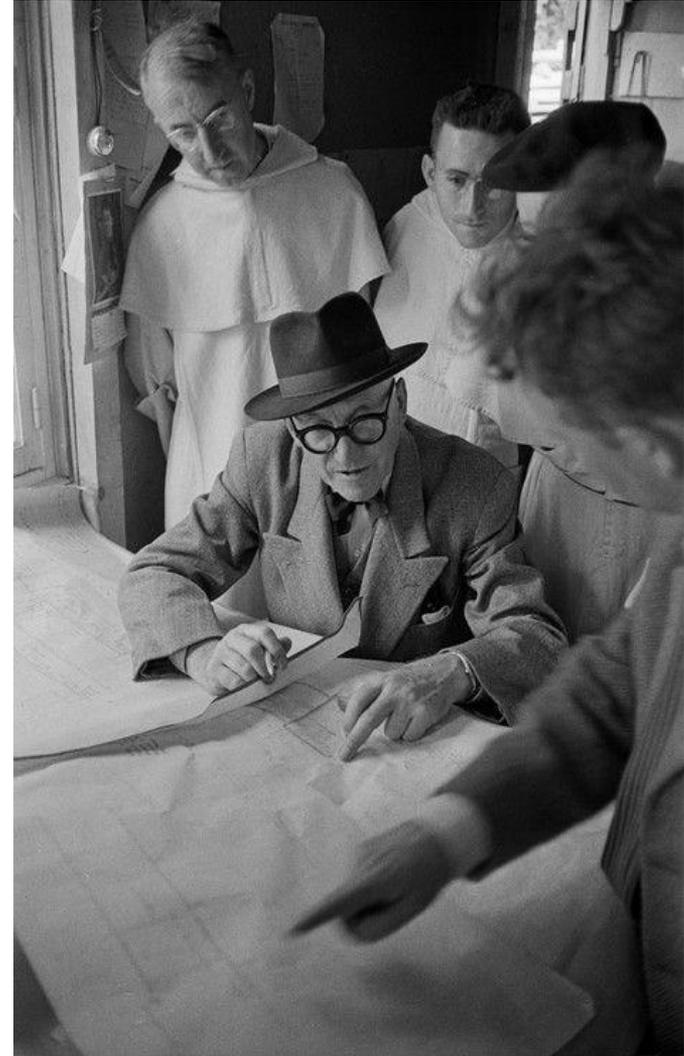


Fig. 3 Le Corbusier en una de sus reuniones con los monjes de La Tourette

² Foster, H. (2003). Voces de Vanguardia. *Arquitectura Viva*, no 93, Masa Crítica, 23-31. (Pág. 29)

³ Piñón, H. (2002). No hay proyecto sin materia. *Intervención en el “Congreso Internacional sobre la Construcción en la Arquitectura y su Enseñanza”*. Barcelona.

1. PARADIGMAS DISRUPTIVOS

1.1. Inicios de la arquitectura del metal. Paxton y el Crystal Palace

Los inicios de la utilización del acero y los materiales ligeros de forma ordenada y racional tienen lugar en el Crystal Palace de Josep Paxton (Londres, 1851), donde el desarrollo constructivo del edificio tiene una especial complejidad debido a sus dimensiones, aunque curiosamente, el edificio nace de la búsqueda de un modelo de invernadero (600x 120 m)⁴.

La construcción del Crystal Palace fue totalmente prefabricada, preparada para ser montada y desmontada en cualquier momento. Razón por la cual se resuelve con un módulo constructivo, compuesto por un pórtico formado por pilares de forja y un arco de madera aserrada con arriostramientos laterales de acero, que solucionan la estructura principal. Para el cerramiento utilizan una solución primigenia de un muro cortina, atornillándolo a los arcos de madera.

La posibilidad de resolver un gran vano con estos pórticos de forja genera una gran perspectiva longitudinal, así como una visión ligera del edificio que permite una gran entrada de luz, propia de un invernadero. Lejos de ser un espacio agradable, ni Paxton ni Charles Fox⁵ fueron capaces de encontrar una solución adecuada para el acondicionamiento interior.

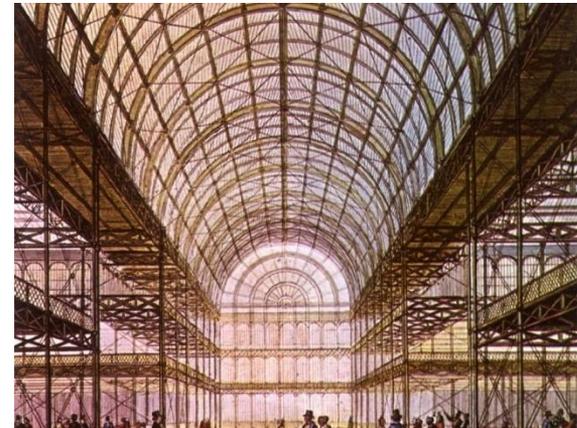


Fig. 4 Perspectiva longitudinal del Crystal

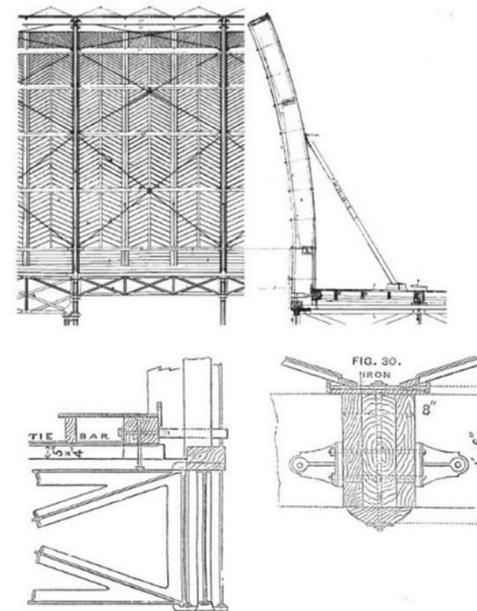


Fig. 5 Detalles Constructivos. Puentes térmicos entre estructura y cerramiento

⁴ Frampton, K. (1981-2005). Historia Crítica de la Arquitectura Moderna (Vols. Traducción de Jorge Sainz ISBN: 84-252-1665-6). Gustavo Gili SA. (Pág 34)

⁵ Ingeniero encargado de resolver la construcción del edificio

1.2. Mies Van de Rohe y la idea de Baukunst

Posteriormente, con la aparición de las guerras mundiales, sus consecuentes crisis y cambios en la cultura⁶, este concepto de construcción de estructuras aparentemente ligeras con materiales como el acero o el vidrio, se pierde en cierta medida hasta la aparición del expresionismo arquitectónico europeo cuyo mayor exponente será Mies van der Rohe que influenciado en gran medida por Schinkel y la idea del Baukunst⁷, desarrollará su obra en base a la pureza de los elementos constructivos y comenzará a experimentar con las fachadas acristaladas⁸.

En la obra de Mies existe una permanente obsesión⁹ por tratar de conseguir la pureza del detalle constructivo. Tal empeño le llevaría a acertar en la concepción de su catálogo de pilares y el funcionamiento de los mismos respecto a la estructura. Aunque, le induzca a errores en otros elementos como la relación fachada-estructura del Seagram.

En él, trata de conseguir unas estrías verticales que sobresalen del plano de acabado, generando así una línea vertical de sombra. Este detalle lo resuelve mediante un montante en I que soporta los paños de vidrio atornillados mediante perfiles en T, generando así un puente térmico.



Fig. 6 Ritmo vertical en el Seagram

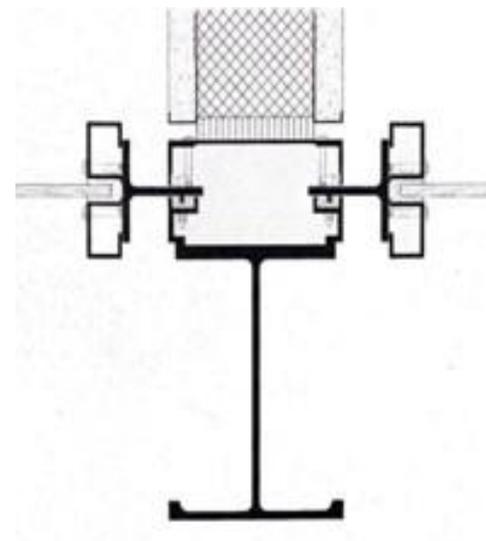


Fig. 7 Detalle de Fachada del Seagram. Los puentes térmicos siguen siendo un problema

⁶ Frampton, K. (1981-2005). Historia Crítica de la Arquitectura Moderna (Vols. Traducción de Jorge Sainz ISBN: 84-252-1665-6). Gustavo Gili SA. (Pág 92)

⁷ Arte de construir

⁸ Lo que posteriormente pasarán a ser los muros cortina

⁹ Herreros Guerra, J. (2002). Detalles constructivos y otros fetiches perversos. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. (Pág 12)

1.3. Le Corbusier y el arte en la técnica

Se podría decir que August Perret fue uno de los pioneros en la utilización de las estructuras de hormigón armado en edificación. El casi arquitecto¹⁰ francés asentó las bases para la utilización del hormigón en las estructuras de edificación. No solo eso, sino que, desde la construcción del Teatro de los Campos Elíseos, el uso del hormigón como material comenzó a balancearse entre técnica y arte. De hecho, su sucesor Le Corbusier comenzaría a introducir en sus proyectos este material en bruto, otorgándole no solo la importancia de la estructura, si no convirtiéndolo en un material con expresión propia.

De entre todas las experiencias que construye, cabe destacar el Monasterio de la Tourette, donde incluye diferentes elementos seriados en cerramientos o partes surrealistas como los grandes pozos de luz de la capilla subterránea, que realiza con delgadas losas. El Capitolio de Chandigarh también merece una mención, en su estructura genera esa forma alabeada que se traduce como una interpretación de la cabeza de un toro, cuya figura despierta en él gran admiración en sus viajes a la India.



Fig. 8 Encofrado y hormigonado de los pozos de luz de la Tourette



Fig. 9 Referencias a la forma en los edificios de Le Corbusier. Ministerios de Chandigarh

¹⁰ Abandonó la carrera un año antes de terminarla

1.4. Fernando Higuera y la luz como motivo del proyecto

Fernando Higuera es un arquitecto que posee obras de gran calidad espacial pero poco conocidas y valoradas en España¹¹. Para comprender la arquitectura de Higuera, es necesario entender sus referencias: Candela, Nervi, Chillida o Gaudí entre otros. Todos ellos trabajan con una enorme carga formal de plasticismo y monumentalidad¹².

La estructura del edificio es su componente principal, junto con ella, aparece un elemento que da sentido a sus obras, la luz. "La luz es el tema esencial de la arquitectura. Es más, nos hace sospechar que como la estructura es otro elemento determinante de la suya, no sea esta, la estructura para el sino un producto de la luz. Al establecer el orden estructural se piensa en un ritmo, luz, no luz [...]"¹³

Un claro ejemplo de esto es el Centro de Conservación y Restauración de la Universidad Politécnica de Madrid, que realizó junto con Antonio Miró en 1956.

El edificio cuenta con un esquema circular en planta que resuelve a través de 56 pórticos de hormigón armado. Todos ellos arriostrados entre ellos mediante losas de diversas geometrías y ejecutadas del mismo material, otorgándole una gran rigidez al conjunto de la estructura. A través de estos arriostramientos consigue generar las diversas plantas del conjunto, así como las entradas de luz, tan característicos en la obra de Higuera.

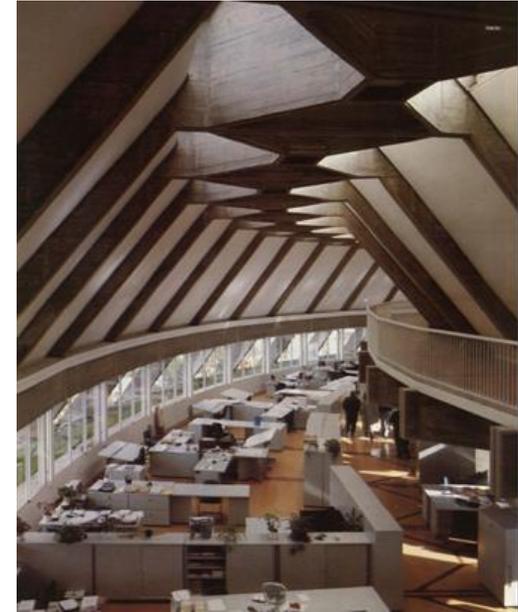


Fig. 10 Entradas de luz del Centro de Restauraciones a través de las losas

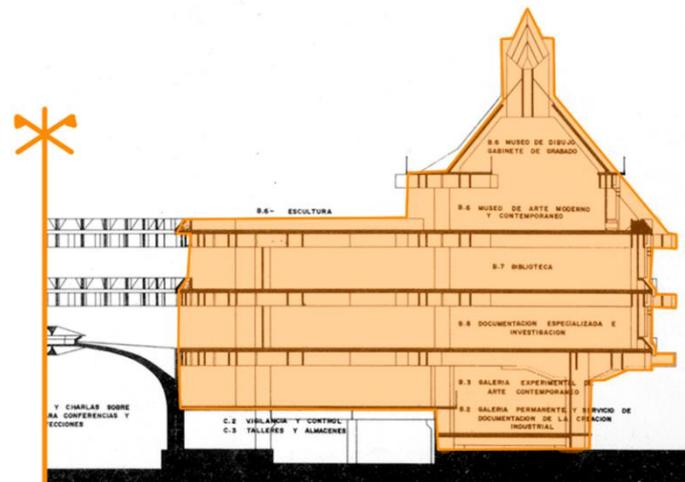


Fig. 11 Sección tipo del Centro de Restauraciones

¹¹ Quizá por su carácter de ermitaño

¹² N.º 134: Laboratorio Basilea (Pág 83)

¹³ Gazapo de Aguilera, L. C. (1997). Fernando Higuera: arquitecturas / comisariado...Darío Gazapo de Aguilera, Concepción Lapayese Luque. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. (Pág 13)

1.5. Richard Rogers y la Alta tecnología

Tras la recuperación social después de la II Guerra Mundial comienzan a surgir nuevas corrientes arquitectónicas interesadas en un planteamiento innovador, ya sea urbano o tecnológico¹⁴. La concepción del espacio arquitectónico no ha sido modificada en gran medida desde el Crystal Palace; grandes espacios abiertos y flexibles con profundas entradas de luz natural (Fig. 12 Lloyd's Building. Similitudes con el Crystal).

La depuración de los espacios junto con la creciente necesidad de acondicionamiento de los edificios hizo que el desarrollo de los proyectos se volviera cada vez más complejo. Una figura icónica de esta corriente será Richard Rogers, que construirá el Lloyd's Building de Londres.

La relación entre idea y construcción se lleva hasta tal extremo que el edificio se convierte en un esqueleto en el que los elementos constructivos y las instalaciones conforman el interior y el exterior.

El edificio posee un carácter prefabricado, los bloques técnicos que albergan las comunicaciones e instalaciones permiten un crecimiento en altura, y la estructura se resuelve con elementos de hormigón elaborados en taller. (Fig. 13 Interior del Lloyd's Building. Elementos prefabricados como pilares y losas)



Fig. 12 Lloyd's Building. Similitudes con el Crystal



Fig. 13 Interior del Lloyd's Building. Elementos prefabricados como pilares y losas

¹⁴ Frampton, K. (1981-2005). Historia Crítica de la Arquitectura Moderna (Vols. Traducción de Jorge Sainz ISBN: 84-252-1665-6). Gustavo Gili SA. (Pág 266)

2. OMA Y REM KOOLHAAS.

2.1. Introducción. Un personaje divergente

Rem Koolhaas es un arquitecto de origen neerlandés (Rotterdam, 1944). Hijo de un influyente escritor y director de la Academia de Cine Holandesa. Razón principal por la cual Koolhaas tendrá un acercamiento al periodismo, entrevistando incluso al propio Le Corbusier. También, se inicia en el mundo del cine y gracias al apoyo económico de su padre, realizará alguna aventura fallida en la gran pantalla.

A los 24 años, en 1968, sin saber muy bien a que dedicarse, Koolhaas decide trasladarse a Londres para estudiar en la Architectural Association. En su época de formación, tiene pensamientos opuestos a los de sus profesores y compañeros. Sin embargo, Koolhaas muestra un creciente interés en el entendimiento de la arquitectura de: Elia Zenghelis¹⁵. Junto a él, su esposa Zoe Zenghelis, y Madelon Vrissendorp¹⁶, Koolhaas realizará su proyecto fin de carrera, "Exodus"¹⁷. Es en este punto donde pueden empezar a observarse las influencias surrealistas que habrían aflorado en él tiempo antes de interesarse por la arquitectura¹⁸.

Tras aprovechar una beca de estudios en EE. UU. publicará "Delirious New York" junto con la ayuda gráfica de Vrissendorp, un manifiesto retroactivo de la ciudad de Manhattan. Posteriormente, decide volver a Europa, donde creará OMA (Office for Metropolitan Architecture) de la mano de Madelon y el matrimonio Zenghelis. Juntos



Fig. 14 De izq. a dcha.: Vrissendorp, Koolhaas, Elia y Zoe Zenghelis



Fig. 15 Infografía de Exodus

¹⁵ uno de sus profesores de universidad

¹⁶ Pareja de Koolhaas

¹⁷ un recinto de prisioneros voluntarios de la arquitectura

¹⁸ Arias Madero, J. (2016). LA CONSTRUCCIÓN DEL SUEÑO. POÉTICA SURREALISTA EN LA ARQUITECTURA DE REM KOOLHAAS. TESIS DOCTORAL. E.T.S. ARQUITECTURA DE VALLADOLID. (Pág 489)

comenzarán a desarrollar trabajos teóricos y prácticos. Entre sus primeros proyectos destacan la ampliación del Parlamento Holandés, la Casa Palestra y el Teatro de la Haya. Tras la separación de los cuatro miembros del estudio a finales de los años 80, Rem Koolhaas se queda al frente de OMA. El arquitecto participará en concursos como: el del Parc de la Villete, la ampliación de la Ciudad de Lille al servicio del TGV o el Euralille. Este último le llevará a obtener el reconocimiento suficiente para consolidarse como uno de los principales estudios de arquitectura de Europa y le da acceso a participar en grandes concursos como los del año 1989¹⁹. Su gran carga proyectual influirá más adelante en la trayectoria de OMA y de diversas corrientes de pensamiento. Aun no habiendo ganado ninguno de estos concursos, Koolhaas se convertirá en un excelente divulgador de las ideas de sus proyectos, construyendo proyectos de gran relevancia como, por ejemplo: las viviendas experimentales Villa dall'Ava, la Maison a Bordeaux o el Nexus World, el Kunsthall o el Educatorium de Utrecht.

En 2002 obtendrá el premio Pritzker consolidándose como uno de los mejores arquitectos del mundo. Más tarde, construirá la Casa da música de Oporto²⁰, la Biblioteca de Seattle o los edificios en altura De Rotterdam o el CCTV (Fig. 19). También, colaborará con firmas como Prada en el diseño de sus pasarelas y alguno de sus edificios. Si bien trabaja en todos estos proyectos, Koolhaas no ha dejado de ser un arquitecto teórico, llegando a escribir el adoquín plateado S M L XL, Elements of Architecture o El espacio Basura, entre otros.



Fig. 16 Imagen aérea del Congrexpo de Lille



Fig. 17 Panel para el Concurso de la Villete

¹⁹ Temas que se tratarán más adelante

²⁰ Resultado de un concurso, en el que aprovecharon la Y2K y la multiplicaron x10

2.2. Singularidades constructivas en los espacios de OMA

De manera específica, se estudiará la importancia de la técnica en los proyectos de OMA. La cual toma un valor trascendental en el universo paralelo de las ideas y conceptos alejados de la realidad.

En la trayectoria de OMA existen diferentes parámetros que han caracterizado sus obras no solo a través de elementos de composición o espacio, sino también de sistemas y elementos constructivos. Los cuáles serán analizados en detalle a continuación.



Fig. 18 Elementos estructurales del Kunsthal

1. Transgresión de la estructura en el espacio

Lejos de parecerse a Mies y sus plantas cartesianas, o a Le Corbusier y su liberación de estructura y cerramiento, Koolhaas persigue una alteración de la estructura haciendo que funcione como un elemento extraño en el espacio arquitectónico. Prueba de son la Maison a Bordeaux o Villa dall'Ava. Sin embargo, nos centraremos en el estudio de edificios de mayores dimensiones.

En el Kunsthal de Rotterdam existen dos puntos clave. En primer lugar, el recorrido del edificio acompaña a la estructura, hasta el límite de generar una losa inclinada que en su parte inferior hará del techo de entrada del edificio, mientras que en su parte superior funciona como un auditorio. En segundo lugar, apoyándose en la utilización del color, irrumpe por un lado con la estructura de arriostramiento en el techo de la sala principal de exposiciones y, por otro lado, en la cubierta emerge un gran perfil metálico que junto con el dromedario parece ser decorativo,



Fig. 19 Casa da música. Construcción del cascarón e influencia de la estructura en el interior

pero realmente es uno de los elementos principales de soporte del edificio.

La Casa da Música de Oporto es una obra paradigmática en este apartado. Un gran cascarón estructural de hormigón armado con una forma irregular se posa sobre el terreno de manera casi fortuita. Para resolver el problema estructural que generan sus vacíos interiores, Koolhaas y Balmond plantean un sistema de arriostramientos que interrumpen y alteran el espacio interior.

Otro ejemplo de ello es la biblioteca de Seattle, donde una serie de cajas apiladas en vertical parecen flotar, ya que están sustentadas por una gran piel estructural con forma de retícula que absorbe las cargas verticales. Mientras que una serie de soportes que parecen aleatorios, resuelven los problemas sísmicos y de viento²¹.



Fig. 20 Construcción de la retícula y los arriostramientos de la Biblioteca de Seattle



Fig. 21 Irrupción de la estructura en una de las salas de lectura de la Biblioteca de Seattle

²¹ Bernabéu Larena, A. (2017). Estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea El trabajo de Cecil Balmond. Departamento de Estructuras de Edificación Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidad Politécnica de Madrid. (Pág 295)

2. La arquitectura collage: encuentro irracional entre materiales

El hecho de trabajar en la investigación, el funcionamiento y la disposición de nuevos materiales, y la necesidad de innovación de estos, han llevado al arquitecto a sumirse en un caos de detalles y relaciones entre sistemas constructivos, que resuelve a la perfección "En Koolhaas realmente aún no ha desaparecido, por tanto, el interés por el detalle constructivo en cuanto a las emanaciones que desprende la combinación de materiales, sino en cuanto a la conectividad de sus cicatrices. La construcción es para Koolhaas otra forma de iconografía"²².

Algunas pruebas de ello son: la conexión casi aleatoria de los elementos de la envolvente del Kunsthal (Fig. 22), el vidrio ondulado junto con los azulejos portugueses de la Casa da Música (Fig. 26), las placas de yeso sin pintar del McCormick o la Torre Prada, o la extraña intersección entre la esfera metálica y el cerramiento de vidrio ondulado de Taipéi.



Fig. 22 Collage entre los materiales de fachada del Kunsthal



Fig. 23 Encuentro desprovisto de elementos de unión en la composición de esta terraza de la Casa Da Música



Fig. 24 Encuentro "desnudo" entre el vidrio ondulado y la esfera metálica de Taipéi

²² de Molina, S. (5 de Marzo de 2009). Múltiples estrategias de arquitectura. Obtenido de Detalles sin importancia: <https://www.santiagodemolina.com/2009/03/detalles-sin-importancia.html>

3. Lo frívolo: textil y escamoteable

Este apartado sería imposible de explicar sin dos factores determinantes en la carrera de Koolhaas. El primero de ellos es la figura de Petra Blaisse; esta relación se podría asimilar a la que tuvieron Lilly Reich y Mies Van der Rohe²³. La diseñadora neerlandesa ha colaborado con el arquitecto desde 1987 en el diseño de multitud de elementos singulares en sus proyectos, creando desde cortinas, tapices o alfombras, en edificios como Maison a Bordeaux, la Biblioteca de Seattle, la Villa Dall'Ava o el Congrexpo de Lille

El segundo de ellos, y uno de los más influyentes en la carrera de Koolhaas es la relación con una de las firmas de moda más prestigiosas del mundo, Prada. Marca con la que colabora más estrechamente con su filial AMO y con la que ha diseñado en múltiples ocasiones en la escenografía de pasarelas de moda, pero, sobre todo, OMA ha participado en tres grandes proyectos: Epicenter Prada (Nueva York), Prada Transformer (Seúl) y la Fondazione Prada (Milán). Además, es necesario mencionar otros proyectos como la Serpentine Gallery, donde genera una especie de esfera textil que se hincha y deshincha en función de su ocupación. Merecen también mención el Museum Garage Center de Moscú y el Taipéi Performing Arts Center dónde las puertas de acceso se elevan para generar las entradas directas a los edificios. Koolhaas se apodera de estos elementos utilizándolos de manera disruptiva, modificando la percepción del espacio y creando diferentes ambientes según sea necesario.



Fig. 25 Textiles de la Biblioteca de Seattle



Fig. 26 Globo de la Serpentine Pavillion de Koolhaas & Balmond

²³ Álvarez Lombardero, N. (2018). Soft-architecture. El trabajo de Lilly Reich y Petra como "soporte lógico" de la arquitectura de Mies van der Rohe y Rem Koolhaas . Reia no10, 61-77.

4. Lo falso: El trompe-l'oeil

“El uso deliberadamente confuso y falseado de un determinado sistema, cerramiento, elemento arquitectónico, inusual desde el punto de vista de sus cualidades materiales. En resumen, el material que aparenta ser otro. Nos referiremos a el recurso creativo del trampantojo o trompe-l'oeil.”²⁴.

Si en el apartado anterior se tomaba a Mies Van der Rohe como referente, en este caso es necesario hacerlo con Le Corbusier y su Capilla en Ronchamp, donde aparentemente genera de forma masiva unos grandes muros y una cubierta alabeada, pero, realmente es el cerramiento de un sistema de pilares y vigas de hormigón armado. De forma paralela a este sistema, Koolhaas construye el Educatorium de Utrecht, donde pretende generar una gran losa curvada de hormigón armado, pero realmente es un sistema de entramado metálico que queda descubierto por el interior.

Con esta misma idea de trampantojo, Koolhaas realiza diversos proyectos, como por ejemplo Teatro Dee and Charles Wyly. Donde simula el efecto de unas cortinas en la envolvente del edificio, a través de una chapa ondulada con diferentes curvaturas. Trabaja de manera similar en una de las salas de la Fondazione Prada donde los cerramientos parecen ser grandes elementos pétreos, pero en realidad son paneles de espuma de aluminio.



Fig. 27 Esqueletos de Ronchamp y el Educatorium

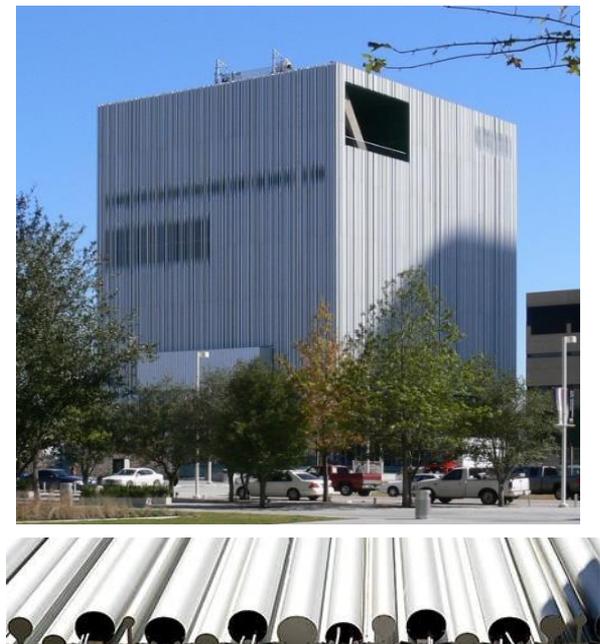


Fig. 28 Simulación de elemento flácido a través de la fachada

²⁴ Arias Madero, J. (2016). LA CONSTRUCCIÓN DEL SUEÑO. POÉTICA SURREALISTA EN LA ARQUITECTURA DE REM KOOLHAAS. TESIS DOCTORAL. E.T.S. ARQUITECTURA DE VALLADOLID. (Pág 399)

2.3. Dossier constructivo

Para la elaboración de este documento práctico no se han tenido en cuenta sólo como referencias los elementos arquitectónicos estudiados hasta el momento. Si no que ha sido necesario tanto el estudio de ciertos documentos técnicos en los proyectos de OMA como el conocimiento adquirido por el autor en su formación en el desarrollo del Grado.

Este dossier pretende estudiar la obra de OMA para aprender diferentes técnicas constructivas, así como diversas ideas de proyecto para poder después implementarlas en el desarrollo de la Très Grande Bibliothèque.

ÍNDICE:

- MILSTEIN HALL, Univ. De Cornell (EE. UU.) 2011
 - Descripción
 - Elementos constructivos
- De Rotterdam, Rotterdam (NED) 2013
 - Descripción
 - Elementos constructivos
- Taipei Performing Arts Center (TAI) 2022
 - Descripción
 - Elementos constructivos
- Casa da Música, Oporto (POR) 2005
 - Descripción
 - Elementos constructivos



Fig. 29 Rem Koolhaas en una visita a la construcción del Milstein Hall

MILSTEIN HALL, Univ. De Cornell (EE. UU) 2011

La universidad de Cornell, situada en el condado de Tompkins, está compuesta por cuatro edificios de diferentes estilos arquitectónicos. La propuesta de OMA pretende coser todos ellos a través de una serie de espacios, que desencadenan una serie de usos singulares. Un gran volumen horizontal se eleva del suelo conectándose al conjunto de edificios a través de ese elemento extraño que será estudiado a continuación, una gran losa curvada que juega con la topografía interior para generar los diferentes espacios.²⁵

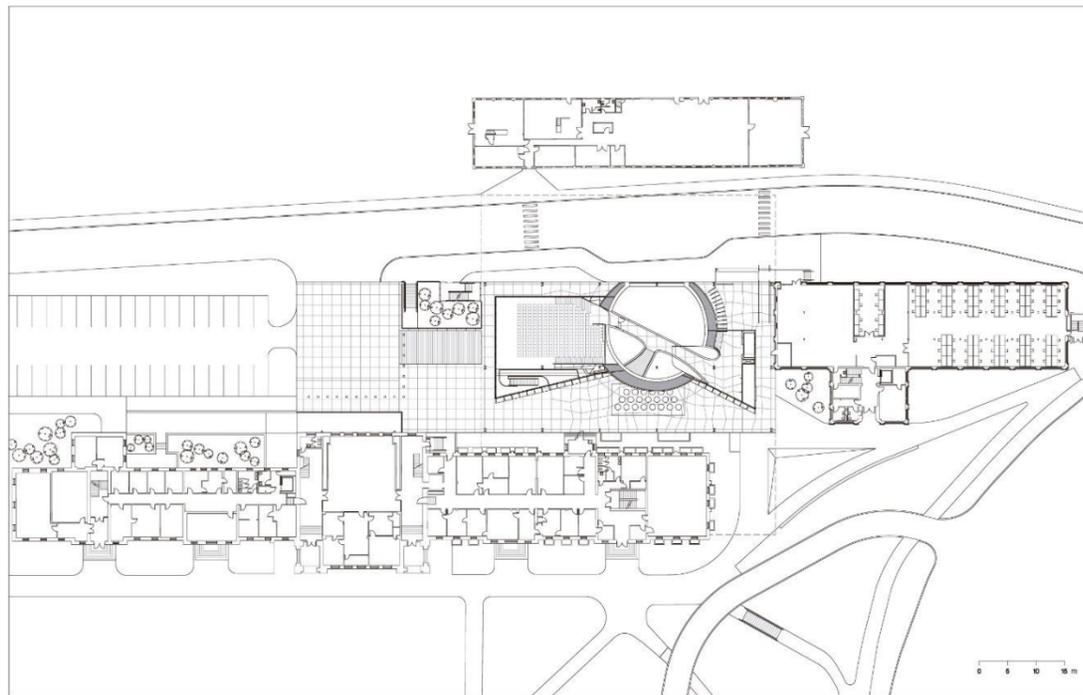


Fig. 31 Planta Baja del conjunto

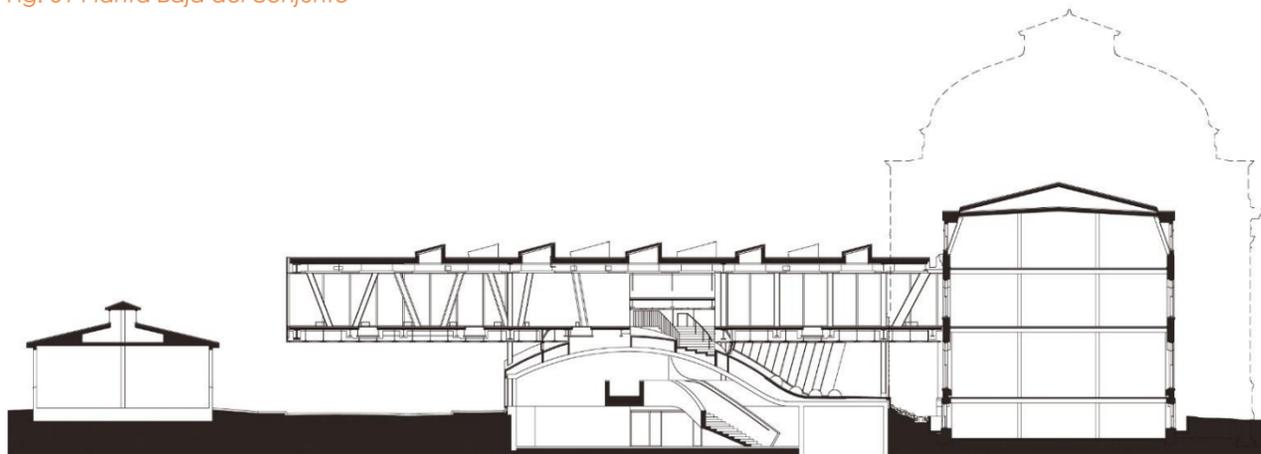


Fig. 33 Sección transversal, donde se ve el volumen en voladizo y la losa curvada



Fig. 30 Vista exterior del Milstein Hall

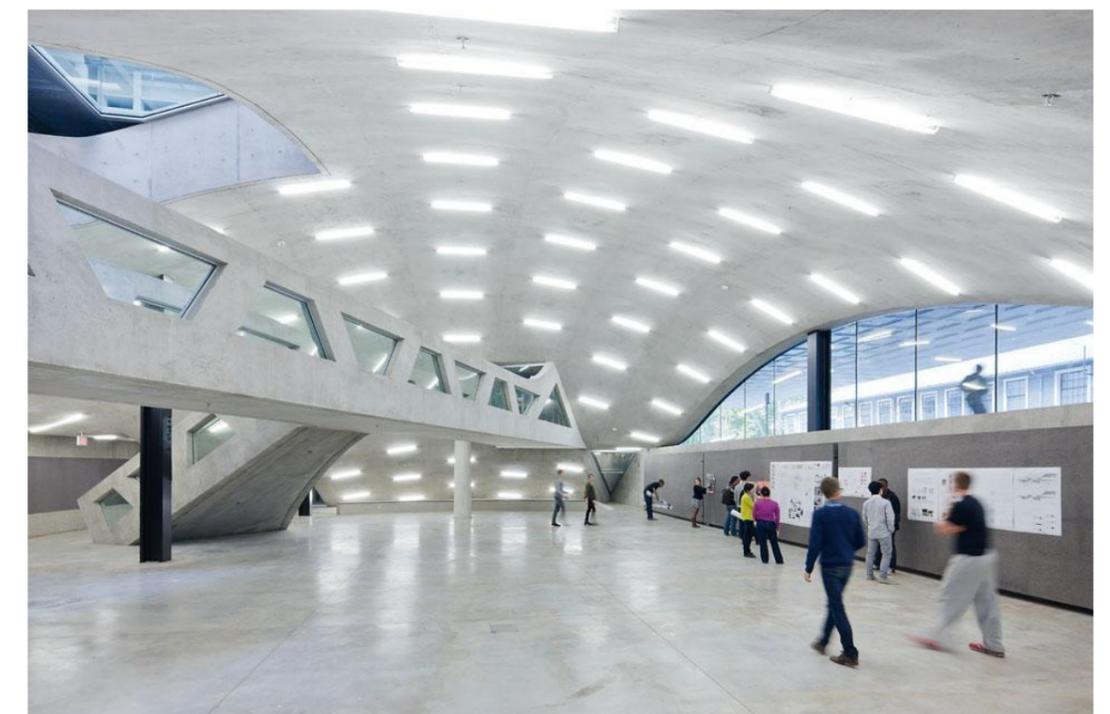


Fig. 32 Espacio interior generado por la cúpula

²⁵ OMA. (07 de Septiembre de 2022). *oma.eu*. Obtenido de Milstein Hall: <https://www.oma.com/projects/milstein-hall-cornell-university>

En este edificio destacan dos partes: una **losa curvada** de hormigón armado funciona como elemento transgresor en el espacio generando una idea de caverna interior. También se puede interpretar como un concepto de lo falso, ya que todo el volumen de la losa no forma parte de ella. Sino que añade un falso cerramiento superior, que permite introducir en él las instalaciones haciendo que la losa quede como un volumen limpio. La **envolvente** del volumen principal del edificio se resuelve con un singular muro cortina anclado a unas ménsulas en voladizo respecto a la estructura principal del edificio y un paramento ciego de piedra estriada soportado por anclajes lineales, que se expresa también como algo falso. Las bandas superior e inferior del cerramiento de piedra simulan ser una especie de cortinas que bordean el muro cortina



Fig. 36 Hormigonado de la Losa



Fig. 37 Construcción de los módulos de fachada

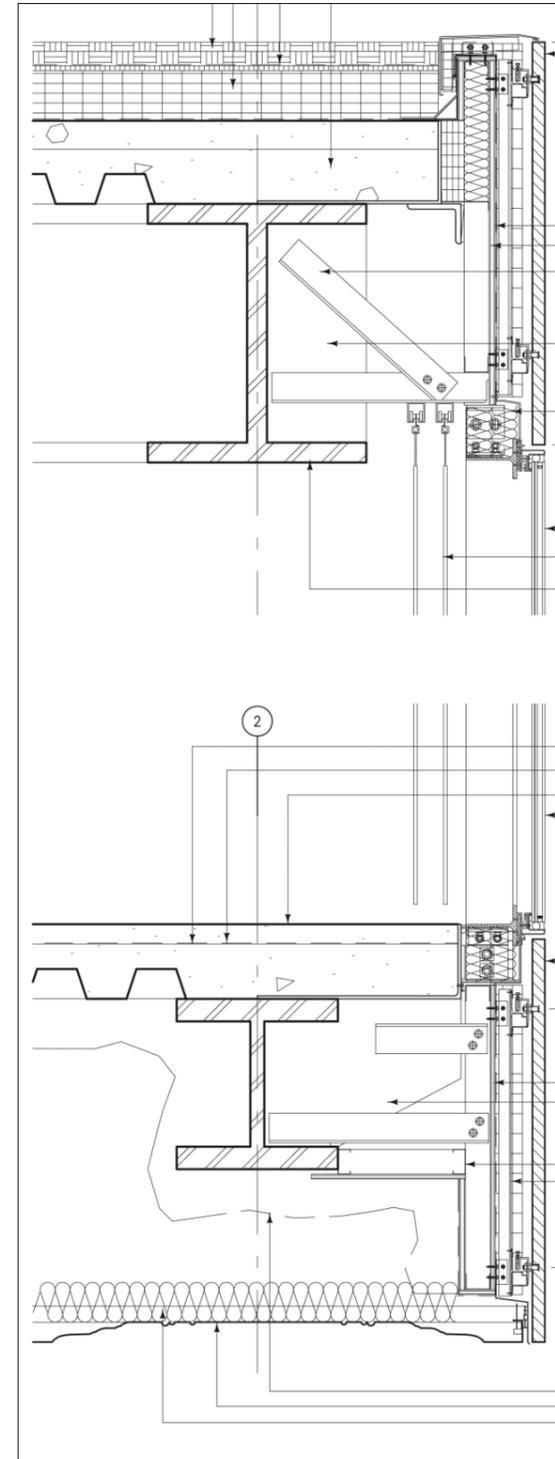


Fig. 34 Detalle de la fachada. Ménsulas de soporte de piedra y muros cortina

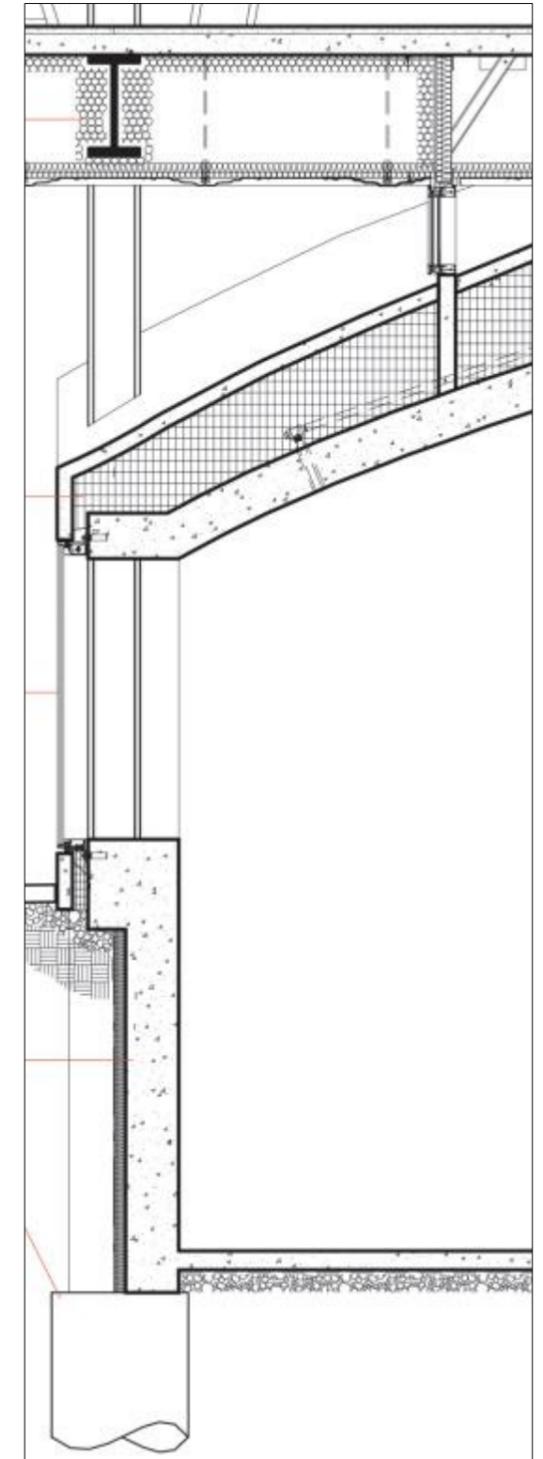


Fig. 35 Detalle de la cúpula. Losa con interior falso

DE ROTTERDAM, Rotterdam (NED) 2013

El edificio se concibe como una ciudad vertical, tres torres se conectan entre sí albergando oficinas, apartamentos, un hotel, tiendas, restaurantes, etc. El complejo alcanza una altura de 150m, convirtiéndose en el edificio más alto de los Países Bajos. Las torres apiladas están dispuestas de tal manera que se niegan a resolverse del mismo modo, la definición del edificio cambia según sus usos internos.²⁶



Fig. 38 Esquema de usos del edificio



Fig. 40 Imagen exterior de De Rotterdam



Fig. 39 Estriás verticales formadas por el acabado del muro cortina

²⁶ OMA. (07 de Septiembre de 2022). *oma.eu*. Obtenido de De Rotterdam: <https://www.oma.com/projects/de-rotterdam>

Sin duda alguna, debido a su escala este edificio se podría entender dentro del concepto de la estructura transgresora en el espacio. No obstante, una de las principales singularidades constructivas de este edificio es que se resuelve con un único detalle tan simple como el de un **muro cortina**, con diferentes variantes. Dependiendo de la orientación del paño de fachada consigue más o menos claridad en la entrada de luz. De esta manera, consigue crear un edificio con un ritmo vertical estriado interrumpido por los paños horizontales ciegos que ocultan el canto del forjado por el exterior. De tal manera que, manipulando la escala de acercamiento al edificio, estas fachadas se conciben como un elemento plano o como un elemento estriado

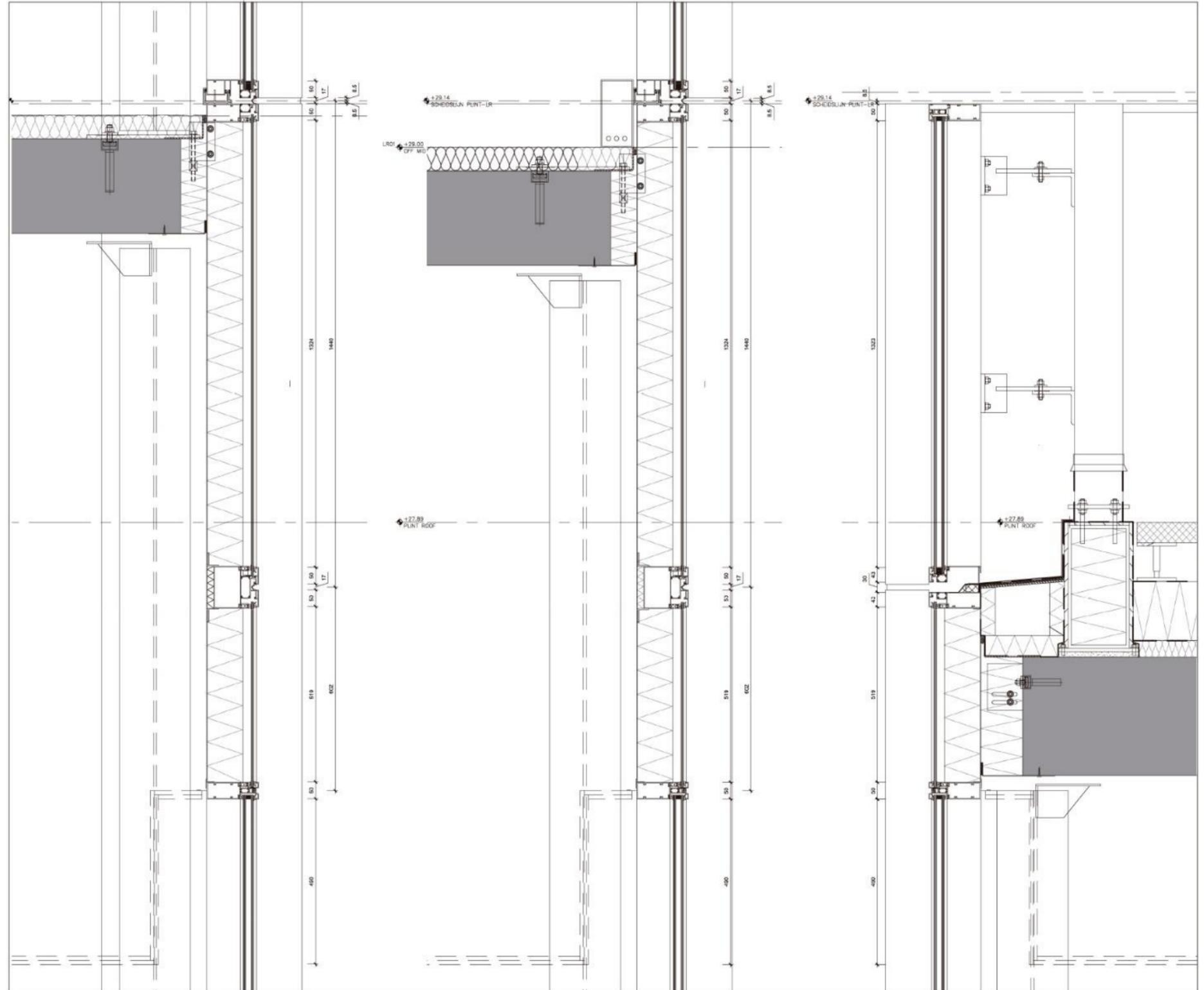


Fig. 41 Encuentros tipo del muro cortina

PERFORMING ARTS CENTER. TAIPEI (TAI) 2022

Ubicado en el Mercado Nocturno Shilin de Taipei marcado por su vibrante cultura callejera, el Centro de Artes Escénicas de Taipei es una arquitectura en el limbo: específica pero flexible, sin interrupciones, pero pública, icónica sin ser concebida como tal. Tres teatros conectados a un cubo central permiten acoplar espacios escénicos para nuevas posibilidades teatrales. El cubo central consolida los escenarios, los backstages, los espacios de apoyo de los tres teatros y los espacios públicos para los espectadores en un todo único y eficiente. Los teatros pueden m La esfera metálica de 800 asientos, con una carcasa interior y otra exterior, se asemeja a un planeta acoplado contra el cubo. La intersección entre la cubierta interior y el cubo forman un proscenio único para experimentar con el encuadre del escenario, modificar o fusionarse para generar escenarios y usos insospechados.²⁷

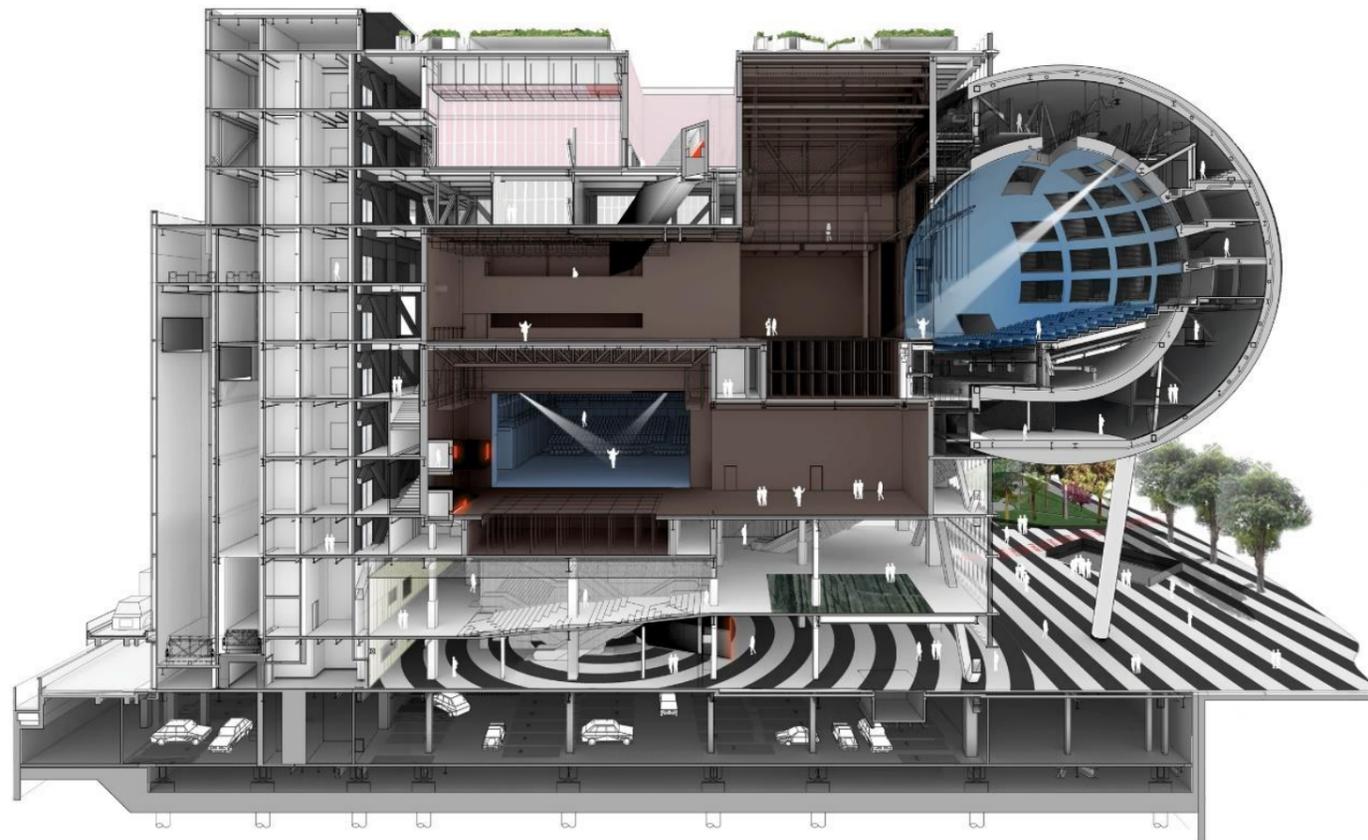


Fig. 43 Sección fugada del edificio donde se ven sus componentes principales

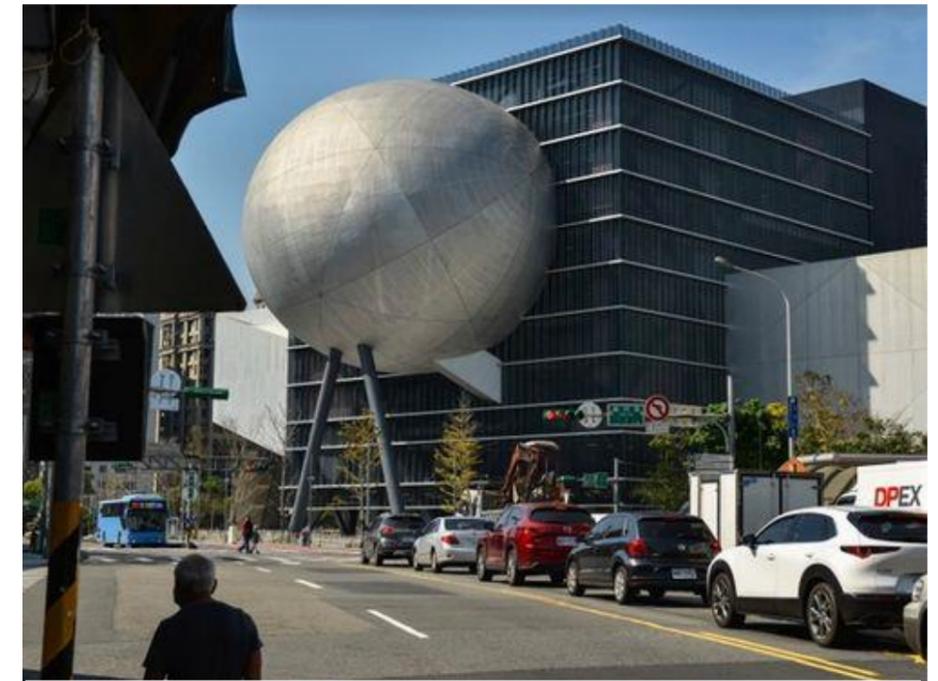


Fig. 42 Imagen exterior del edificio

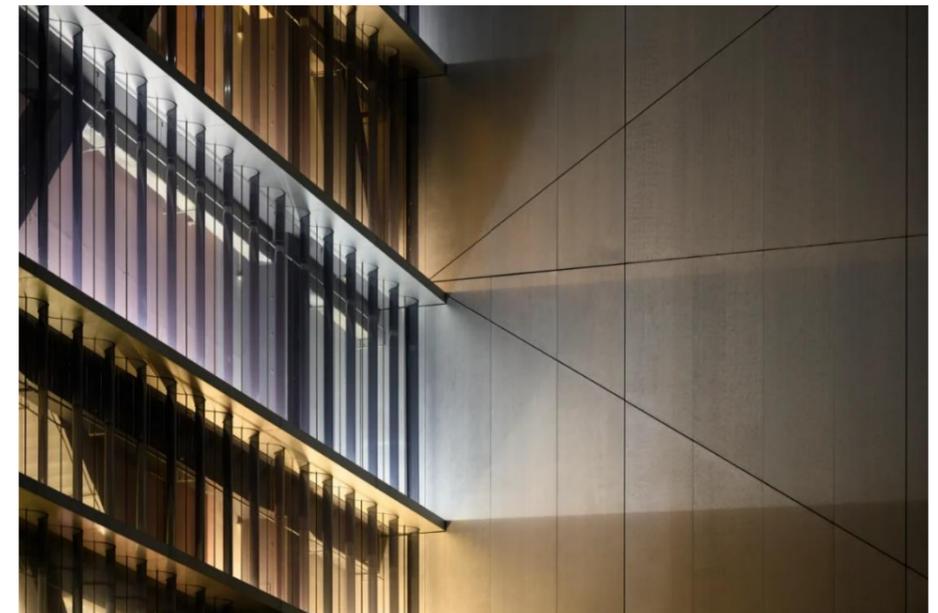


Fig. 44 Encuentro entre fachada de vidrio ondulado y esfera metálica

²⁷ OMA. (07 de Septiembre de 2022). *oma.eu*. Obtenido de Taipei Performing Arts Center: <https://www.oma.com/projects/taipei-performing-arts-center>

El estudio de la construcción de este edificio junto con los nuevos proyectos de OMA podría ocupar libros completos. Sin embargo, los detalles que han interesado para este capítulo han sido, en primer lugar, la **solución estructural** del volumen esférico, un entramado metálico a modo de cerchas con formas circulares se dispone de forma radial, se ancla a la estructura principal del edificio y consigue así generar un espacio interior funcional dentro de esta estructura. Koolhaas en este apartado pretende dar una sensación de algo falso, ya que permite habitar la estructura ocultándola y generando con ello los palcos del auditorio

A través del encuentro entre materiales en sus fachadas se explica el concepto de la arquitectura collage, diferentes volúmenes, así como sus **cerramientos** se maclan sin llegar a tener un desarrollo técnico específico. Por otro lado, la solución de la piel ondulada de vidrio también merece la pena ser mencionada. La cual será estudiada en detalle en el apartado de la Casa da Música de Oporto.



