UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

- TESIS DOCTORAL: EN BUSCA DE UNA TRADICIÓN CONSTRUIDA

- AUTOR DE LA TESIS: Carlos Meri Cucart.

- DIRECTORES DE LA TESIS: Maite Palomares Figueres - Vicente Vidal Vidal.

- UNIDAD ACADÉMICA: Departamento de Proyectos Arquitectónicos.
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia. (ETSAV)
Universidad Politécnica de Valencia. (UPV)

- TUTOR: Jorge Torres Cueco.

Mayo 2013

RESUMEN TESIS

EN BUSCA DE UNA TRADICIÓN CONSTRUIDA

AUTOR: Carlos Meri Cucart.

En busca de una tradición construida plantea un recorrido por la arquitectura del siglo XX desentrañando claves de su evolución desde la perspectiva de la construcción.

Desde la influencia de las construcciones industriales tanto en Europa como en América describe procesos constructivos en ambas partes del Atlántico que fundamentan los cambios profundos acaecidos durante el siglo XX.

Abarca un periodo de tiempo que se inicia en la Escuela de Chicago a mediados del siglo XIX hasta las realizaciones de 1970.

Este estudio se basa en el análisis de edificios mediante la toma de datos in situ, y su posterior plasmación grafica, desde la concepción general hasta la evolución del detalle constructivo, deduciendo las leyes generales de composición y la métrica en ambas escalas.

Asimismo realiza estudios de obras de arquitectos no analizados por la historiografía al uso, poniendo en valor sus realizaciones y detectando las relaciones que tuvieron entre ellos. Entre estos arquitectos podemos enumerar de forma sucinta la obra de Martin Kremmer y Fritz Schupp en la Cuenca del Rhur, las obras industriales y su evolución de Albert Kahn, Hans Brechbuller, Eero Saarinen, Jacobsen, Myron Goldsmith, Fazlur Khan, Gordon Bunshaft, Sep Ruf, Hans Dollgast , y la influencia que las mismas tuvieron en la obra de Mies van der Rohe y Le Courbusier.

RESUM TESI

EN BUSCA DE UNA TRADICIÓN CONSTRUIDA

Autor: Carlos Meri Cucart.

En busca de una tradición construida, planteja un recorregut per l'arquitectura del segle XX desentranyant claus de la seva evolució des de la perspectiva de la construcció.

Des de la influència de les construccions industrials tant a Europa com a Amèrica descriu processos constructius en ambdues parts de l'Atlàntic que fonamenten els canvis profunds esdevinguts durant el segle XX. Abasta un període de temps que s'inicia a l'Escola de Chicago a mitjans del segle XIX fins a les realitzacions de 1970.

Aquest estudi es basa en l'anàlisi d'edificis mitjançant la presa de dades in situ, i la seva posterior plasmació gràfica, des de la concepció general fins a l'evolució del detall constructiu, deduint les lleis generals de composició i la mètrica en ambdues escales.

Així mateix realitza estudis d'obres d'arquitectes no analitzats per la historiografia a l'ús, posant en valor les seves realitzacions i detectant les relacions que van tenir entre ells. Entre aquests arquitectes podem enumerar de forma succinta l'obra de Martin Kremmer i Fritz Schupp a la Conca del Rhur, les obres industrials i la seva evolució d'Albert Kahn, Hans Brechbuller, Eero Saarinen, Jacobsen, Myron Goldsmith, Fazlur Khan, Gordon Bunshaft, Sep Ruf, Hans Dollgast, i la influència que les mateixes van tenir en l'obra de Mies van der Rohe i Le Courbusier.

THESIS ABSTRACT

EN BUSCA DE UNA TRADICIÓN CONSTRUIDA

AUTHOR: Carlos Meri Cucart.

En busca de una tradición construida, poses a tour of twentieth century architecture key unraveling its evolution from the perspective of the construction.

Since the influence of industrial buildings in Europe and America describes construction processes on both sides of the Atlantic that underlie the profound changes that occurred during the twentieth century. It covers a period that begins in the Chicago School in the mid-nineteenth century to the achievements of 1970.

This study is based on analysis of buildings through data collection in situ, and subsequent graphical translating them from the overall design to the evolution of construction detail, deducing general laws of composition and metrics on both scales.

Also it studied architectural works by historians untested use, highlighting their achievements and detecting the relationships they had between them. Among these architects can succinctly enumerate the work of Fritz Schupp and Martin Kremmer the Ruhr Basin, industrial works and evolution of Albert Kahn, Hans Brechbuller, Eero Saarinen, Jacobsen, Myron Goldsmith, Fazlur Khan, Gordon Bunshaft, Sep Ruf, Hans Dollgast, and the influence they had on the work of Mies van der Rohe and Le Corbusier.

Antes de dar un paso más, realizaré experimentos, porque mi propósito es exponer primero la experiencia y luego, mediante el razonamiento, mostrar por qué esa experiencia está destinada a operar precisamente de esa manera. Es ésta la verdadera regla que deben seguir quienes reflexionan sobre los fenómenos de la naturaleza.