Fig. 46 Montaje de las cerchas en obra

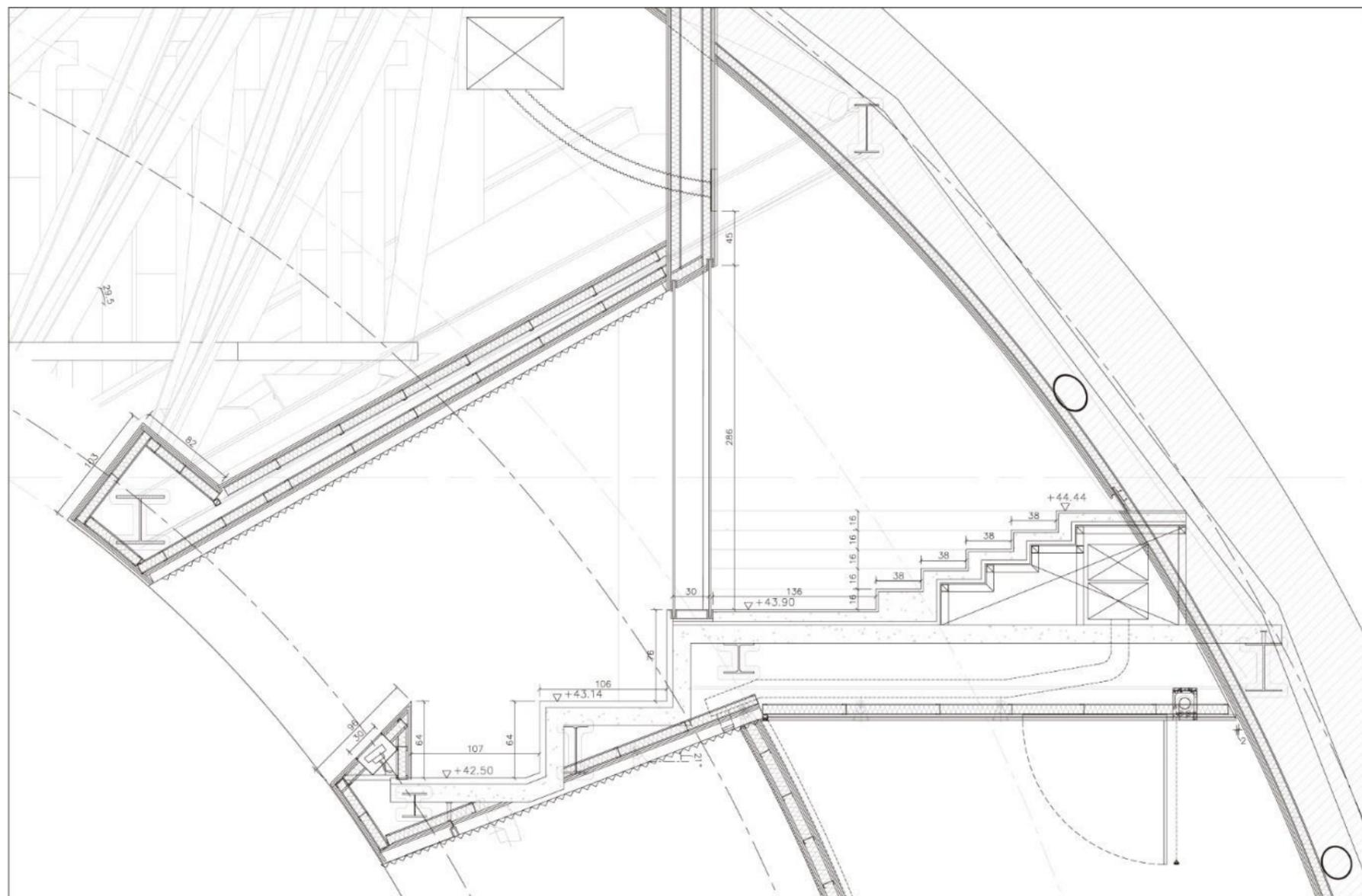


Fig. 45 Detalle de la esfera. Los intersticios de la estructura se utilizan para albergar programa

CASA DA MUSICA. OPORTO (POR). 2005

El nuevo hogar de la Orquesta Nacional de Oporto se encuentra en una nueva plaza pública en la histórica Rotonda da Boavista. Tiene una forma facetada distintiva, hecha de hormigón blanco, que se mantiene sólida y creíble en una era de demasiados íconos.

El uso innovador de materiales y colores fue otro imperativo: además de las singulares paredes de vidrio en forma de cortina en ambos extremos del Gran Auditorio, las paredes están revestidas de madera contrachapada con patrones de madera agrandados grabados en oro, lo que da una espectacular sacudida en perspectiva; el área VIP tiene azulejos pintados a mano que representan una escena pastoral tradicional, mientras que la terraza de la azotea está decorada con azulejos geométricos en blanco y negro; los suelos de las zonas comunes a veces están pavimentados con aluminio.²⁸



Fig. 48 Percepción interior del vidrio ondulado

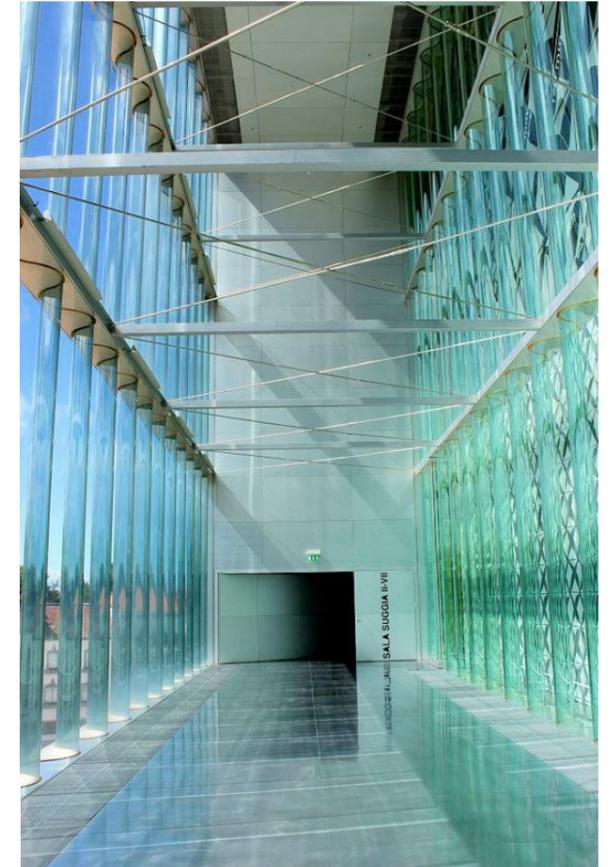


Fig. 47 Pasillo entre fachadas de vidrio ondulado. Donde se ven los arriostamientos de esta

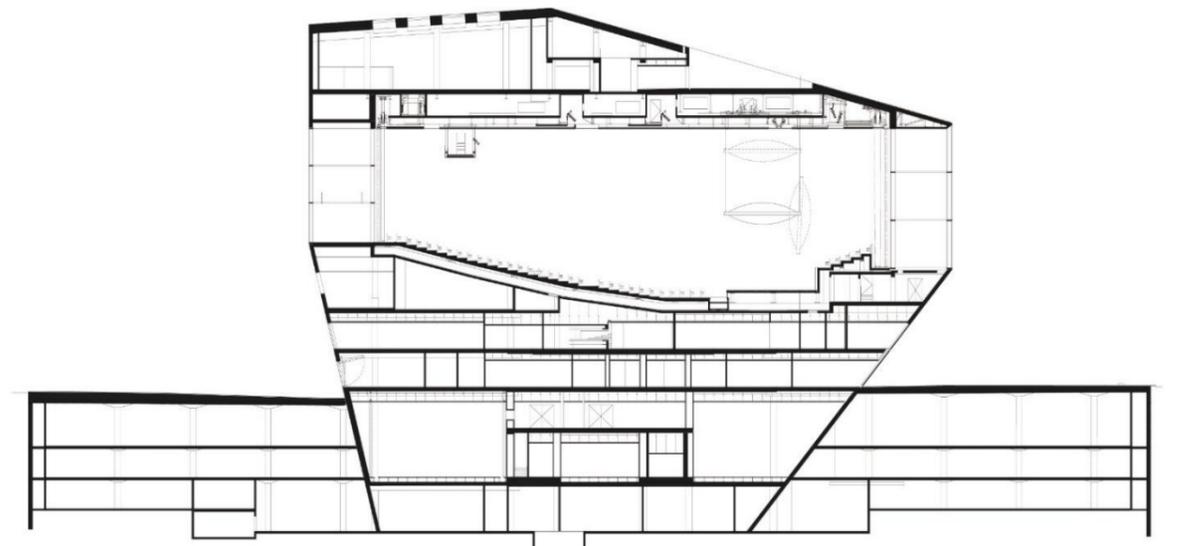


Fig. 49 Sección del auditorio

²⁸OMA. (18 de Septiembre de 2022). oma.eu. Obtenido de Casa da Musica: <https://www.oma.com/projects/casa-da-musica>

La Casa da Música es el prototipo perfecto para explicar la transgresión de la estructura en el espacio, donde irrumpe con su cascarón de hormigón armado y todos sus elementos. Además, Koolhaas añade un elemento singular que empieza a utilizar en Oporto, el vidrio ondulado, e irá desarrollando en otros proyectos como Taipéi o la Biblioteca de Qatar. El concepto de lo falso se ve presente en los **muros de vidrio ondulado**, una especie de cortinas onduladas permiten generar cerramientos con una percepción distorsionada debido a su curvatura.

Estructuralmente, gracias a la gran resistencia que ofrece el vidrio a compresión, no es necesario tener montantes verticales. Únicamente es necesario el uso de travesaños por el problema de la altura y arriostramientos debidos al empuje del viento.



Fig. 52 Detalle del anclaje del vidrio ondulado en Taipéi.

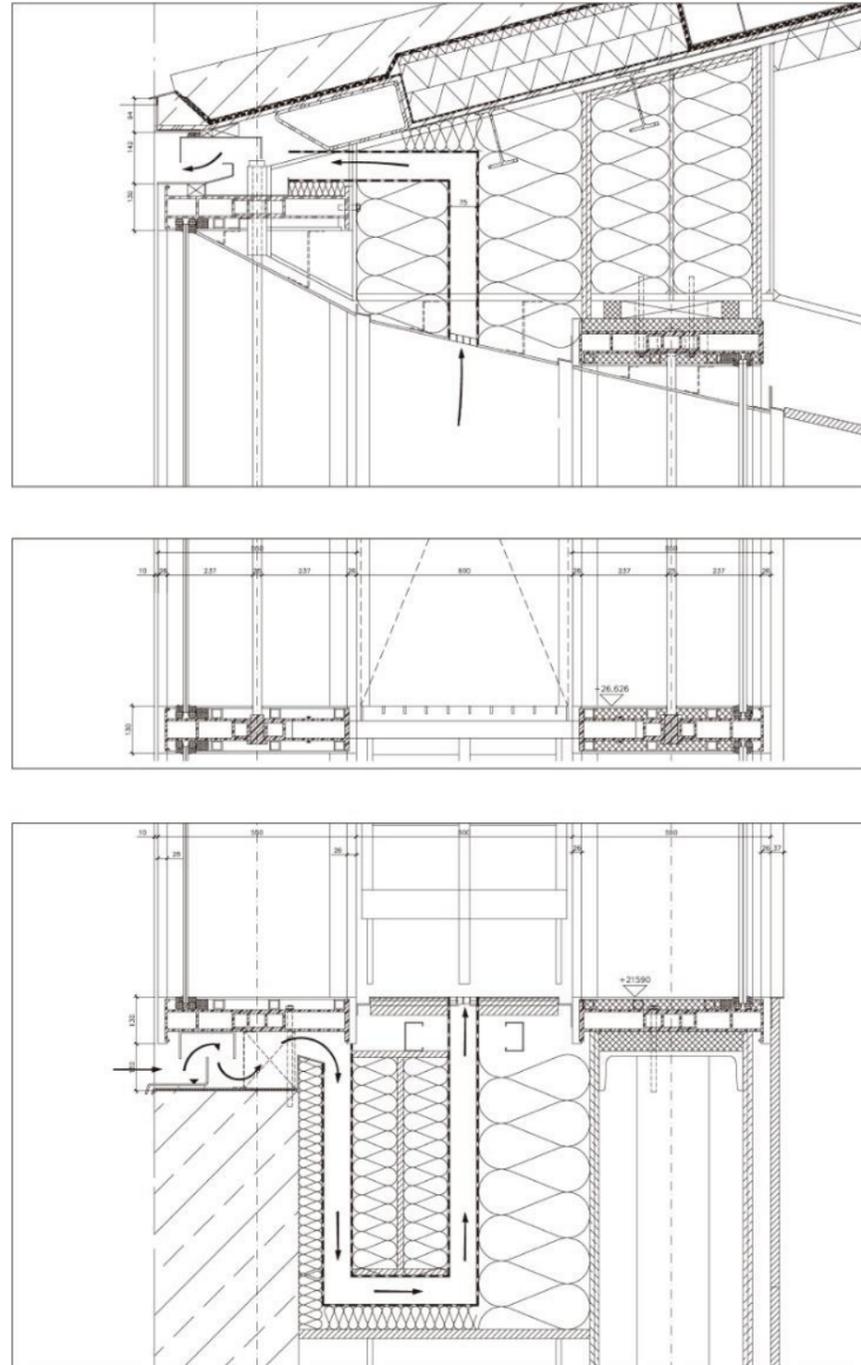


Fig. 51 Sección constructiva de una doble cámara de muros de vidrio ondulado. Dimensiones del travesaño y el arriostramiento de estos

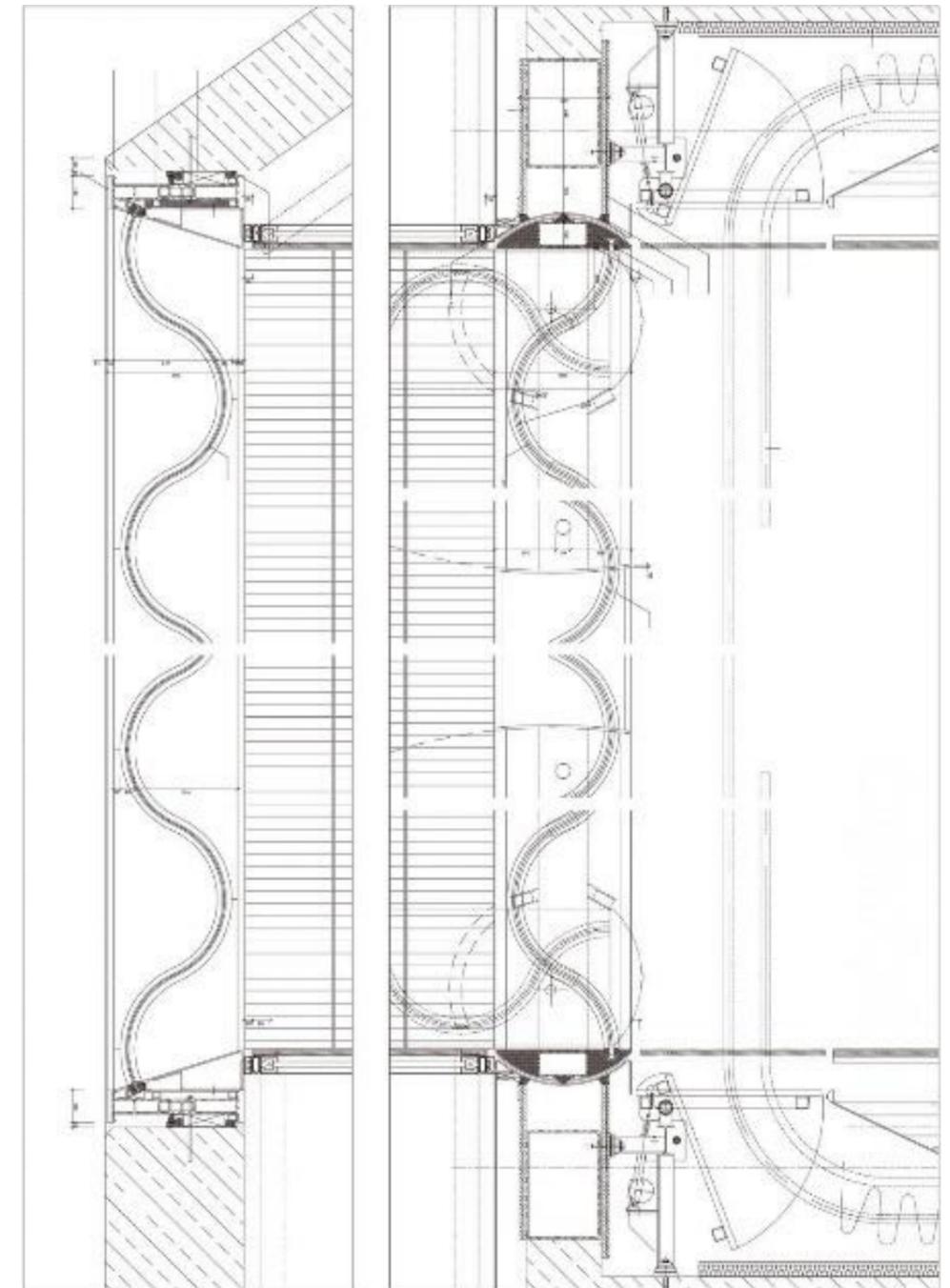


Fig. 50 Planta constructiva del muro de vidrio ondulado. Donde destaca el encuentro con los muros de HA y la ausencia de montantes verticales

SEGUNDA PARTE: LA TRÈS GRANDE BIBLIOTHÈQUE

1. Introducción. Proyectos del año 89

Tras llevar a cabo la propuesta del Euralille junto con el Congrexpo, Koolhaas participará en tres concursos propiciados por el crecimiento de las ciudades y el fervor por la expansión social y económica europea: el Zeebrugge Sea Terminal, una Torre de Babel funcional que pretende ser un icono de la Europa próspera, La Très Grande Bibliotheque, proyecto de la biblioteca nacional de París²⁹ y el ZKM, un centro de arte y técnicas multimedia situado en una de las arterias principales de Alemania. Estos proyectos buscan ser edificios "autónomos, generalistas y comunes en los que Koolhaas aplica su interpretación de Nueva York"³⁰. A largo plazo, estos se han convertido en referentes de la arquitectura moderna, tanto por la concepción en la idea de estos, como por el simbolismo que llevan asociado.

2. Proyecto y documentación

En el año 1989, François Mitterrand³¹ convoca un concurso de arquitectura para la nueva Biblioteca Nacional de Francia, en el que se acomete construir unos 250.000 m² concentrados en cinco bibliotecas.

La idea del proyecto de OMA junto con Ove Arup consiste en generar "un bloque sólido de información, un depósito denso para el pasado, desde el cual se tallan los vacíos para crear espacios públicos: ausencia flotando en la memoria"³². En cuanto al contexto urbano, el



Fig. 53 Composición con las imágenes de los tres proyectos del 89

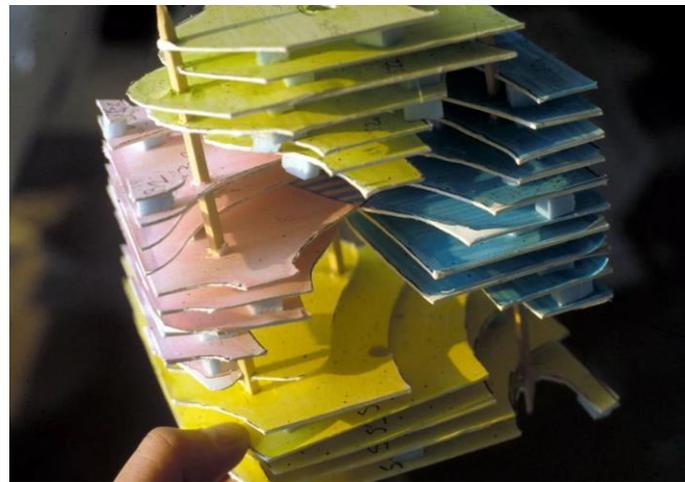


Fig. 54 Maqueta de trabajo con la idea de las losas horizontales

²⁹ la cual será el objeto principal de este trabajo

³⁰ Moneo, R. (2004). Inquietud teórica y estrategia proyectual. Barcelona: Actar D. (Pág 340)

³¹ Presidente de la República de Francia entre 1981 y 1995

³² OMA. (1989). oma.eu. Obtenido de Très Grande Bibliotheque: <https://www.oma.com/search?q=tgb>

DE LA IDEA AL DETALLE CONSTRUCTIVO. OMA Y SU PROPUESTA PARA LA TRÈS GRANDE BIBLIOTHÈQUE

edificio pretende, por un lado, sobrepasar la escala de sus edificios adyacentes: el Ministerio de Economía y el Palacio Omnisport. Y por otro lado, busca generar una secuencia a través del Sena mediante el Louvre, La Catedral de Notre Damme, el Ministerio de Hacienda, y la Biblioteca La idea inicial de OMA será partir de una serie de bandejas horizontales que serán perforadas por los elementos vacíos. Sin embargo, es Balmond el que rechaza la idea, debido a que la gran altura del edificio exigiría una gran cantidad de instalaciones, y como consecuencia, se consumiría gran cantidad de sección provocando que el edificio creciera excesivamente en altura. Este es el punto de inflexión que da lugar a la proposición del concepto de generar una serie de muros paralelos que de igual manera fuesen perforados por los elementos de las diferentes bibliotecas, y que además funcionarían como plenums y sistemas de instalaciones del espacio interior. Estos muros estarían interrumpidos verticalmente por unos ascensores que dirigirían a cada una de las bibliotecas, y horizontalmente por un gran hall de acceso al edificio.³³

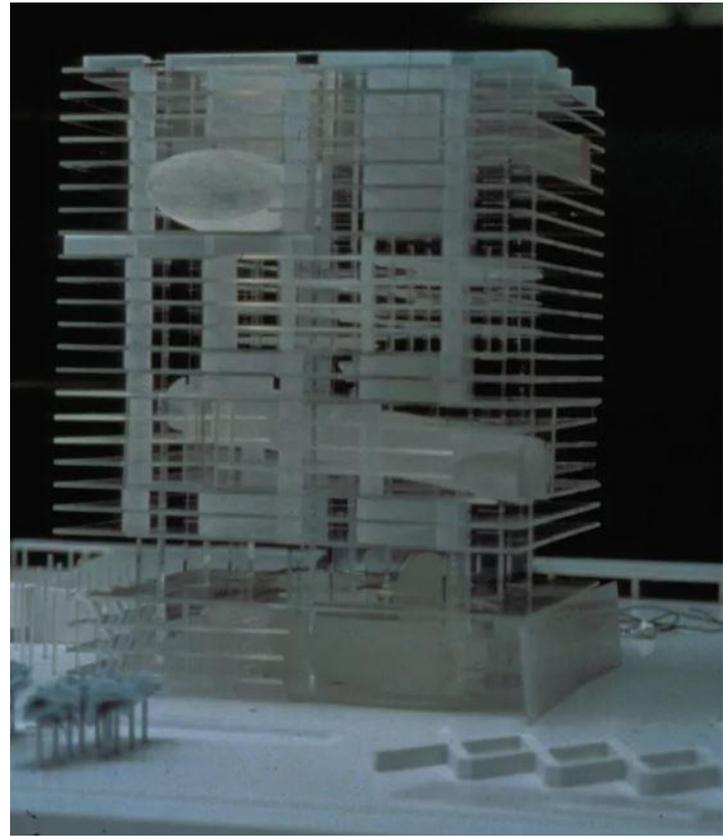


Fig. 55 Modelo final de la TGB

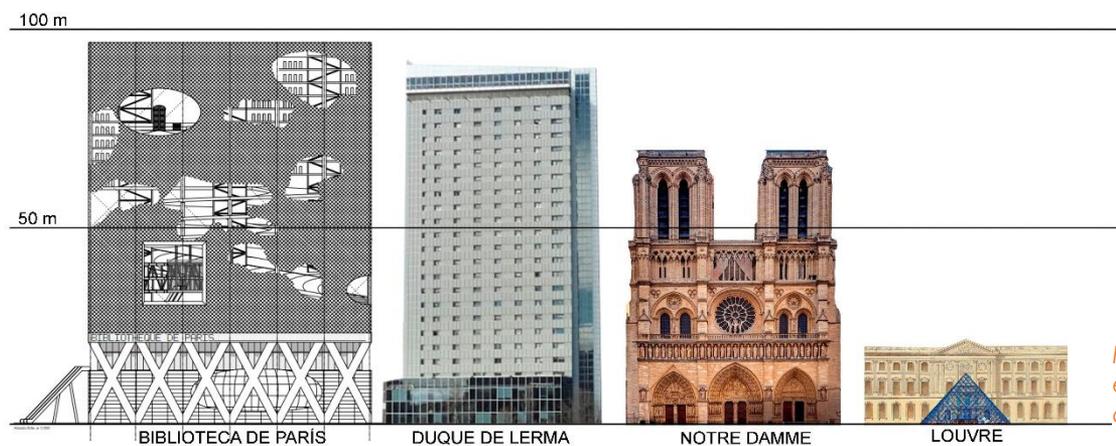


Fig. 56 Comparación entre edificios. Realizada para conocer la escala de la TGB

³³ Koolhaas, R., & Mau, B. (1995). S M L XL : OMA. (J. Sigler, Ed.) Rotterdam: The Monacelli Press.

DE LA IDEA AL DETALLE CONSTRUCTIVO. OMA Y SU PROPUESTA PARA LA TRÈS GRANDE BIBLIOTHÈQUE

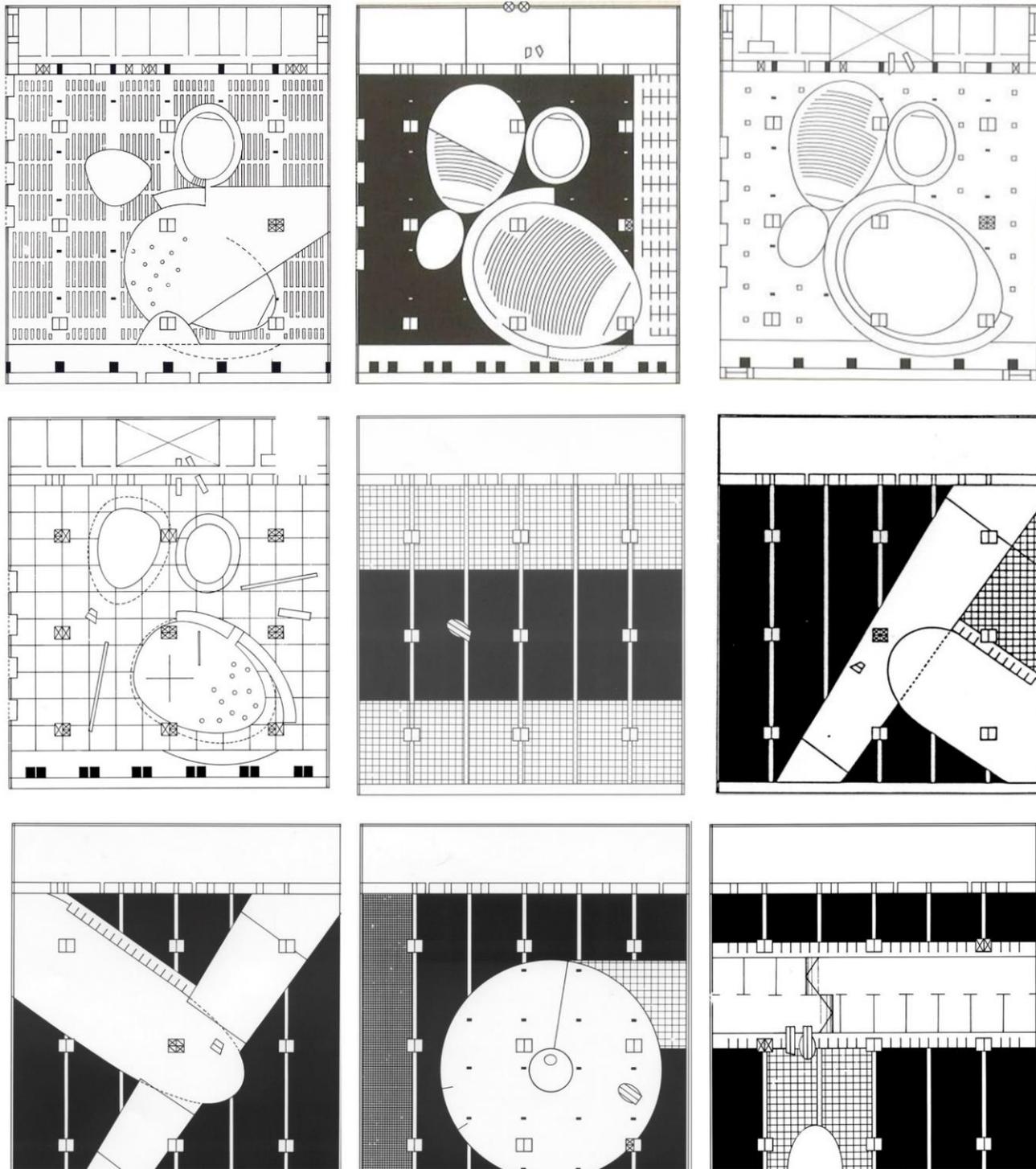


Fig. 57 Plantas del concurso de la TGB

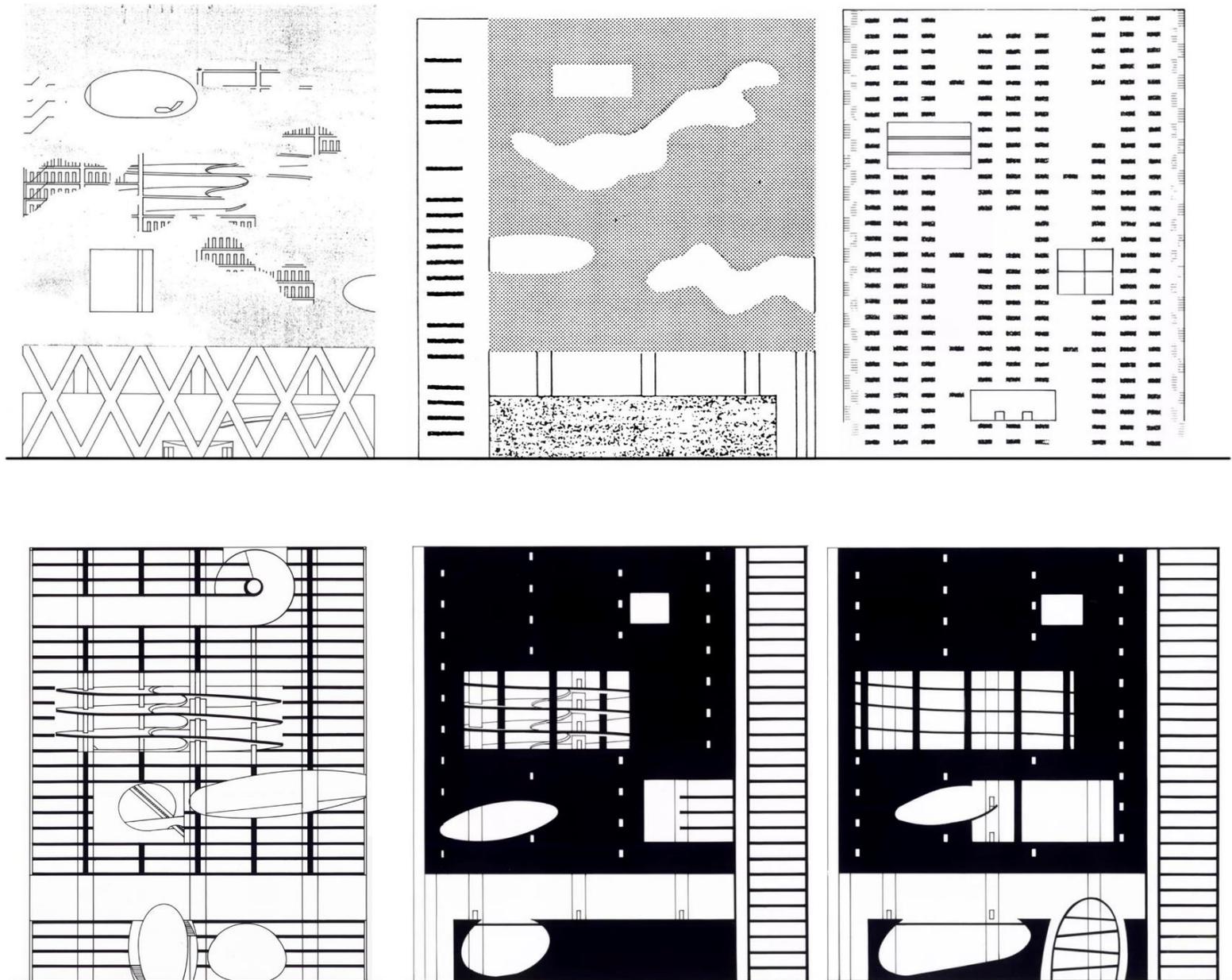


Fig. 58 Alzados y secciones del concurso de la TGB

3. Introducción técnica

¿Por qué la TGB?

El proyecto de la biblioteca es una de las obras más paradigmáticas en la carrera de Rem Koolhaas, aunque observando el proyecto detenidamente con un "pensamiento constructivo" hizo preguntarse al autor ¿realmente esto podría haber sido una realidad? ¿Cuánto hay de verdad en los planos del proyecto? ¿Cómo hubiera sido si en vez de haber ganado Perrault hubiese vencido Koolhaas?

Documentalmente, el desarrollo del edificio es a nivel de anteproyecto. En plantas, secciones, infografías y maquetas se pueden intuir la existencia de los muros, los ascensores y los espacios interiores. Esta es otra de las razones de por qué se ha elegido este edificio.

Una respuesta técnica al proyecto.

Se pretende estudiar el desarrollo del edificio en su relación entre el proyecto y la técnica, abordando así los diferentes parámetros que lo conciernen, y las relaciones que se puedan dar entre ellos. Desde el estudio de la estructura, los cerramientos, la cubierta, acabados interiores, iluminación, etc. Todo ello acometido desde una aproximación como estudiante de arquitectura, teniendo en cuenta que para la ejecución de este proyecto habría sido necesaria la estrecha colaboración entre diferentes estudios, ya sea de ingeniería como de arquitectura, para poder controlar todos los elementos que intervienen en su construcción. Para comenzar el desarrollo de este proyecto era primordial utilizar las normativas técnicas de la arquitectura, al menos con la normativa actual, pese a ser un concurso de 1989. Para poder al menos, predimensionar ciertos elementos del edificio como la compartimentación en sectores de incendio, el

armado de los muros o los soportes que necesitarían los ascensores.

- Análisis y propuesta del uso del edificio, evacuación, accesibilidad y comunicación entre espacios:

En la arquitectura de OMA, las conexiones entre diferentes espacios se realizan de manera singular, utilizando de manera común los elementos singulares. En el concurso proponen la utilización de nueve ascensores que recorren el edificio en vertical, funcionando también como pantallas de proyección. También proponen la utilización de escaleras mecánicas que recorran los espacios principales del edificio.

En esta propuesta, los nueve bloques de comunicaciones, así como el bloque técnico, se utilizan no solo como ascensores, i no como elementos de evacuación frente a incendios. Referido a esto, en cuanto a la ocupación y evacuación del edificio, la normativa más estricta que lo regula es el DB-SI. Por tanto, este ha sido el documento base para poder establecer unas ciertas dimensiones de compartimentación, así como de dimensionado de elementos de evacuación:

(SI 1. Tabla 1.1) Edificio de Pública Concurrencia: sectores <de 2.500 m² Construidos. Por lo cual, cada planta se constituye como un sector diferente.

(SI. 3 Tabla 2.1) Salas de lectura en biblioteca 2 m²/pers y almacenes 40 m²/pers.

(SI. 2 Tabla 3.1) Recintos con más de una salida de planta: 50 m de recorrido de evacuación.

(Tabla 4.2) Capacidad de evacuación de escaleras: escaleras especialmente protegidas de 150 cm de ancho: 1284 pers/ escalera. 5581 pers/1284= 4 escaleras. **En Proyecto existen 6**

Ascensores de emergencia cada 1000 ocupantes. **En total 6 ascensores.**

n° de Planta	SUP. ALMACENAJE	SUP SALAS	SUP. TOTAL
P -1	2402,53	0,00	2402,53
P -2	2402,53	0,00	1282,53
P -3	2402,53	0,00	1282,53
P -4	1282,53	1120	2402,53
P 0	0,00	2841	2841
P+1	2402,53	0,00	2402,53
P+2	2402,53	0,00	2402,53
P+3	428,53	1974	2402,53
P+4	0,00	695	695,00
P+5	0,00	695	695,00
P+6	0,00	695	695,00
P+7	2402,53	0,00	2402,53
P+8	0	1159,00	1159,00
P+9	0	0,00	0,00
P+10	1450,16	0,00	1450,16
P+11	2402,53	0,00	2402,53
P+12	2402,53	0,00	2402,53
P+13	2402,53	0,00	2402,53
P+14	1962,78	0,00	1962,78
P+15	1962,78	387	2349,78
P+16	1962,78	0,00	1962,78
P+17	1962,78	655	2617,78
P+18	2390,27	0,00	2390,27
P+19	0,00	0,00	0,00
P+20	0,00	0,00	0,00
	32622,8	10221,0	43006,4
m2/p	40,00	2	
	816	5110,5	

Fig. 59 Tabla de superficies en base a la SI

- Análisis y propuesta de la estructura:

En el concurso de 1989, la propuesta estructural de OMA es cuestionable respecto a su posible ejecución, ya que quedan sin definir diversos conceptos importantes como arriostramientos laterales, soportes del terreno, pero sobre todo el soporte de los muros en su ruptura entre las plantas de sótano y el resto del edificio.

En la propuesta de este trabajo, el edificio se basa en siete muros paralelos de los que cuelgan todos

los elementos, tanto de interiores (forjados, subestructuras, acabados, etc.) como de cerramientos. Los encofrados de estos juegan un papel crucial en la percepción del espacio interior. Su materialización se resuelve a través de encofrados flexibles con un efecto de "acolchado". Haciendo que el material se perciba de una forma falsa respecto a lo que en realidad es.

Estos muros se ven interrumpidos en el Gran Hall de acceso, haciendo que sea necesario utilizar los bloques de comunicaciones como estructura imprescindible para soportarlos. Estos han sido los elementos que se han predimensionado: Los pilares huecos se ejecutan en acero inoxidable, por lo que es necesario utilizar las características de este material. Mientras que los muros se realizan en hormigón armado HA-30 y armaduras de acero inoxidable, las cuales le aportan una mayor durabilidad y protección al edificio.

Respecto a la cimentación en un cálculo sencillo se ha determinado que, con una cimentación superficial mediante una losa de 1,50 metros de profundidad, el edificio resistiría. Pero debido a su cercana posición al Sena, es posible que el nivel freático esté muy cercano del punto de cimentación. Por lo que se ha implementado un sistema de cimentación profunda a través de pilotes aislados, ejecutados junto con la losa mencionada.

22plantas*500 kg/m2= 1,1 To/cm2	
El terreno resiste 2 Kg/cm2	
1,1 < 2	Por tanto el terreno resiste con una losa

Fig. 60 Predimensionado de losa

Además, otro elemento importante son los arriostramientos laterales que necesitarían los muros debido a su gran esbeltez. En la fachada oeste, los muros se estabilizan gracias al bloque de comunicaciones, realizado mediante muros de hormigón armado. Sin embargo, el

DE LA IDEA AL DETALLE CONSTRUCTIVO. OMA Y SU PROPUESTA PARA LA TRÈS GRANDE BIBLIOTHÈQUE

inconveniente surge en la fachada este, la cual se realiza íntegramente en vidrio. Para ello se ha fijado la utilización de perfiles metálicos IPE, la complicación que surge por ello es la separación entre muros, 12.50 metros. En consecuencia, tras un predimensionado básico a flecha: L/10, se ha escogido un perfil IPE 1100.

Debido a la significativa dimensión del perfil, ha sido necesario integrarlo en el diseño del espacio interior. De tal manera que puede ser utilizado como banco. Pero también se cubrirá con pintura intumescente naranja, protegiéndolo frente al fuego y confiriéndole cierta personalidad propia.

Los forjados del edificio están compuestos por losas alveolares, soportadas por unas ménsulas metálicas, las cuales se anclan a los muros mediante tacos mecánicos. De esta manera, se abarata tanto los tiempos de ejecución como los costes de construcción, debido a la prefabricación de estas.

22 Plantas sobre rasante									
aprox. 500 kg/m ² por planta									
ACERO INOX. 304 193 N/mm ²									
22plantas*500 kg/m ² *2500m ² = 2750 To									
2750To /1,93To/cm ²		1424,87 cm ² de acero en los 9 bloques							
1424,87cm ² /9 bloques=158,2 cm ² de acero									
HEB 260 A=113,1 cm ²									
Aprox. Serían necesarios 2 pilares por cada bloque. En Proyecto se utilizan 4									

Fig. 61 Predimensionado de la estructura de soporte de los muros

PREDIMENSIONADO DE VIGAS DEL MURO 2									
M _{lim} =0,372 f _{cd} b d ²									
50 kN/m ²									
12,5 m longitud tributaria									
MURO 2	nº plantas	Peso total	Longitud vano más desfav.	M _{lim}	Altura viga para M _{lim}	Fuerza de acero necesaria	Área acero necesaria		
Viga P0	4	2500	11	25965,7	1,94	17101,0	393,127424	49 Ø 32	
Viga P+1	21	13125	11,22	141827,1	10,59	93407,6	2147,30131	267 Ø 32	
Viga P+7	14	8750	11	90879,8	6,79	59853,7	1375,94599	171 Ø 32	
Viga P+13	8	5000	11,94	61186,1	4,57	40297,3	926,37456	115 Ø 32	
Viga P+18	3	1875	11,94	22944,8	1,71	15111,5	347,39046	43 Ø 32	
			4Ø 16	8,04 cm ²					
ARMADO TRANSVERSAL									
V _{su} min		Area acero	nº de cerco	nº cercos real	St (cm)				
360		9	1	4,30					

Fig. 62 Predimensionado del conjunto de las vigas de un muro del edificio

- Análisis y propuesta de la envolvente:

El bloque sólido de la propuesta de OMA se basaba en cuatro fachadas realizadas en vidrio serigrafiado, haciendo que esta sea la única protección frente a la iluminación natural. Por otro lado, analizando la propuesta construida de Perrault, se ve como a pesar de realizar todas las fachadas acristaladas es necesario proteger la documentación de la biblioteca mediante una doble piel móvil.

En este caso, la propuesta de cerramientos consiste en tres pieles opacas constituidas por los muros estructurales, que le otorgan gran inercia térmica al edificio, recubiertas por paneles de acero inoxidable que, junto con aislamiento térmico, aportan al edificio un mayor control térmico. Estos muros se perforan en diversos puntos, controlando la entrada de luz natural dependiendo de la orientación en la que se encuentre el muro. Estas perforaciones se concretan a través de un muro cortina con montantes ocultos.

La cuarta fachada, está compuesta por dos pieles de vidrio: por la cara interior un muro cortina tipo Stick conforma la envolvente térmica del edificio, y por la cara exterior se coloca un muro cortina tipo araña con vidrios serigrafiados. Ambas pieles están soportadas por unas ménsulas hechas de perfiles de acero inoxidable, que a su vez se anclan tanto a los arriostramientos laterales del edificio como al canto de los muros. Su separación permite una circulación del aire, generando una cámara ventilada y como consecuencia, un mayor control térmico y lumínico.

En lo relativo a la cubierta, OMA propone una solución utópica, donde genera diferentes usos: piscinas, pistas deportivas, restaurantes, etc. Para esta investigación esto no ha sido relevante. Por

lo que se ha optado por generar una cubierta plana invertida, con un acabado de mortero de cemento aligerado, excepto en la zona sobre la espiral de Moebius. En esta parte se utiliza una bóveda acristalada con perfiles metálicos huecos que, colocados de forma triangulada y trabajando a compresión, resuelven el gran vano.

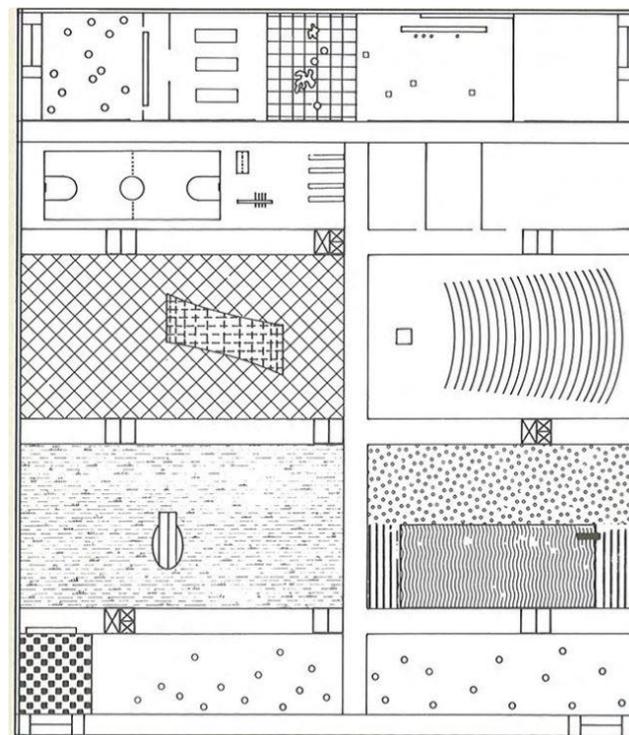


Fig. 63 Cubierta del concurso del 89

Por último, como propuesta personal se propone la utilización de un elemento aprehendido de la obra de Koolhaas, una fachada de vidrio ondulado, para resolver el cerramiento del Gran Hall de Acceso. Esta fachada tiene varias singularidades tanto generales como específicas del proyecto: De forma general, este sistema funciona excelentemente a compresión debido a la capacidad del vidrio, por lo que no es necesario utilizar montantes verticales. También, por su rigidez estructural, hace que el funcionamiento frente al empuje del viento sea

óptimo para no tener que utilizar arriostramientos. Sin embargo, ante posibles problemas de tracción se colocan unos tirantes verticales, anclados entre travesaños. De forma particular en este proyecto, su alineación con respecto a los muros se atrasa, por lo que ha sido necesario utilizar una ménsula metálica específica para su sustentación.

- Análisis y propuesta del espacio interior

Los espacios interiores, lo que Koolhaas denomina "vacíos" en su proyecto, se ejecutan en esta práctica a través de esqueletos estructurales, mayormente metálicos, que se anclan a la estructura de muros, y posteriormente se recubrirán con unas pieles metálicas y de vidrio.

A continuación, se describe tanto el sistema de estructura como los acabados de estos espacios interiores:

-Gujarros: corresponden a las Bibliotecas de Imagen y sonido que se ubican en el sótano que se ubican en las plantas de sótano, así como a la Sala de Catálogo que se encuentra en la cota +72.00 m. Su estructura está conformada por cerchas metálicas colocadas de forma radial y arriostradas en la dirección perpendicular. Estas formas se entienden como elementos extraños dentro del edificio. Por lo que corresponde a los acabados exteriores esto se traduce en paneles de acero inoxidable pulido permitiendo una reflexión del material. Interiormente, los gujarros del sótano se resuelven con una piel metálica perforada, e iluminada desde su interior, aportando una sensación de tensión al espacio. Mientras que la Sala de Catálogo se resuelve con una cáscara de madera, percibiéndose como un espacio cálido que invite a detenerse en su interior y observar el entorno exterior.

-Intersección: Corresponde a las dos salas de lectura principales del edificio. La sala de Lectura 1 comprende cuatro niveles diferenciados, y se resuelve mediante unas cerchas metálicas colgadas de los muros. En lo relativo a la Sala de Lectura 2, un tubo atraviesa en diagonal la planta del edificio. Estructuralmente funciona mediante unas cerchas con sección elíptica a las que, en dirección perpendicular, se anclan unas celosías también metálicas, que conformarán los acabados de la Sala.

-La espiral: Como excepción del resto de elementos, esta espiral, correspondiente a la Biblioteca de Estudios, que recorre cuatro niveles del edificio se resuelve mediante una losa inclinada de hormigón armado unida a los muros mediante unas vigas de cuelgue. Respecto a sus acabados, en la parte inferior se pretende dejar el hormigón en bruto. Por lo que es necesario recurrir a un suelo técnico para poder resolver la necesidad de acondicionamiento de este espacio.

-El bucle. La espiral de Moebius: Pertenece a la Biblioteca de Investigación, la Espiral de Moebius se resuelve estructuralmente mediante una serie de celosías metálicas arriostradas y ancladas a los muros del edificio. Y en cuanto a sus acabados, una lona textil translúcida se ancla a la estructura principal, permitiendo una visión clara en el espacio interior de la espiral.

- Análisis y propuesta de instalaciones:

En el proyecto de Koolhaas, tan solo describen dos conceptos en lo que a instalaciones se refiere: Proponen utilizar los muros como elementos de instalaciones: sugieren crear una especie de "plenums", permitiendo la circulación del aire en movimiento vertical. Pero también proponen utilizarlos como elemento de instalaciones generales del edificio (electricidad,

agua...). En cuanto a las instalaciones que deben recorrer cada planta en horizontal, proponen utilizarlas como un elemento de diseño, por tanto, no utiliza techos técnicos donde no sean necesarios.

Analizando estos conceptos se obtiene que, realizar estos muros huecos en hormigón armado sería algo muy costoso, siendo casi imposible ejecutarlos in situ. Además, la instalación de los conductos necesarios sería una tarea muy complicada. Por tanto, se ha optado por utilizar los muros como elemento calefactante/refrigerante, introduciendo en el momento de colocar la armadura, un conjunto de tuberías que recorran el edificio y se conecten a las calderas principales. En lo referido al resto de instalaciones, se propone utilizar el bloque de comunicaciones junto con sus patinillos verticales para conducir el resto de las instalaciones.

4. Planos Constructivos

Planos Generales

1. SITUACIÓN
2. PLANTA DE ACCESO+PLANTA DE RAMPA
3. PLANTA INTERSECCIÓN 1+ PLANTA INTERS. 2
4. PLANTA TIPO+ PLANTA MOEBIUS
5. ALZADO ESTE + ALZADO SUR
6. ALZADO NORTE+ ALZADO OESTE
7. SECCIONES AA BB
8. SECCIONES CC DD
9. SECCIONES EE FF

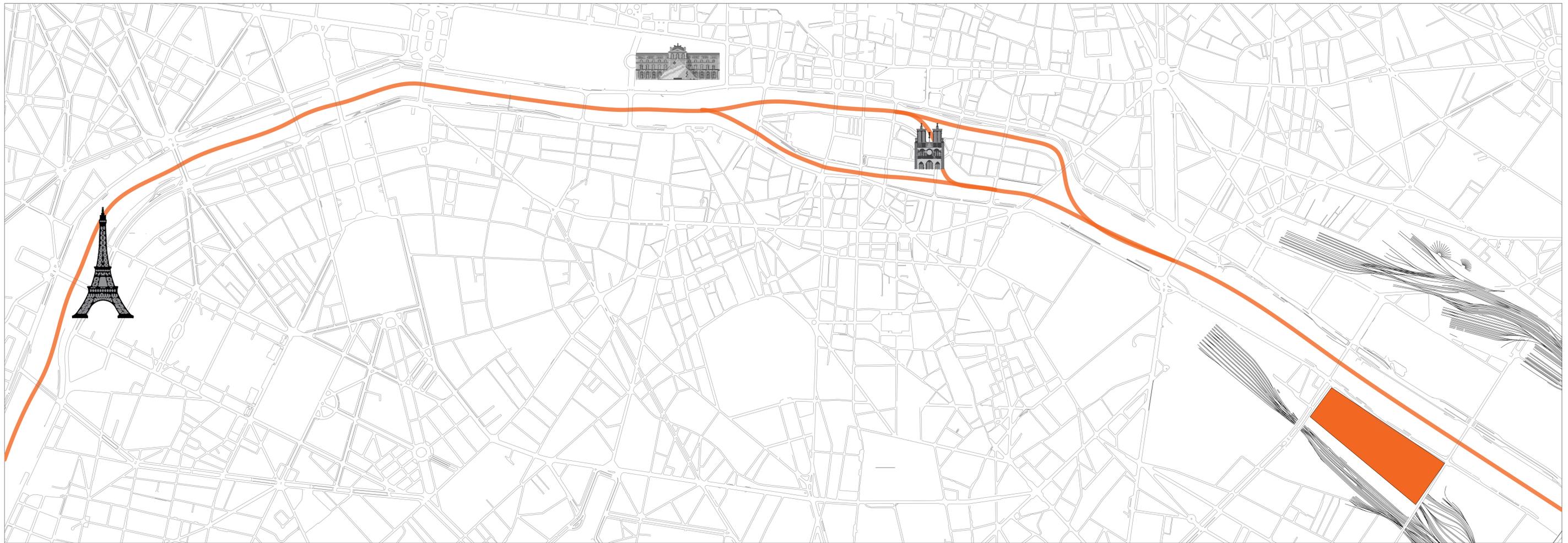
Estructura

10. ESQUEMA GENERAL
11. MUROS+ CIMENTACION
12. MUROS
13. MUROS
14. ENCOFRADOS
15. ASCENSORES Y FORJADOS
16. GUIJARROS
17. LOSAS
18. SALA DE LECTURA 1
19. SALA DE LECTURA 2
20. ESPIRAL DE MOEBIUS

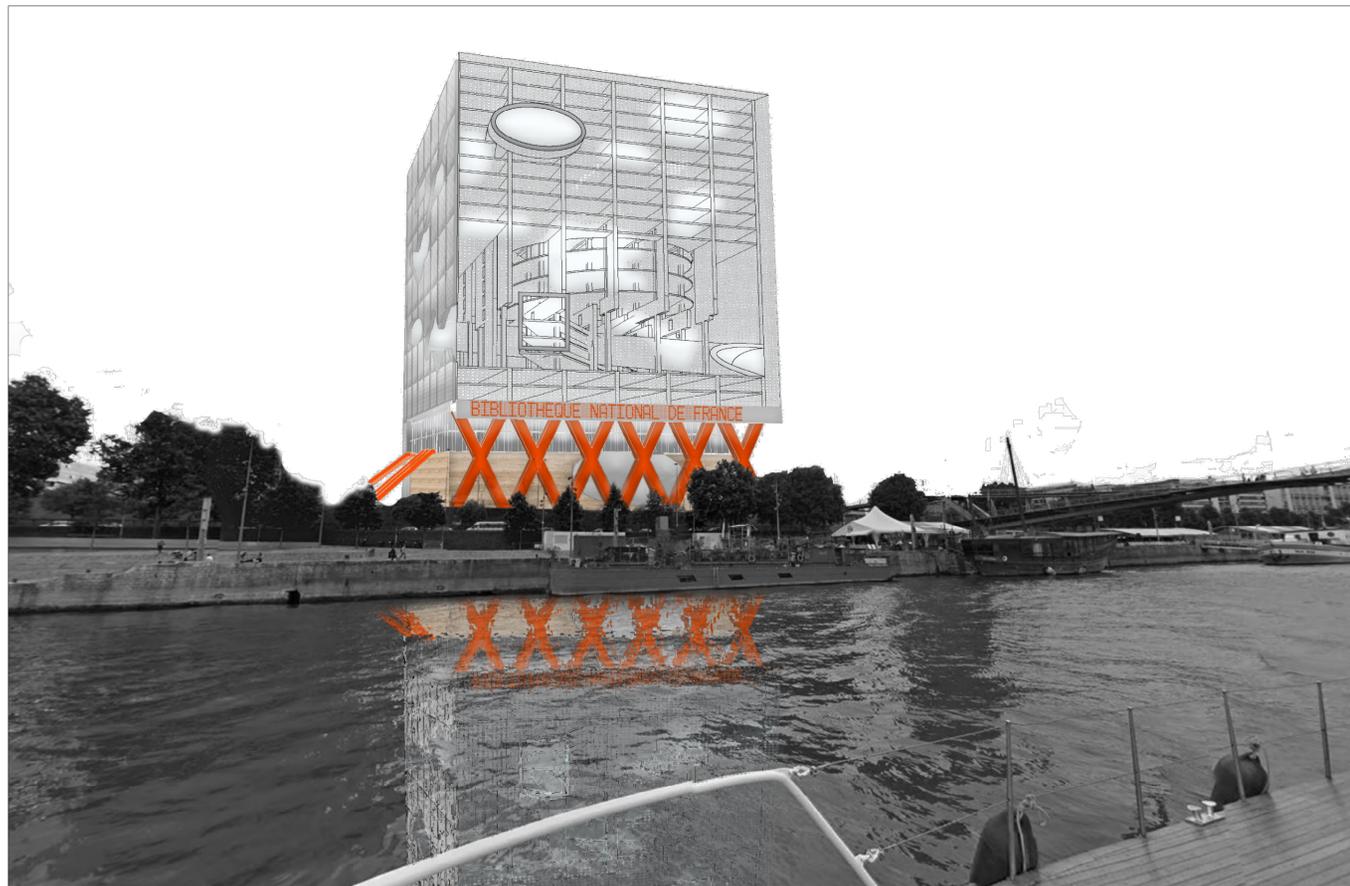
Detalles constructivos

21. FACHADA ESTE
22. FACHADA NORTE SUR Y OESTE
23. GUIJARROS
24. INTERIORES I
25. INTERIORES

II



EMPLAZAMIENTO. e. 1/10000



Vista desde el Río Sena



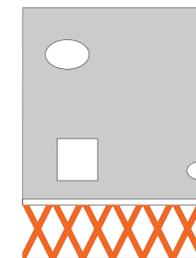
IMPLANTACIÓN. e. 1/5000

DESARROLLO CONSTRUCTIVO. Très Grand Bibliothèque. OMA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO
SEPT. 2022

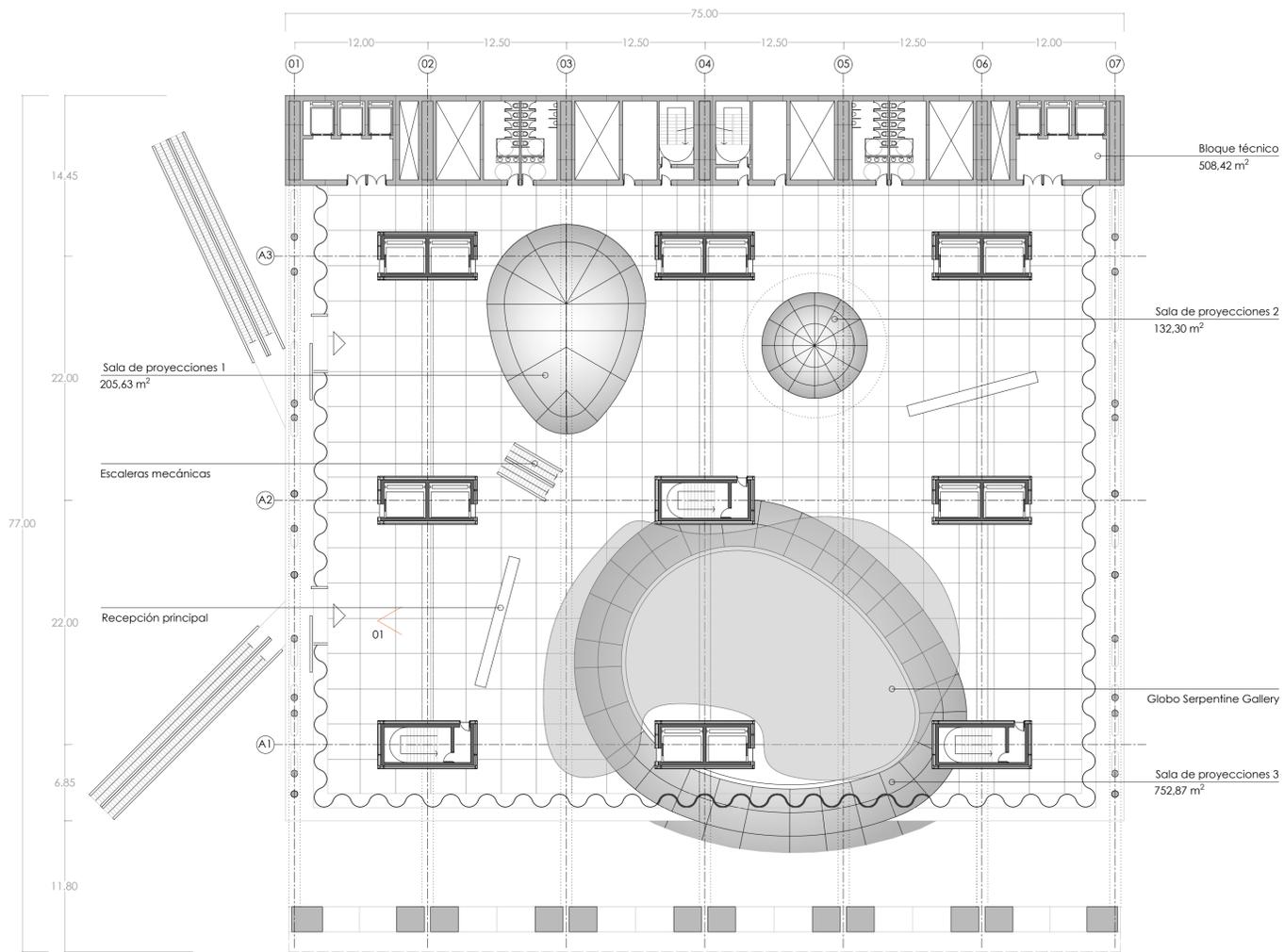
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

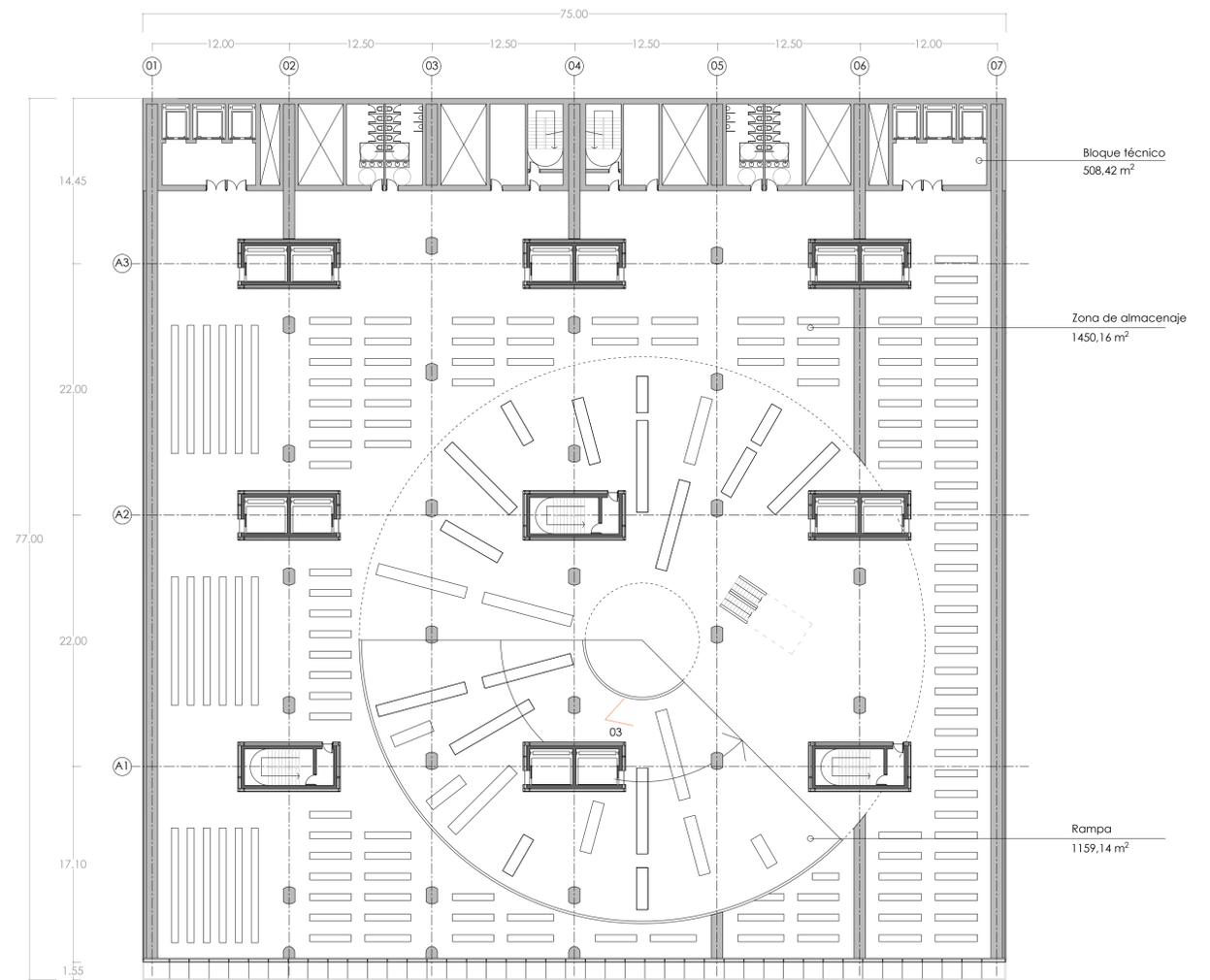


01 PLANOS GENERALES_Situación

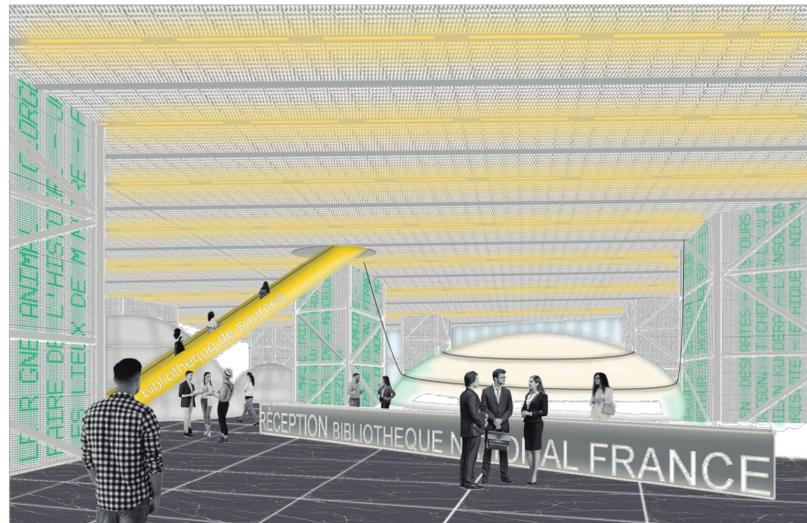
e.1/10.000 0 200
e.1/5.000 0 100



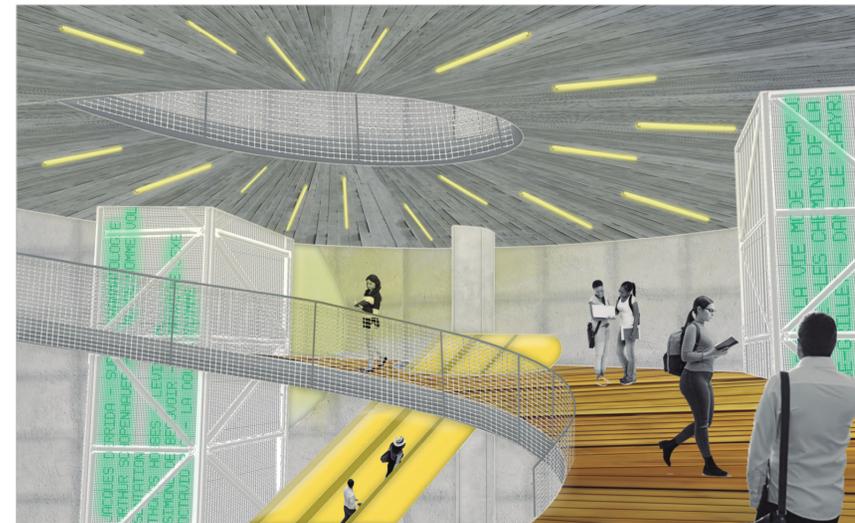
HALL DE ACCESO. COTA +14,40 m. e: 1/300



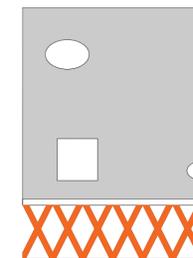
PLANTA TIPO "RAMPA". COTA +36,00 m. e: 1/300



INFOGRAFÍA 01_Vista desde el Hall de ascenso



INFOGRAFÍA 02_Vista desde la rampa



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliotheque. OMA*

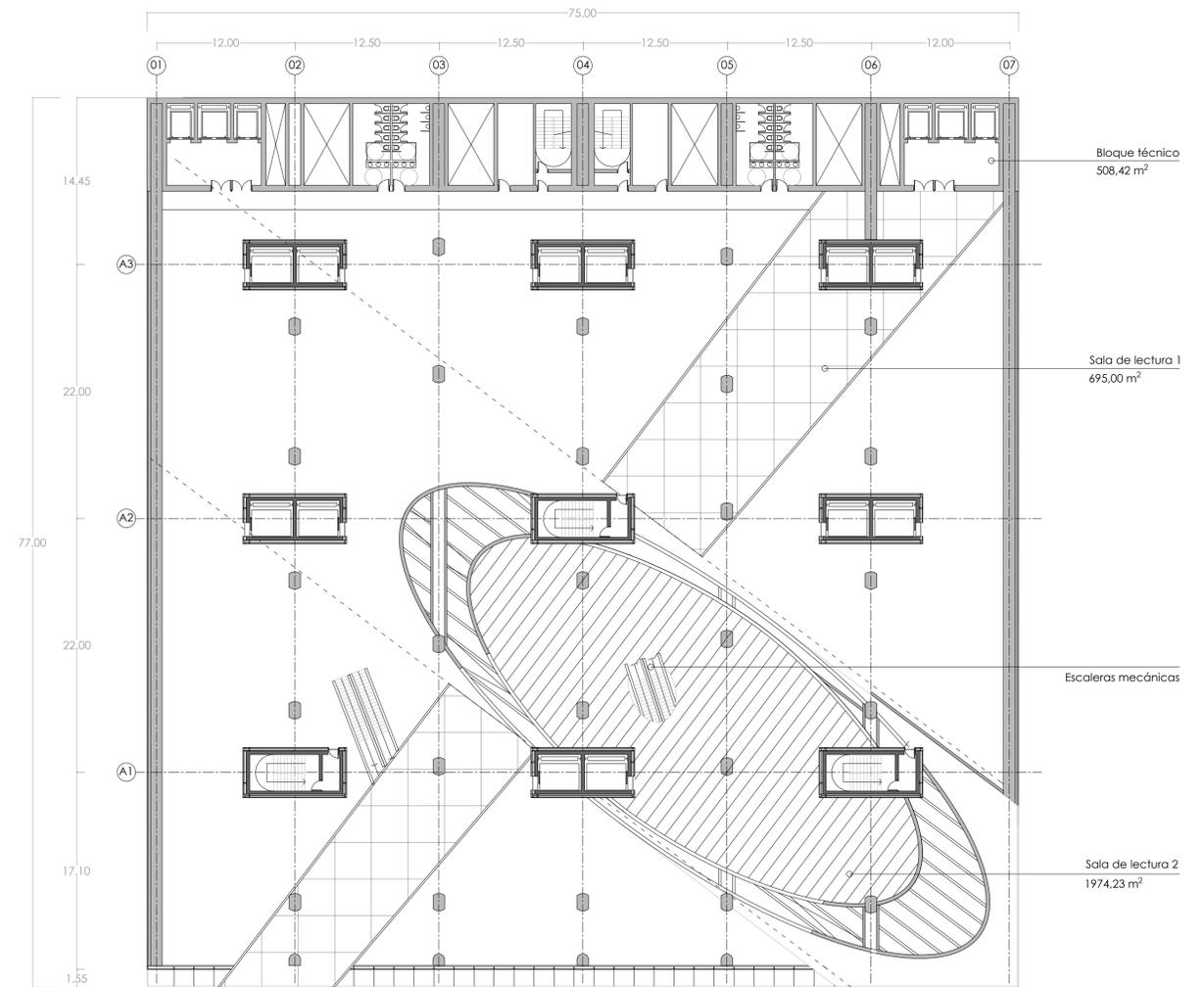
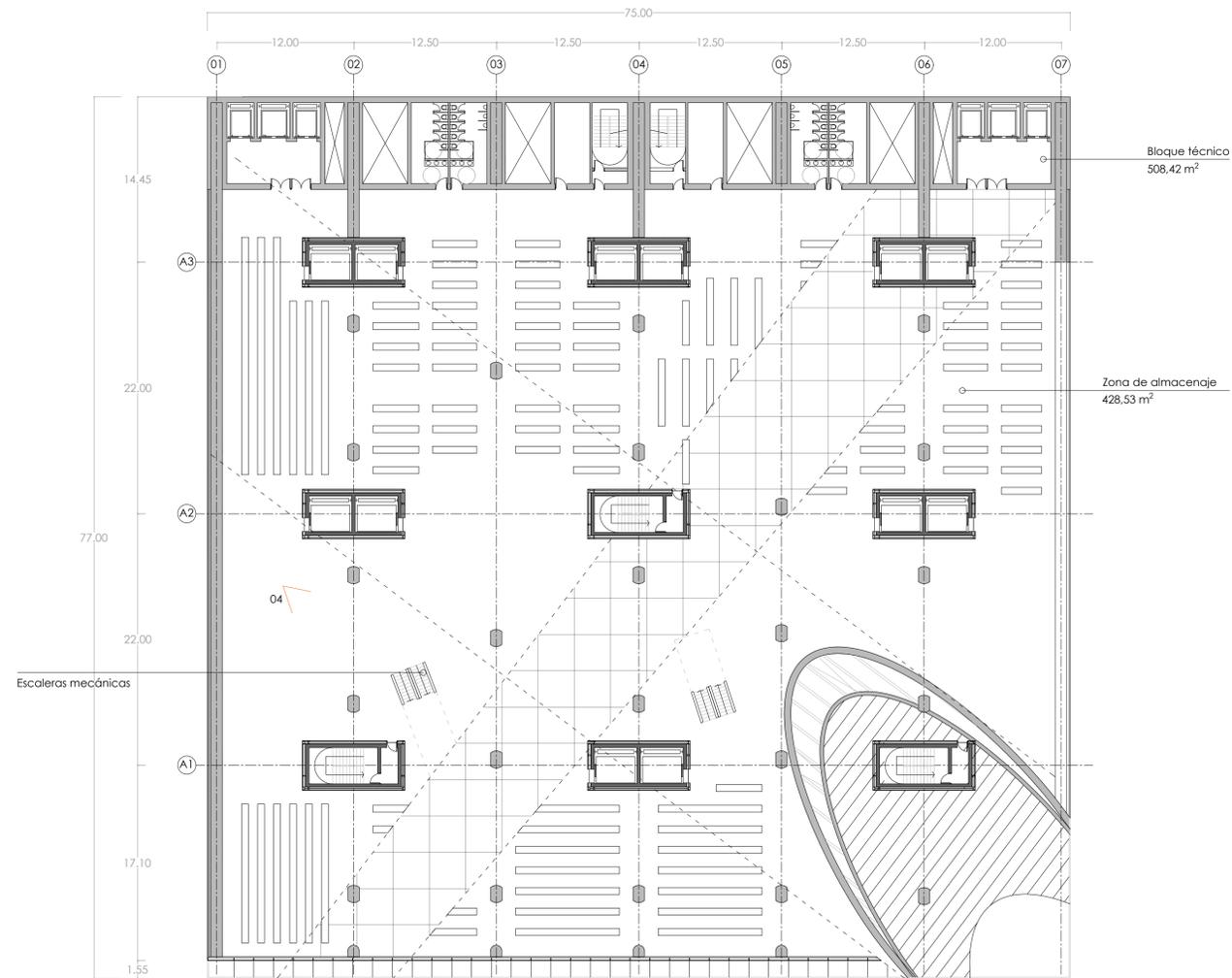
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO
SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

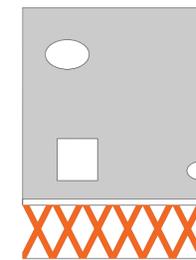
TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

02 PLANOS GENERALES_Plantas

e_1/300 0 5



INFOGRAFÍA 03_Vista desde la intersección



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliothèque. OMA*

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO

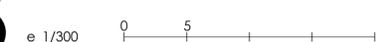
SEPT. 2022

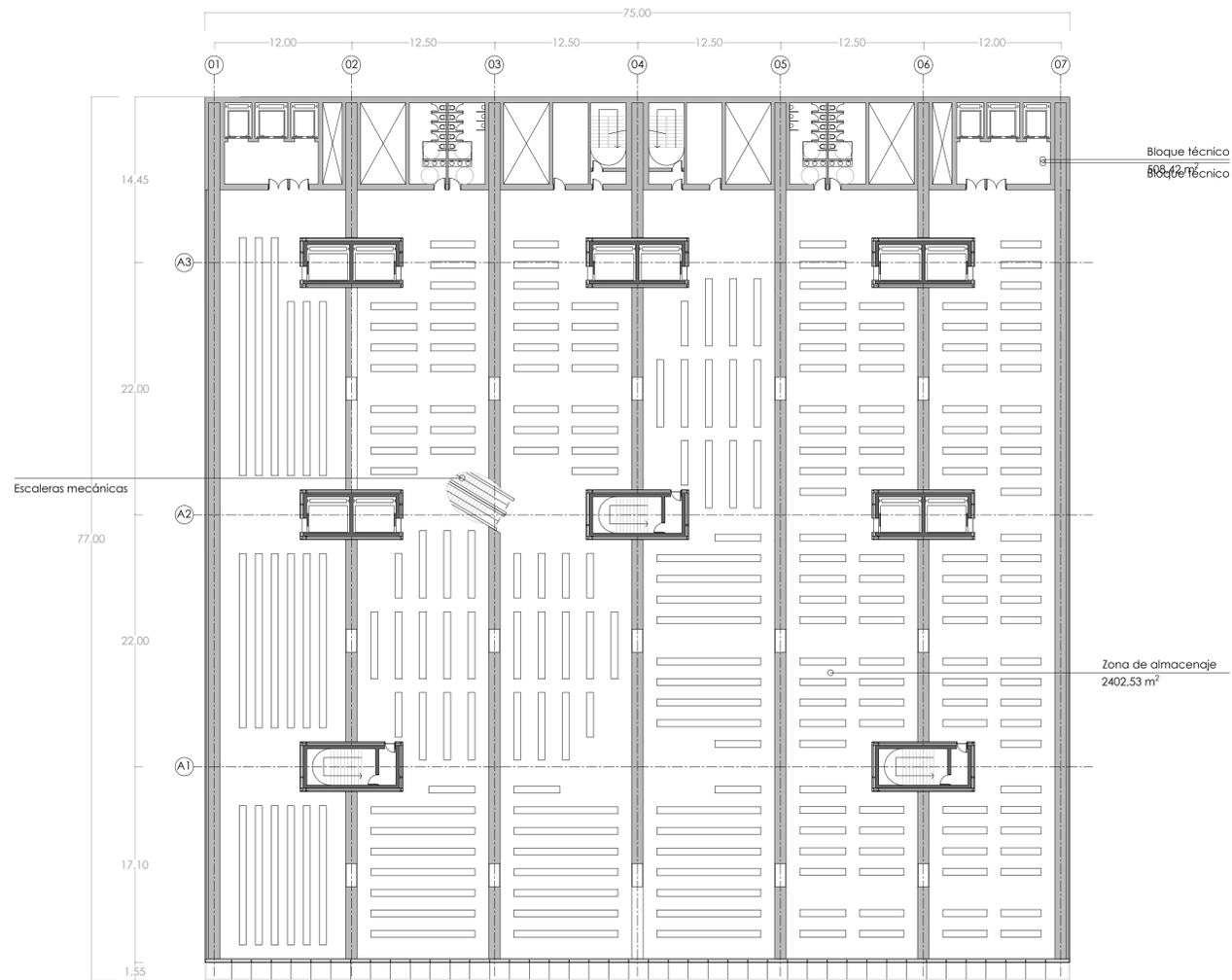
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

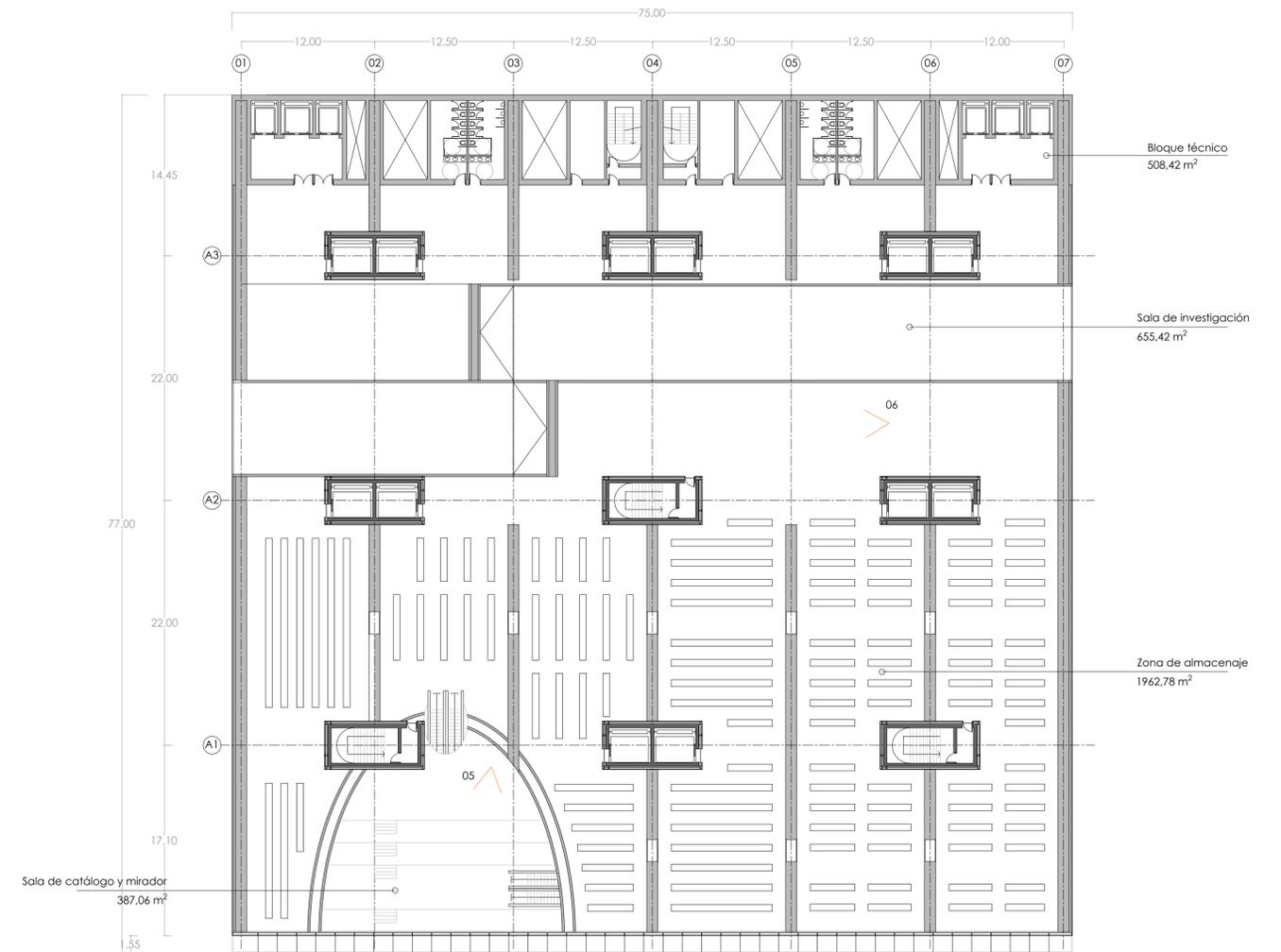
03 PLANOS GENERALES_Plantas

e_1/300

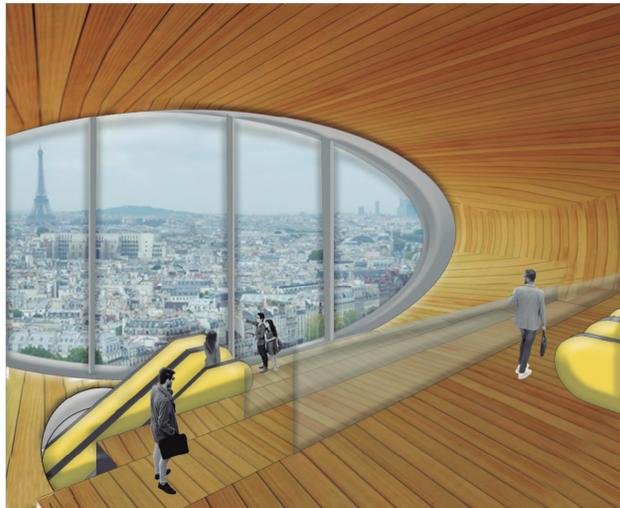




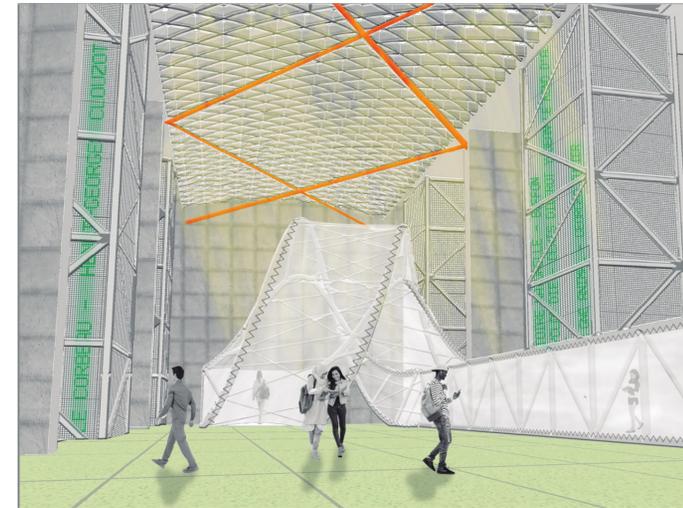
PLANTA TIPO DE ALMACENAMIENTO. e: 1/300



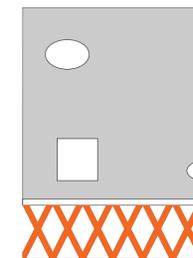
ESPIRAL MOEBIUS. COTA +72.00 m. e: 1/300



INFOGRAFÍA 05_Vista desde la cáscara mirador



INFOGRAFÍA 06_Vista desde la zona exterior de la sala de investigación



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliothèque. OMA*

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO

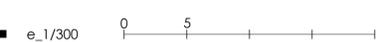
SEPT. 2022

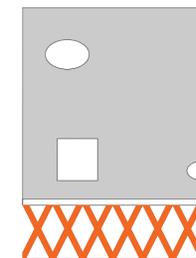
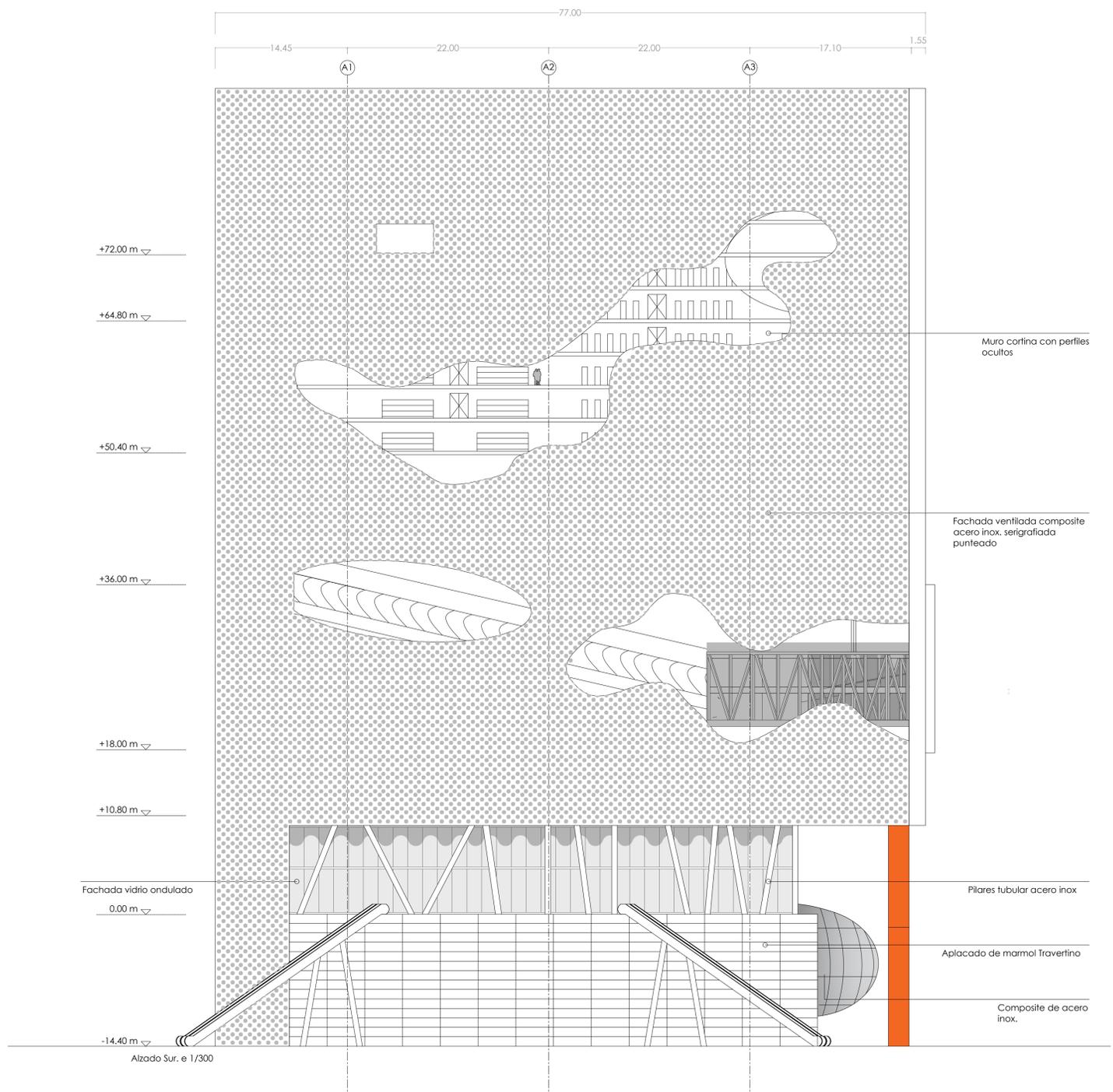
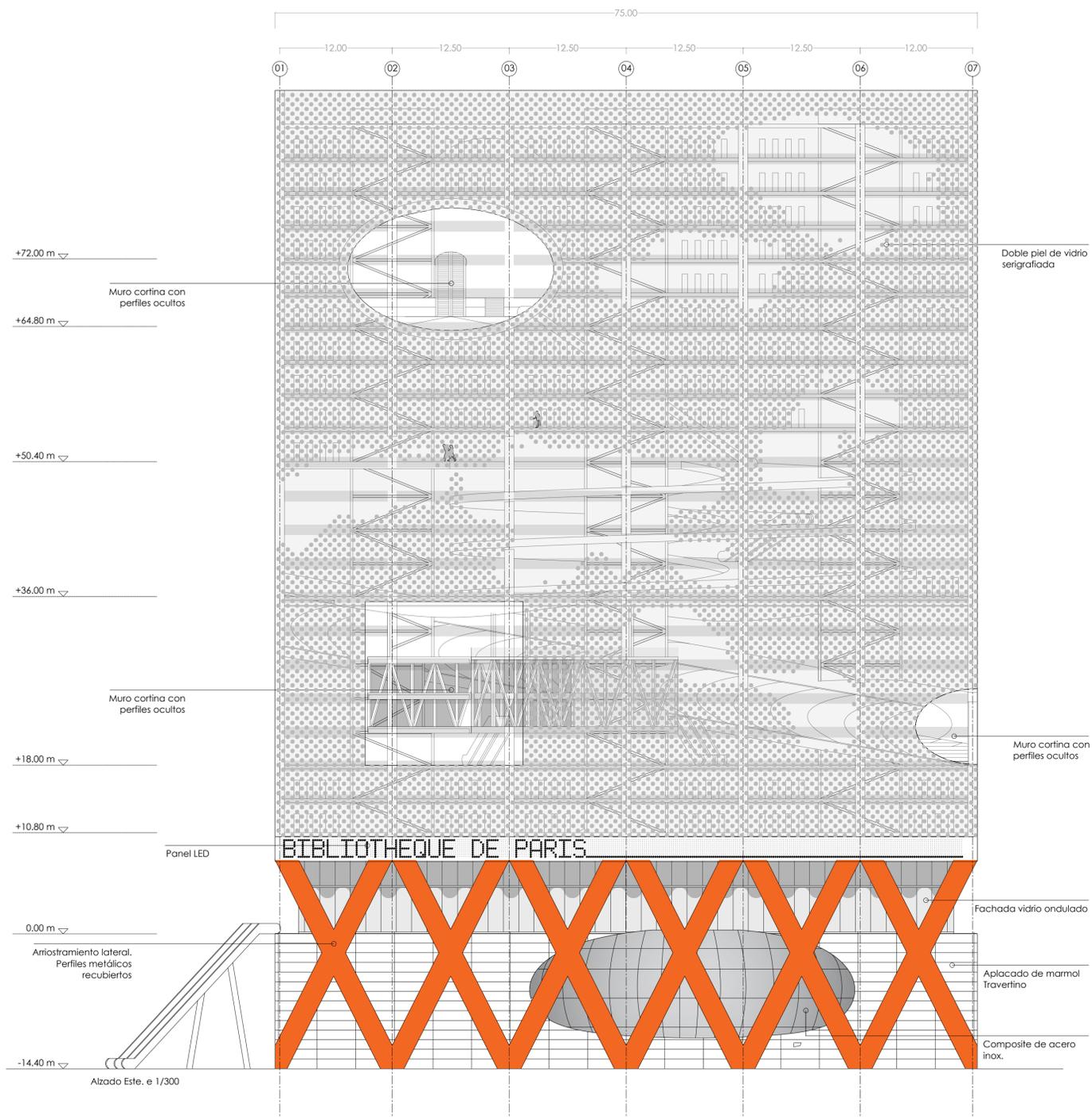
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

04 PLANOS GENERALES_Plantas

e_1/300





DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliothèque. OMA*

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO

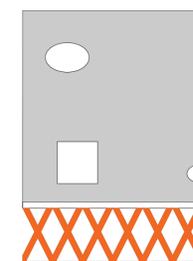
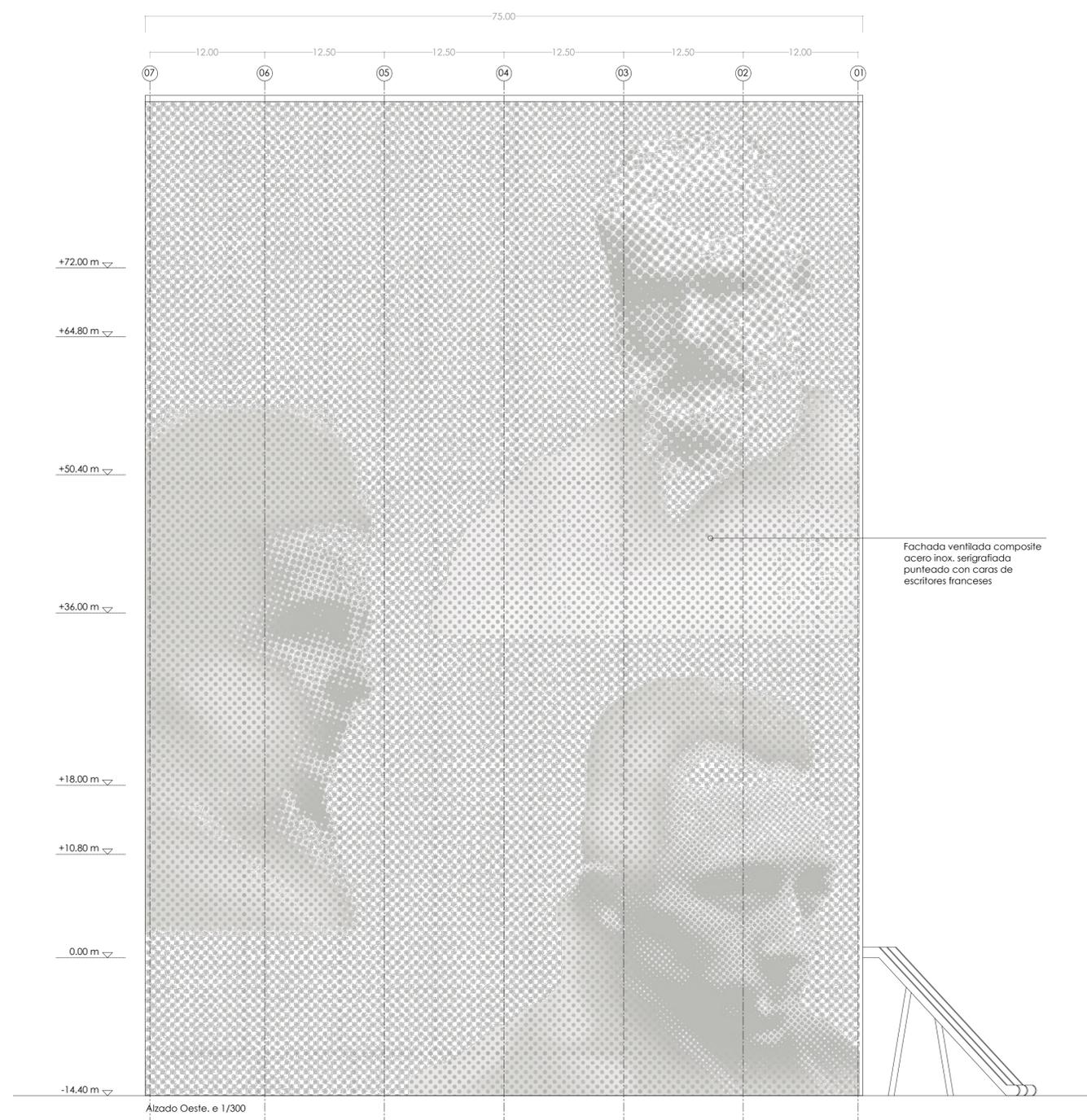
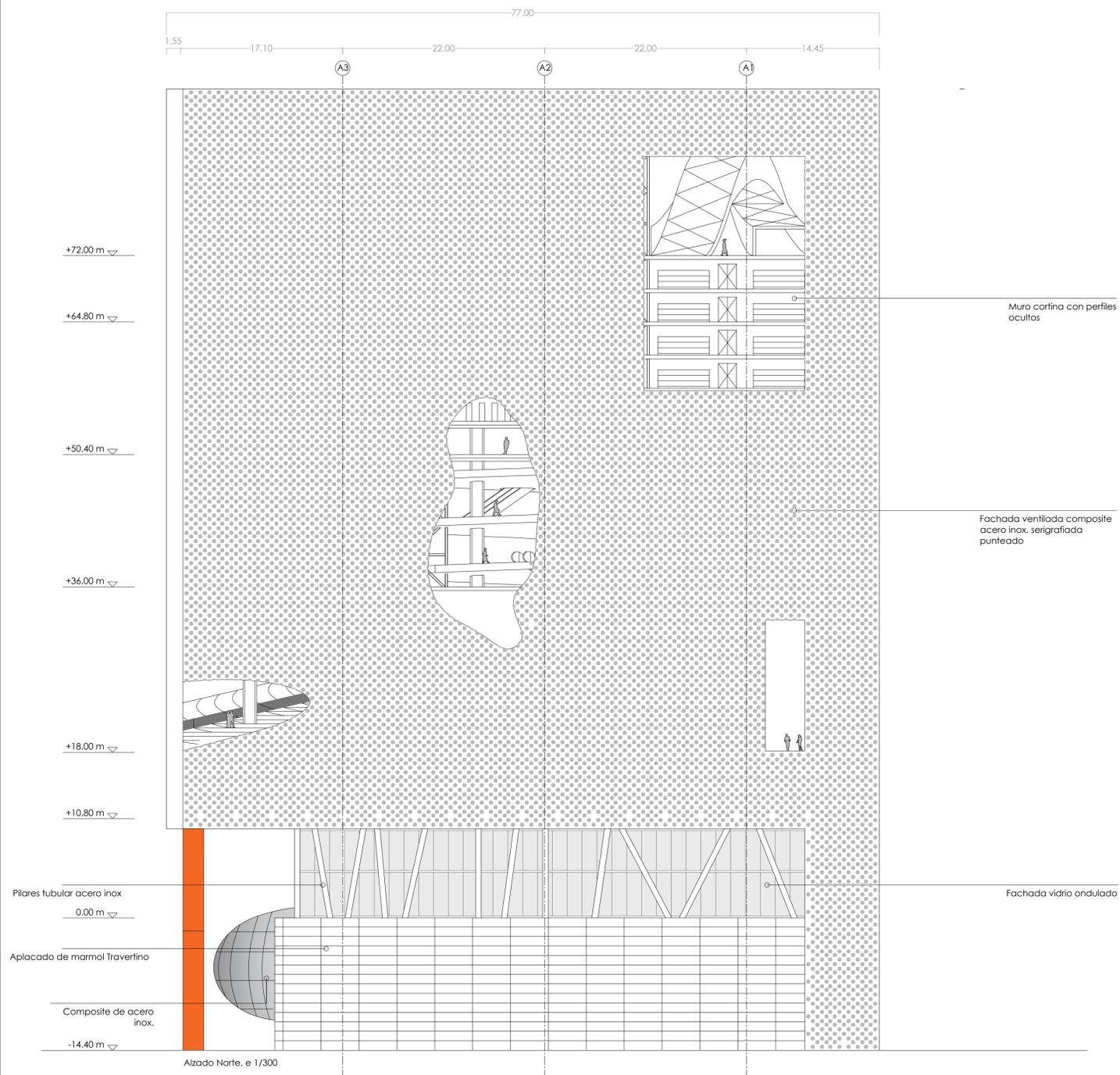
SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