LEONARDO DA VINCI, c. 1513

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Reflexiones iniciales **11**
1.2 Una mirada sobre la evolución de la técnica en arquitectura **16**
1.3 Método de trabajo **19**
1.4 Hipótesis de trabajo **21**
1.5 Vinculación Personal con el tema **23**

2. LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RUHR
DE LOS EDIFCIOS FABRILES DEL RUHR A LA IIT DE CHICAGO.
APUNTES SOBRE LA OBRA DE MARTIN KREMMER Y FRITZ SCHUPP **27**

2.1 La obra de Martin Kremmer y Fritz Schupp **28**
2.1.1 Biografía Martin Kremmer (1894-1945) y Fritz Schupp (1896-1974) **28**

2.2 Introducción histórica a Zollverein, en la Cuenca del Ruhr **29**
2.2.1 Periodo 1920-1926 **30**
2.2.2 Periodo 1926-1934. La Ruhr-Siedlungsverbandes **32**
2.2.3 Periodo 1934-1953 **34**

2.3 La creación del Shaft 12 (1927-1933) **36**
2.3.1 El inicio de los encargos **36**
2.3.2 A la búsqueda de los parámetros geométricos estructurales **41**
2.3.3 Descripción de la solución constructiva **44**
2.3.4 Análisis de las causas y motivos reológicos **46**

2.4 Coking plant (1957-1961) **48**
2.4.1 Formación de torres de 38,50 m **50**
2.4.2 Análisis de la estabilidad mecánica **51**

2.5 Semejanzas y diferencias en los cerramientos de la I.I.T. **55**

3. LA RETÍCULA DEL PLANO DE FACHADA **61**

3.1 Los edificios fabriles de Hormigón **62**
3.2 Los forjados de hormigón. Robert Maillart **66**
3.3 Los edificios fabriles de Hormigón y Acero de Albert Kahn **72**
3.4 Repercusión en la URSS **84**
3.4.1 Periodo pre-revolucionario **84**
3.4.2 Periodo Soviético **85**

3.5 La retícula de Hormigón: Gewerbeschule 1935. Hans Brechbühler (1907-1989) 110
3.5.1 Análisis del edificio 110
3.5.2 Materialidad del cerramiento 112

3.6 La retícula de Acero–Hormigón: Pabellón Suizo 1930-1932. 114
3.6.1 Análisis del edificio 114
3.6.2 Materialidad del cerramiento 115

3.7 La retícula de Acero: Maison Clarté 1930 119
3.7.1 Análisis del edificio 120
3.7.2 Materialidad del cerramiento 122

4. LA TRADICIÓN NÓRDICA DEL CERRAMIENTO LIGERO 129

4.1 El nuevo concepto de Manufactura 130
4.2 Eero Saarinen. Análisis de la General Motors Technical Center (1947-1956) 134
4.2.1 Implementación urbanística 135
4.2.2 Estructura y cerramientos ligeros 137

4.3 Arne Jacobsen tres modelos de cerramiento ligero 140
4.3.1 Antecedentes tecnológicos 142
4.3.2 Ayuntamiento de Rodovre (1954). Acero Calibrado 145
4.3.3 Oficinas Jespersen (1953-1955). Madera 149
4.3.3 Edificio SAS. 1955-1960). Aluminio Extrusionado 152

5. LA TRADICIÓN AMERICANA DE LOS EDIFICIOS EN ALTURA 159

5.1 La construcción de la tradición americana 160
5.2 Problemática del cerramiento 164
5.3 Heterodoxia del pilar fuera del plano de fachada 169
5.4 Casuística de las instalaciones. Lever House. Edificio Naciones Unidas 170
5.5 La problemática de los edificios en altura según Myron Goldsmith 176
5.6 La transformación de las ideas estructurales 179
5.6.1 Framed tube system-Sistema compuesto hormigón-acero 182
5.6.2 Braced tube (Tubo diagonalizado) 186
5.6.3 Bundled tube (tubo atado) 201
5.6.4 Últimas nociones estructurales 211

5.7 Inland Steel Company. Chase Manhattan Bank 216
5.7.1 Chicago Inland Steel Company (1958) 216
5.7.2 Chase Manhattan Bank (1957-1961) 219

6. LA PERVIVENCIA DE BEAUX-ARTS. DOS OBRAS DE GORDON BUNSHAFT BEINECKE RARE BOOK YALE UNIVERSITY NEW HAVEN Y THE LYNDON BAINES JOHNSON **225**

6.1 Beinecke Rare Book **226**
6.1.1 Doble volumen: El telar de fachada **227**
6.1.2 Instalaciones **234**
6.1.3 Construcción: De la técnica del plegado de plancha **235**
6.1.4 Nuevo tipo de los Espacios del Pensar **237**

6.2 The Lyndon Baines Johnson Library **243**
6.2.1 Desarrollo de la obra **244**
6.2.2 Modulación **246**
6.2.3 Ordenación de la planta **247**
6.2.4 Reflexiones sobre la construcción. Las vigas cajón postesadas **249**