05 PLANOS GENERALES_Alzados

e_1/300 0 5



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliothèque. OMA*

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO

SEPT. 2022

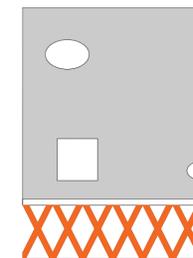
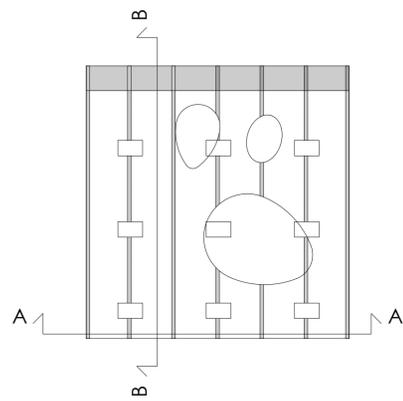
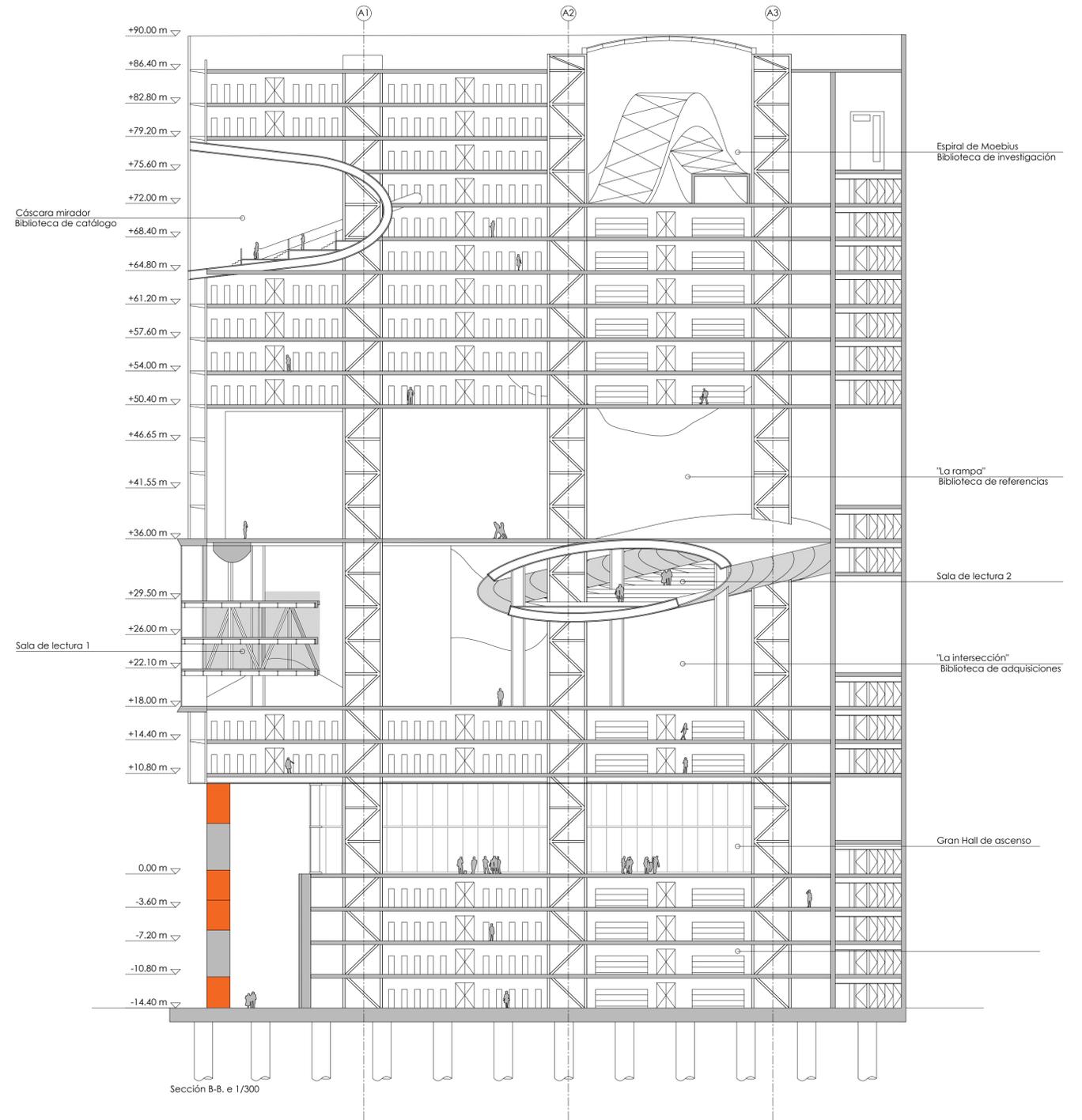
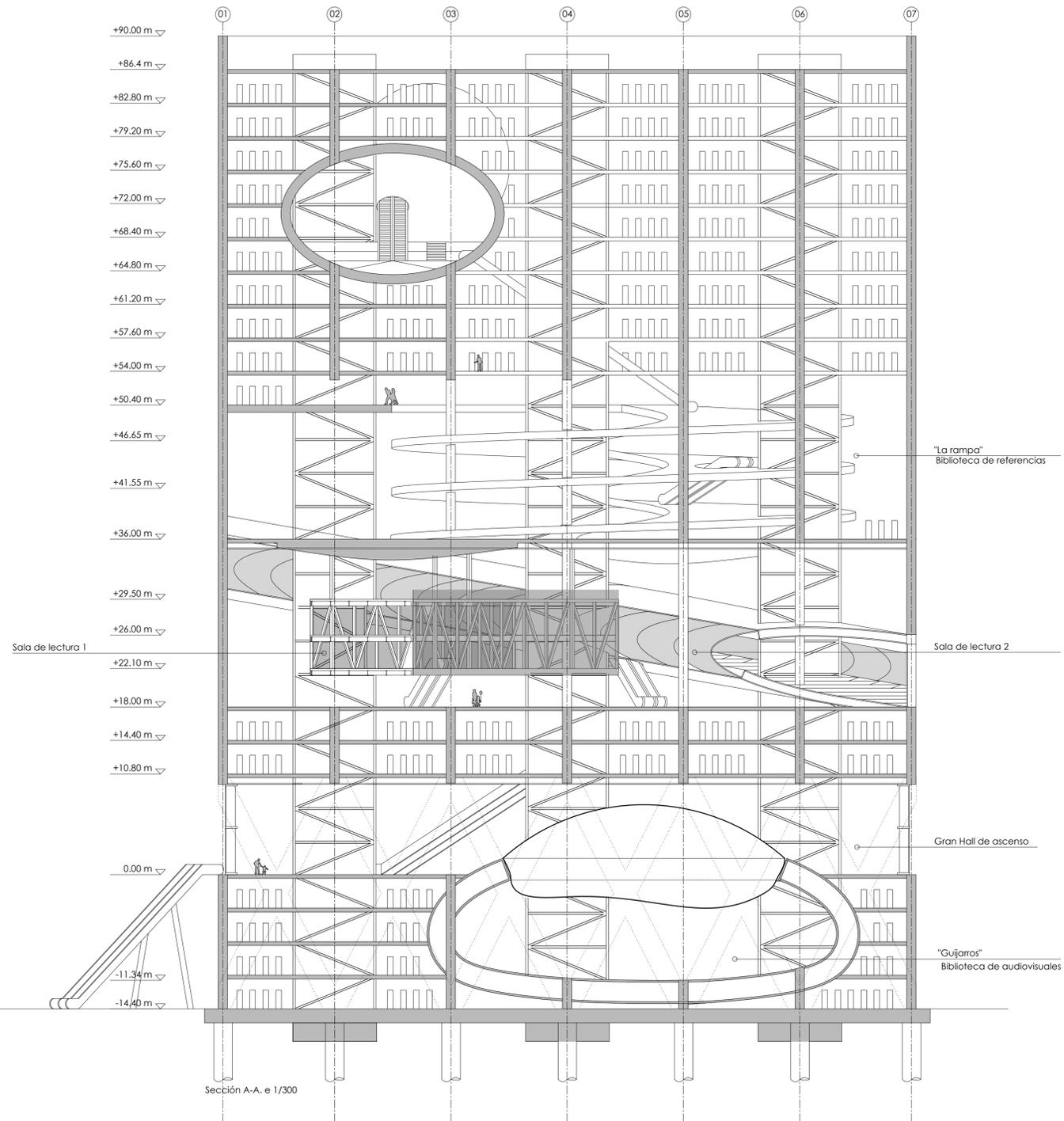
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

06 PLANOS GENERALES_Alzados

e_1/300





DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Trés Grand Bibliotheque. OMA*

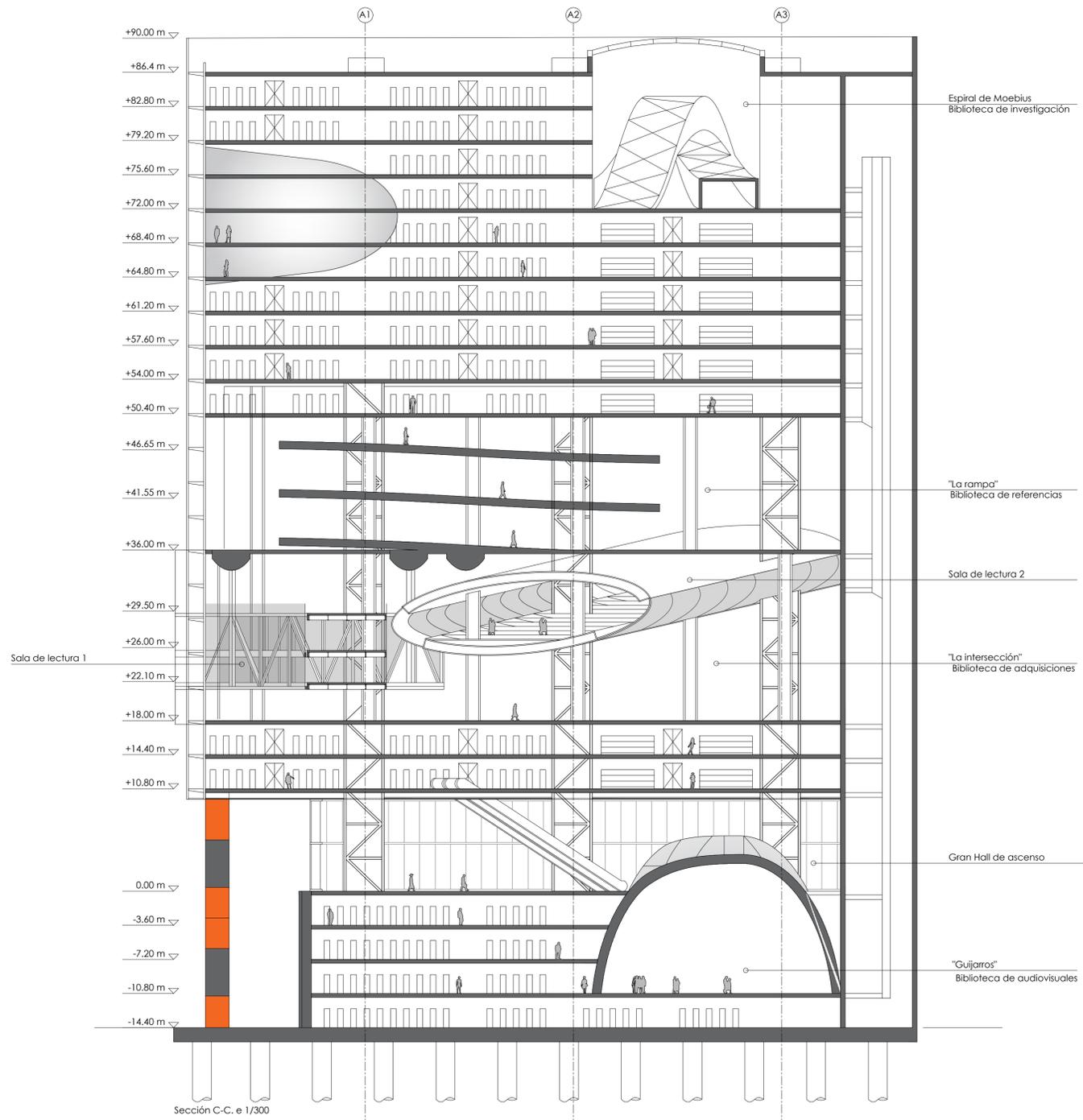
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

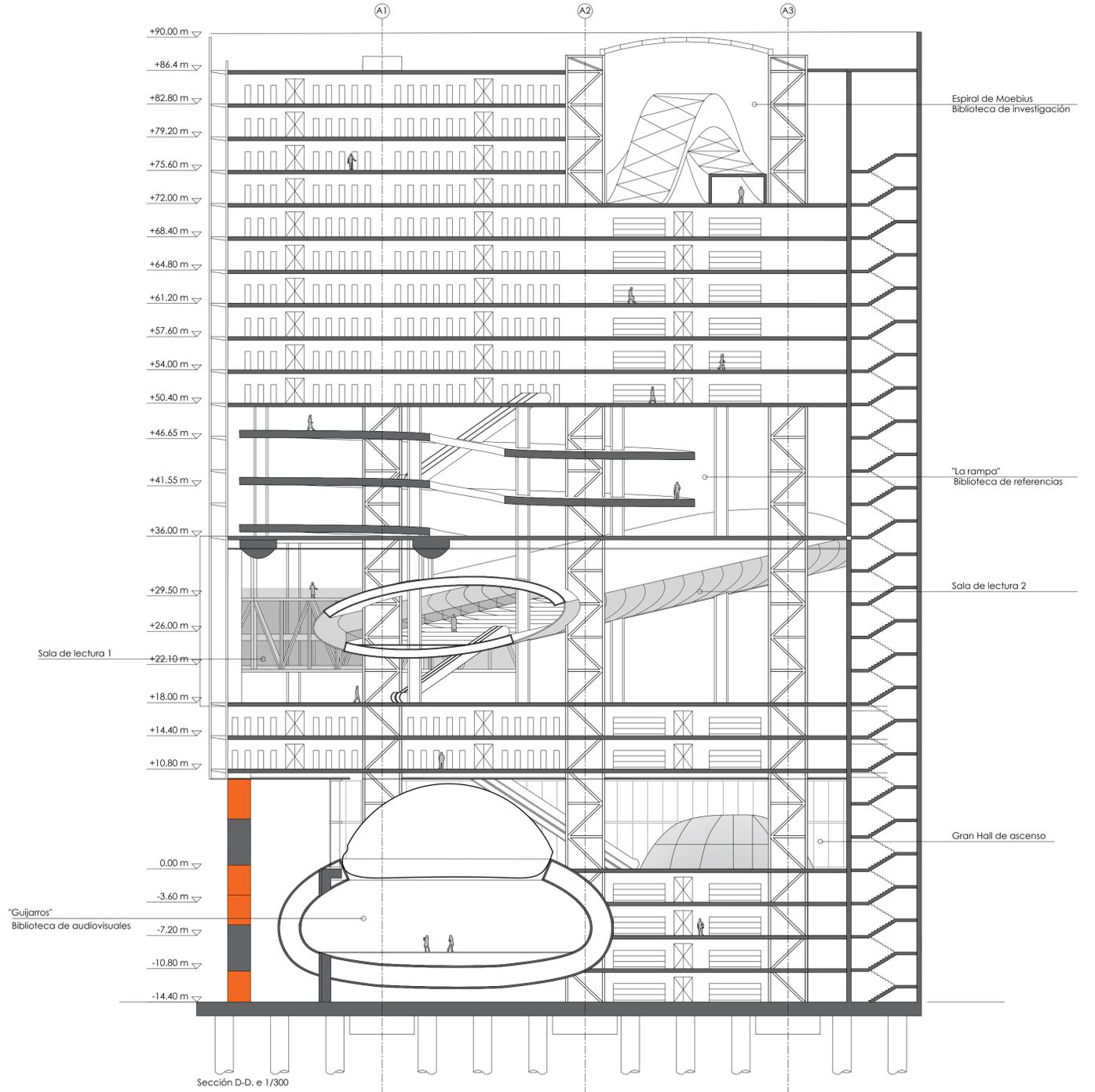
TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

07 PLANOS GENERALES_Secciones

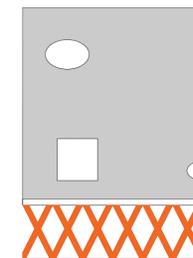
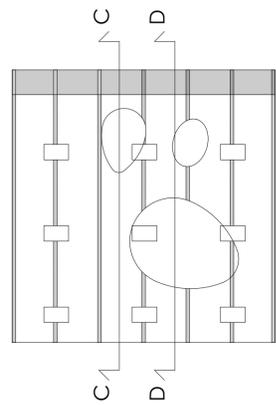
e_1/300 0 5



Sección C-C, e 1/300



Sección D-D, e 1/300



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Trés Grand Bibliothèque. OMA*

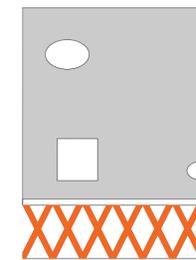
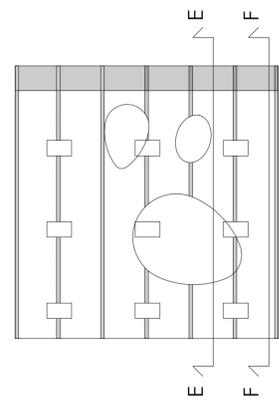
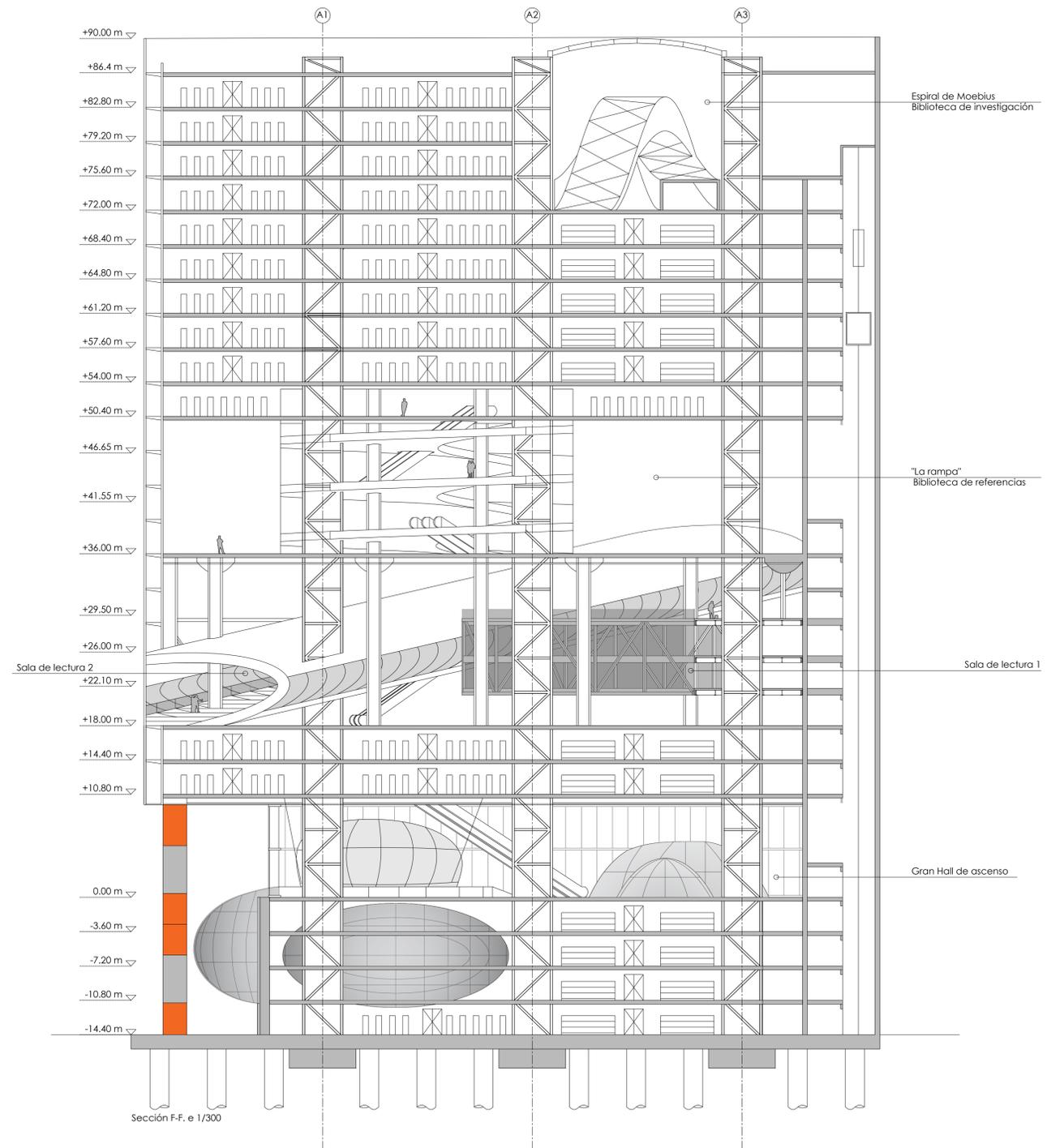
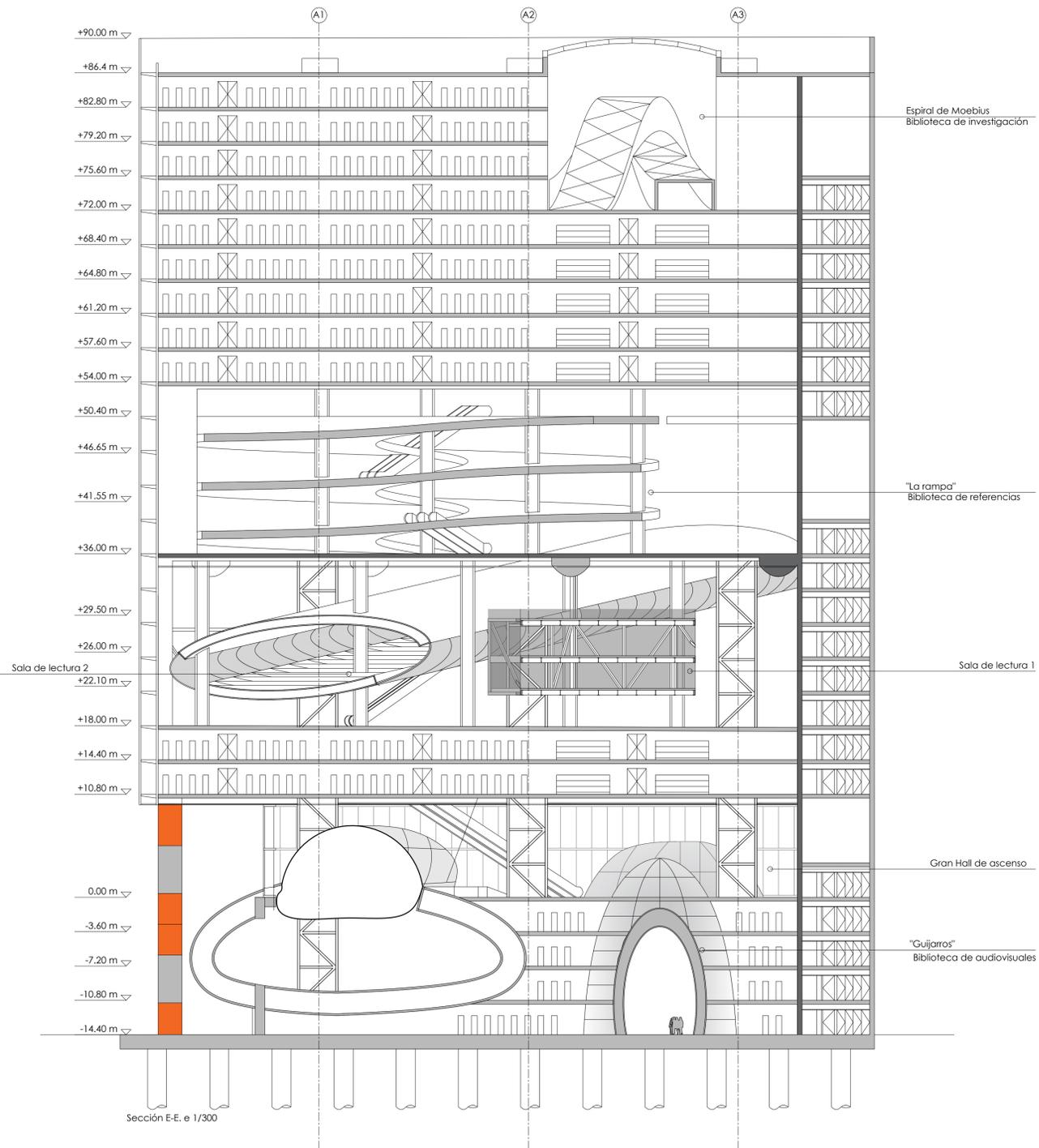
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

08 PLANOS GENERALES_Secciones

e_1/300 0 5



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliothèque. OMA*

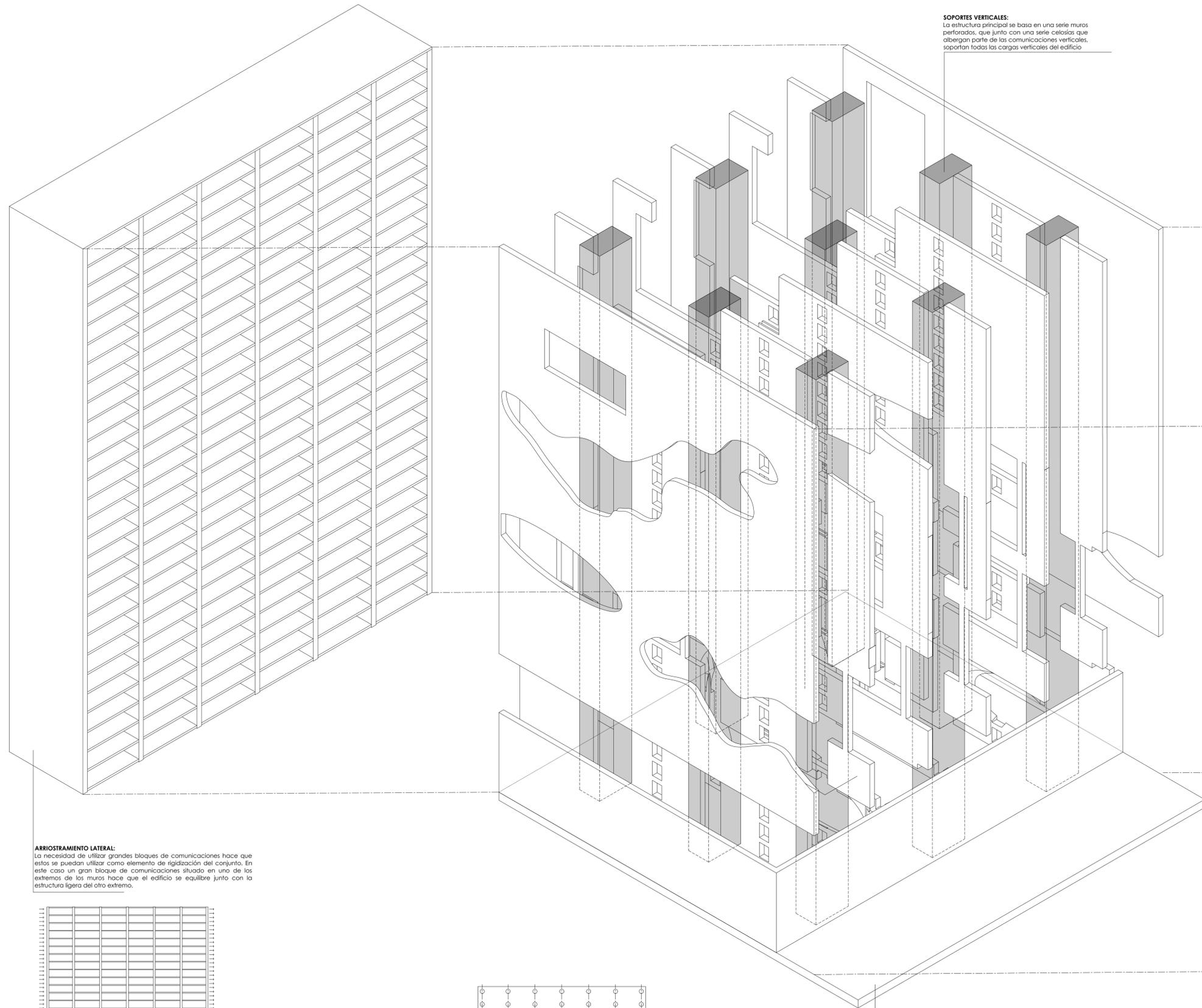
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

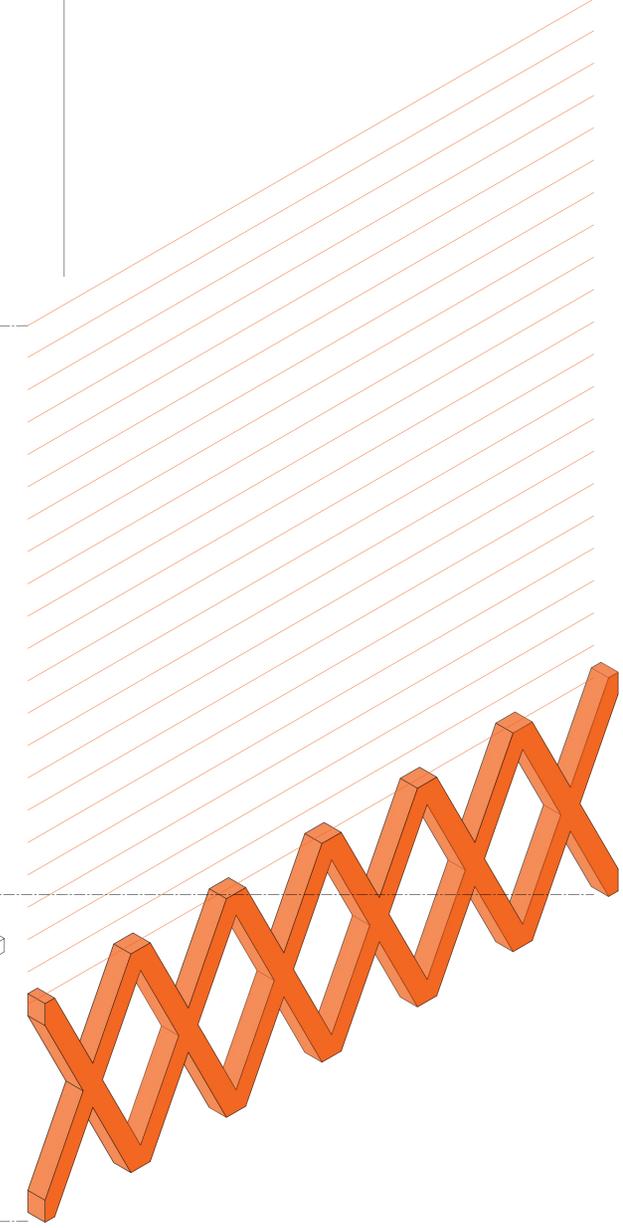
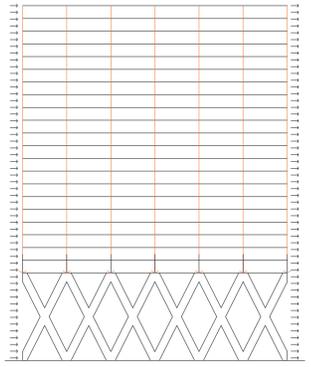
09 PLANOS GENERALES_Secciones

e_1/300 0 5

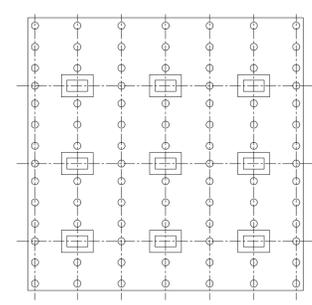
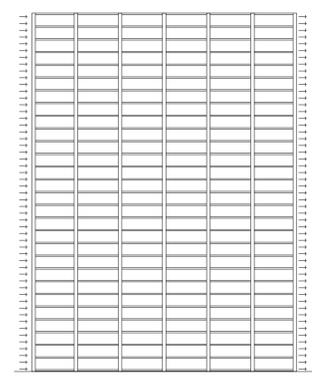


SOPORTES VERTICALES:
 La estructura principal se basa en una serie de muros perforados, que junto con una serie de celosías que albergan parte de las comunicaciones verticales, soportan todas las cargas verticales del edificio.

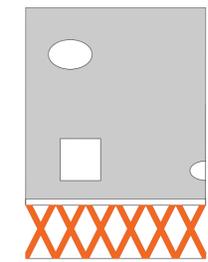
ARRIOSTRAMIENTOS LATERALES:
 Los soportes inferiores colocados en diagonal permiten, además de recibir las cargas verticales del edificio, soportar las cargas laterales producidas por la acción del viento. Por otro lado en cada una de las plantas se colocan unos perfiles unidos de muro a muro, los cuales sirven como soporte de la fachada a la vez que arriostan el conjunto del edificio.



ARRIOSTRAMIENTO LATERAL:
 La necesidad de utilizar grandes bloques de comunicaciones hace que estos se puedan utilizar como elemento de rigidización del conjunto. En este caso un gran bloque de comunicaciones situado en uno de los extremos de los muros hace que el edificio se equilibre junto con la estructura ligera del otro extremo.



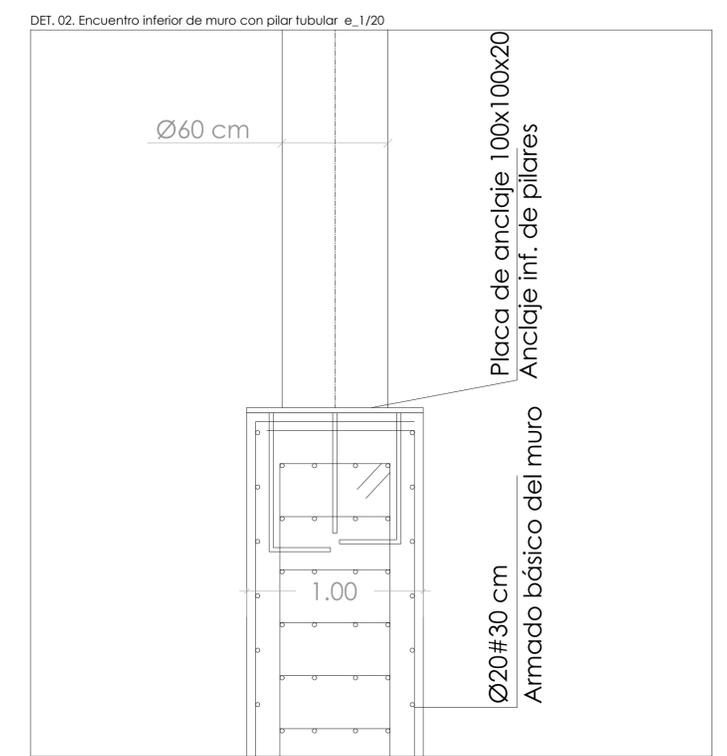
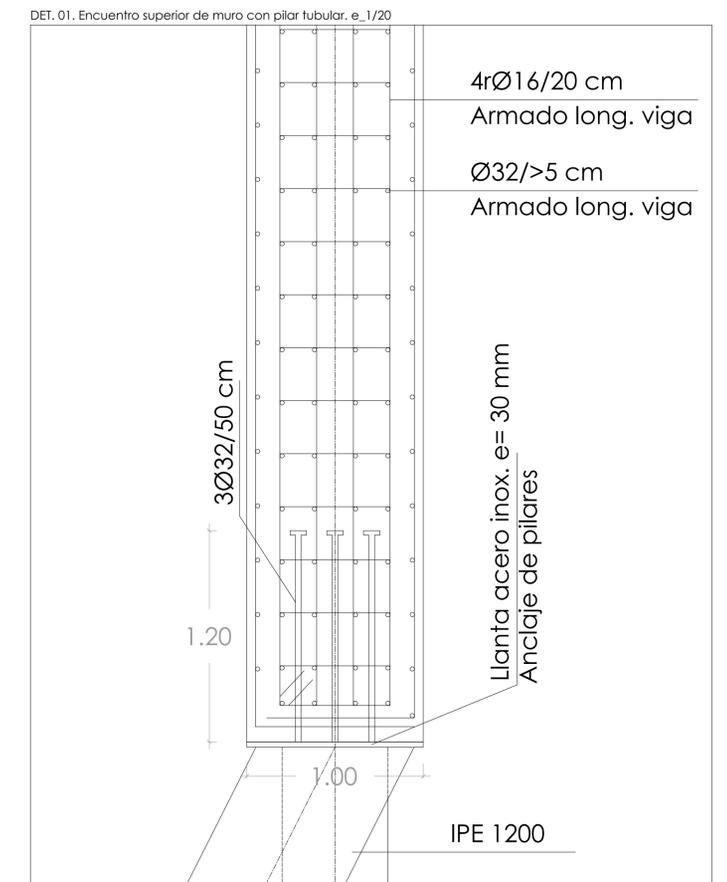
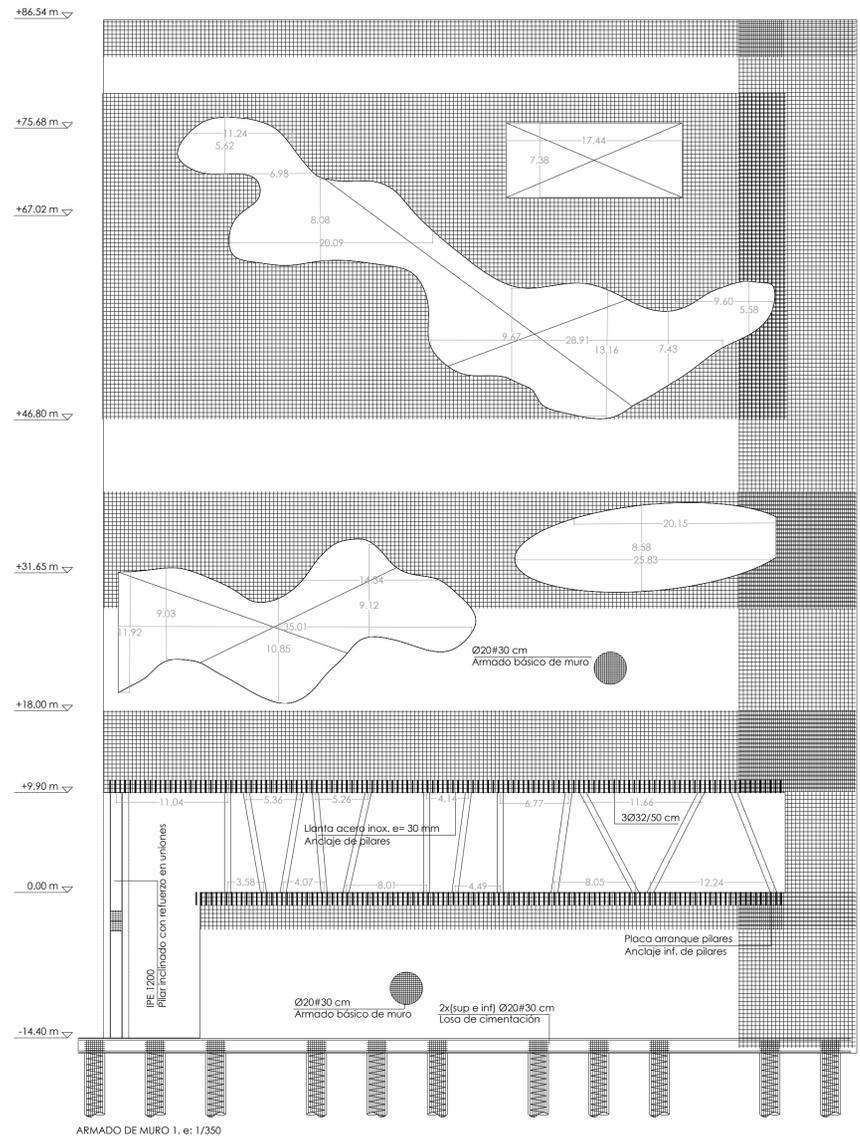
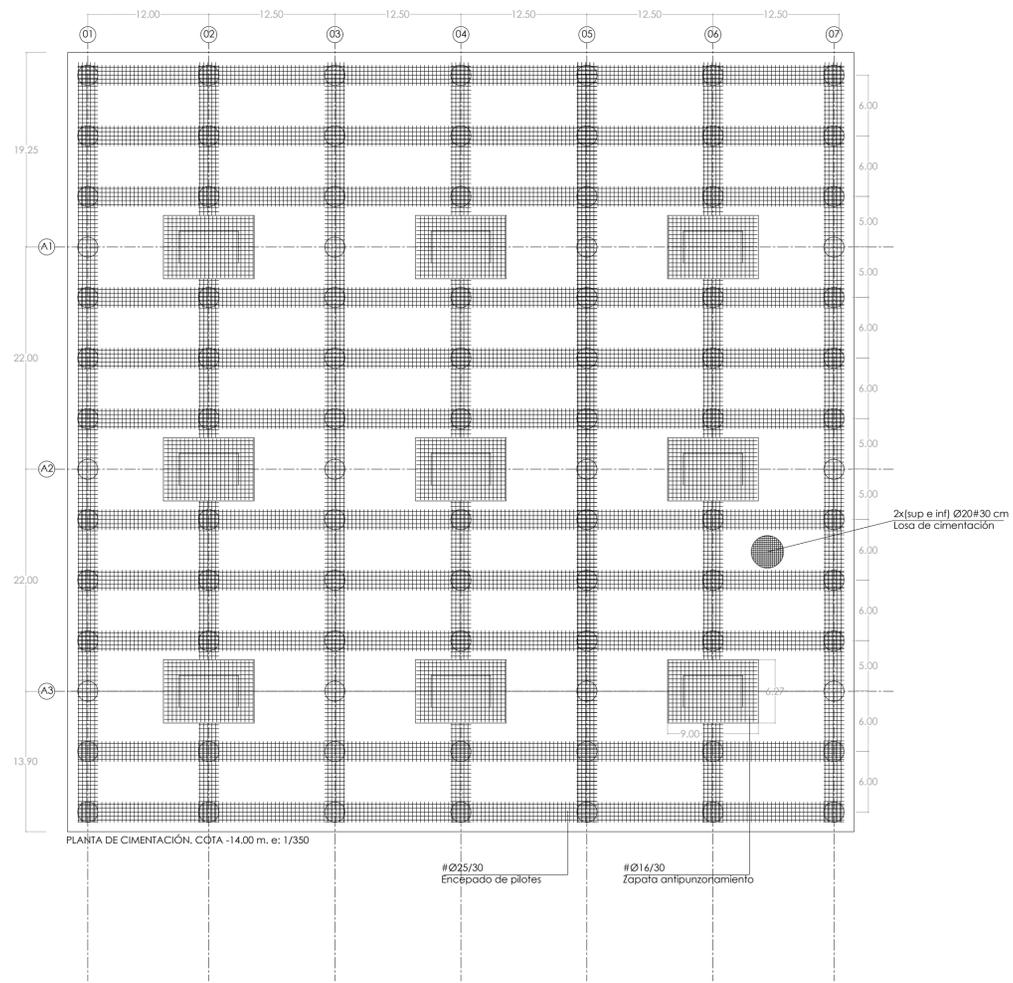
CIMENTACIÓN:
 Las cargas del edificio permiten realizar una cimentación superficial a través de una losa armada. Sin embargo, la cercana posición del edificio frente al río Sena obligan a ejecutar una cimentación profunda mediante pilotes aislados.



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. Très Grand Bibliotheque. OMA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
 TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO



PILARES TIPO:



MATERIALES:

ACERO INOX ACX 915:

- Armadura de muros

ACERO INOX 1.4301 AUS 304:

- Perfiles de celosías metálicas
- Pilares metálicos
- Planchas de anclaje

H.A. 30:

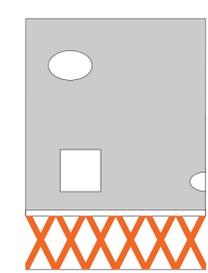
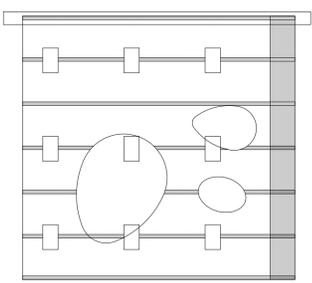
- Muros y losa de cimentación

ACERO S275:

- Pilares de anclaje y IPE 1200

NOTAS:

- Los muros funcionan como grandes vigas de canto.
- En ciertos puntos el muro se divide y se crean pilares de HA.
- En los muros de los extremos, en planta cota 0,00 m se interrumpe la estructura por pilares metálicos.
- La estructura de los ascensores funciona, también como soporte de los muros.
- La estructura de estos ascensores posee en la cimentación una zona especial antipunzonamiento
- Las zonas de los muros donde el canto d es muy reducido, se prolonga en vertical la armadura de la viga.
- Tanto los huecos como la conexión con la estructura de los ascensores se resuelve con un refuerzo especial a base de cercos metálicos.



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. Très Grand Bibliotheque. OMA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID

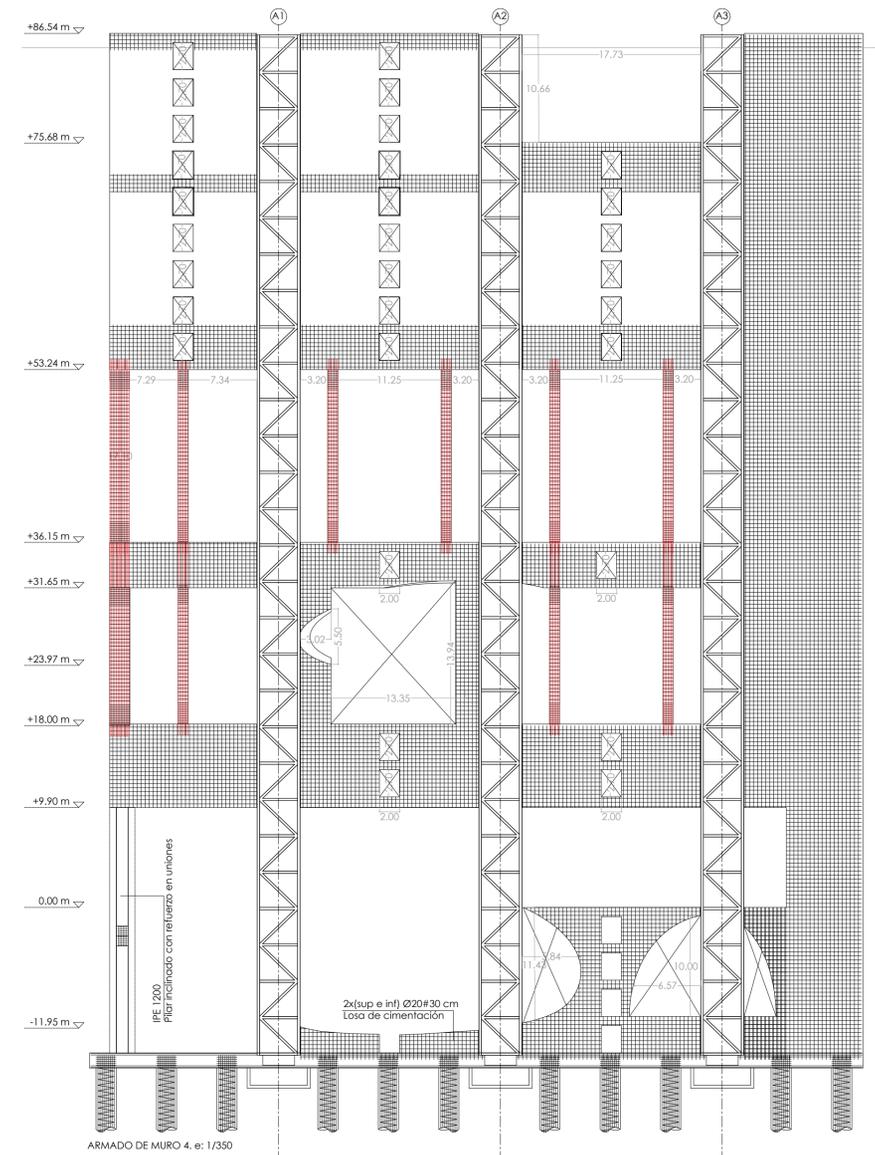
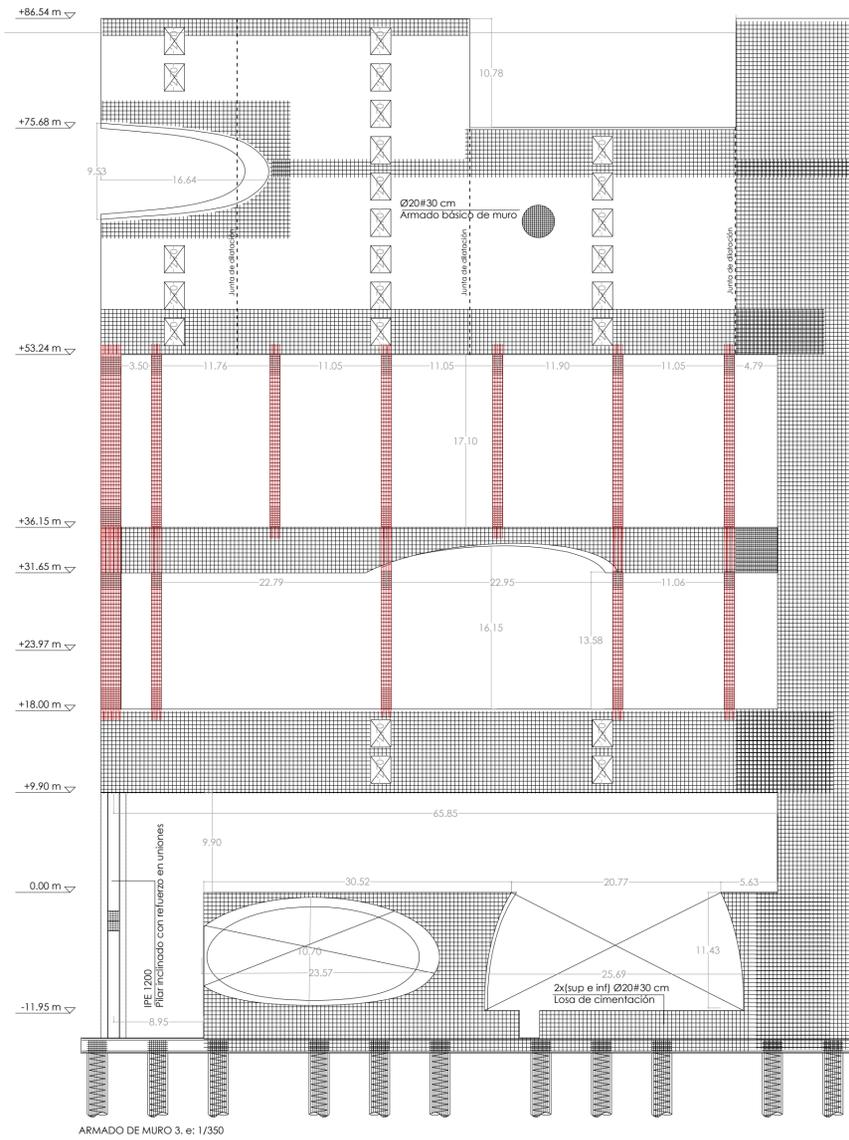
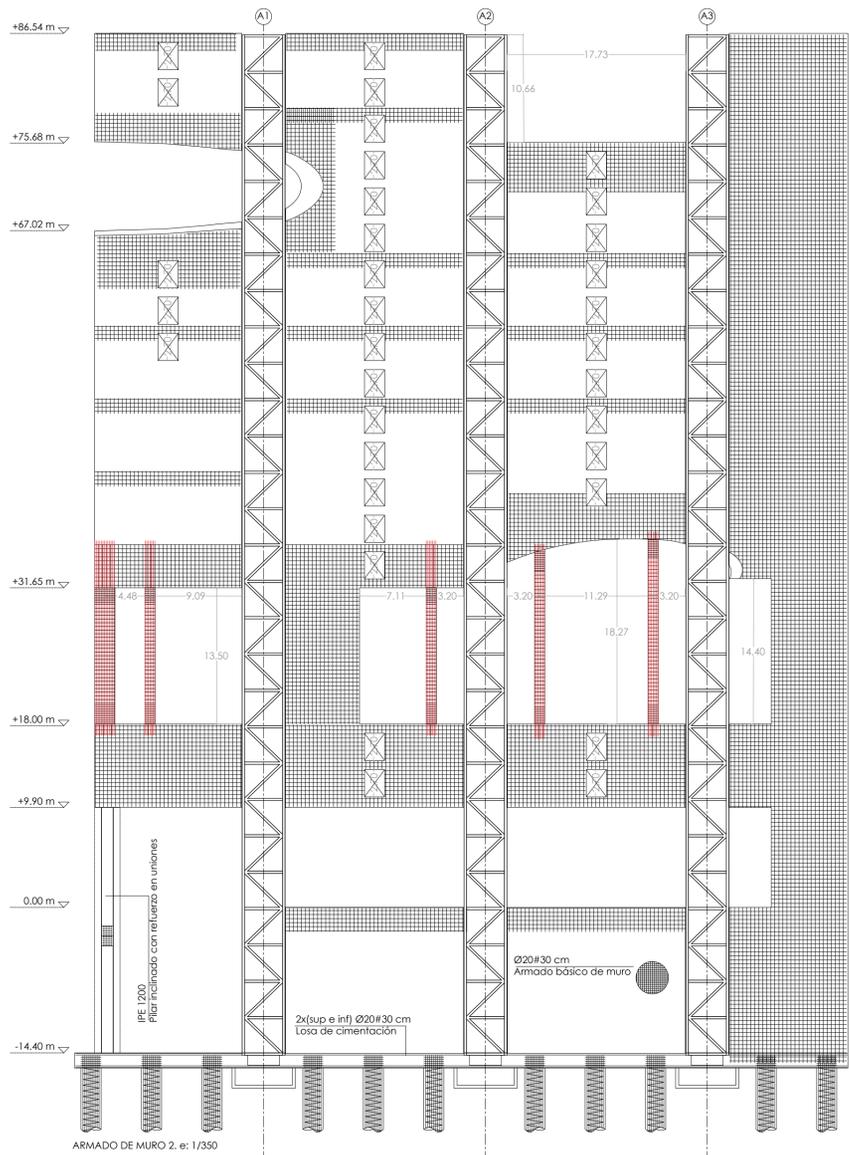
TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

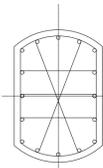
11 ESTRUCTURA_Armado de muros

e_1/350 0 2

e_1/20 0 0,5



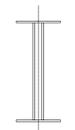
PILARES TIPO:



SEMICILINDRO HORMIGÓN ARMADO (H.A 30)
 -Armado longitudinal: $\varnothing 16$ /según plano
 -Armado transversal: $\varnothing 10/24$ cm



PILAR ACERO INOX AUST. 304
 $\varnothing 60$ cm
 e= 10 mm



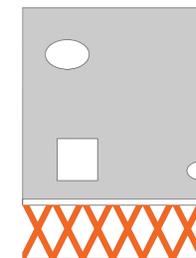
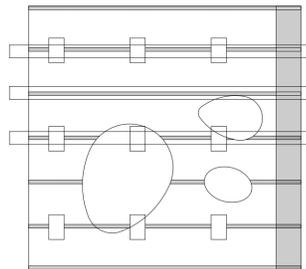
IPE 1200 ACERO S275
 -Doble alma
 -Fabricado en taller

MATERIALES:

- ACERO INOX ACX 915:**
 - Armadura de muros
- ACERO INOX 1.4301 AUS 304:**
 - Perfiles de celosías metálicas
 - Pilares metálicos
 - Planchas de anclaje
- H.A 30:**
 - Muros y losa de cimentación
- ACERO S275:**
 - Pilares de anclaje \varnothing IPE 1200

NOTAS:

- Los muros funcionan como grandes vigas de canto.
- En ciertos puntos el muro se divide y se crean pilares de HA.
- En los muros de los extremos, en planta cota 0,00 m se interrumpe la estructura por pilares metálicos.
- La estructura de los ascensores funciona, también como soporte de los muros.
- La estructura de estos ascensores posee en la cimentación una zona especial antipunzamiento
- Las zonas de los muros donde el canto es muy reducido, se prolonga en vertical la armadura de la viga.
- Tanto los huecos como la conexión con la estructura de los ascensores se resuelve con un refuerzo especial a base de cercos metálicos.



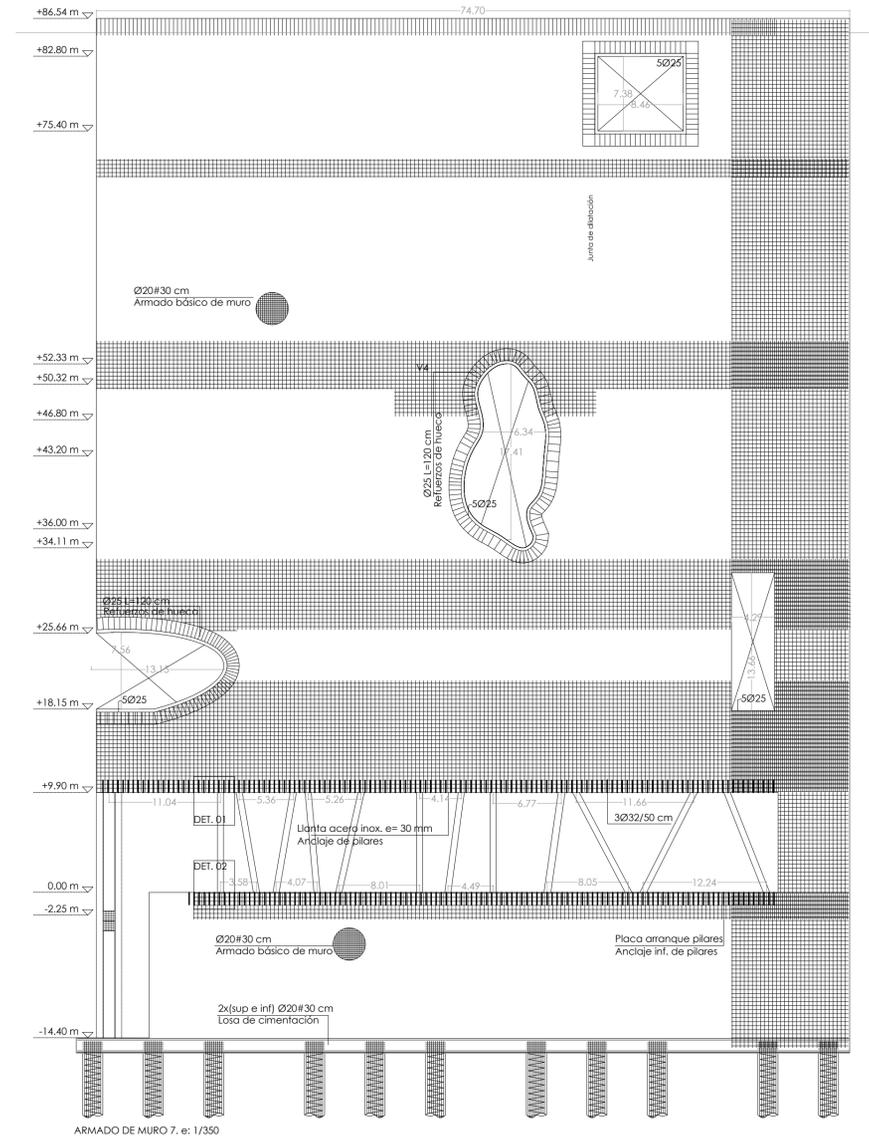
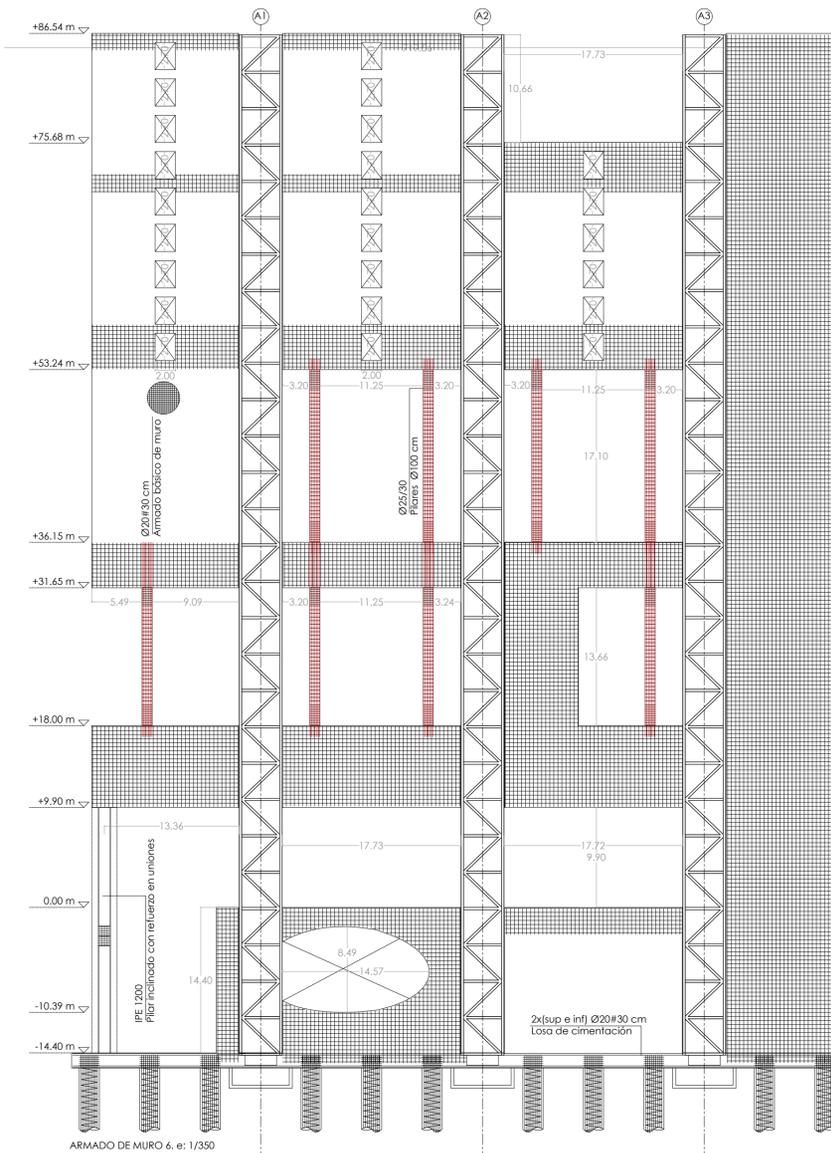
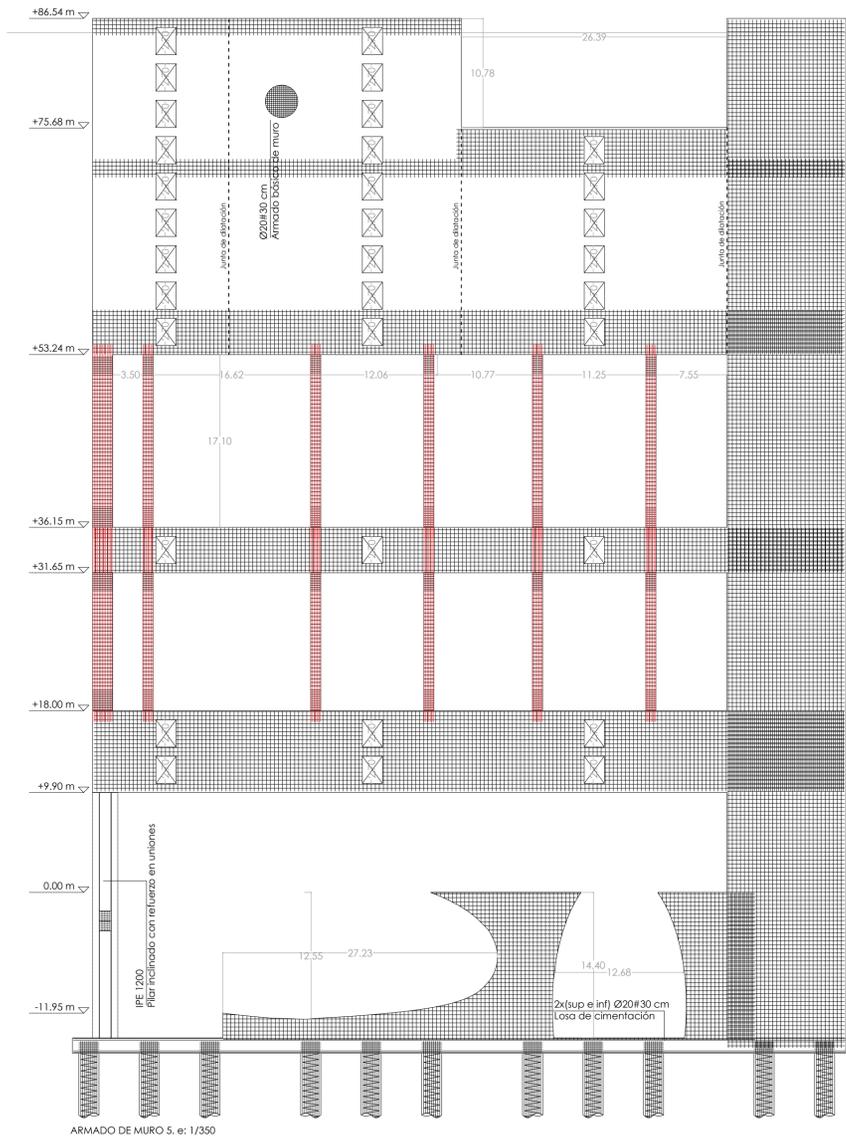
DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliothèque. OMA*

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
 TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

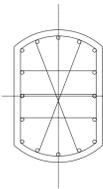
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

12 ESTRUCTURA_Armado de muros
 e_1/350 0 2



PILARES TIPO:



SEMILINDRO HORMIGÓN ARMADO (H.A 30)
 -Armadura longitudinal: $\varnothing 16$ /según plano
 -Armadura transversal: $\varnothing 10/24$ cm



PILAR ACERO INOX AUST. 304
 $\varnothing 60$ cm
 e= 10 mm



IPE 1200 ACERO S275
 -Doble alma
 -Fabricado en taller

MATERIALES:

ACERO INOX ACX 915:

- Armadura de muros
- ACERO INOX 1.4301 AUS 304:**
 - Perfiles de celosías metálicas
 - Pilares metálicos
 - Planchas de anclaje

H.A 30:

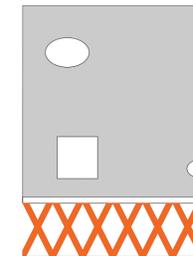
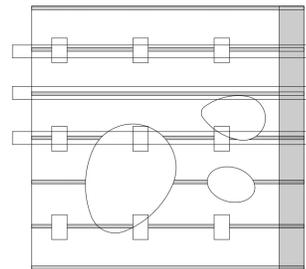
-Muros y losa de cimentación

ACERO S275:

-Pilares de anclaje \varnothing IPE 1200

NOTAS:

- Los muros funcionan como grandes vigas de canto.
- En ciertos puntos el muro se divide y se crean pilares de HA.
- En los muros de los extremos, en planta cota 0,00 m se interrumpe la estructura por pilares metálicos.
- La estructura de los ascensores funciona, también como soporte de los muros.
- La estructura de estos ascensores posee en la cimentación una zona especial antipunzonamiento
- Las zonas de los muros donde el canto d es muy reducido, se prolonga en vertical la armadura de la viga.
- Tanto los huecos como la conexión con la estructura de los ascensores se resuelve con un refuerzo especial a base de cercos metálicos.



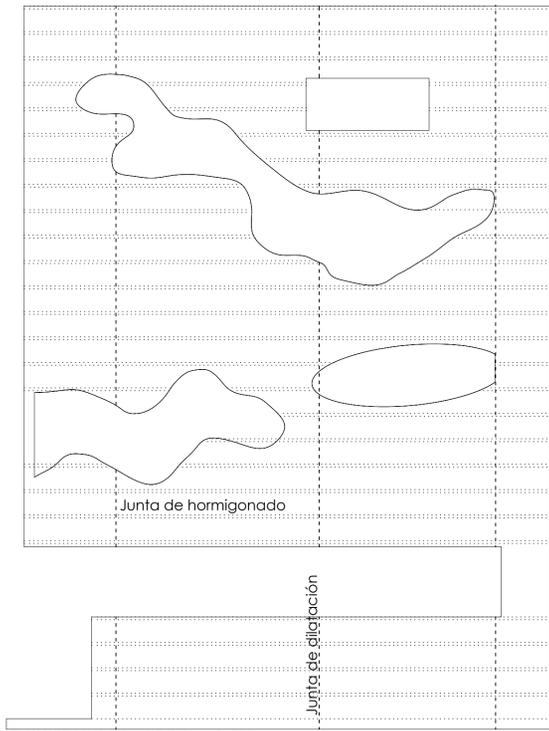
DESARROLLO CONSTRUCTIVO. Très Grand Bibliotheque. OMA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
 TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

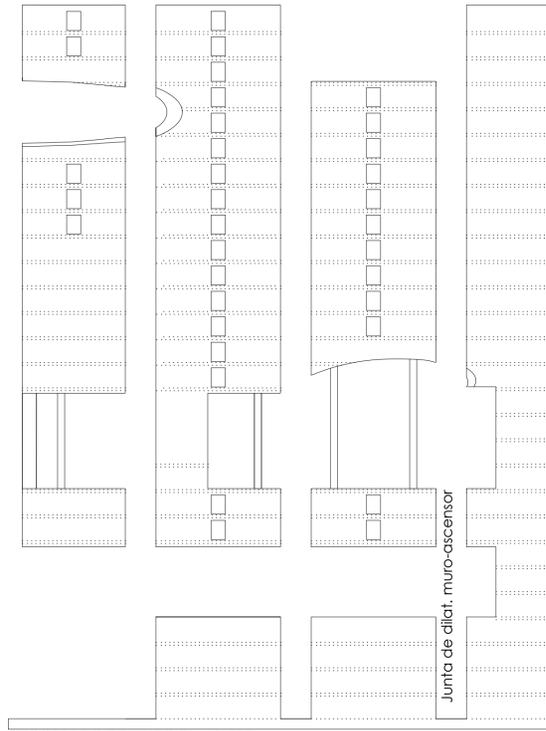
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

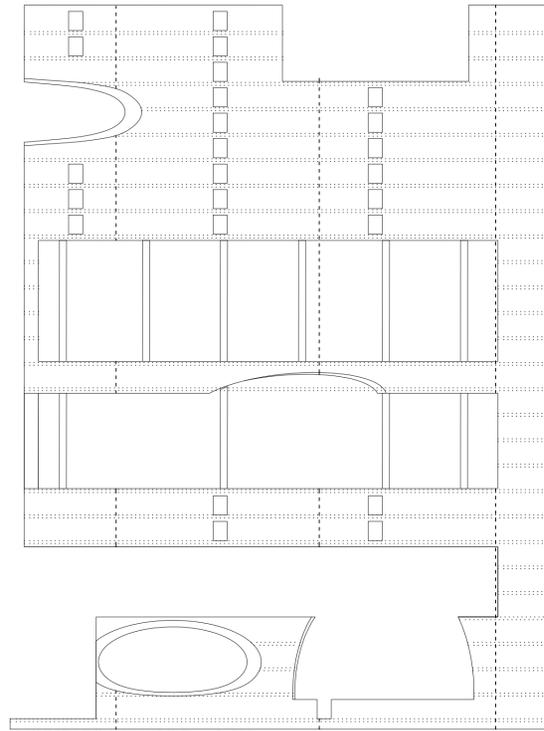
13 ESTRUCTURA_Armado de muros
 e_1/350 0 2



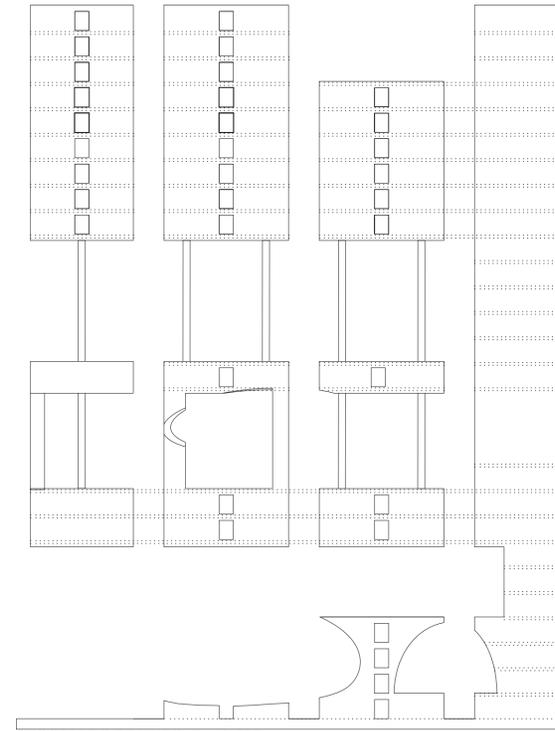
ENCOFRADO DE MURO 1. e: 1/500



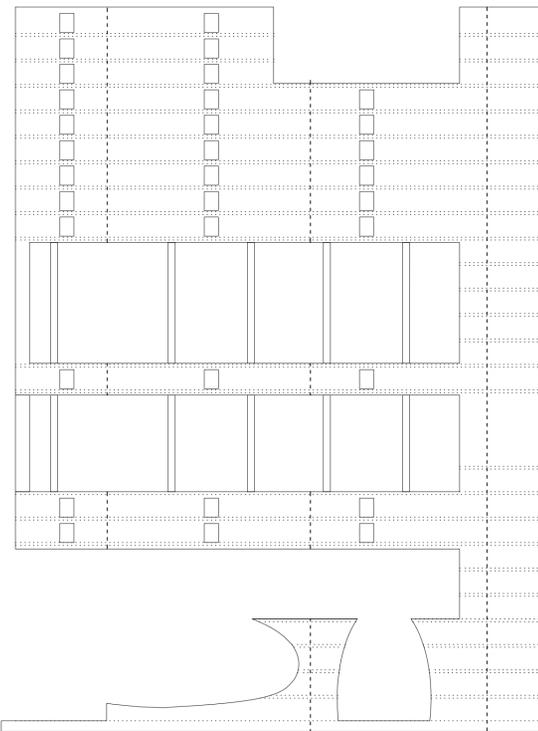
ENCOFRADO DE MURO 2. e: 1/500



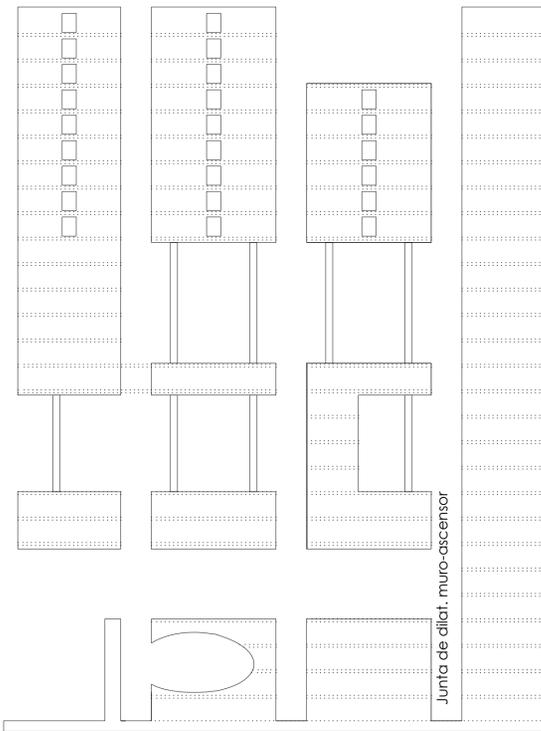
ENCOFRADO DE MURO 3. e: 1/500



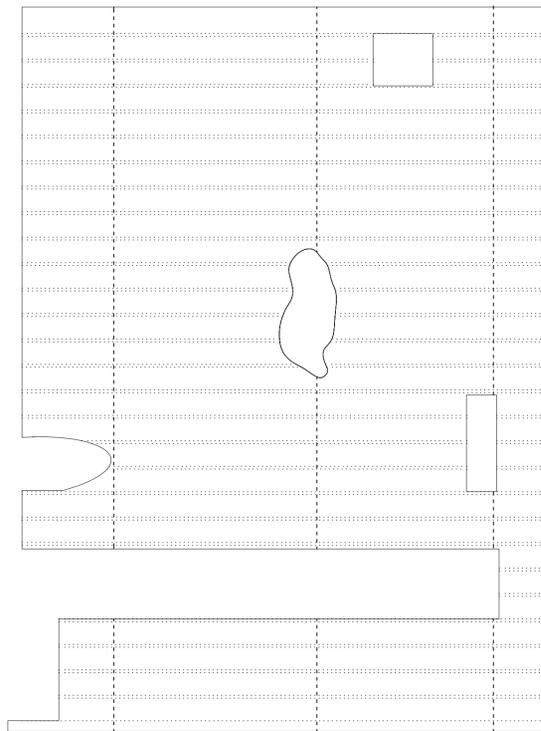
ENCOFRADO DE MURO 4. e: 1/500



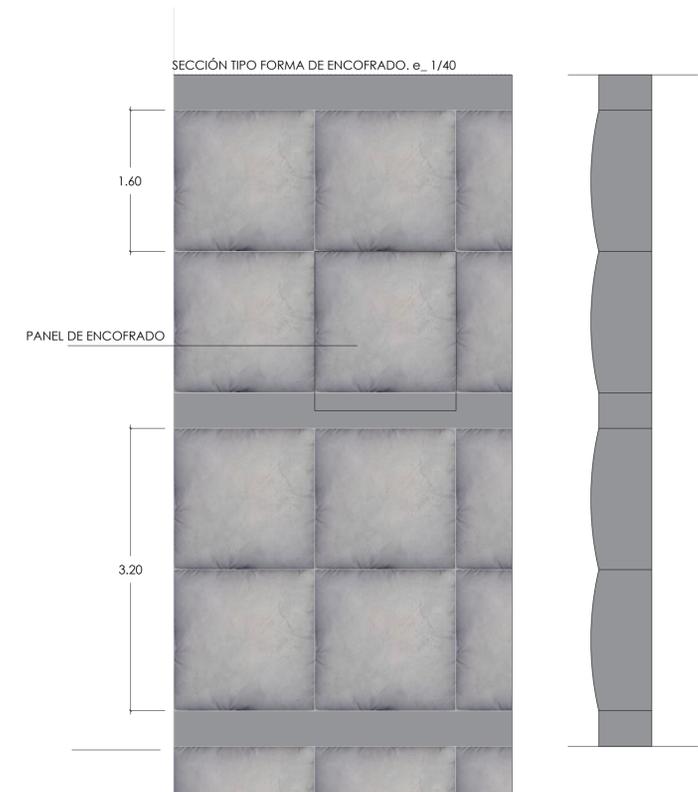
ENCOFRADO DE MURO 5. e: 1/500



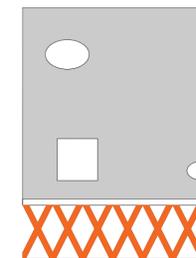
ENCOFRADO DE MURO 6. e: 1/500



ENCOFRADO DE MURO 7. e: 1/500



PANEL DE ENCOFRADO



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliotheque. OMA*

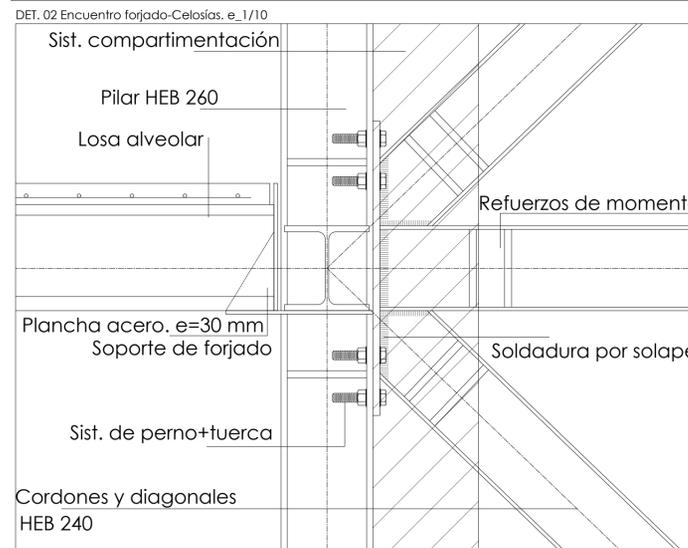
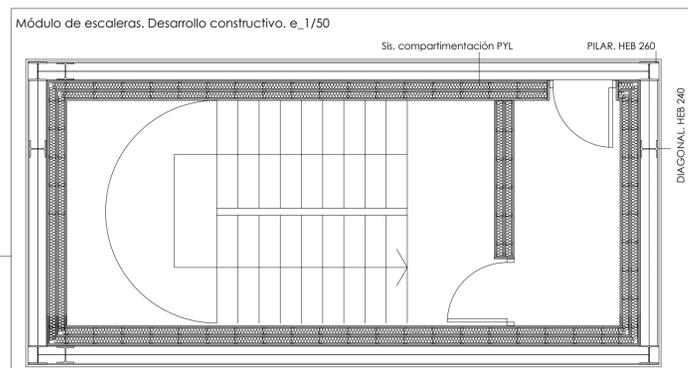
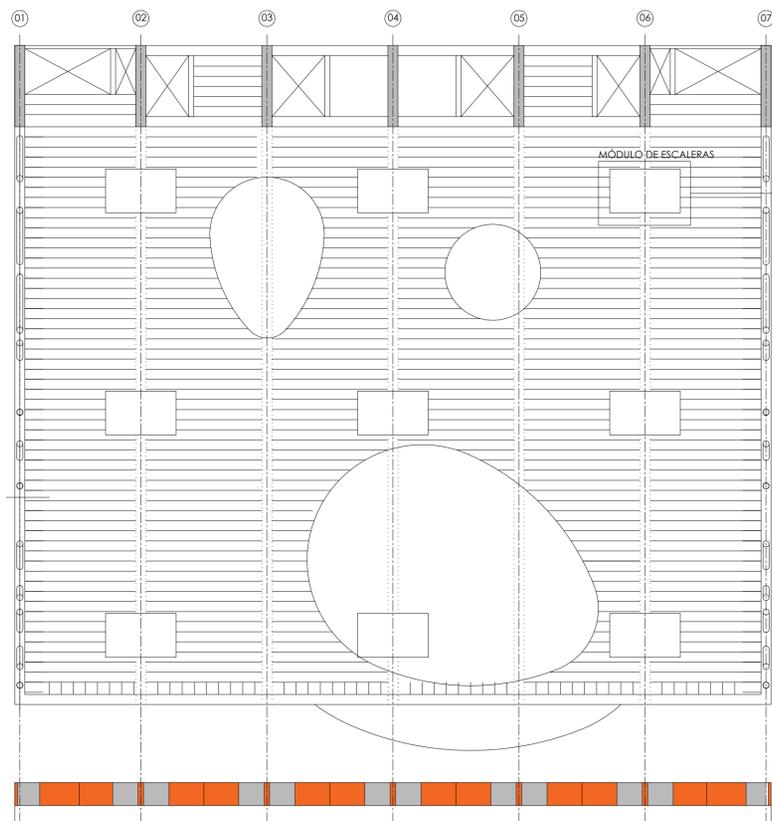
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

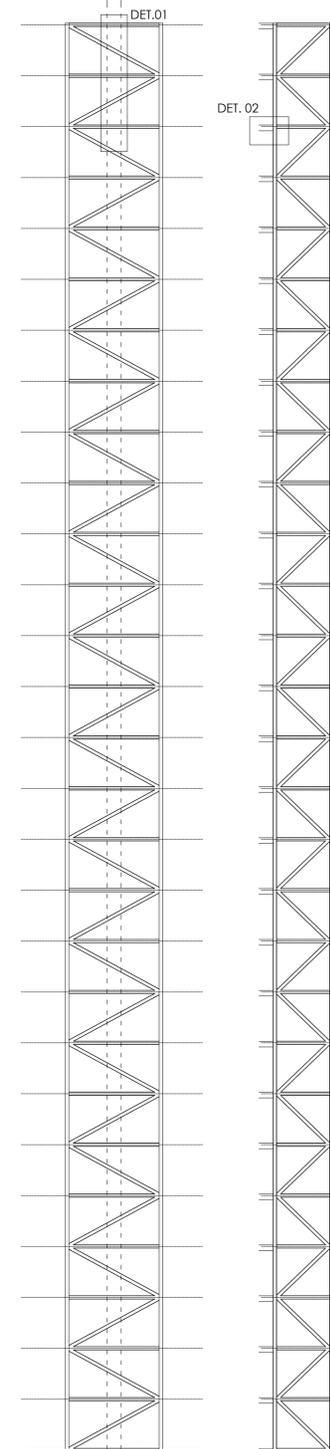
TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

14 ESTRUCTURA_Encofrado de muros

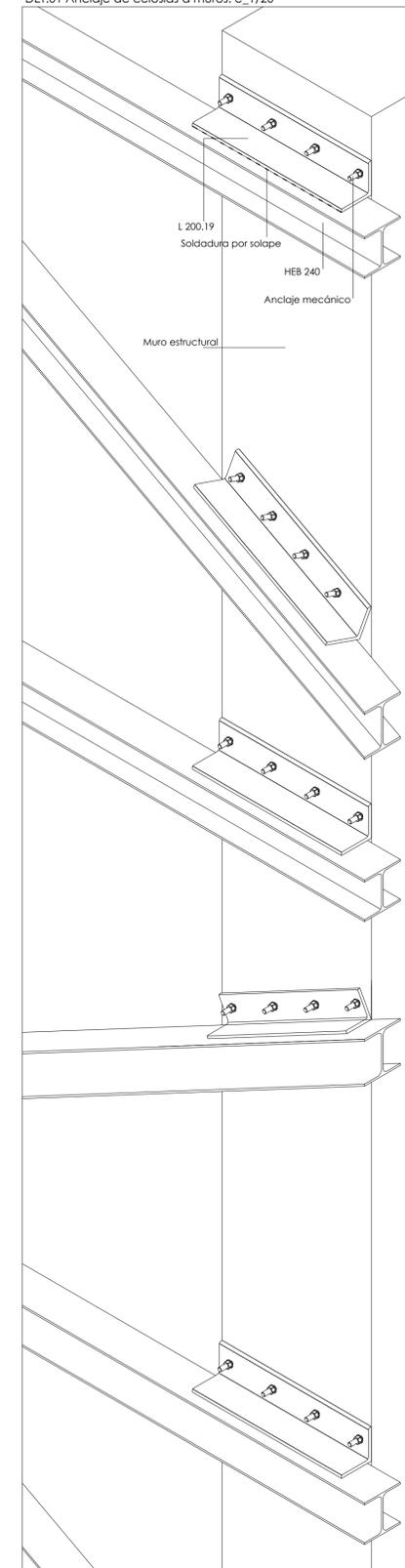




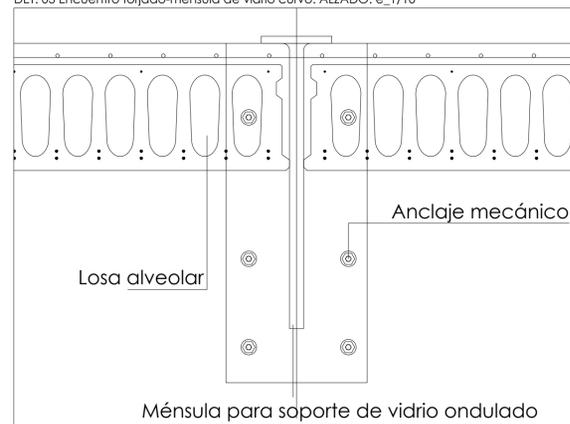
Alzados tipo de celosías. e_1/25



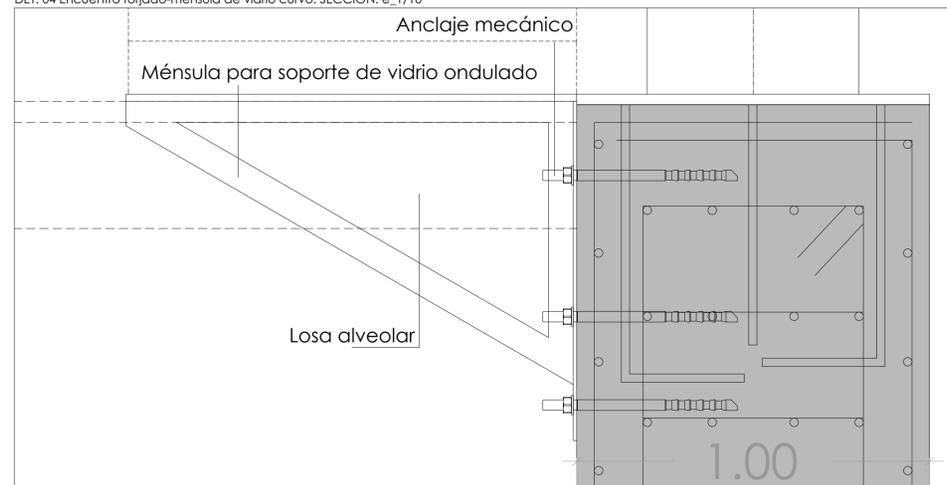
DET.01 Anclaje de celosías a muros. e_1/20



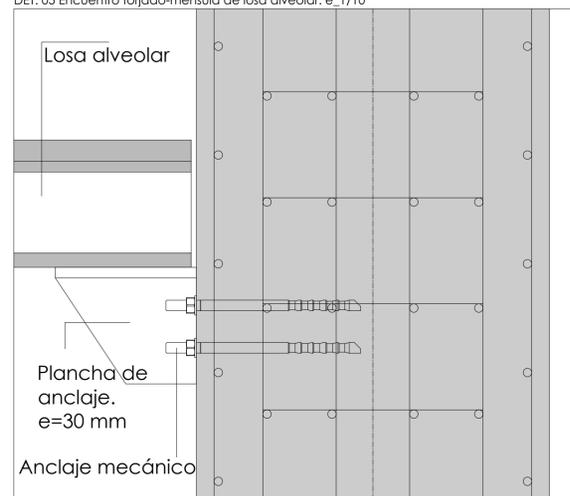
DET.03 Encuentro forjado-ménsula de vidrio curvo. ALZADO. e_1/10



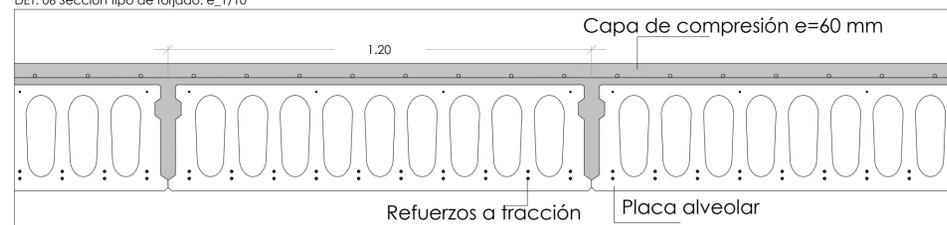
DET.04 Encuentro forjado-ménsula de vidrio curvo. SECCIÓN. e_1/10



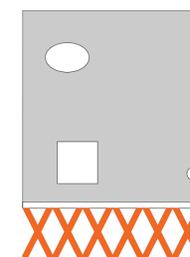
DET.05 Encuentro forjado-ménsula de losa alveolar. e_1/10



DET.06 Sección tipo de forjado. e_1/10



NOTAS:
-Los esqueletos de estos "guijarros" se anclan a los muros y los ascensores del edificio, siendo estos su único anclaje.
-Las cerchas funcionan como elementos rígidos a los que se le añaden arriostramientos laterales para que funcionen de manera conjunta entre sí.
-Cada una de estas estructuras funciona de manera similar tanto en comportamiento interno como de forma general.



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliothèque. OMA*

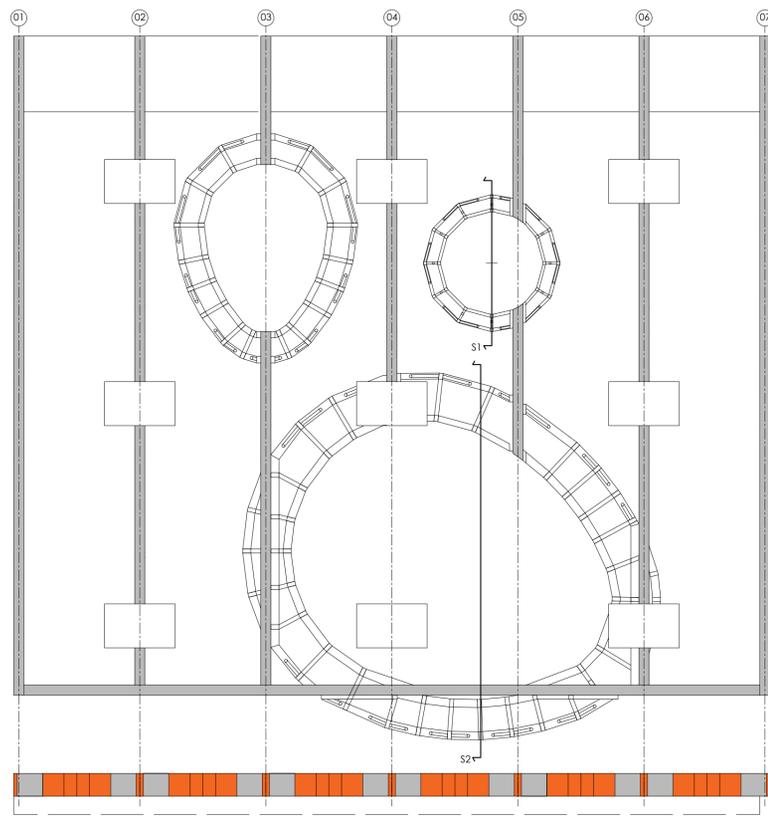
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO
SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

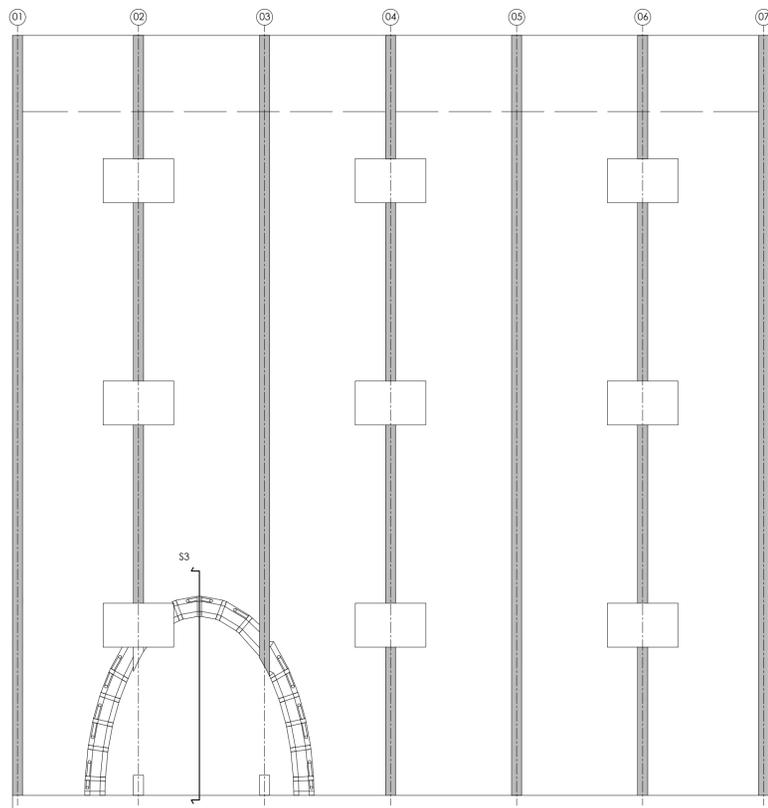
TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

15 ESTRUCTURA_Forjados y ascensores

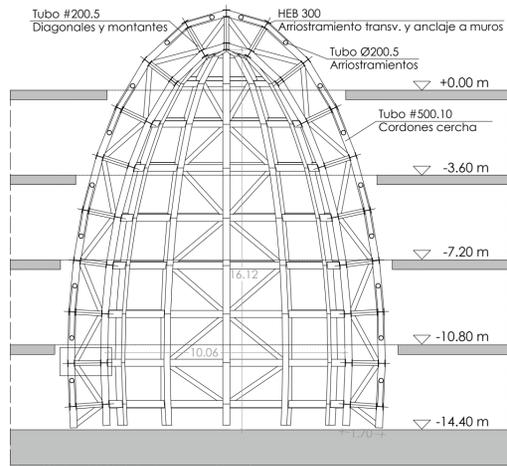
VARIAS ESCALAS



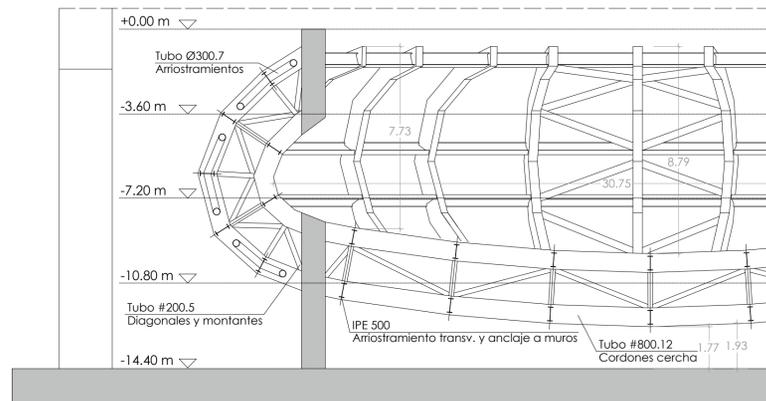
PLANTA TIPO, e 1/350. Guijarras salas de proyección



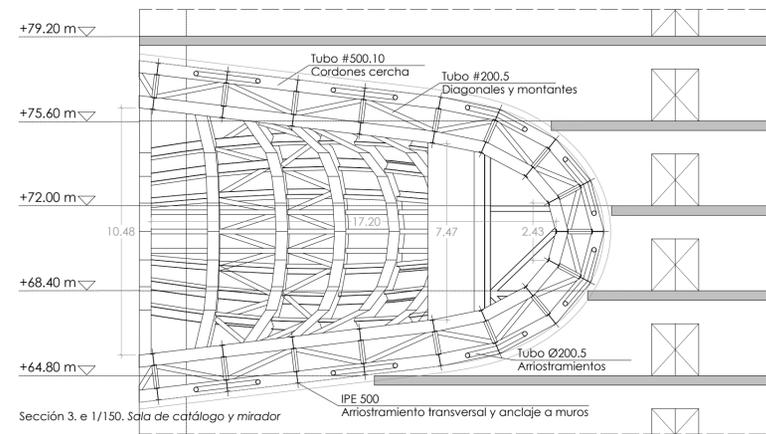
PLANTA COTA +72.00m, e 1/350. Sala de catálogo y mirador



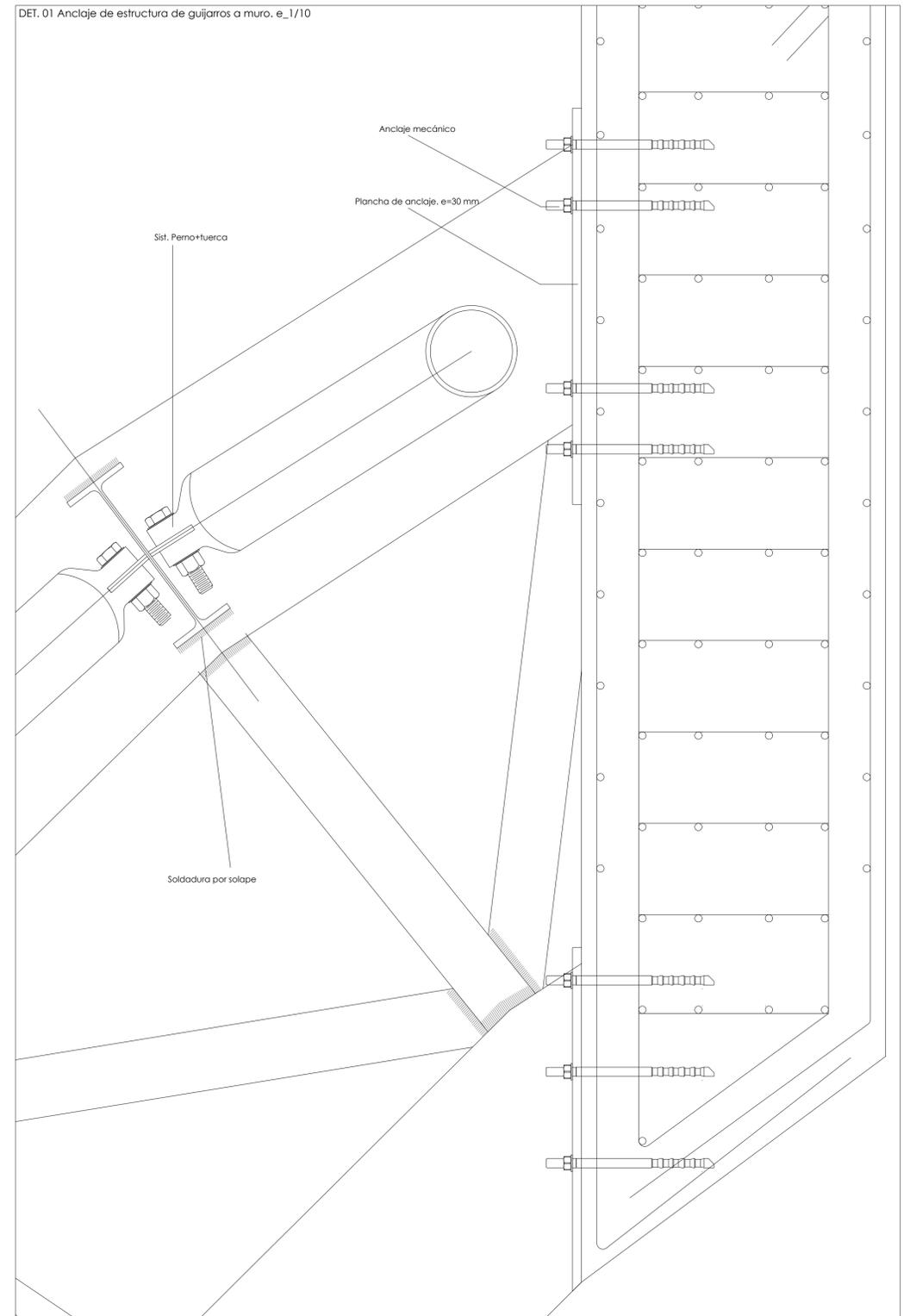
Sección 1, e 1/150. Sala de proyecciones 2



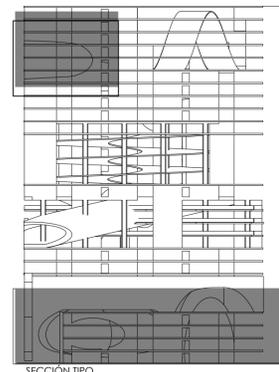
Sección 2, e 1/150. Sala de proyecciones 3



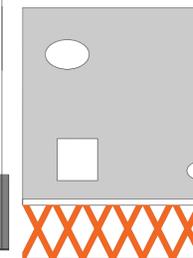
Sección 3, e 1/150. Sala de catálogo y mirador



NOTAS:
 -Los esqueletos de estos "guijarras" se anclan a los muros y los ascensores del edificio, siendo estos su único anclaje.
 -Las cerchas funcionan como elementos rígidos a los que se le añaden arriostramientos laterales para que funcionen de manera conjunta entre sí.
 -Cada una de estas estructuras funciona de manera similar tanto en comportamiento interno como de forma general.



SECCIÓN TIPO



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliotheque. OMA*

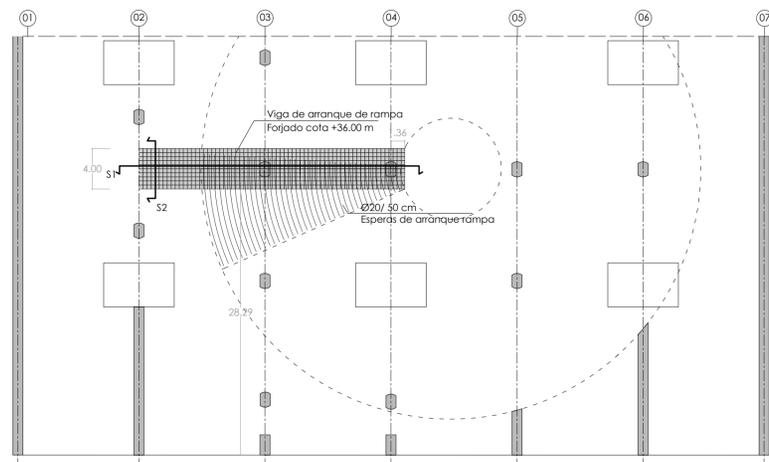
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
 TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

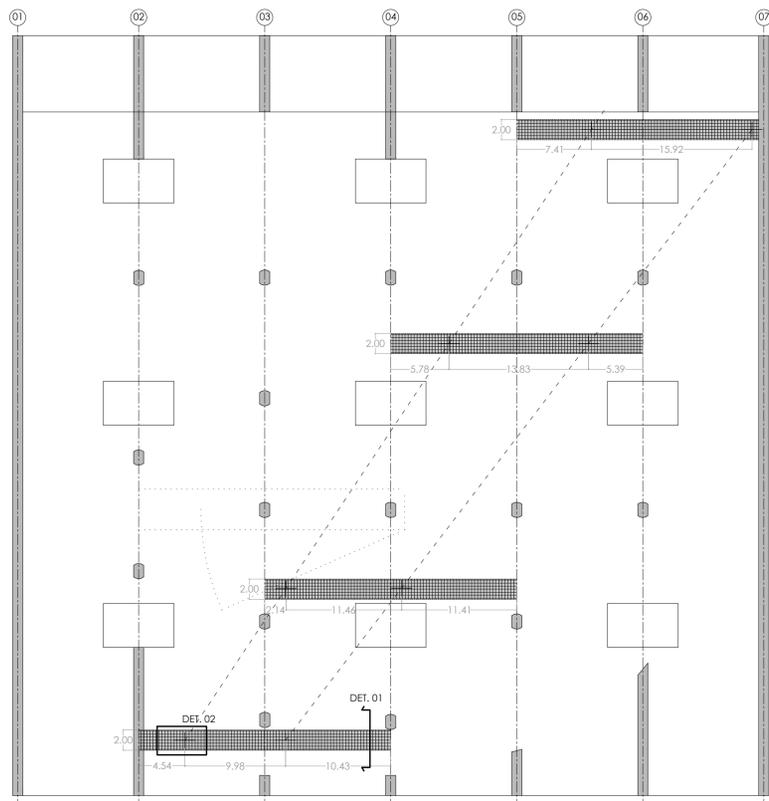
TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

16 ESTRUCTURA_Guijarros

VARIAS ESCALAS

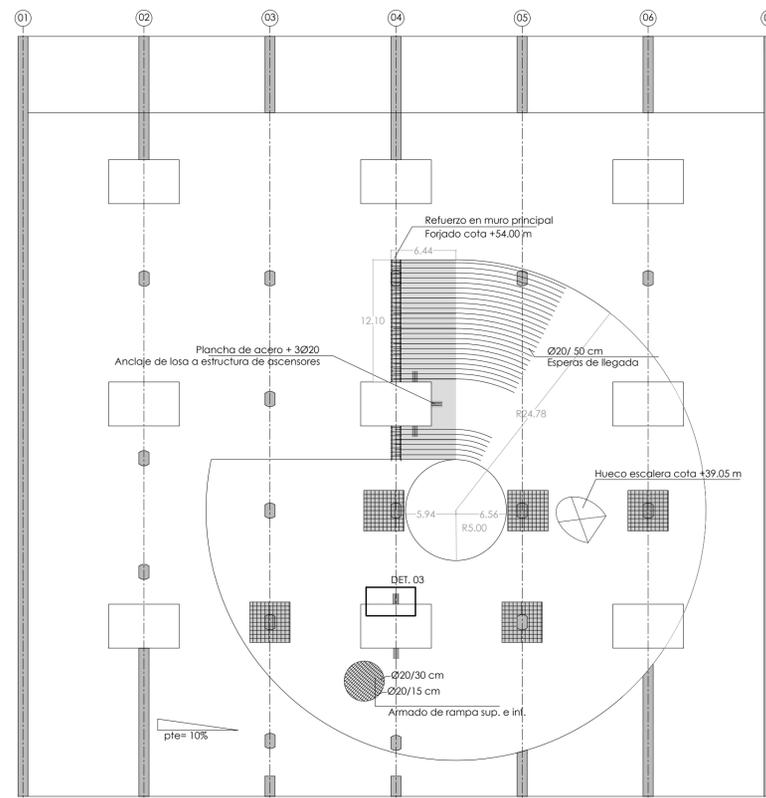
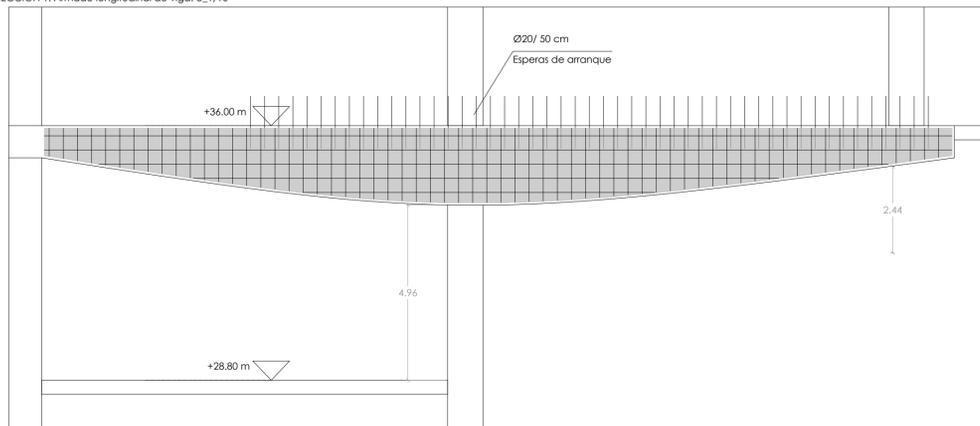


PLANTA COTA + 36.00 m. Armado de viga y losa de espiral

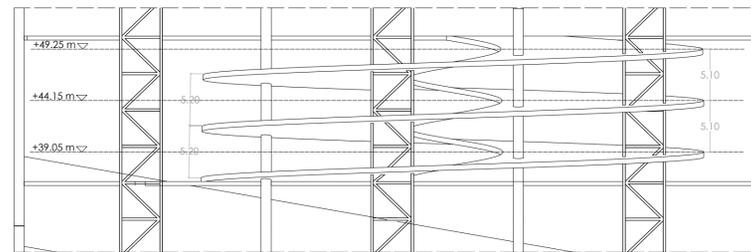


PLANTA COTA + 36.00 m. Vigas de soporte para frentes

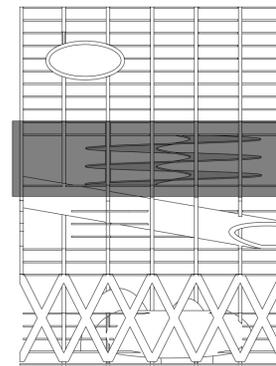
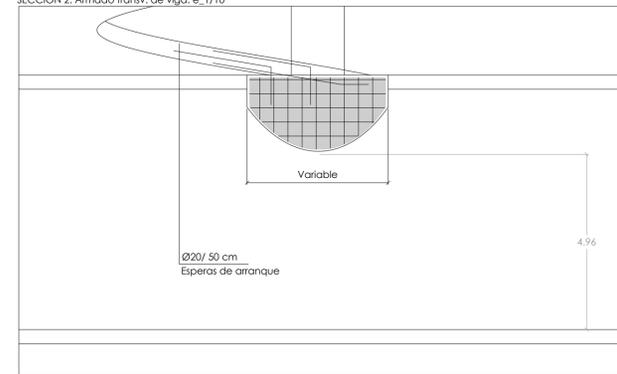
SECCIÓN 1. Armado longitudinal de viga, e. 1/10



PLANTA COTA + 54.00 m. Armado de rampa y coronación



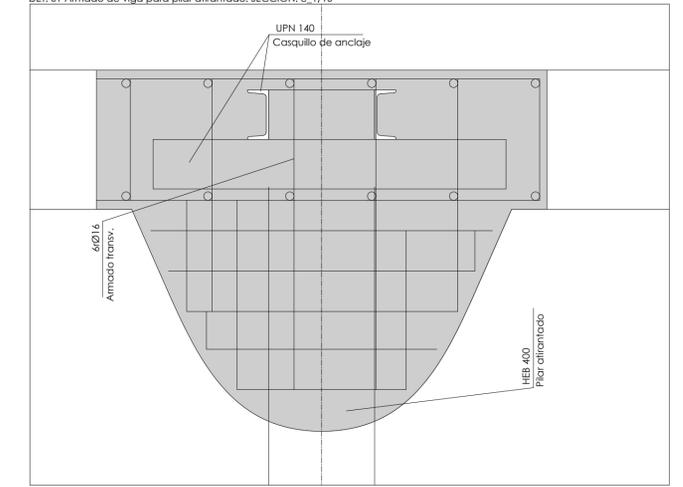
SECCIÓN 2. Armado transv. de viga, e. 1/10



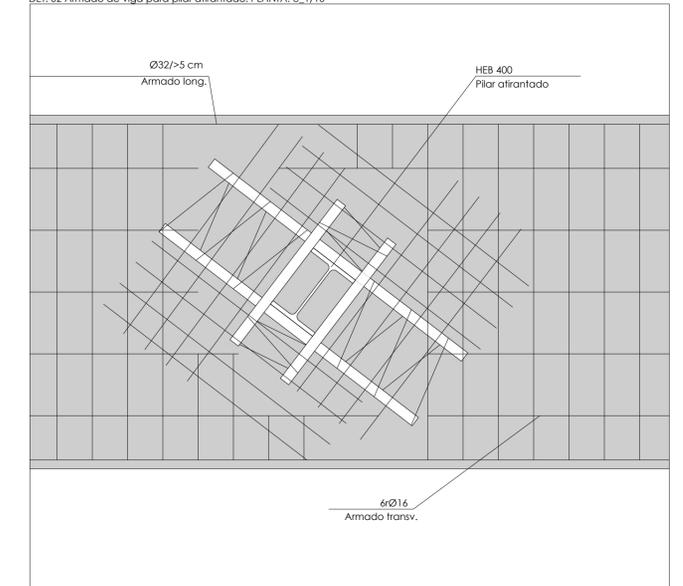
NOTAS:

- En la planta +36.00 m nace por un lado, la rampa de una de las bibliotecas y por otro, las vigas que soportarán los frentes de una de las salas de lectura.
- Estas vigas se colocan y son soportadas por los muros longitudinales, y tendrán un canto variable por razones de proyecto. Por ello llevará un encofrado con el cual hará esa forma alabeada.
- La rampa será soportada tanto por los pilares de los muros como por la estructura de los ascensores.

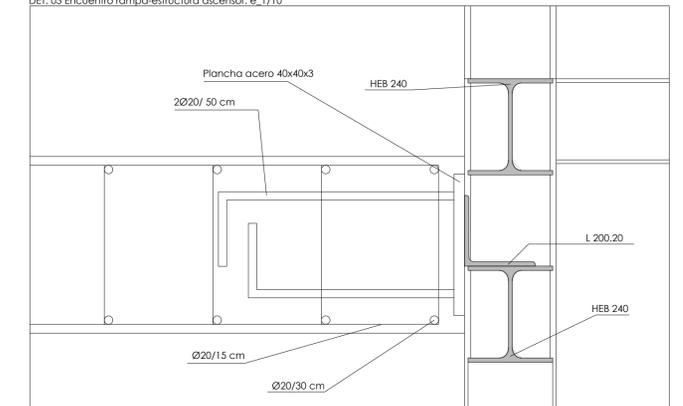
DET. 01 Armado de viga para pilar atirantado. SECCIÓN, e. 1/10



DET. 02 Armado de viga para pilar atirantado. PLANTA, e. 1/10



DET. 03 Encuentro rampa-estructura ascensor, e. 1/10



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. Très Grand Bibliotheque. OMA

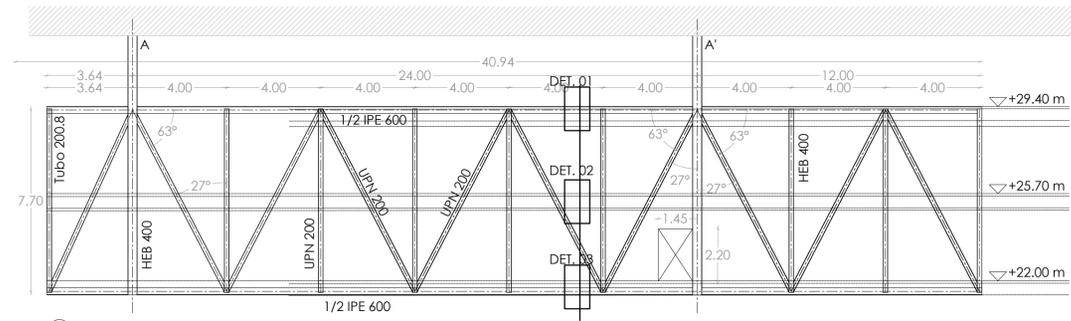
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

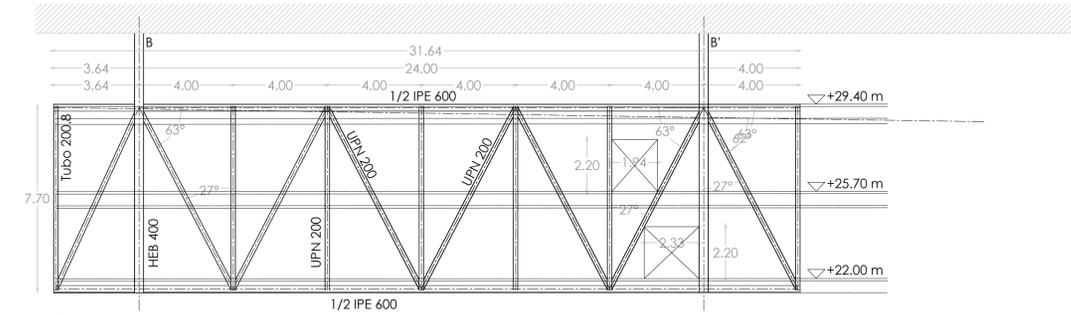
TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

17 ESTRUCTURA_Vigas de cuelgo y losa de rampa

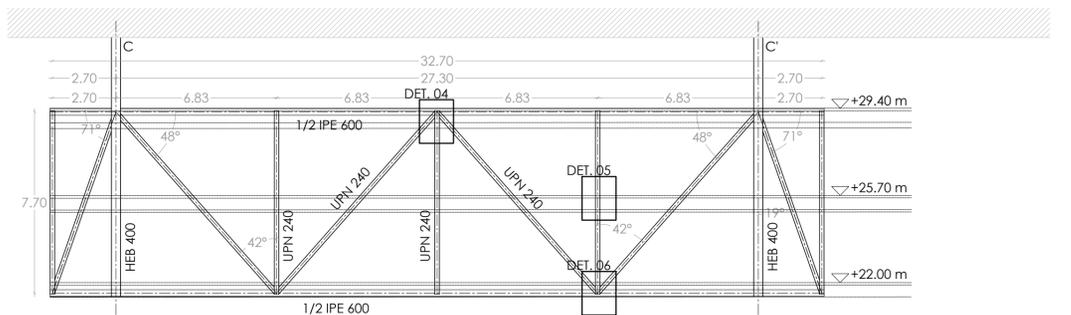
VARIAS ESCALAS



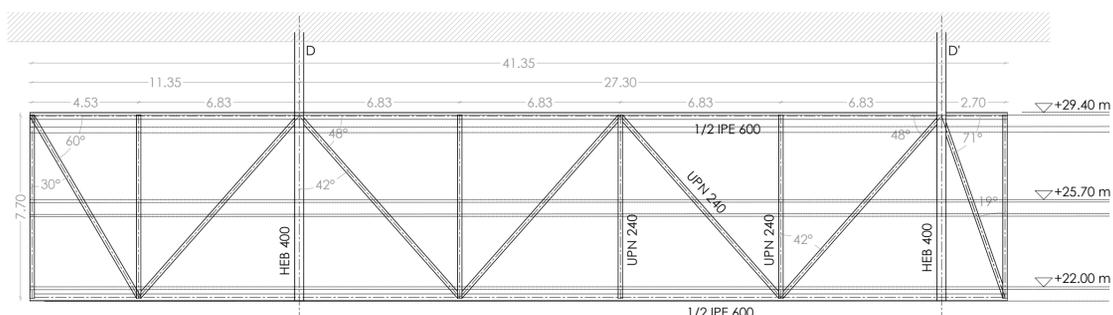
C1 CERCHA 1



C2 CERCHA 2

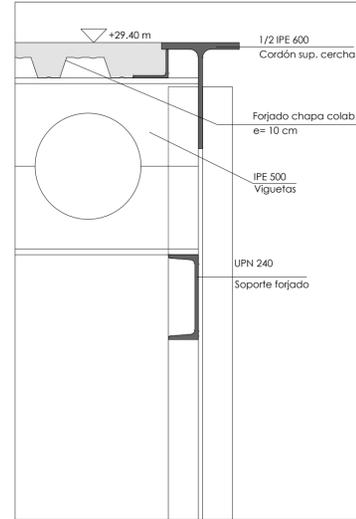


C3 CERCHA 3

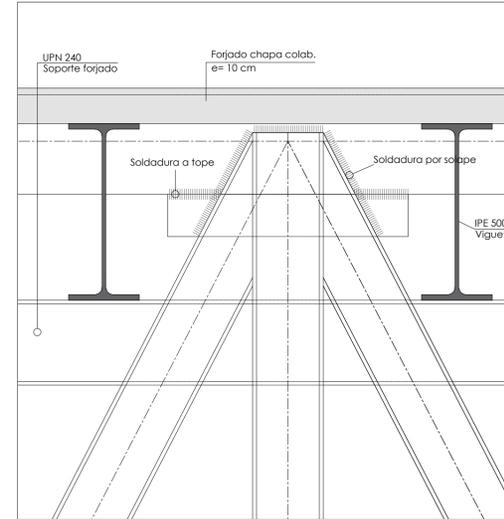


C4 CERCHA 4

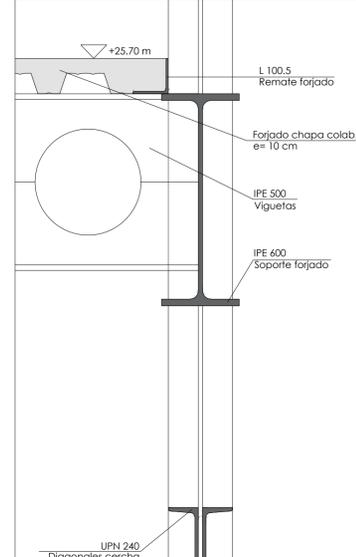
DET.01_Encuentro sup. cercha-forjado, e.1/10



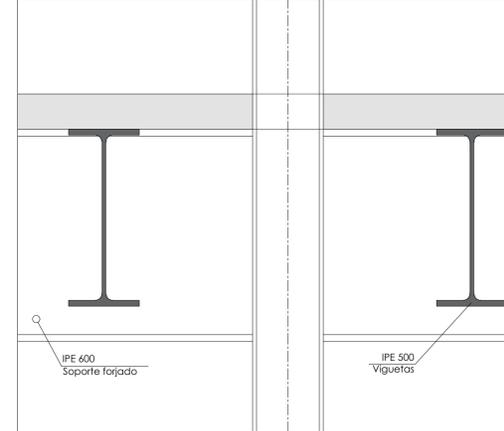
DET.04_Encuentro sup. cercha, e.1/10



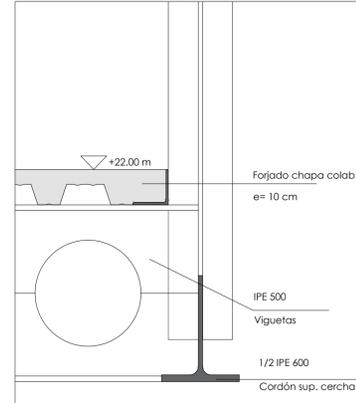
DET.02_Encuentro intermedio cercha-forjado, e.1/10



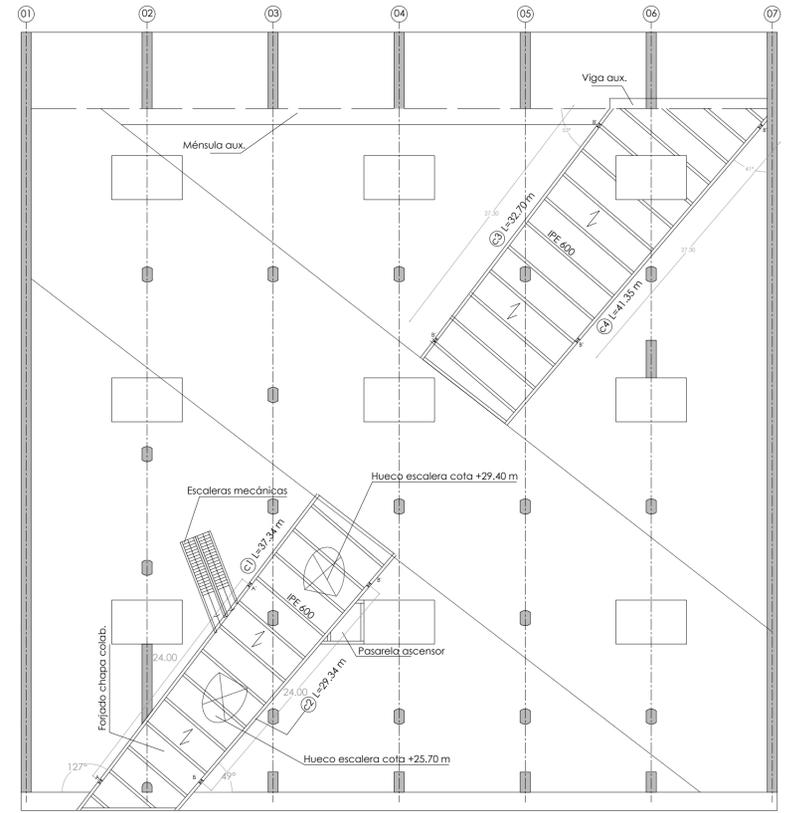
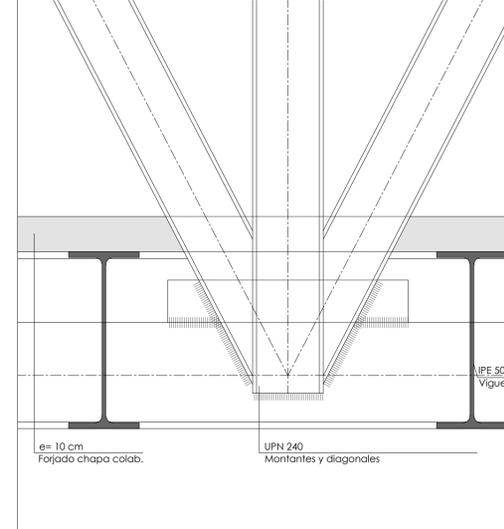
DET.05_Encuentro intermedio cercha, e.1/10



DET.03_Encuentro inferior cercha-forjado, e.1/10



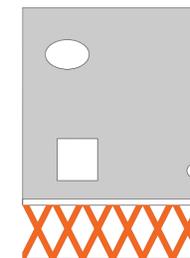
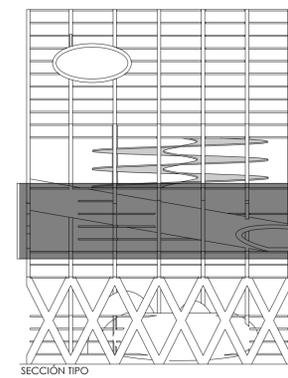
DET.06_Encuentro inferior cercha, e.1/10



PLANTAS COTA +22.00 m, +25.70 m y +29.40m. Cerchas sala de lectura 1



NOTAS:
 -Las cerchas cuelgan de los pilares que nacen de la planta superior, funcionando como una barra a tracción de las propias cerchas.
 -Las uniones de los nudos de las cerchas son rígidas, los cuales se ejecutan a través de 1/2 IPE 600 al que se le sueldan en su alma UPN 240 de montantes y diagonales.
 -Los forjados están compuestos por viguetas IPE 500 apoyadas entre cerchas y un forjado colaborante con una luz inferior a 3 m.

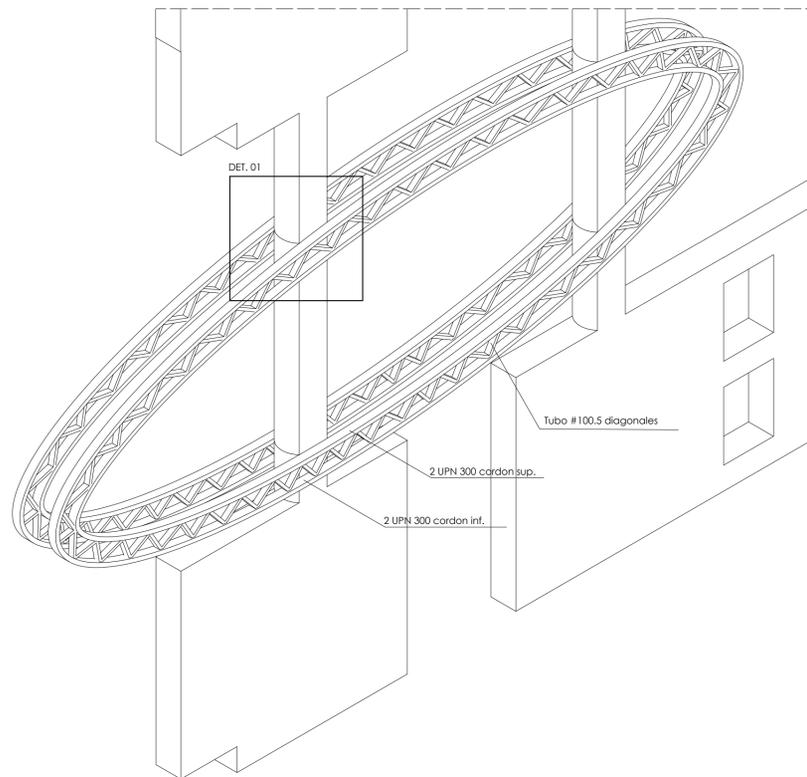
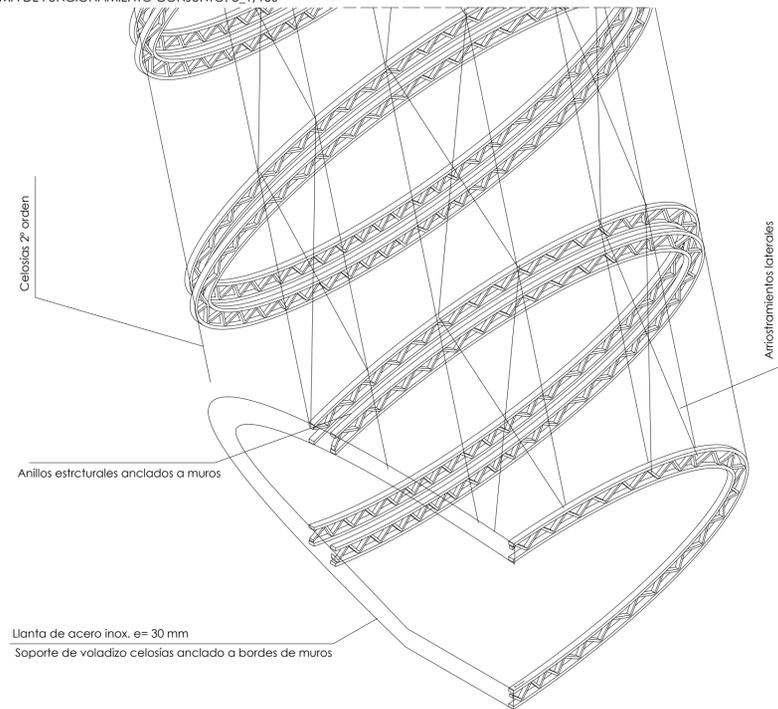
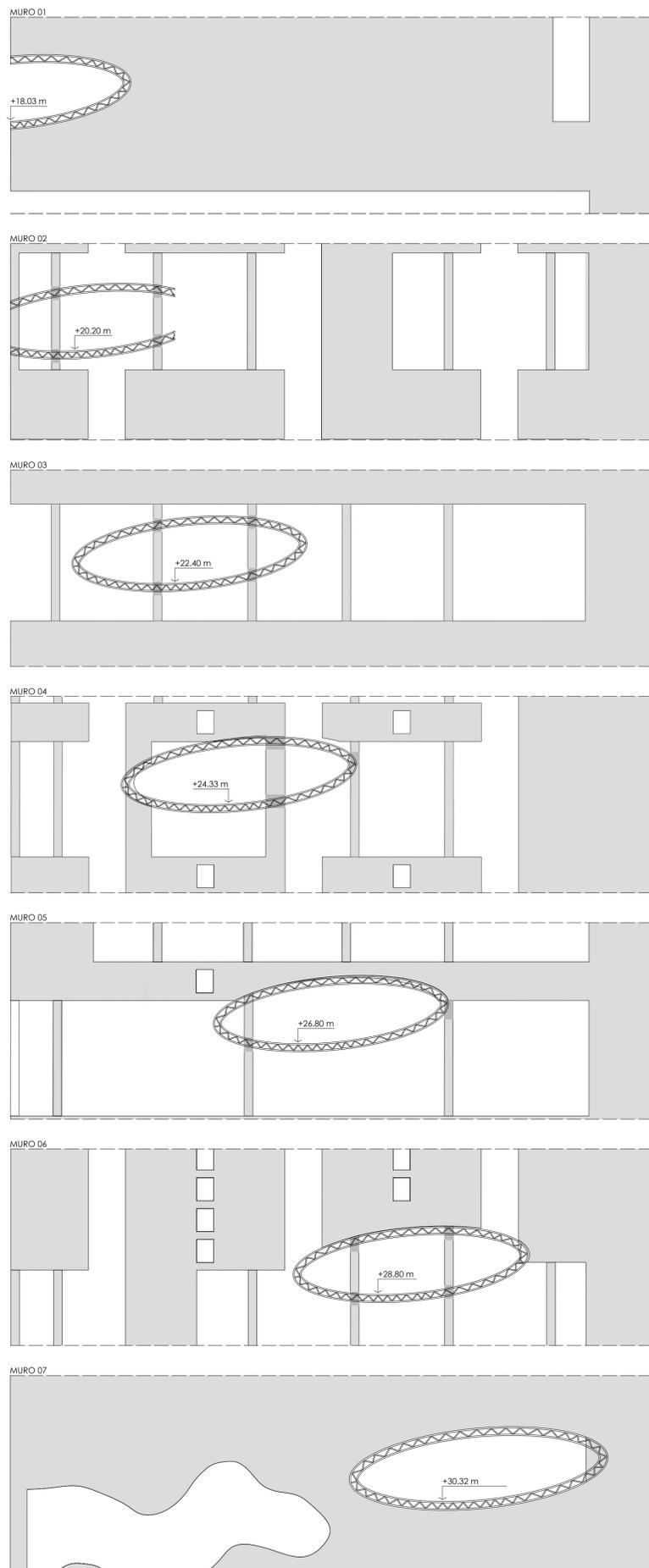


DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliotheque. OMA*

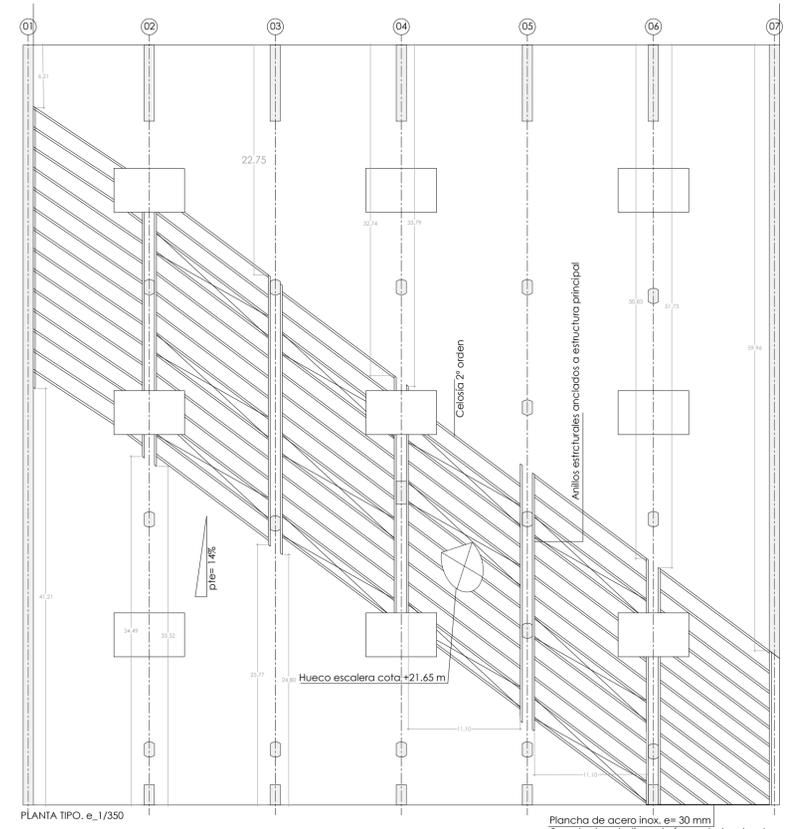
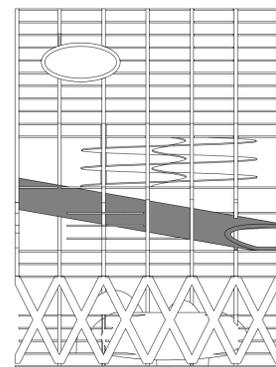
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
 TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

18 ESTRUCTURA_Sala de lectura 1
 VARIAS ESCALAS

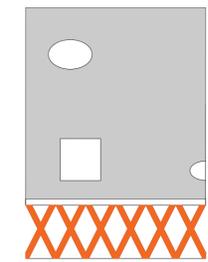
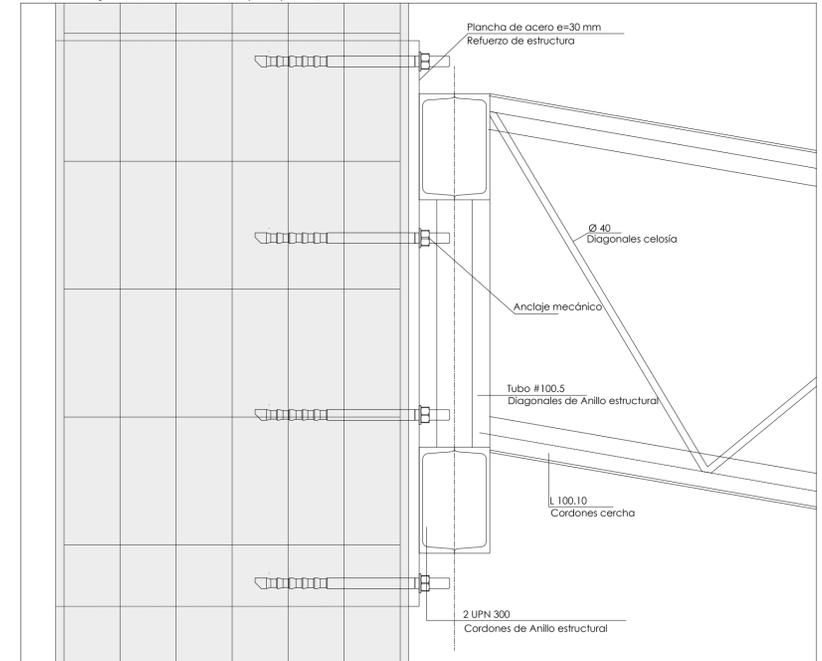


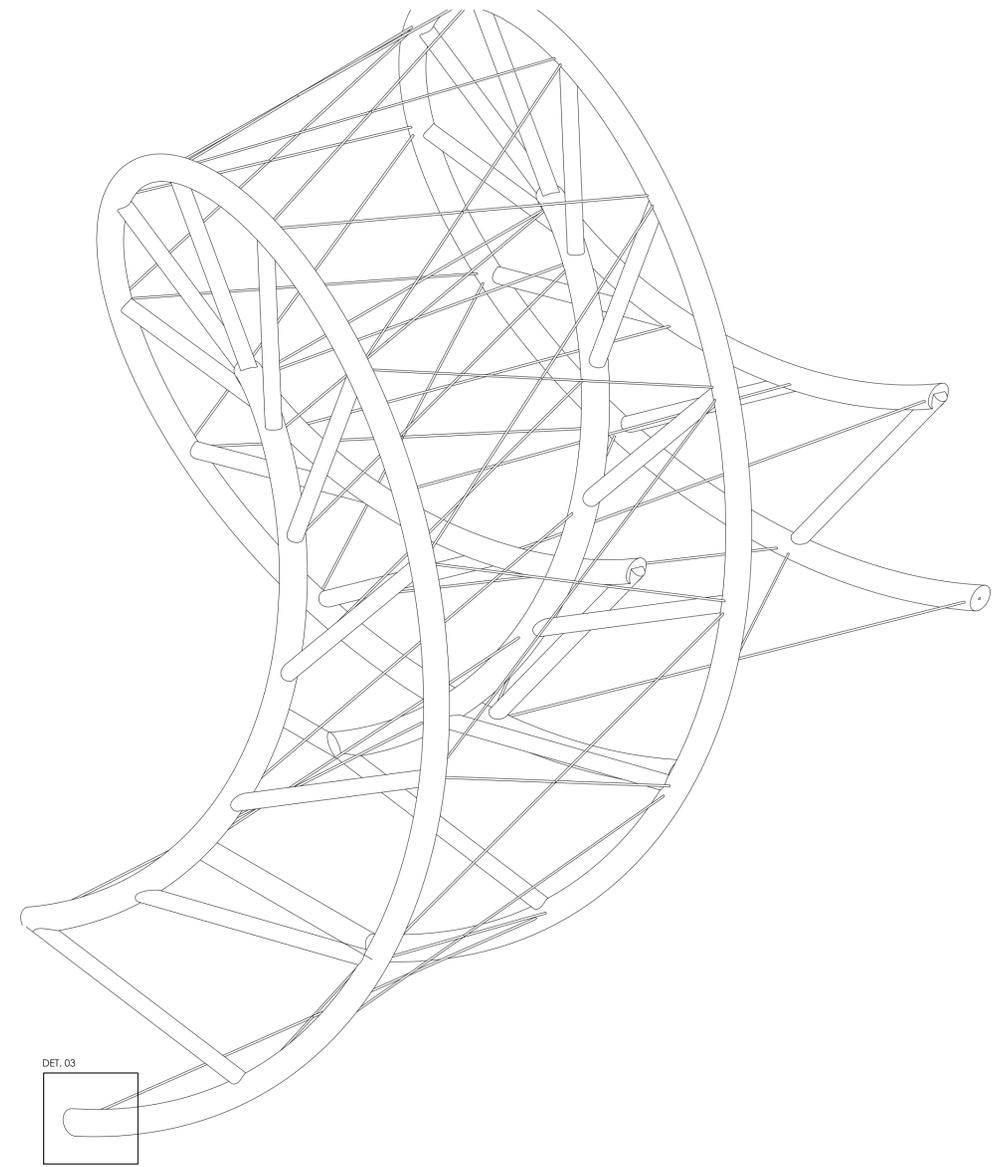
NOTAS:
 -Las cerchas se doblan, anclados a los testeros de los muros.
 -Estas estructuras funcionan como unos anillos estructurales, a los que posteriormente se uniran unas cerchas en dirección perpendicular a ellos, creando el conjunto de la sala de lectura.
 -Las planchas se unirán a los muros por anclajes mecánicos.
 -Los anillos se unirán a las planchas mediante soldaduras.



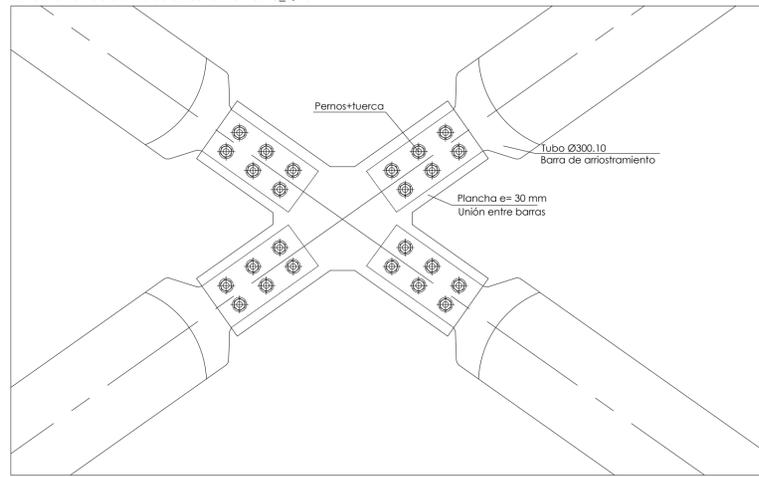
PLANTA TIPO. e_1/350

DET. 01

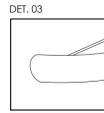
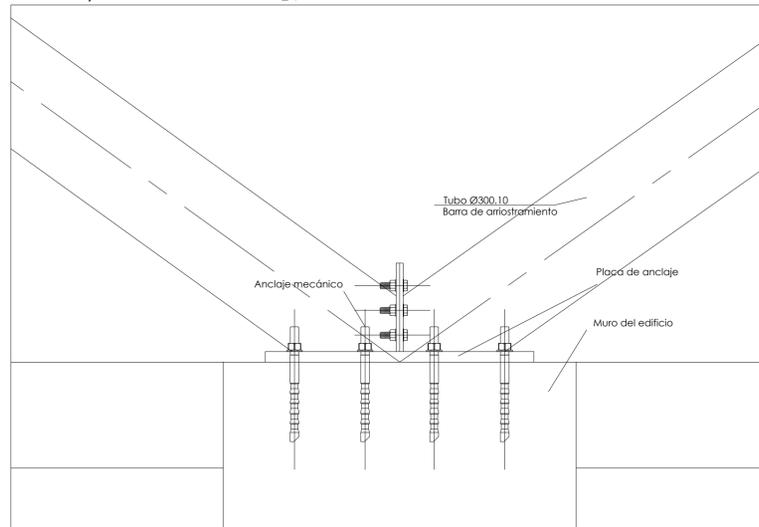




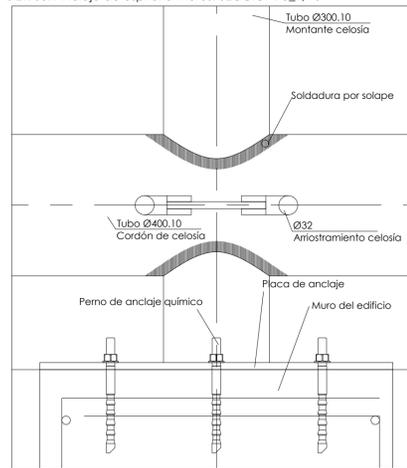
DET. 01. Unión de barras de arriostros. e_1/10



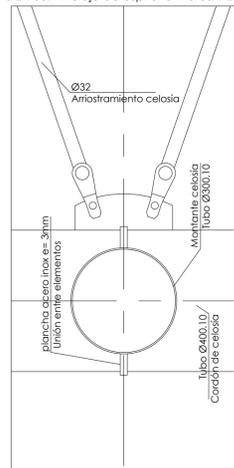
DET. 02. Anclaje de arriostros a muros. e_1/10



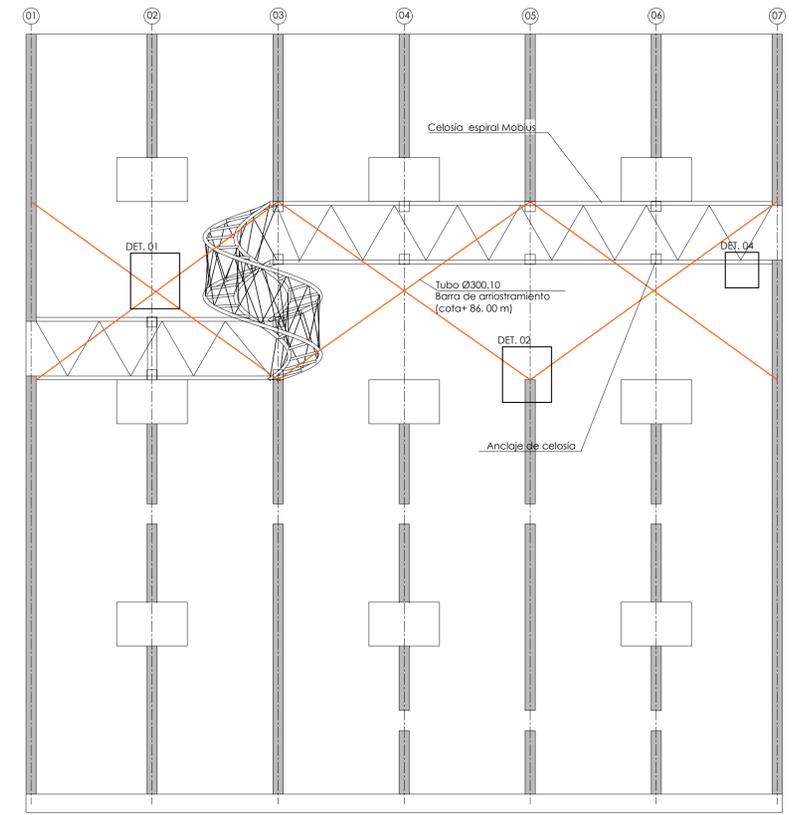
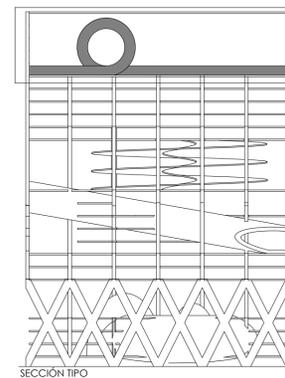
DET. 03. Anclaje de espiral a muros. SECCIÓN. e_1/10



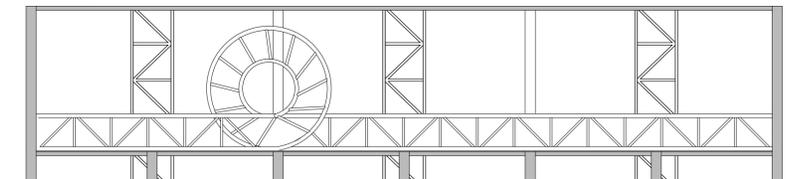
DET. 03. Anclaje de espiral a muros. PLANTA. e_1/10



NOTAS:
 -El desarrollo de la espiral de Moebius se hace a través de cerchas constituidas por tubos y cables metálicos.
 -Las uniones entre piezas pretenden ser mínimas, por tanto en una misma unión se sueldan tubos y arriostros.
 -Esta estructura se une a la cara superior de los muros del edificio mediante placas de anclaje.
 -El arriostros de los muros en este espacio vacío se realiza mediante cruces rígidas de San Andrés.



PLANTAS COTA + 72.00 m. Biblioteca de investigación. Espiral de Moebius.



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliotheque. OMA*

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
 TRABAJO FIN DE GRADO SEPT. 2022

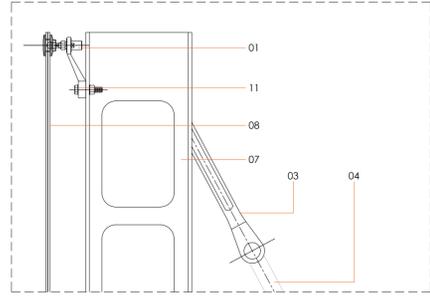
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

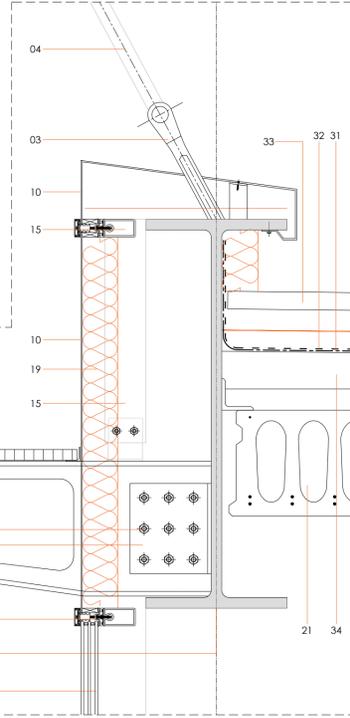
20 ESTRUCTURA_Espiral de Moebius

VARIAS ESCALAS

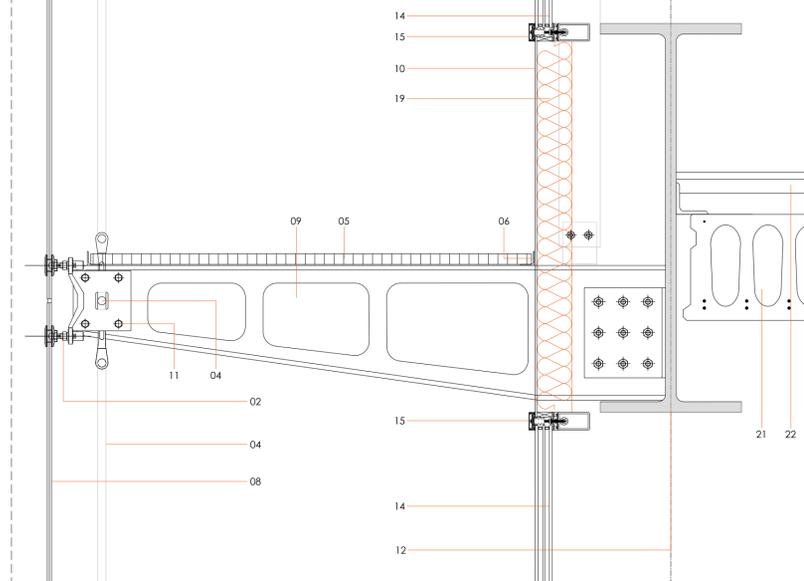
DET. 01 Remate superior de fachada. e. 1/10



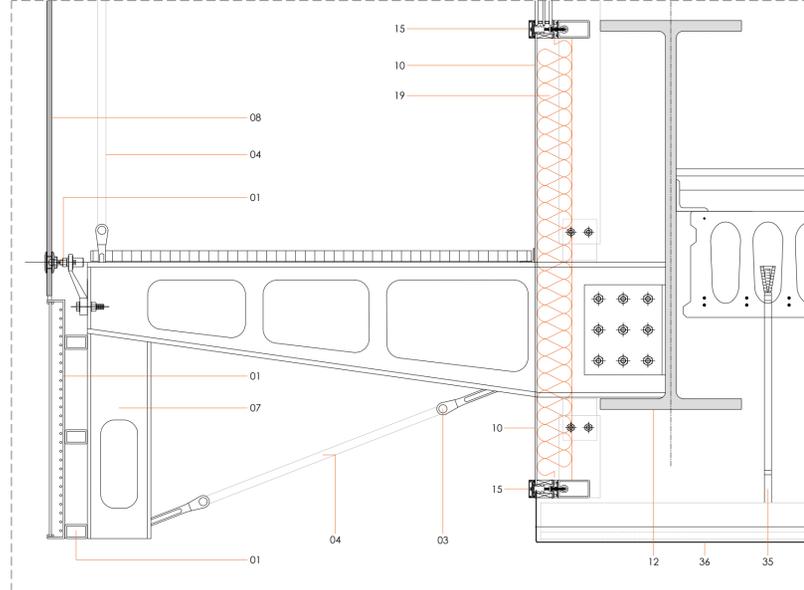
DET. 02 Encuentro de fachada y cubierta. e. 1/10



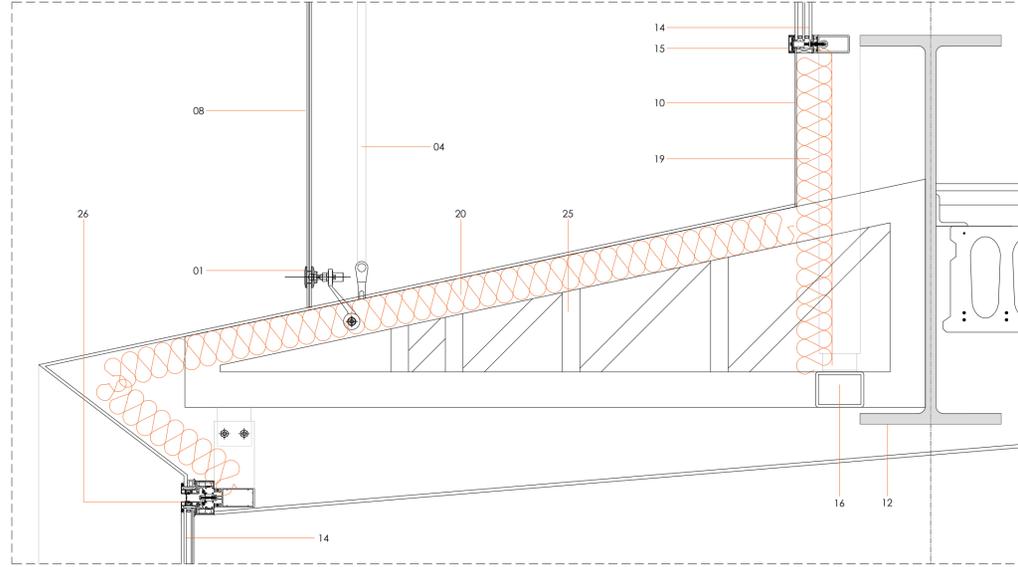
DET. 03 Detalle tipo de fachada. e. 1/10



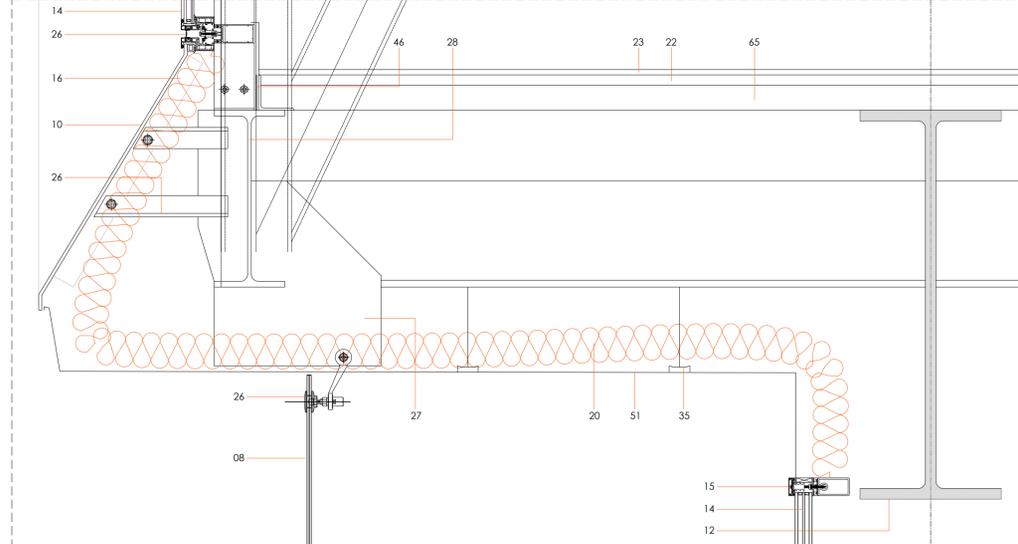
DET. 04 Remate inferior de fachada y encuentro con panel de iluminación. e. 1/10



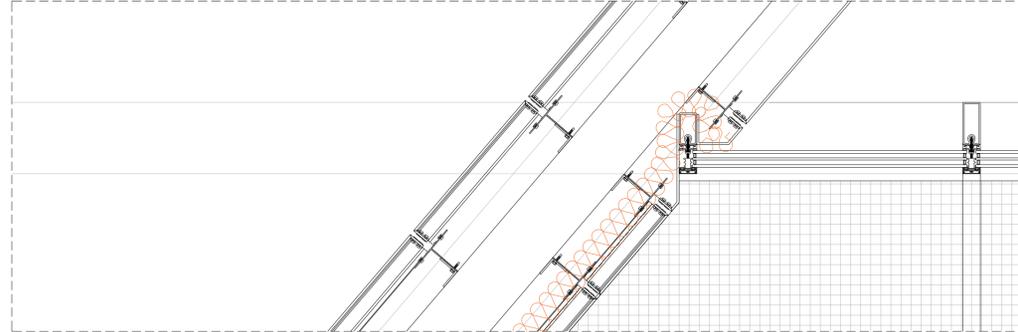
DET. 05 Remate superior del voladizo de la sala de lectura 1. e. 1/10



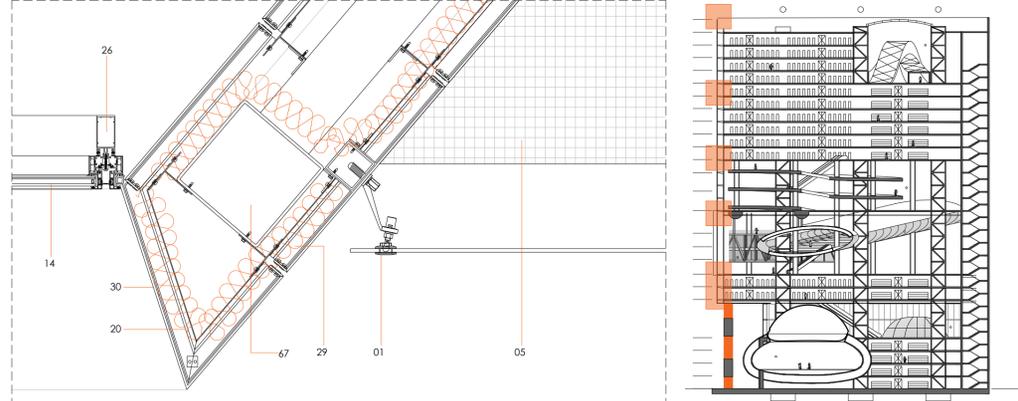
DET. 06 Remate inferior del voladizo de la sala de lectura 1. e. 1/10



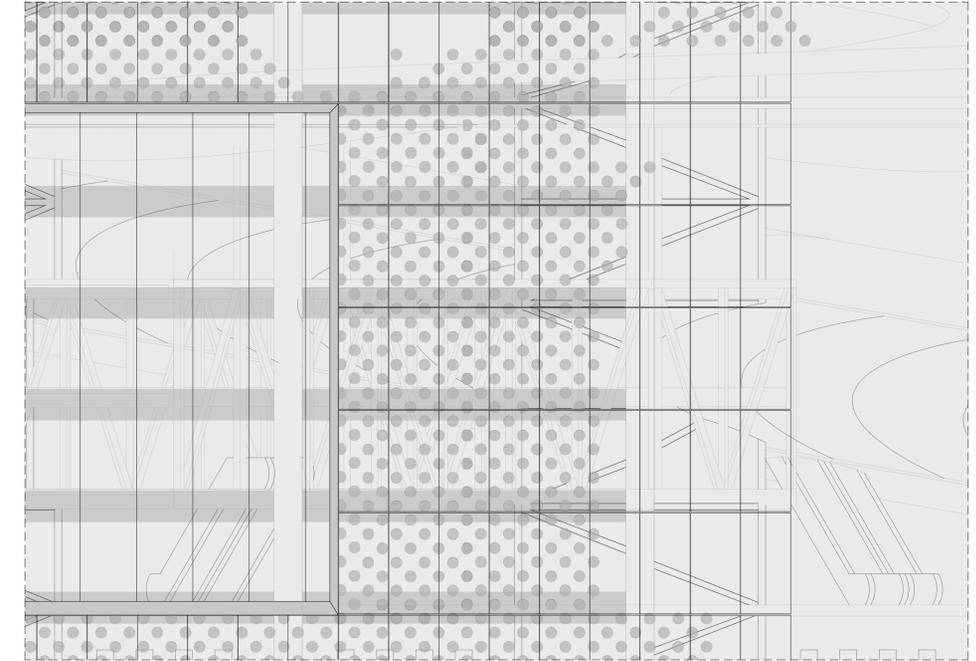
DET. 07. (HORIZONTAL). Encuentro de voladizo de la sala de lectura 1 con fachada e. 1/10



DET. 08. (HORIZONTAL). Encuentro de voladizo de la sala de lectura 1 con fachada e. 1/10

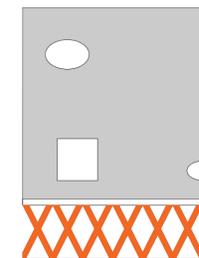


Alzado en detalle de la fachada. e. 1/200



LEYENDA

1. Rótula de anclaje de vidrio de 2 patas. Acero inox.
2. Rótula de anclaje de vidrio de 4 patas. Acero inox
3. Horquilla fija de anclaje soldada a soportes
4. Cable acero inox trenzado 1x19
5. Rejilla metálica
6. Angular metálico L 50.5
7. Perfil IPE 300 aligerado acero inox.
8. Vidrio doble 4/PVB/4 Seligrifiado + Silicona estructural entre uniones
9. Ménsula de soporte de fachada. Perfil fabricado en taller. Planchas e=30 mm de acero inox.
10. Composite e=4 mm
11. Sist. De pernos+tueras. Métrica según normativa
12. Perfil IPE 1100 con pintura intumescente naranja
13. Plancha metálica en L soldada a tope. L 200.200.5 soldada y atornillada a soportes
14. Vidrio de muro cortina 4+4/12/6/12/4+4
15. Sistema de muro cortina: montantes y travesaños + anclajes + tapetas + siliconas de unión
16. Perfil tubular 60.40.5
17. Pantalla de iluminación tipo LED
18. Vidrio templado 6/6. Transparente
19. Aislante XPS e_{min}= 100 mm
20. Aislante PUR e_{min} = 100 mm
21. Forjado alveolar según planos de estructura. h=30 cm
22. Solera de mortero autonivelante e_{min} = 25 mm
23. Acabado tipo cerámico
24. Perfil angular L 90.10 soldado
25. Cercha metálica de perfiles tubulares 20.20.4 soldada a estructura principal
26. Sistema de muro cortina con tapetas ocultas +montantes+ travesaños+ anclajes+ siliconas de unión
27. Plancha de acero e=10 mm soldada a soporte
28. IPE 500 aligerado. Vigüeta de cercha según plano de estructura
29. Sist. De fachada ventilada de composite. Montantes + Soportes puntuales + bandejas de composite
30. Composite de acero inox e = 6 mm. Acabado grabado según plano de alzados
31. Lámina impermeable textil
32. Lámina antipunzonante
33. Losa aligerada de material plástico. Anclada a soporte
34. Formación de Pte. inclinación 2%
35. Anclaje de falso techo según tipo de soporte
36. Sist. De techo metálico. Bandejas de display + perfiles de sujeción de acero inox.
37. Muro estructural. Armado según planos de estructura
38. Anclaje químico
39. Perfil metálico UPN 300
40. Conectores de muro. Pernos roscados soldados a llanta
41. Llanta de acero inox. e=30 mm
42. Vidrio estructural ondulado 8/PVB/8
43. Travesaño de Sist. De fachada de vidrio ondulado. Sistema estructural+ Tapetas con aislamiento
44. Triangulación de fachada de vidrio ondulado. Cableado de acero inox.
45. Ménsula de soporte de fachada de vidrio ondulado. Según plano de estructura
46. Banda elástica perimetral
47. Aplacado de mármol de Travertino
48. Sist. De anclaje de fachada de mármol. Montantes+ anclajes puntuales
49. Celosía metálica. Según plano de estructura
50. Placa de anclaje a muro
51. Sistema de techo mediante bandejas metálicas
52. Sist. De ventilación interior de la sala
53. IPE 200 vigüetas
54. Suelo de chapa acero inox. textura de rombos
55. 1/2 IPE 80. Anclaje de techo junto con pernos. Ejecutado desde el interior
56. Sist. De bandejas metálicas con forma "acolchada"
57. Bandejas de composite multicapa: acabado de acero inox+aislamiento e= 150 mm
58. Ménsulas de soporte de bandejas atornilladas a montantes
59. Montantes: perfil tubular 200.120.6 atornillados a estructura principal de guijarros
60. Estructura principal de guijarros. Según plano de estructura
61. Trasdosado int. De PVL 11/1.5+1.5
62. Sistema de acabado interior. Bandejas metálicas perforadas+iluminación interior
63. Cáscara textil
64. Cableado de soporte textil. Anclado a estructura principal del edificio
65. Forjado de chapa colaborante. L_{max}= 3,00 m
66. Partición de vidrio curvo. Sistema de marcos de aluminio anclados a estructura principal de cerchas
67. Estructura principal de cerchas sala de lectura 1. Según plano de estructura
68. Vidrio 6/PVB/6
69. Marcos de acero inox fijados a estructura de cerchas. + tapetas y uniones de silicona
70. Pletina de acero inox. soporte de barandilla
71. Perfil metálico L 300. 30 anclado a muro
72. Montantes de cubierta acristalada e=15 mm + tapetas+ siliconas especiales
73. Trasdosado de PVL protección EI 120 15+15/110/15+15/110/15+15
74. Losa de H.A según plano de estructura
75. Sist. De plots autorregulables
76. Listón de pino atornillado a plots
77. Listonado de madera tropical machihembrado
78. 1/2 IPE 200 perforado. Soporte textil
79. Sist. De cerramiento textil
80. Viga de cuelgue. Según plano de estructura
81. Estructura tubular de sala de investigación. Según plano de estructura
82. Estructura de ascensores. Según plano de estructura



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliotheque. OMA*

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO
SEPT. 2022

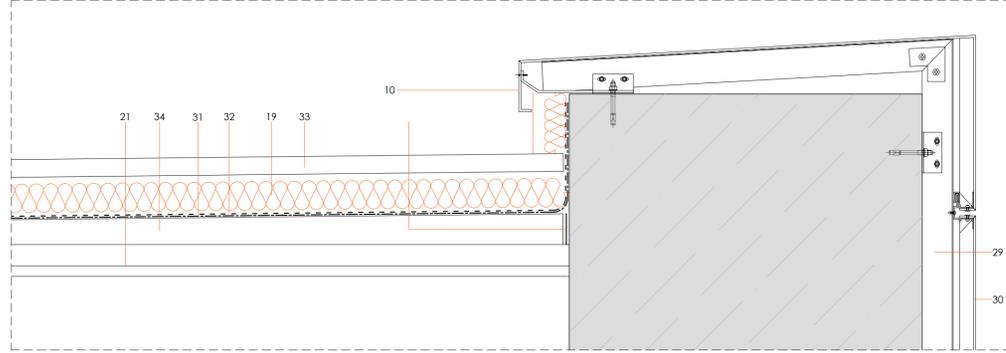
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

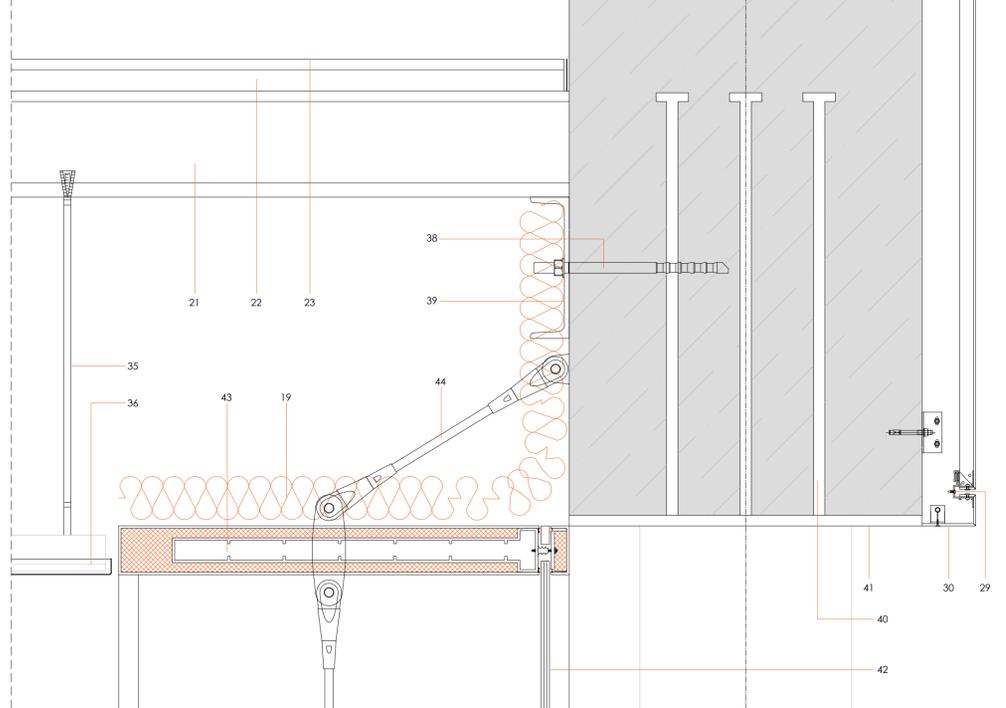
21 DETALLES CONSTRUCTIVOS_Fachada este

e. 1/10 0 0,5

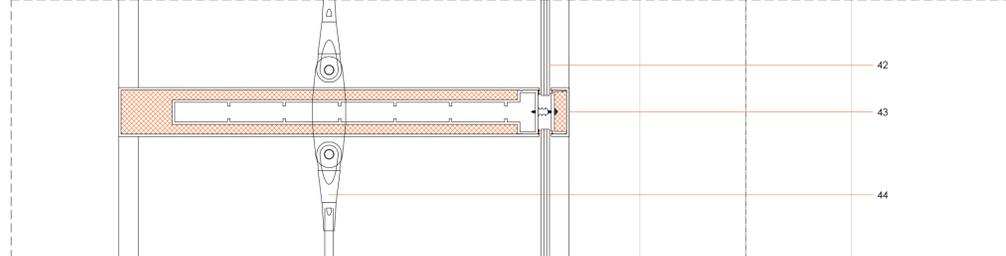
DET. 09 Remate superior fachada composite y cubierta. e. 1/10



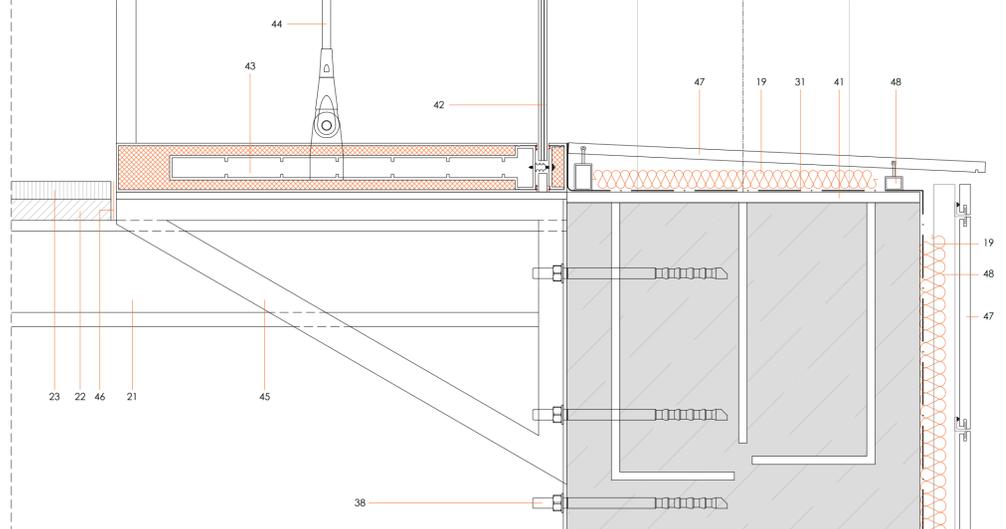
DET. 10 Encuentro entre estructura y cerramiento planta baja. e. 1/10



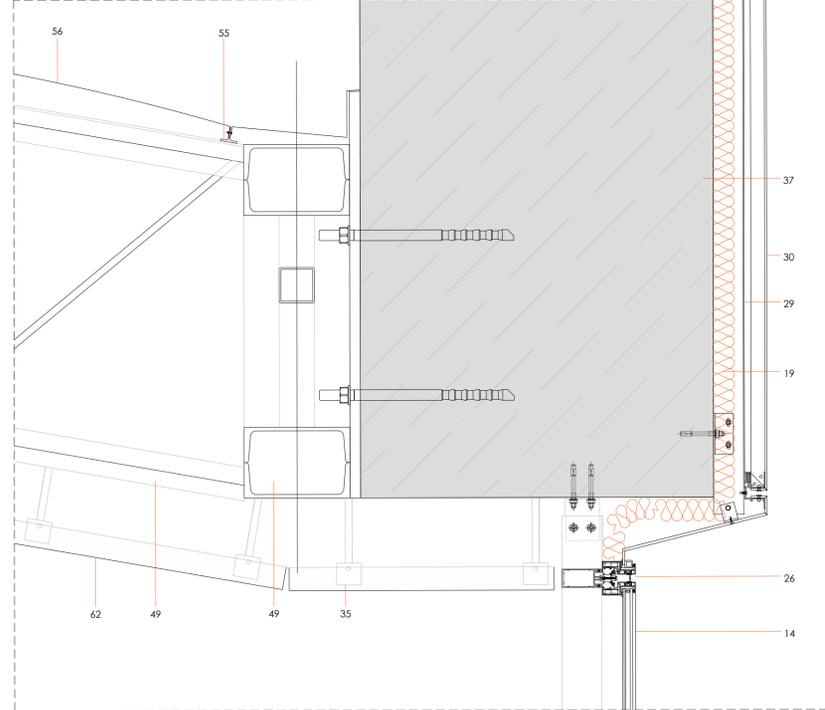
DET. 11 Detalle tipo de fachada de vidrio ondulado. e. 1/10



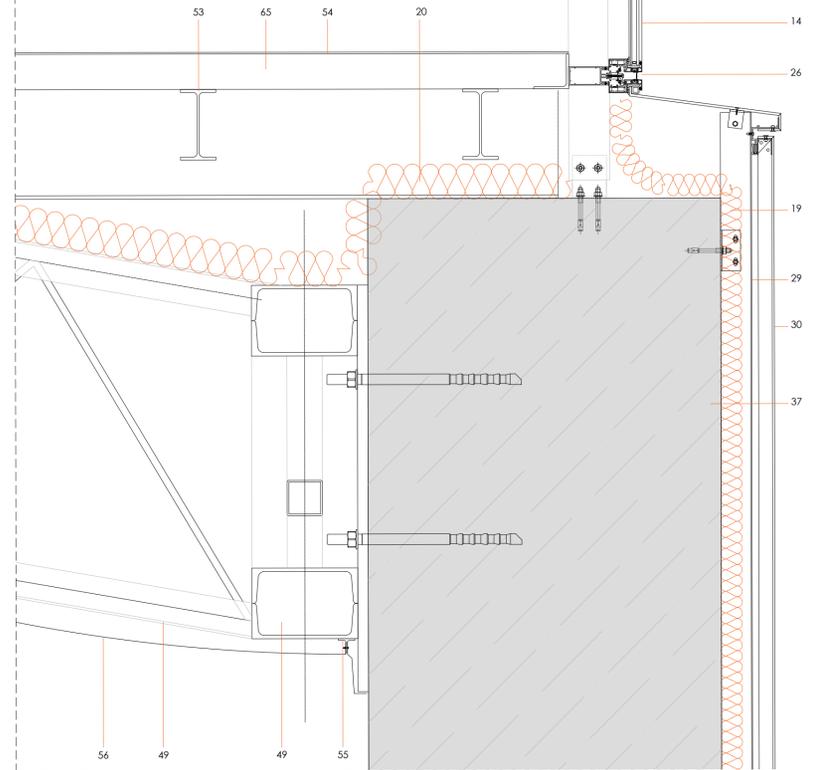
DET. 12. Encuentro entre estructura y cerramiento planta baja. e. 1/10



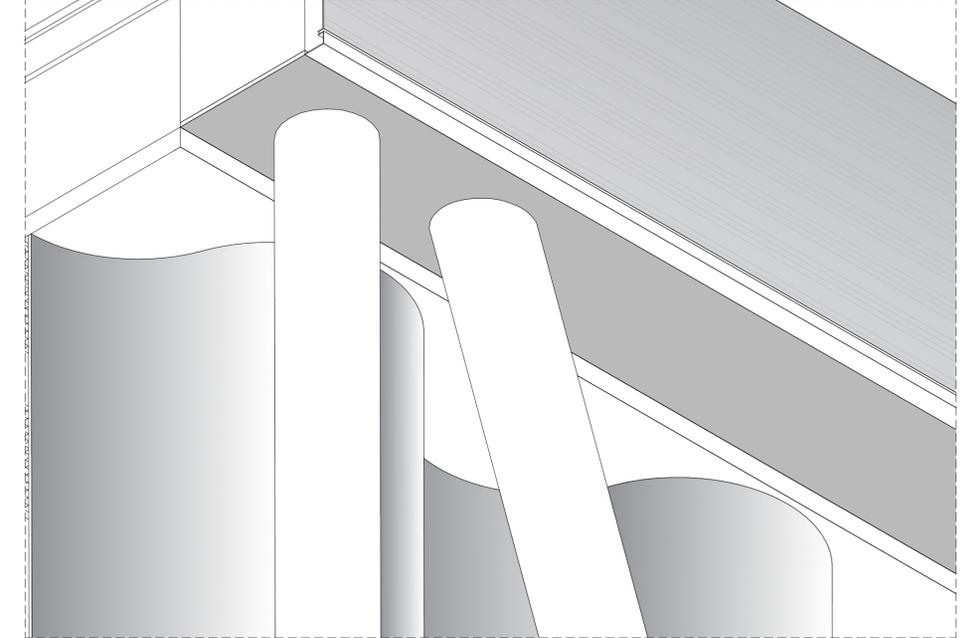
DET. 13 Encuentro sup. entre muro y cerramiento de sala de lectura 2. e. 1/10



DET. 14 Encuentro sup. entre muro y cerramiento de sala de lectura 2. e. 1/10

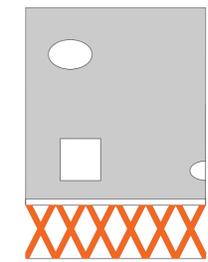
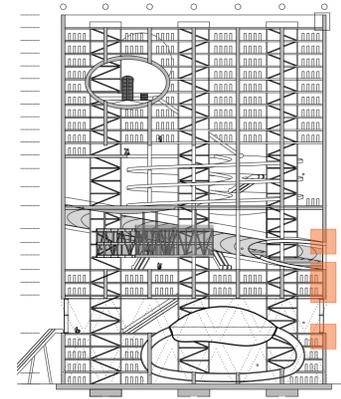


Axonometría en detalle del encuentro de elementos en planta baja. e. 1/20



LEYENDA

1. Rótula de anclaje de vidrio de 2 patas. Acero inox.
2. Rótula de anclaje de vidrio de 4 patas. Acero inox
3. Horquilla fija de anclaje soldada a soportes
4. Cable acero inox trenzado 1x19
5. Rejilla metálica
6. Angular metálico L 50.5
7. Perfil IPE 300 aligerado acero inox.
8. Vidrio doble 4/PVB/4 Serigrafado + Silicona estructural entre uniones
9. Ménsula de soporte de fachada. Perfil fabricado en taller. Planchas e=30 mm de acero inox.
10. Composite e=4 mm
11. Sist. De pernos+hueras. Métrica según normativa
12. Perfil IPE 1100 con pintura intumescente naranja
13. Plancha metálica en L soldada a tope. L 200.200.5 soldada y atornillada a soportes
14. Vidrio de muro cortina 4+4/12/6/12/4+4
15. Sistema de muro cortina: montantes y travesaños + anclajes + tapetas + siliconas de unión
16. Perfil tubular 60.40.5
17. Pantalla de iluminación tipo LED
18. Vidrio templado 6/6. Transparente
19. Aislante XPS emin= 100 mm
20. Aislante PUR emin = 100 mm
21. Fojado alveolar según planos de estructura. h=30 cm
22. Solera de mortero autonivelante emin = 25 mm
23. Acabado tipo cerámico
24. Perfil angular L 90.10 soldado
25. Cercha metálica de perfiles tubulares 20.20.4 soldada a estructura principal
26. Sistema de muro cortina con tapetas ocultas +montantes+ travesaños+ anclajes+ siliconas de unión
27. Plancha de acero e=10 mm soldada a soporte
28. IPE 500 aligerado. Vigüeta de cercha según plano de estructura
29. Sist. De fachada ventilada de composite. Montantes + Soportes puntuales + bandejas de composite
30. Composite de acero inox e = 6 mm. Acabado grabado según plano de alzados
31. Lámina impermeable textil
32. Lámina antipunzonante
33. Losa aligerada de material plástico. Anclada a soporte
34. Formación de Pte. inclinación 2%
35. Anclaje de falso techo según tipo de soporte
36. Sist. De techo metálico. Bandejas de deployé + perfiles de sujeción de acero inox.
37. Muro estructural. Armado según planos de estructura
38. Anclaje químico
39. Perfil metálico UPN 300
40. Conectores de muro. Pernos roscados soldados a llanta
41. Llanta de acero inox. e=30 mm
42. Vidrio estructural ondulado 8/PVB/8
43. Travesaño de Sist. De fachada de vidrio ondulado. Sistema estructural+ Tapetas con aislamiento
44. Triangulación de fachada de vidrio ondulado. Cableado de acero inox.
45. Ménsula de soporte de fachada de vidrio ondulado. Según plano de estructura
46. Banda elástica perimetral
47. Aplacado de mármol de Travertino
48. Sist. De anclaje de fachada de mármol. Montantes+ anclajes puntuales
49. Celosía metálica. Según plano de estructura
50. Placa de anclaje a muro
51. Sistema de techo mediante bandejas metálicas
52. Sist. De ventilación interior de la sala
53. IPE 200 vigüetas
54. Suelo de chapa acero inox. textura de rombos
55. 1/2 IPE 80. Anclaje de techo junto con pernos. Ejecutado desde el interior
56. Sist. De bandejas metálicas con forma "acolchada"
57. Bandejas de composite multicapa: acabado de acero inox+aislamiento e= 150 mm
58. Ménsulas de soporte de bandejas atornilladas a montantes
59. Montantes: perfil tubular 200.120.6 atornillados a estructura principal de guijarros
60. Estructura principal de guijarros. Según plano de estructura
61. Trasdosado int. De PYL 11/1.5+1.5
62. Sistema de acabado interior. Bandejas metálicas perforadas+iluminación interior
63. Cáscara textil
64. Cableado de soporte textil. Anclado a estructura principal del edificio
65. Fojado de chapa calabazante. Lmax= 3,00 m
66. Partición de vidrio curvo. Sistema de marcos de aluminio anclados a estructura principal de cerchas
67. Estructura principal de cerchas sala de lectura 1. Según plano de estructura
68. Vidrio 6/PVB/6
69. Marcos de acero inox fijados a estructura de cerchas. + tapetas y uniones de silicona
70. Pletina de acero inox. soporte de barandilla
71. Perfil metálico L 300. 30 anclado a muro
72. Montantes de cubierta acristalada e=15 mm + tapetas+ siliconas especiales
73. Trasdosado de PYL protección EI 120 15+15/110/15+15/110/15+15
74. Losa de H.A según plano de estructura
75. Sist. De plots autorregulables
76. Listón de pino atornillado a plots
77. Listonado de madera tropical machihembrado
78. 1/2 IPE 200 perforado. Soporte textil
79. Sist. De cerramiento textil
80. Viga de cuelgue. Según plano de estructura
81. Estructura tubular de sala de investigación. Según plano de estructura
82. Estructura de ascensores. Según plano de estructura



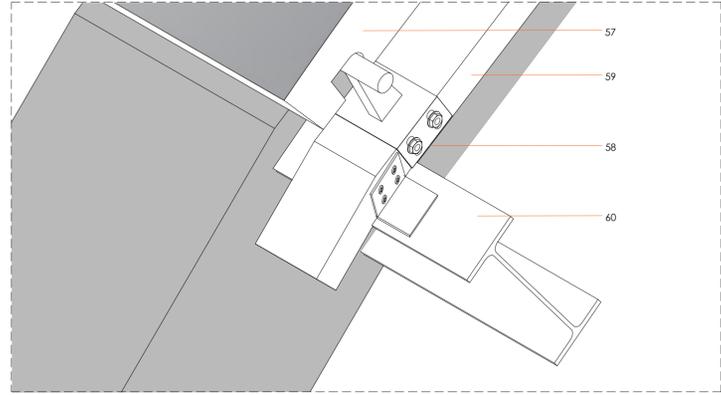
DESARROLLO CONSTRUCTIVO. Très Grand Bibliotheque. OMA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO
SEPT. 2022

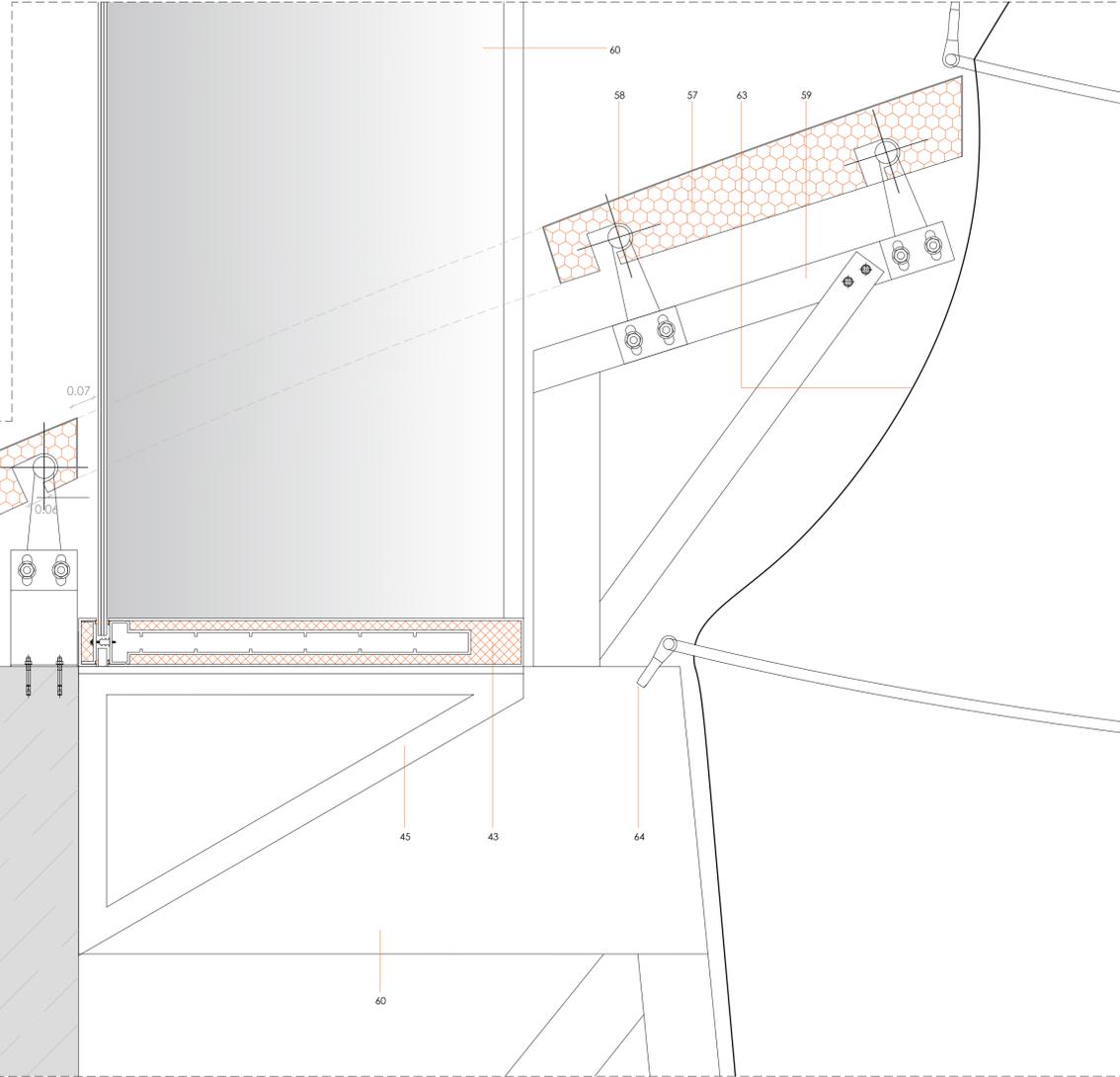
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

22 DETALLES CONSTRUCTIVOS_Fachada este
e. 1/10 0 0,5

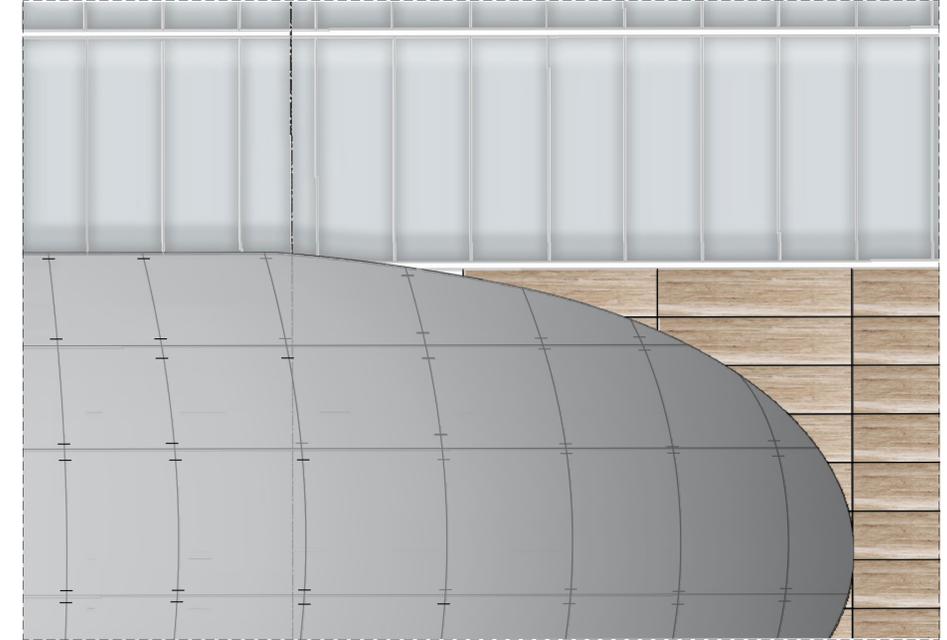
DET. 15 Axonometría: anclaje de bandejas a estructura, e_1/10



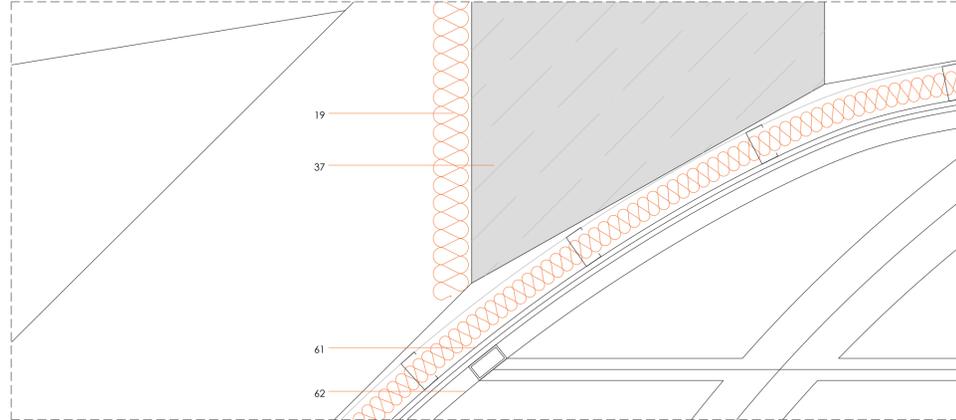
DET. 16 Encuentro entre bandejas de composite y vidrio ondulado, e_1/10



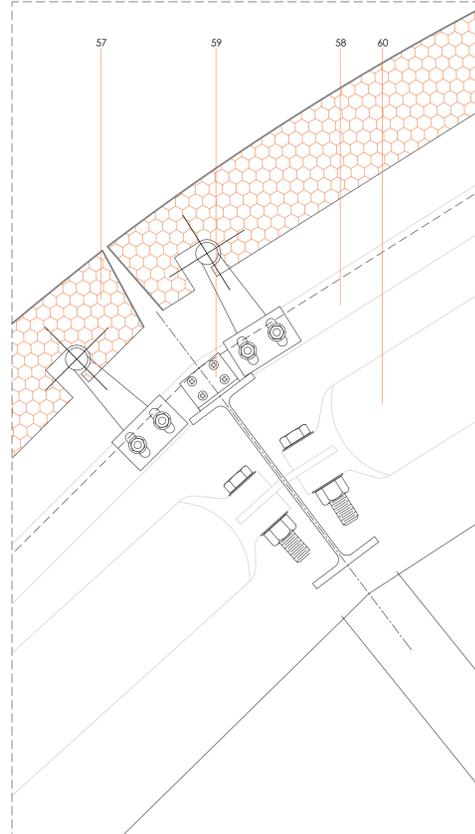
Alzado de detalle del encuentro entre guijarro-muro-vidrio ondulado, e_1/75



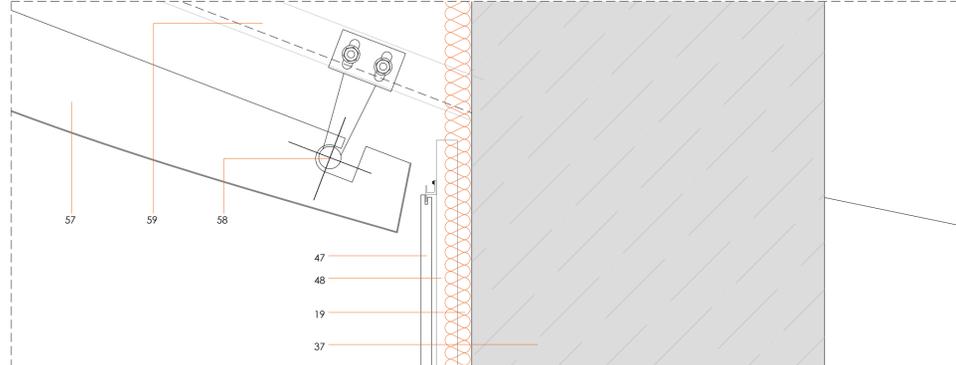
DET. 17 Encuentro entre muro y trasdosado, e_1/10



DET. 19 Encuentro entre bandejas y estructura de guijarros, e_1/10

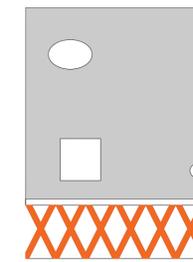
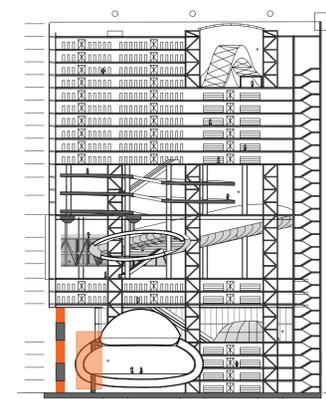


DET. 18 Encuentro inf. entre bandejas de composite y muro de Travertino, e_1/10



LEYENDA

1. Rótula de anclaje de vidrio de 2 patas. Acero inox.
2. Rótula de anclaje de vidrio de 4 patas. Acero inox
3. Horquilla fija de anclaje soldada a soportes
4. Cable acero inox trenzado 1x19
5. Rejilla metálica
6. Angular metálico L 50.5
7. Perfil IPE 300 aligerado acero inox.
8. Vidrio doble 4/PVB/4 Serigrafado + Silicona estructural entre uniones
9. Ménsula de soporte de fachada. Perfil fabricado en taller. Planchas e=30 mm de acero inox.
10. Composite e=4 mm
11. Sist. De pernos+tuercas. Métrica según normativa
12. Perfil IPE 1100 con pintura intumescente naranja
13. Plancha metálica en L soldada a tope. L 200.200.5 soldada y atornillada a soportes
14. Vidrio de muro cortina 4+4/12/6/12/4+4
15. Sistema de muro cortina: montantes y travesaños + anclajes + tapetas + siliconas de unión
16. Perfil tubular 60.40.5
17. Pantalla de iluminación tipo LED
18. Vidrio templado 6/6. Transparente
19. Aislante XPS emin= 100 mm
20. Aislante PUR emin = 100 mm
21. Fojada alveolar según planos de estructura. h=30 cm
22. Solera de mortero autonivelante emin = 25 mm
23. Acabado tipo cerámico
24. Perfil angular L 90.10 soldado
25. Cercha metálica de perfiles tubulares 20.20.4 soldada a estructura principal
26. Sistema de muro cortina con tapetas ocultas +montantes+ travesaños+ anclajes+ siliconas de unión
27. Plancha de acero e=10 mm soldada a soporte
28. IPE 500 aligerado. Vigüeta de cercha según plano de estructura
29. Sist. De fachada ventilada de composite. Montantes + Soportes puntuales + bandejas de composite
30. Composite de acero inox e = 6 mm. Acabado grabado según plano de alzados
31. Lámina impermeable textil
32. Lámina antipunzonante
33. Losa aligerada de material plástica. Anclada a soporte
34. Formación de Pte. inclinación 2%
35. Anclaje de falso techo según tipo de soporte
36. Sist. De techo metálico. Bandejas de display + perfiles de sujeción de acero inox.
37. Muro estructural. Armado según planos de estructura
38. Anclaje químico
39. Perfil metálico UPN 300
40. Conectores de muro. Pernos roscados soldados a llanta
41. Llanta de acero inox. e=30 mm
42. Vidrio estructural ondulado 8/PVB/8
43. Travesaño de Sist. De fachada de vidrio ondulado. Sistema estructural+ Tapetas con aislamiento
44. Triangulación de fachada de vidrio ondulado. Cableado de acero inox.
45. Ménsula de soporte de fachada de vidrio ondulado. Según plano de estructura
46. Banda elástica perimetral
47. Aplacado de mármol de Travertino
48. Sist. De anclaje de fachada de mármol. Montantes+ anclajes puntuales
49. Celosía metálica. Según plano de estructura
50. Placa de anclaje a muro
51. Sistema de techo mediante bandejas metálicas
52. Sist. De ventilación interior de la sala
53. IPE 200 vigüetas
54. Suelo de chapa acero inox. textura de rombós
55. 1/2 IPE 80. Anclaje de techo junto con pernos. Ejecutado desde el interior
56. Sist. De bandejas metálicas con forma "acolchada"
57. Bandejas de composite multicapa: acabado de acero inox+aislamiento e= 150 mm
58. Ménsulas de soporte de bandejas atornilladas a montantes
59. Montantes: perfil tubular 200.120.6 atornillados a estructura principal de guijarros
60. Estructura principal de guijarros. Según plano de estructura
61. Trasdosado int. De PVL 11/1.5+1.5
62. Sistema de acabado interior. Bandejas metálicas perforadas+iluminación interior
63. Cáscara textil
64. Cableado de soporte textil. Anclado a estructura principal del edificio
65. Fojado de chapa calabarante. Lmax= 3,00 m
66. Partición de vidrio curvo. Sistema de marcos de aluminio anclados a estructura principal de cerchas
67. Estructura principal de cerchas sala de lectura 1. Según plano de estructura
68. Vidrio 6/PVB/6
69. Marcos de acero inox fijados a estructura de cerchas. + tapetas y uniones de silicona
70. Pletina de acero inox. soporte de barandilla
71. Perfil metálico L 300. 30 anclado a muro
72. Montantes de cubierta acristalada e=15 mm + tapetas+ siliconas especiales
73. Trasdosado de PVL protección EI 120 15+15/110/15+15/110/15+15
74. Losa de H.A según plano de estructura
75. Sist. De plots autorregulables
76. Listón de pino atornillado a plots
77. Listonado de madera tropical machihembrado
78. 1/2 IPE 200 perforado. Soporte textil
79. Sist. De ceramiento textil
80. Viga de cuelgue. Según plano de estructura
81. Estructura tubular de sala de investigación. Según plano de estructura
82. Estructura de ascensores. Según plano de estructura



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. Très Grand Bibliotheque. OMA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO

SEPT. 2022

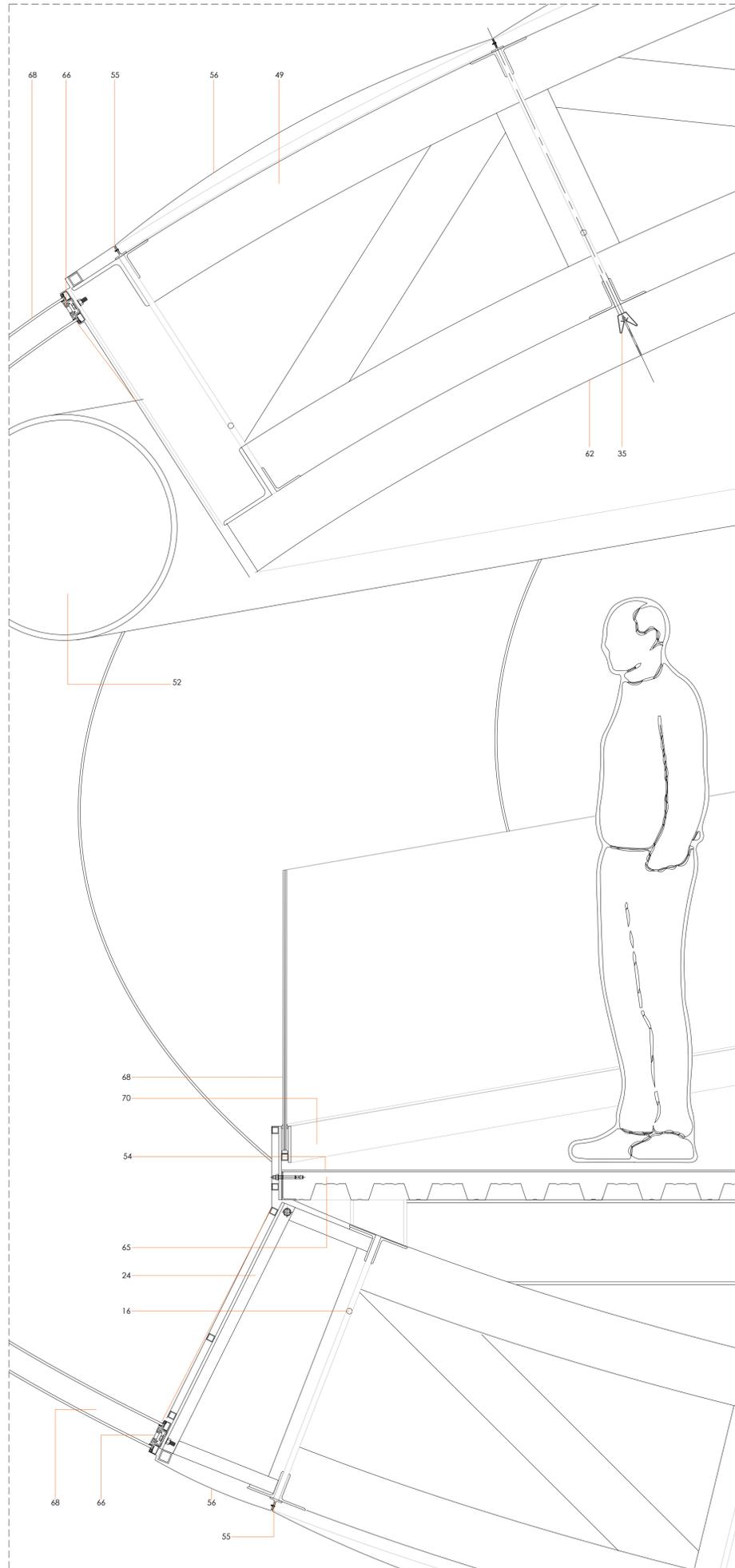
ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

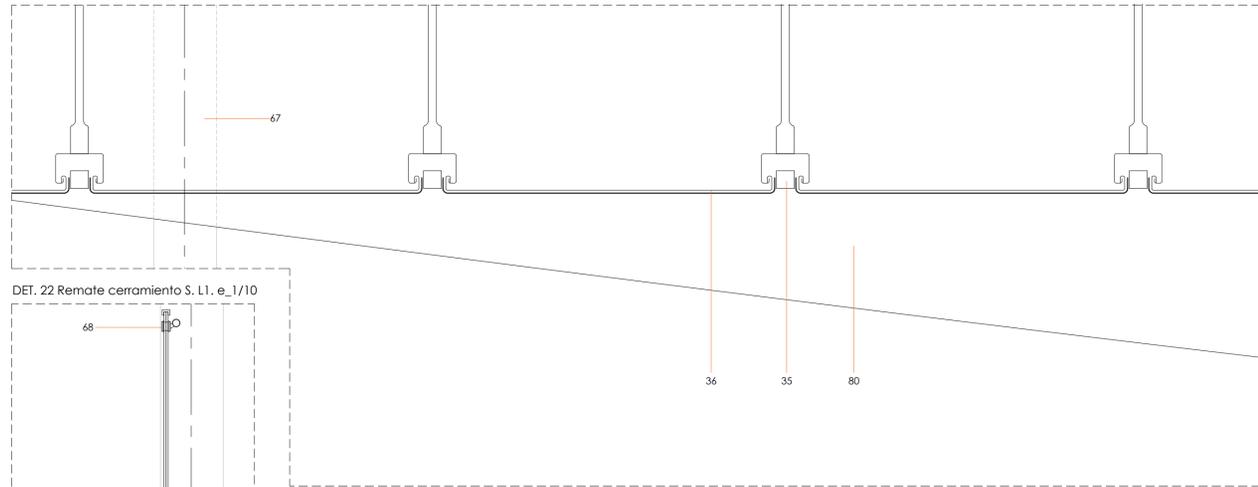
23 DETALLES CONSTRUCTIVOS_Guijarros

e_1/10 0 0,5

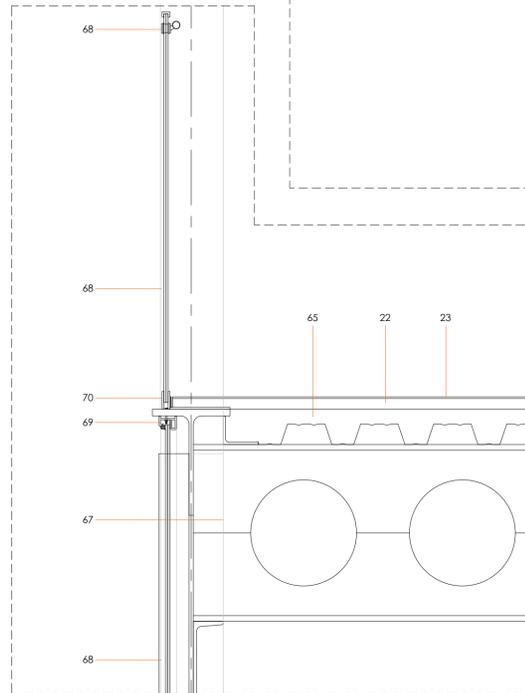
DET. 20 Sección tipo de la Sala de Lectura 2. e_1/10



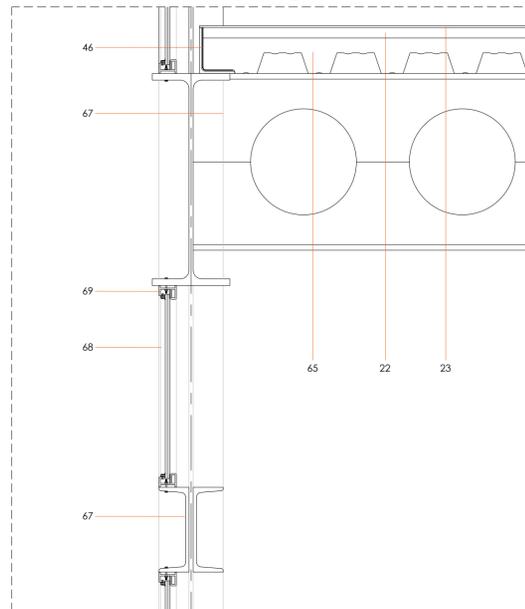
DET. 21 Encuentro entre viga de cuelgue y techo técnico. e_1/10



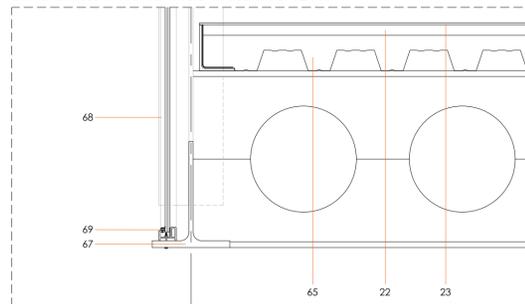
DET. 22 Remate cerramiento S. L1. e_1/10



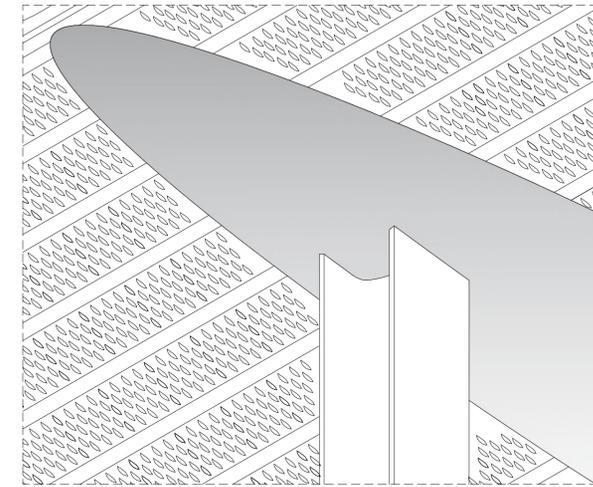
DET. 23 Detalle intermedio Sala de Lectura 1. e_1/10



DET. 24 Detalle inferior de la Sala de Lectura 2. e_1/10

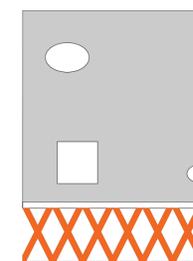
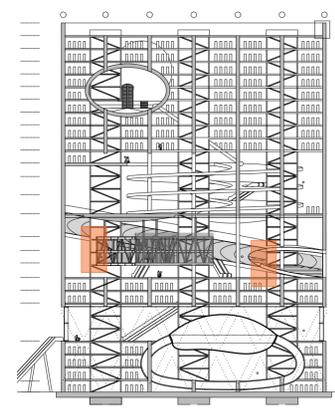


Axonometría: encuentro viga de cuelgue- techo técnico. e_1/40



LEYENDA

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Rótula de anclaje de vidrio de 2 patas. Acero inox. 2. Rótula de anclaje de vidrio de 4 patas. Acero inox 3. Horquilla fija de anclaje soldada a soportes 4. Cable acero inox trenzado 1x19 5. Rejilla metálica 6. Angular metálico L 50.5 7. Perfil IPE 300 aligerado acero inox. 8. Vidrio doble 4/PVB/4 Serigrafado + Silicona estructural entre uniones 9. Ménsula de soporte de fachada. Perfil fabricado en taller. Planchas e=30 mm de acero inox. 10. Composite e=4 mm 11. Sist. De pernos+tueras. Métrica según normativa 12. Perfil IPE 1100 con pintura intumescente naranja 13. Plancha metálica en L soldada a tope. L 200.200.5 soldada y atornillada a soportes 14. Vidrio de muro cortina 4+4/12/6/12/4+4 15. Sistema de muro cortina: montantes y travesaños + anclajes + tapetas + siliconas de unión 16. Perfil tubular 60.40.5 17. Pantalla de iluminación tipo LED 18. Vidrio templado 6/6. Transparente 19. Aislante XPS emin= 100 mm 20. Aislante PUR emin = 100 mm 21. Fojado alveolar según planos de estructura. h=30 cm 22. Solera de mortero autonivelante emin = 25 mm 23. Acabado tipo cerámico 24. Perfil angular L 90.10 soldado 25. Cercha metálica de perfiles tubulares 20.20.4 soldada a estructura principal 26. Sistema de muro cortina con tapetas ocultas +montantes+ travesaños+ anclajes+ siliconas de unión 27. Plancha de acero e=10 mm soldada a soporte 28. IPE 500 aligerado. Vigüeta de cercha según plano de estructura 29. Sist. De fachada ventilada de composite. Montantes + Soportes puntuales + bandejas de composite 30. Composite de acero inox e = 6 mm. Acabado grabado según plano de alzadas 31. Lamina impermeable textil 32. Lámina antipunzonante 33. Losa aligerada de material plástica. Anclada a soporte 34. Formación de Pte. inclinación 2% 35. Anclaje de falso techo según tipo de soporte 36. Sist. De techo metálico. Bandejas de deployé + perfiles de sujeción de acero inox. 37. Muro estructural. Armado según planos de estructura 38. Anclaje químico 39. Perfil metálico UPN 300 | <ol style="list-style-type: none"> 40. Conectores de muro. Pernos roscados soldados a llanta 41. Llanta de acero inox. e=30 mm 42. Vidrio estructural ondulado 8/PVB/8 43. Travesaño de Sist. De fachada de vidrio ondulado. Sistema estructural+ Tapetas con aislamiento 44. Triangulación de fachada de vidrio ondulado. Cableado de acero inox. 45. Ménsula de soporte de fachada de vidrio ondulado. Según plano de estructura 46. Banda elástica perimetral 47. Aplacado de mármol de Travertino 48. Sist. De anclaje de fachada de mármol. Montantes+ anclajes puntuales 49. Celosía metálica. Según plano de estructura 50. Placa de anclaje a muro 51. Sistema de techo mediante bandejas metálicas 52. Sist. De ventilación interior de la sala 53. IPE 200 vigüetas 54. Suelo de chapa acero inox. textura de rombos 55. 1/2 IPE 80. Anclaje de techo junto con pernos. Ejecutado desde el interior 56. Sist. De bandejas metálicas con forma "acolchada" 57. Bandejas de composite multicapa: acabado de acero inox+aislamiento e= 150 mm 58. Ménsulas de soporte de bandejas atornilladas a montantes 59. Montantes: perfil tubular 200.120.6 atornillados a estructura principal de guijarros 60. Estructura principal de guijarros. Según plano de estructura 61. Trasdosado int. De PYL 11/1.5+1.5 62. Sistema de acabado interior. Bandejas metálicas perforadas+iluminación interior 63. Cáscara textil 64. Cableado de soporte textil. Anclado a estructura principal del edificio 65. Fojado de chapa calabranete. Lmax= 3,00 m 66. Partición de vidrio curvo. Sistema de marcos de aluminio anclados a estructura principal de cerchas 67. Estructura principal de cerchas sala de lectura 1. Según plano de estructura 68. Vidrio 6/PVB/6 69. Marcos de acero inox fijados a estructura de cerchas. + tapetas y uniones de silicona 70. Pletina de acero inox. soporte de barandilla 71. Perfil metálico L 300. 30 anclado a muro 72. Montantes de cubierta acastilada e=15 mm + tapetas+ siliconas especiales 73. Trasdosado de PYL protección EI 120 15+15/110/15+15/110/15+15 74. Losa de H.A según plano de estructura 75. Sist. De plots autorregulables 76. Listón de pino atornillado a plots 77. Listonado de madera tropical machihembrado 78. 1/2 IPE 200 perforado. Soporte textil 79. Sist. De cerramiento textil 80. Viga de cuelgue. Según plano de estructura 81. Estructura tubular de sala de investigación. Según plano de estructura 82. Estructura de ascensores. Según plano de estructura |
|--|---|



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliotheque. OMA*

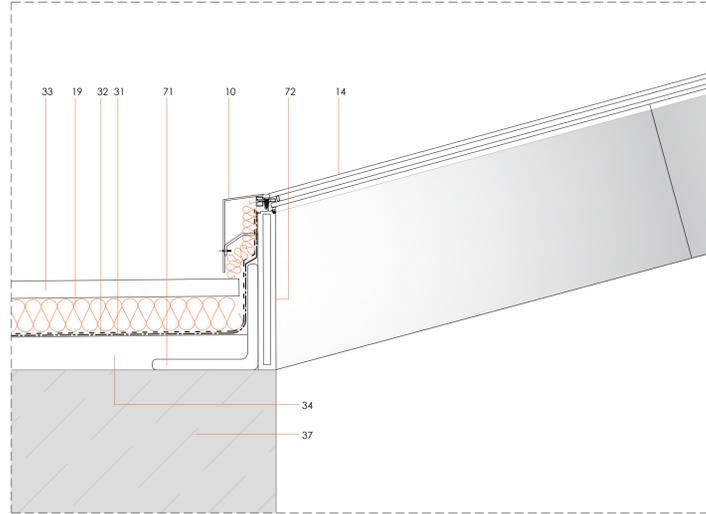
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO
SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

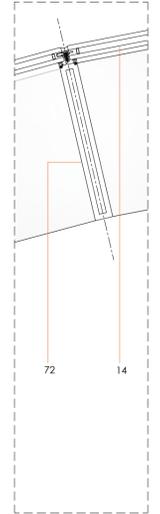
TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

24 DETALLES CONSTRUCTIVOS_Detalles interiores I
e_1/10 0 0,5

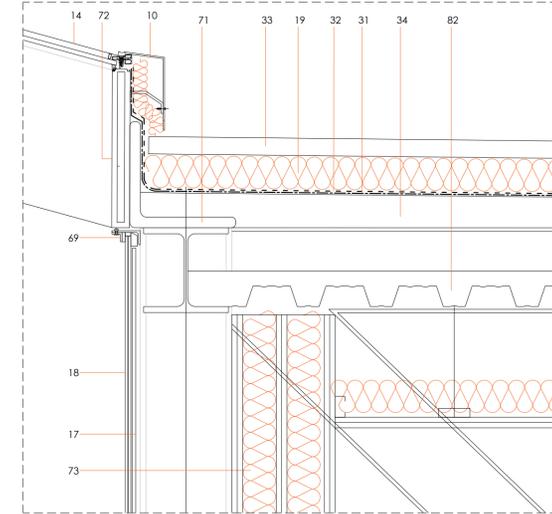
DET. 25 Encuentro cubierta acristalada con muro estructural, e_1/10



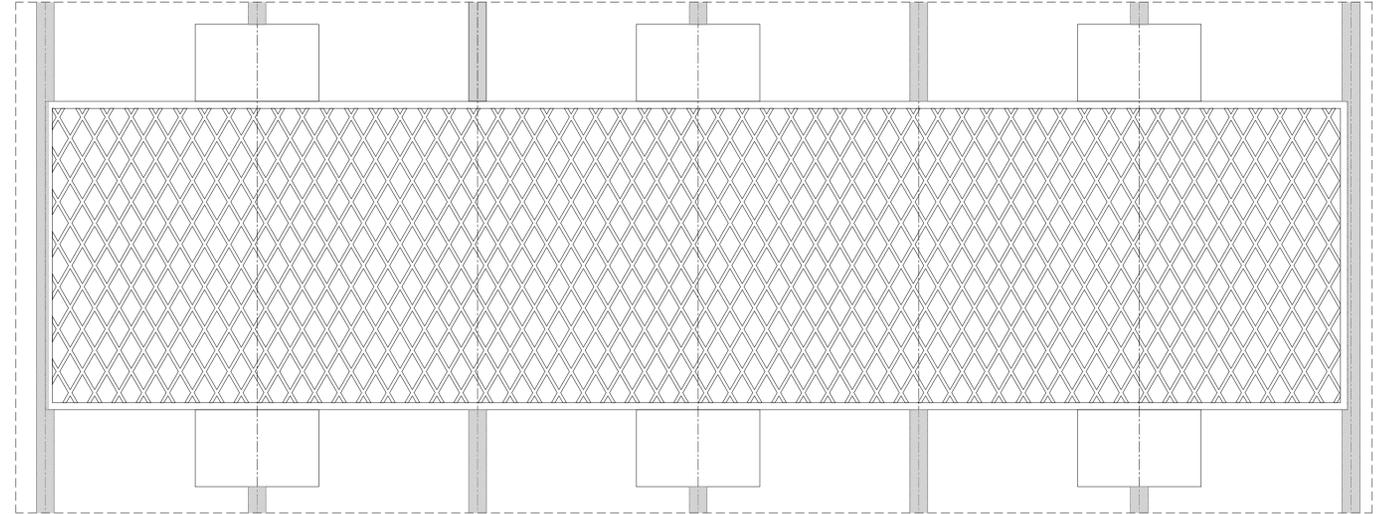
DET. 26 det. tipo cubierta, e_1/10



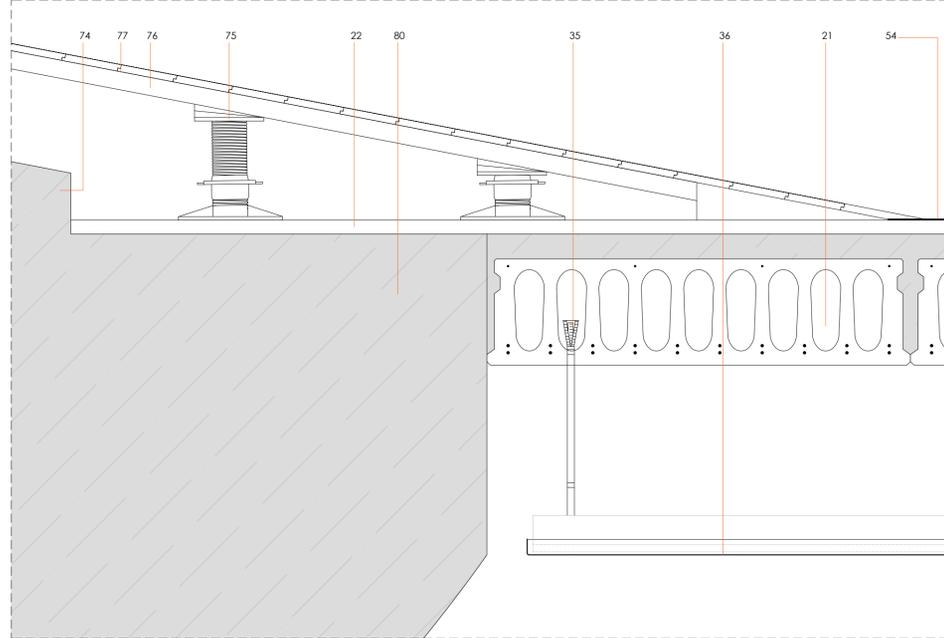
DET. 27 Encuentro cubierta acristalada-estructura de ascensores, e_1/10



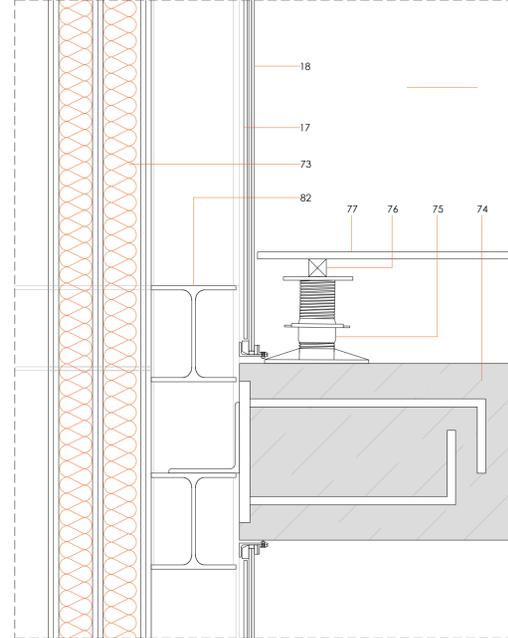
Planta de cubiertas. Zona de cubierta acristalada, e_1/200



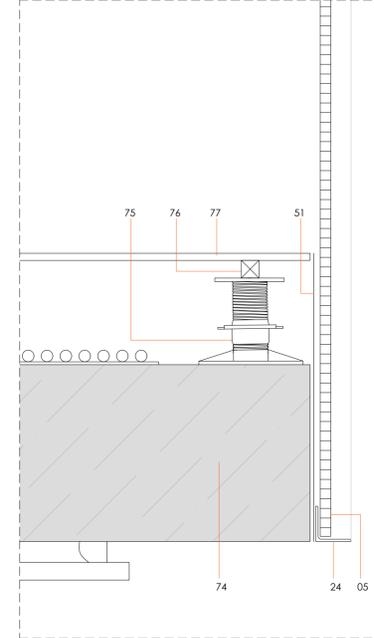
DET. 28 Detalle de arranque de rampa, e_1/10



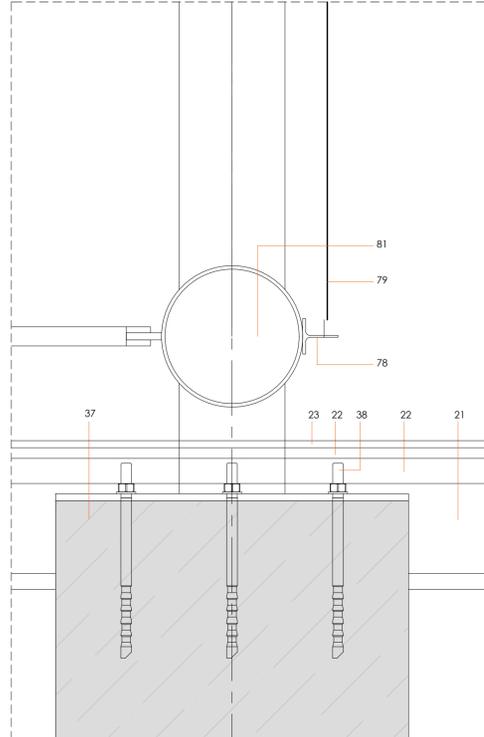
DET. 29 Encuentro entre rampa y estructura de ascensores, e_1/10



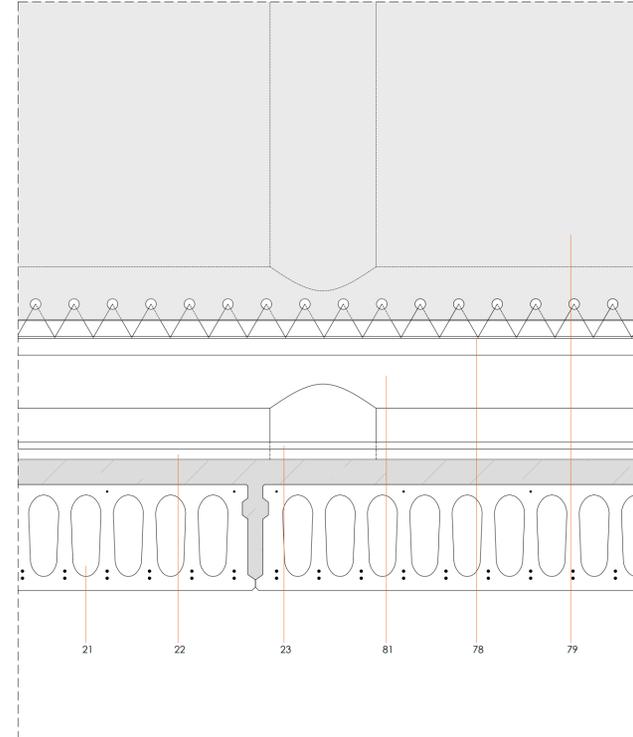
DET. 30 Remate extremo de rampa, e_1/10



DET. 31 Sección tipo sala de investigación, e_1/10

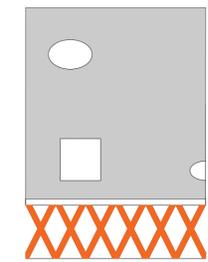
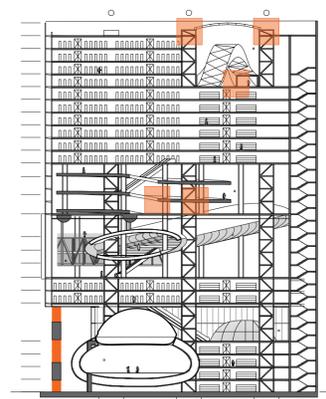


DET. 32 Alzado tipo de sala de investigación, e_1/10



LEYENDA

1. Rótula de anclaje de vidrio de 2 patas. Acero inox.
2. Rótula de anclaje de vidrio de 4 patas. Acero inox
3. Horquilla fija de anclaje soldada a soportes
4. Cable acero inox trenzado 1x19
5. Rejilla metálica
6. Angular metálico L 50.5
7. Perfil IPE 300 aligerado acero inox.
8. Vidrio doble 4/PVB/4 Serigrafado + Silicona estructural entre uniones
9. Ménsula de soporte de fachada. Perfil fabricado en taller. Planchas e=30 mm de acero inox.
10. Composite e=4 mm
11. Sist. De pernos+tueras. Métrica según normativa
12. Perfil IPE 1100 con pintura intumescente naranja
13. Plancha metálica en L soldada a tope. L 200.200.5 soldada y atornillada a soportes
14. Vidrio de muro cortina 4+4/12/6/12/4+4
15. Sistema de muro cortina: montantes y travesaños + anclajes + tapetas + siliconas de unión
16. Perfil tubular 60.40.5
17. Pantalla de iluminación tipo LED
18. Vidrio templado 6/6. Transparente
19. Aislante XPS e_{min} = 100 mm
20. Aislante PUR e_{min} = 100 mm
21. Forjado alveolar según planos de estructura. h=30 cm
22. Solera de mortero autonivelante e_{min} = 25 mm
23. Acabado tipo cerámico
24. Perfil angular L 90.10 soldado
25. Cercha metálica de perfiles tubulares 20.20.4 soldada a estructura principal
26. Sistema de muro cortina con tapetas ocultas +montantes+ travesaños+ anclajes+ siliconas de unión
27. Plancha de acero e=10 mm soldada a soporte
28. IPE 500 aligerado. Vigüeta de cercha según plano de estructura
29. Sist. De fachada ventilada de composite. Montantes + Soportes puntuales + bandejas de composite
30. Composite de acero inox e = 6 mm. Acabado grabado según plano de alzadas
31. Lámina impermeable textil
32. Lámina antipunzonante
33. Losa aligerada de material plástica. Anclada a soporte
34. Formación de Pte. inclinación 2%
35. Anclaje de falso techo según tipo de soporte
36. Sist. De techo metálico. Bandejas de deployé + perfiles de sujeción de acero inox.
37. Muro estructural. Armado según planos de estructura
38. Anclaje químico
39. Perfil metálico UPN 300
40. Conectores de muro. Pernos roscados soldados a llanta
41. Llanta de acero inox. e=30 mm
42. Vidrio estructural ondulado 8/PVB/8
43. Travesaño de Sist. De fachada de vidrio ondulado. Sistema estructural+ Tapetas con aislamiento
44. Triangulación de fachada de vidrio ondulado. Cableado de acero inox.
45. Ménsula de soporte de fachada de vidrio ondulado. Según plano de estructura
46. Banda elástica perimetral
47. Aplacado de mármol de Travertino
48. Sist. De anclaje de fachada de mármol. Montantes+ anclajes puntuales
49. Celosía metálica. Según plano de estructura
50. Placa de anclaje a muro
51. Sistema de techo mediante bandejas metálicas
52. Sist. De ventilación interior de la sala
53. IPE 200 vigüetas
54. Suelo de chapa acero inox. textura de rombos
55. 1/2 IPE 80. Anclaje de techo junto con pernos. Ejecutado desde el interior
56. Sist. De bandejas metálicas con forma "acolchada"
57. Bandejas de composite multicapa: acabado de acero inox+aislamiento e= 150 mm
58. Ménsulas de soporte de bandejas atornilladas a montantes
59. Montantes; perfil tubular 200.120.6 atornillados a estructura principal de guijarros
60. Estructura principal de guijarros. Según plano de estructura
61. Trasdosado int. De PYL 11/1.5+1.5
62. Sistema de acabado interior. Bandejas metálicas perforadas+iluminación interior
63. Cáscara textil
64. Cableado de soporte textil. Anclado a estructura principal del edificio
65. Forjado de chapa colaborante. L_{max}= 3,00 m
66. Partición de vidrio curvo. Sistema de marcos de aluminio anclados a estructura principal de cerchas
67. Estructura principal de cerchas sala de lectura 1. Según plano de estructura
68. Vidrio 6/PVB/6
69. Marcos de acero inox fijados a estructura de cerchas. + tapetas y uniones de silicona
70. Pletina de acero inox. soporte de barandilla
71. Perfil metálico L 300. 30 anclado a muro
72. Montantes de cubierta acristalada e=15 mm + tapetas+ siliconas especiales
73. Trasdosado de PYL protección EI 120 15+15/110/15+15/110/15+15
74. Losa de H.A según plano de estructura
75. Sist. De plots autorregulables
76. Listón de pino atornillado a plots
77. Listonado de madera tropical machihembrado
78. 1/2 IPE 200 perforado. Soporte textil
79. Sist. De cerramiento textil
80. Viga de cuelgue. Según plano de estructura
81. Estructura tubular de sala de investigación. Según plano de estructura
82. Estructura de ascensores. Según plano de estructura



DESARROLLO CONSTRUCTIVO. *Très Grand Bibliotheque. OMA*

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
TRABAJO FIN DE GRADO
SEPT. 2022

ALUMNO: SERGIO NIETO CAVIEDES

TUTOR: JAVIER ARIAS MADERO

25 DETALLES CONSTRUCTIVOS_Detalles interiores II
e_1/10 0 0,5

CONCLUSIONES

La técnica juega un papel fundamental en el desarrollo de los edificios, a pesar de haber sido menospreciada a lo largo de la historia, la no utilización de esta supone una mala interpretación de los ideales arquitectónicos y a su vez dificulta la concepción del espacio. Claro ejemplo de ello es la figura de Rem Koolhaas, quien en sus proyectos colabora con Cecil Balmond desde un primer momento, encontrando en él un complemento perfecto para sus obras, y dando una respuesta lógica desde la idea del proyecto hasta su ejecución material.

La Fig. 60 es una metáfora que simboliza la relación entre Koolhaas y Balmond. La figura flácida representa el mundo de las ideas de Koolhaas y la muleta hace referencia a la parte lógica y técnica desarrollada por Cecil Balmond³⁴.

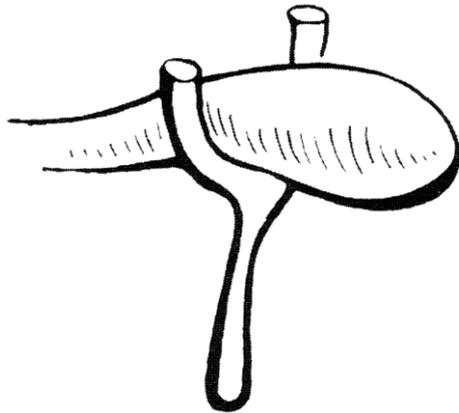


Fig. 64 Figura daliniana que Koolhaas recupera en Delirious New York.

En cada uno de los proyectos analizados, el desarrollo técnico surge de la innovación e investigación de la tecnología de cada momento. Por tanto, se puede concluir que para poder desarrollar arquitectura que fomente el uso de la técnica como instrumento, es crucial investigar y conocer nuevas tendencias en los sistemas y procesos constructivos.

De igual manera, conviene tener en cuenta que no existe una solución establecida y general aplicable a cualquier proyecto, sino que cada uno necesita una respuesta personalizada y concreta.

La obra de OMA suele ser estudiada desde el punto de vista proyectual haciendo referencia a las ideas surrealistas de Koolhaas. Sin embargo, esta investigación pretende ir un paso más allá, acercándose a su obra desde un enfoque práctico y utilizando como punto de partida la técnica.

El resultado más relevante de esta investigación es, sin duda, la propuesta para el desarrollo constructivo de la Très Grande Bibliothèque, que reafirma el hecho de que la idea del proyecto y la técnica van de la mano. En él, se han podido aplicar los conocimientos adquiridos en el grado, partiendo de unas líneas de investigación generales hasta la concreción en la obra de OMA.

³⁴ Arias Madero, J. (2016). LA CONSTRUCCIÓN DEL SUEÑO. POÉTICA SURREALISTA EN LA ARQUITECTURA DE REM KOOLHAAS. TESIS DOCTORAL. E.T.S. ARQUITECTURA DE VALLADOLID. (pág 437)

En conclusión, el proceso de creación de la arquitectura es inherente al pensamiento y conocimiento técnico.

Esta investigación abre paso a próximas líneas de trabajo sobre el nuevo término acuñado por mí, las "arquitecturas disruptivas". Concepto que quizá pueda llegar a ser el germen de una futura tesis doctoral de mi autoría.

Este trabajo ha servido para sentar un precedente en lo que a mi futuro profesional se refiere, pudiendo dedicarme a desarrollar proyectos en los que la técnica cumpla un papel fundamental.

LISTADO DE PROYECTOS

1851	Crystal Palace	Londres	Joseph Paxton
1955	Capilla Notre Dame du Haut	Ronchamp	Le Corbusier
1957	Monasterio de la Tourette	Eveux	Le Corbusier
1958	Seagram Building	Nueva York	Mies Van der Rohe
1965	Capitolio de Chandigarh	Chandigarh	Le Corbusier
1965	Centro de Restauraciones	Madrid	Fernando Higueras
1978	Ampliación del Parlamento Holandés	La Haya	OMA-Rem Koolhaas
1982	Parc de La Villete	París	
1986	Lloyd's Building	Londres	Richard Rogers
1986	Casa Palestra	Milán	OMA-Rem Koolhaas
1987	Teatro de la Haya	La Haya	
1989	Euralille	Lille	
	Zeebrugge Sea Terminal	Zeebrugge	
	ZKM	Karlsruhe	
	TGB	París	
1991	Villa dall'Ava	París	
	Nexus World	Fukuoka	
1992	Kunsthal	Rotterdam	
1994	Congrexpo	Lille	
1995	Educatorium	Utrecht	
1998	Maison a Bordeaux	Bordeaux	
2001	Epicenter Prada	Nueva York	
2003	Mc Cormick Tribune	Chicago	
2004	Biblioteca de Seattle	Seattle	
2005	Casa da Música	Oporto	
2006	Serpentine Gallery	Londres	
2009	Prada Transformer	Seúl	
	Teatro Dee and Charles Wylie	Dallas	
2011	Milstein Hall	Ithaca	
2012	CCTV	Pekín	
2013	De Rotterdam	Rotterdam	
2015	Museum Garage Center	Moscú	
2018	Fondazione Prada	Milán	

BIBLIOGRAFÍA

- Almonacid C., R. (2016). *ARQUITECTURA 'HIGH-TECH'. De la estética del progreso tecnológico a la persuasión del edificio deslocalizado y eco-eficiente*. E.T.S.A.Valladolid.
- Álvarez Lombardero, N. (2018). Soft-architecture. El trabajo de Lilly Reich y Petra como "soporte lógico" de la arquitectura de Mies van der Rohe y Rem Koolhaas . *Reia no10*, 61-77.
- Arias Madero, J. (2016). *LA CONSTRUCCIÓN DEL SUEÑO. POÉTICA SURREALISTA EN LA ARQUITECTURA DE REM KOOLHAAS. TESIS DOCTORAL*. E.T.S. ARQUITECTURA DE VALLADOLID.
- Arias Madero, J. (2017). Cine construido Contaminaciones cinematográficas en la obra de Rem Koolhaas. *ISSN 2530-9234*, 25-38.
- Arias Madero, J. (2020). *Erotomanía: La actividad paranoico-crítica ejercida por Rem Koolhaas sobre Le Corbusier y Mies van der Rohe*. (Vols. ISSN: 2340-9711 e-ISSN 2386-7027).
- Arias Madero, J. (2020). *Fuera de contexto Rem Koolhaas y el objet trouvé* (Vols. ISSN 0716-8772 · ISSN 0719-5427 *Revista de Arquitectura Vol. 25*). Simultaneidad: La proyección del lugar.
- Bernabeu Larena, A. (2013). La estructura alterada . *Tectónica no40*, 3-21.
- Bernabeu Larena, A. (2017). *Estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea El trabajo de Cecil Balmond*. Departamento de Estructuras de Edificación Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidad Politécnica de Madrid.
- Blaise, P. (s.f.). *Inside-Outside*. Obtenido de <https://www.insideoutside.nl/Petra-Blaise>
- Blanchet, C. (2011). *Clement Blanchet Architecture*. Obtenido de (IM)PUR (IN)FORMAL (UN)BUILT: <https://www.clementblanchet.com/presentation-malaquais>
- Böck, I. (2015). *Six Canonical Projects by Rem Koolhaas - Essays on the History of Ideas* (Vols. ISBN 978-3-86859-891-9). (A. S. 258-V26, Ed.) JOVIS.
- Bravo Salvá, D. (2011-2012). *Iteración creativa El uso de la maqueta como herramienta de proyecto en OMA - Teoría y Crítica Nicolas Maruri y Rafael Pina*. Tesis de ESTUDIOS OFICIALES DE MÁSTER Y DOCTORADO EN PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS AVANZADOS.
- Buchanan, P. (17 de Junio de 1983). *The Architectural Review*. Obtenido de High-Tech: another British thoroughbred: <https://www.architectural-review.com/archive/high-tech-another-british-thoroughbred>
- Cajide, B. V. (2015). *Rem Koolhaas: Le Corbusier through the Looking-Glass* (Vol. <http://dx.doi.org/10.4995/LC2015.2015.931>). Universitat Politècnica de Valencia: Le corbusier, 50 years later International Congress.
- Cárdenas del Moral, J. (22 de Febrero de 2018). *ARKRIT*. Obtenido de Cadáver exquisito: http://dpa-etsam.aq.upm.es/gi/arkrit/blog/cadaver-exquisito/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.mx
- Davidson, C. a. (2014). "A Conversation with Elia Zenghelis.". *Log*, no. 30, 69-105.

- De Las Rivas, B. (2021). *REM REM KOOLHAAS ARQUITECTO, ESCRITOR teoría y arquitectura en tres publicaciones singulares*. Valladolid: Trabajo de Fin de Grado en Fundamentos de la Arquitectura .
- de Molina, S. (5 de Marzo de 2009). *Múltiples estrategias de arquitectura*. Obtenido de Detalles sin importancia: <https://www.santiagodemolina.com/2009/03/detalles-sin-importancia.html>
- De Molina, S. (05 de Marzo de 2009). *Múltiples estrategias de arquitectura*. Obtenido de Detalles sin importancia.
- Del Valle González, R. (2013). "COPY - PASTE" LE CORBUSIER EN OMA / REM KOOLHAAS. Curitiba: SEMINÁRIO DOCOMOMO BRASIL ARQUITETURA MODERNA E INTERNACIONAL: conexões brutalistas 1955-75.
- Fernandez-Galiano, L. (s.f.). *Koolhaas Surrealista*. Madrid: Arquitectura Viva SL.
- Fisac, & A. (1996). *Miguel Fisac / en colaboración con Francisco Arques Soler. Pronaos*.
- Fisac, & S. (2009). *Miguel Fisac : Premio Nacional de Arquitectura 2002 / .* Ministerio de Vivienda, Secretaría General Técnica, Servicio de Publicacion: [textos Miguel Fisac... [et al.] ; dirección de la edición Ricardo Sánchez Lampreave]. .
- Foster, H. (2003). Voces de Vanguardia. *Arquitectura Viva*, no 93, *Masa Crítica*, 23-31.
- Frampton, K. (1981-2005). *Historia Crítica de la Arquitectura Moderna* (Vols. Traducción de Jorge Sáinz ISBN: 84-252-1665-6). Gustavo Gili SA.
- Gazapo de Aguilera, L. C. (1997). *Fernando Higuera: arquitecturas / comisariado...Darío Gazapo de Aguilera, Concepción Lapayese Luque. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid*.
- Germán, G. (2012). *Estrategias operativas en arquitectura : técnicas de proyecto de Price a Koolhaas / Jacobo García-Germán. Nobuko*.
- Graafland, A. &. (1997). *Conversación con Rem Koolhaas (I)*. Rotterdam : The Critical Landscape 010 Publishers.
- Herreros Guerra, J. (2002). *Detalles constructivos y otros fetiches perversos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Intelligent Glass Solutions. (04 de Junio de 2020). *IGS mag*. Obtenido de Culture, Climate and Curved Glass | Qatar National Library: <https://igsmag.com/features/case-studies/culture-climate-and-curved-glass-qatar-national-library/>
- Jodidio. (2011). *Serpentine Gallery Pavilions / Philip Jodidio. Taschen*.
- Koolhaas, R. (1990). *Six Projects*. (P. Goulet, Ed.) París, Francia: Institut Francais d'Architecture.
- Koolhaas, R. (1994). *O.M.A. at MoMA : Rem Koolhaas and the place of public architecture : November 3, 1994-January 31, 1995, the Museum of Modern Art, New York Exhibition URL www.moma.org/calendar/exhibitions/440*. The Museum of Modern Art. Obtenido de www.moma.org: The Museum of Modern Art
- Koolhaas, R., & Mau, B. (1995). *S M L XL : OMA*. (J. Sigler, Ed.) Rotterdam: The Monacelli Press.
- Koolhaas, R., Mau, B., & Office for Metropolitan Architecture. (s.f.).
- Loos, T. (9 de Jan. de 2020). *At Home With Rem Koolhaas*. Obtenido de WSJ: <https://www.wsj.com/articles/at-home-with-rem-koolhaas-11578576867>

- López César, I. (2017). *Exposiciones Universales: Una historia de las estructuras* (Vols. ISBN 978-84-946257-43-29). (M. B. Prieto, Ed.) Barcelona: Bureau International des Expositions.
- López César, I. (2017). *Exposiciones Universales: Una historia de las estructuras* (ISBN: 978-84-946257-4-9 ed.). (M. B. Prieto, Ed.) Barcelona: Bureau International des Expositions.
- Masip, E. (April 2016). EMOTION DEVICES. THE ROLE OF CONCRETE FRAME STRUCTURES IN THE ARCHITECTURE OF KAZUO SHINOHARA. *EN BLANCO Revista de Arquitectura* · , 66-74.
- Moneo, R. (2004). *Inquietud teórica y estrategia proyectual*. Barcelona: Actar D.
- Navascues Palacio, P., & Revuelta Pool, B. (2014). Ingenieros Arquitectos. *LECCIONES JUANELO TURRIANO DE HISTORIA DE LA INGENIERÍA*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.
- OMA. (18 de Septiembre de 2022). *oma.eu*. Obtenido de Casa da Musica: <https://www.oma.com/projects/casa-da-musica>
- OMA. (07 de Septiembre de 2022). *oma.eu*. Obtenido de Très Grande Bibliotheque: <https://www.oma.com/search?q=tgb>
- OMA. (07 de Septiembre de 2022). *oma.eu*. Obtenido de Taipei Performing Arts Center: <https://www.oma.com/projects/taipei-performing-arts-center>
- OMA. (07 de Septiembre de 2022). *oma.eu*. Obtenido de De Rotterdam: <https://www.oma.com/projects/de-rotterdam>
- OMA. (07 de Septiembre de 2022). *oma.eu*. Obtenido de Milstein Hall: <https://www.oma.com/projects/milstein-hall-cornell-university>
- Paricio, I. (1994). *LA CONSTRUCCIÓN DE LA ARQUITECTURA - 3 La composición, la estructura*. ITEC.
- Piñón, H. (2002). No hay proyecto sin materia. *Intervención en el "Congreso Internacional sobre la Construcción en la Arquitectura y su Enseñanza"*,. Barcelona.
- Powell, & T. (2006). *Richard Rogers : arquitectura del futuro / Kenneth Powell ; edición de Roberto Torday*. Birkhäuser.
- Powell, & T. (s.f.). *Richard Rogers : arquitectura del futuro / Kenneth Powell ; edición de Roberto Torday*. Birkhäuser.
- Prada Foundation in Milan. (2016). *Detail* , 51-62.
- Simonnet, C. (2005). La genealogía francesa de un material universal. *Arquitectura Viva no101*.
- Solé Marzo, J. R. (2007). *Proyecto y ejecución de la estructura de la Torre Agbar*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Sudjic, F. N. (1986). *Norman Foster, Richard Rogers, James Stirling : new directions in British architecture / Deyan Sudjic* (Vols. ISBN : 0-500-34101-X). (L. . Hudson, Ed.)
- T. Iori, S. P. (2019). Pier Luigi Nervi: an engineer, an architect and a builder. *Informes de la Construcción* 71 (553).
- Torrijos, P. (s.f.). *Jot Down*. Obtenido de Porno japonés y el mejor edificio que nunca llegó a construirse: <https://www.jotdown.es/2020/03/porno-japones-y-el-mejor-edificio-que-nunca-llego-a-construirse/>
- REVISTAS AV:

Nº 93: Masa Crítica

Nº 101: Hormigón Fresco

Nº 134: Laboratorio Basilea

Nº 168: Masa es más

AV MONOGRAFÍAS:

Nº 42 James Stirling

Nº 178-179 Rem Koolhaas

EL CROQUIS:

Nº 53 Rem Koolhaas

Nº 79 Rem Koolhaas

Nº 131-132 OMA/Rem Koolhaas

Nº 134-135 OMA/Rem Koolhaas

TECTÓNICA nº40

ILUSTRACIONES

Fig. 1 Rem Koolhaas <https://revistasantiago.cl/cultura/rem-koolhaas-y-la-basura/> Acceso 18-09-22

Fig. 2 Paralelismo con la arqueología. Arqueólogo descubriendo nuevos edificios. Elaboración propia.

Fig. 3 Le Corbusier en una de sus reuniones con los monjes de La Tourette

<https://www.pinterest.es/pin/135671007502734227/> Acceso 18-09-22

Fig. 4 Perspectiva longitudinal del Crystal <https://www.artehistoria.com/en/node/47035> Acceso 16-09-22

Fig. 5 Detalles Constructivos del Crystal Palace. Puentes térmicos entre estructura y cerramiento César, I. (2017). Exposiciones Universales: Una historia de las estructuras (Vols. ISBN 978-84-946257-43-29). (M. B. Prieto, Ed.)

Fig. 6 Ritmo vertical en el Seagram <https://www.metalocus.es/en/news/seagram-plaza> Acceso 16-09-22

Fig. 7 Detalle de Fachada del Seagram. Los puentes térmicos siguen siendo un problema

https://www.archdaily.cl/cl/02-365023/en-detalle-especial-mies?ad_medium=gallery Acceso 07-0-2022

Fig. 8 Encofrado y hormigonado de los pozos de luz de la Tourette

<https://www.pinterest.es/pin/7036943142685403/> Acceso 16-09-22

Fig. 9 Referencias a la forma en los edificios de Le Corbusier. Ministerios de Chandigarh. Elaboración propia.

Fig. 10 Entradas de luz del Centro de Restauraciones a través de las losas.

<https://www.coam.org/media/Default%20Files/fundacion/biblioteca/revistaarquitectura100/19932000/docs/revista-articulos/revista-arquitectura-1998-n316-pag88-91.pdf>

Fig. 11 Sección tipo del Centro de Restauraciones. Elaboración propia.

Fig. 12 Lloyd's Building. Similitudes con el Crystal. <https://www.dezeen.com/2021/08/17/lloyds-building-london-overhaul-high-tech-richard-rogers/> Acceso 07-09-2022

Fig. 13 Interior del Lloyd's Building. Elementos prefabricados como pilares y losas.

<https://es.wikiarquitectura.com/atrium/> Acceso 16-09-22

Fig. 14 De izq a dcha: Vrissendorp, Koolhaas, Elia y Zoe Zenghelis.

<https://www.telegraph.co.uk/culture/culturepicturegalleries/11532435/15-couples-that-changed-art-history.html?image=2> Acceso 16-09-22

Fig. 15 Infografía de Exodus. <https://www.moma.org/collection/works/104692> Acceso 16-09-22

Fig. 16 Imagen aérea del Congrexpo de Lille. <https://www.oma.com/projects/congrexpo> Acceso 07-09-2022

Fig. 17 Panel para el Concurso de la Villette. <https://www.oma.com/projects/parc-de-la-villette> Acceso 07-09-2022

Fig. 18 Elementos estructurales del Kunsthall. Elaboración propia.

Fig. 19 Casa da música. Construcción del cascarón e influencia de la estructura en el interior.

<https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-da-musica-en-oporto/> Acceso 07-09-2022

Fig. 20 Construcción de la retícula y los arriostramientos de la Biblioteca de Seattle.

<https://balmondstudio.com/work/seattle-library.php> Acceso 07-09-2022

Fig. 21 Irrupción de la estructura en una de las salas de lectura de la Biblioteca de Seattle.

<https://es.wikiarquitectura.com/edificio/biblioteca-de-seattle/> Acceso 07-09-2022

Fig. 22 Collage entre los materiales de fachada del Kunsthall.

<https://spa.architecturaldesignschool.com/ad-classics-kunsthall-31364> Acceso 07-09-2022

Fig. 23 Encuentro "desnudo" entre el vidrio ondulado y la esfera metálica de Taipei.

<https://www.oma.com/projects/taipei-performing-arts-center> Acceso 07-09-2022

Fig. 24 Encuentro desprovisto de elementos de unión en la composición de esta terraza de la Casa Da Música.

<https://es.wikiarquitectura.com/edificio/casa-da-musica-en-oporto/> Acceso 07-09-2022

Fig. 25 Textiles de la Biblioteca de Seattle. <https://www.insideoutside.nl/Seattle-Public-Library> Acceso 07-09-2022

Fig. 26 Globo de la Serpentine Pavillion de Koolhaas & Balmond.

<https://www.oma.com/projects/serpentine-gallery-pavilion> Acceso 07-09-2022

Fig. 27 Esqueletos de Ronchamp y el Educatorium. Elaboración propia.

Fig. 28 Simulación de elemento flácido a través de la fachada. Elaboración propia.

Fig. 29 Rem Koolhaas en una visita a la construcción del Milstein Hall.

<https://www.flickr.com/photos/cornellaap/albums> Acceso 07-09-2022

Fig. 30 Vista exterior del Milstein Hall. <https://arquitecturaviva.com/obras/milstein-hall-en-la-universidad-de-cornell> Acceso 07-09-2022

Fig. 31 Sección transversal, donde se ve el volumen en voladizo y la losa curvada

<https://arquitecturaviva.com/obras/milstein-hall-en-la-universidad-de-cornell>

Fig. 32 Planta Baja del conjunto <https://arquitecturaviva.com/obras/milstein-hall-en-la-universidad-de-cornell>

Fig. 33 Espacio interior generado por la cúpula. <https://arquitecturaviva.com/obras/milstein-hall-en-la-universidad-de-cornell> Acceso 07-09-2022

Fig. 34 Detalle de la cúpula. Losa con interior falso. <https://arquitecturaviva.com/obras/milstein-hall-en-la-universidad-de-cornell> Acceso 07-09-2022

Fig. 35 Detalle de la fachada. Ménsulas de soporte de piedra y muros cortina. <https://arquitecturaviva.com/obras/milstein-hall-en-la-universidad-de-cornell> Acceso 07-09-2022

Fig. 36 Hormigonado de la Losa. <https://www.flickr.com/photos/cornellaap/albums> Acceso 07-09-2022

Fig. 37 Construcción de los módulos de fachada. <https://www.flickr.com/photos/cornellaap/albums> Acceso 07-09-2022

Fig. 38 Estrías verticales formadas por el acabado del muro cortina. <https://www.oma.com/projects/de-rotterdam> Acceso 07-09-2022

Fig. 39 Esquema de usos del edificio <https://arquitecturaviva.com/obras/edificio-de-rotterdam>

Fig. 40 Imagen exterior de de Rotterdam. <https://www.oma.com/projects/de-rotterdam> Acceso 07-09-2022

Fig. 41 Encuentros tipo del muro cortina. <https://arquitecturaviva.com/obras/edificio-de-rotterdam> Acceso 07-09-2022

Fig. 42 Imagen exterior del edificio. <https://www.oma.com/projects/taipei-performing-arts-center> Acceso 07-09-2022

Fig. 43 Sección fugada del edificio donde se ven sus componentes principales <https://arquitecturaviva.com/obras/centro-de-artes-escenicas-de-taipei-5820>

Fig. 44 Encuentro entre fachada de vidrio ondulado y esfera metálica. <https://www.oma.com/projects/taipei-performing-arts-center> Acceso 07-09-2022

Fig. 45 Detalle de la esfera. Los intersticios de la estructura se utilizan para albergar programa. <https://arquitecturaviva.com/obras/centro-de-artes-escenicas-taipei> Acceso 07-09-2022

Fig. 46 Montaje de las cerchas en obra. <https://www.oma.com/projects/taipei-performing-arts-center> Acceso 07-09-2022

Fig. 47 Pasillo entre fachadas de vidrio ondulado. Donde se ven los arriostramientos de esta. https://www.archdaily.cl/cl/765373/casa-da-musica-oma/552c8df5e58ece2cfd0001a3-92773_-_philippe_ruault-jpg?next_project=no Acceso 07-09-2022

Fig. 48 Percepción interior del vidrio ondulado <https://www.oma.com/projects/casa-da-musica> Acceso 07-09-2022

Fig. 49 Sección del auditorio <https://arquitecturaviva.com/obras/casa-da-musica> Acceso 16-09-2022

Fig. 50 Planta constructiva del muro de vidrio ondulado. Donde destaca el encuentro con los muros de HA y la ausencia de montantes verticales. <https://arquitecturaviva.com/obras/casa-da-musica> Acceso 07-09-2022

Fig. 51 Sección constructiva de una doble cámara de muros de vidrio ondulado. Dimensiones del travesaño y el arriostramiento de estos. <https://arquitecturaviva.com/obras/casa-da-musica> Acceso 07-09-2022

Fig. 52 Detalle del anclaje del vidrio ondulado en Taipéi. <https://cricursa.com/es/p28/taipei-performing-arts-center> Acceso 07-09-2022

Fig. 53 Composición con las imágenes de los tres proyectos del 89

Fig. 54 Maqueta de trabajo con la idea de las losas horizontales. <https://www.oma.com/projects/tres-grande-bibliotheque> Acceso 07-09-2022

Fig. 55 Modelo final de la TGB. <https://www.oma.com/projects/tres-grande-bibliotheque> Acceso 07-09-2022

Fig. 56 Comparación entre edificios. Realizada para conocer la escala de la TGB. Elaboración propia.

Fig. 57 Plantas del concurso de la TGB. . <https://www.oma.com/projects/tres-grande-bibliotheque> Acceso 07-09-2022

Fig. 58 Alzados y secciones del concurso de la TGB. <https://www.oma.com/projects/tres-grande-bibliotheque> Acceso 07-09-2022

Fig. 59 Tabla de superficies en base a la SI. Elaboración propia.

Fig. 60 Predimensionado de la losa de cimentación. Elaboración propia

Fig. 61 Predimensionado de la estructura de soporte de los muros Elaboración propia.

Fig. 62 Predimensionado del conjunto de las vigas de un muro del edificio. Elaboración propia.

Fig. 63. Cubierta del concurso del 89. <https://www.oma.com/projects/tres-grande-bibliotheque>

Fig. 64 Figura daliniana que Koolhaas recupera en Delirious New York.
<https://arquitecturaviva.com/articulos/obras-surreales> Acceso 18-09-22