7. SEP RUF Y LA ESCUELA DE MUNICH. LA TRADICIÓN GERMÁNICA OLVIDADA **255**

7.1 Antecedentes **256**
7.2 Apuntes biográficos de Sep Ruf **259**
7.3 Apuntes biográficos sobre los arquitectos de la Escuela de Munich **264**
7.4 La obra de Sep Ruf **269**
7.4.1 El pabellón de Bruselas de 1958. El reconocimiento internacional **269**
7.4.2 Kanzlerbungalow. La recuperación de la modernidad **273**

7.5 Bayerische Staats –Bibliothek Munich 1959-1966. La retícula de Aluminio **278**
7.5.1 Planteamiento general **278**
7.5.2 Sala de lectura y ampliación **279**
7.5.3 Desarrollo en planta **281**
7.5.4 Modulación del plano de fachada **282**

8. CONSIDERACIONES FINALES

8.1. En la obra de Mies **289**
8.2 En la obra de Martin Kremmer y Fritz Schupp **290**
8.3 Le Corbusier y la influencia americana **292**
8.4 En la obra de Jacobsen **292**
8.5 En la obra de Gordon Bunshaft **294**
8.6 Sep-Ruf y la Escuela alemana **295**
8.7 Nuevas líneas de Investigación **296**

9. NOTAS POR CAPÍTULOS **301**

10. BIBLIOGRAFIA **315**

11. ANEXOS

Anexo 1. Fotografías y planimetría

1. La industrialización de la Cuenca del Ruhr

1.1 Shaft Site 12 (1928-32), F. Schupp y M. Kremmer

1.2 Coking Plant (1957-61), F. Schupp

1.3 Shaft Site 1-2-8.

2. La retícula del plano de fachada. Evolución e influencia

2.1 Gewerbeschule (1935-39), Hans Brechbüler

2.2 Pabellón Suizo (1930-32), Le Corbusier

3. La tradición nórdica del cerramiento ligero

3.1 Ayuntamiento de Rodovre (1954-56), A. Jacobsen

3.2 Oficinas Jespersen (1953-55), A. Jacobsen

3.3 Edificio SAS (1956-61), A. Jacobsen

4. La tradición americana de los edificios en altura

4.1 Chicago Inland Steel Company (1956-58), G. Bunshaft

4.2 Chase Manhattan Bank (1957-1961), G. Bunshaft

5. La pervivencia de Beaux-Arts. Dos obras de G. Bunshaft

5.1 Beinecke Rare Book Library (1963), G. Bunshaft

6. Sep Ruf y la Escuela de Munich. La tradición germánica olvidada

6.1 Bayerische Staats–Bibliothek (1959-66), Sep-Ruf

Anexo 2. Croquis y toma de datos in-situ

Anexo 3. Tesis Myron Goldsmith

1

Introducción

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Reflexiones iniciales

La transformación de la arquitectura a principios del siglo XX ancla buena parte de sus raíces en gérmenes industriales que se estaban iniciando en Europa a finales del siglo XIX.

Este hecho, avalado por toda la historiografía como dato de partida, tiene uno de sus fundamentos en las variaciones de las técnicas de construcción que surgieron, durante esos años, en las construcciones industriales tanto en Europa como en América.(1)

Se produjo, en ese mismo lapso temporal, un intercambio de tecnología y experiencias a ambos lados del Atlántico que, aunque no de forma institucionalizada, sí lo fue intensa.

Octavio Paz, en su ensayo “Los signos en Rotación” establece:

“La técnica es una realidad tan poderosamente real – visible, palpable, audible, ubicua- que la verdadera realidad ha dejado de ser natural o sobrenatural: la industria es nuestro paisaje, nuestro cielo y nuestro infierno. Un templo maya, una catedral medieval o un palacio barroco era algo más que monumentos: puntos sensibles del espacio y el tiempo, observatorios privilegiados desde los cuales el hombre podía contemplar el mundo y el trasmundo como un todo...Esas obras no sólo eran una visión del mundo sino que estaban hechas a su imagen: eran una representación de la figura del universo, su copia o su símbolo.

La técnica se interpone entre nosotros y el mundo, cierra toda perspectiva a la mirada: más allá de sus geometrías de hierro y vidrio o aluminio no hay rigurosamente nada, excepto lo desconocido...La técnica no es ni una imagen ni una visión del mundo: no es una imagen porque no tiene por objeto representar o reproducir a la realidad; no es una visión porque no concibe al mundo como figura sino como algo más o menos maleable para la voluntad humana”.

Estas palabras de Octavio Paz siempre me han acompañado, desde que leí, hace años, este texto sobre la técnica de la poesía. El mismo razonamiento podría, también, extrapolarse al mundo de la construcción. *"No es la técnica la que niega a la imagen del mundo; es la desaparición de la imagen lo que hace posible la técnica".* (PAZ: 1971, 318-319) (2)

Esta idea de los signos en rotación de nuestra civilización, en continua transformación, subyace en el presente estudio y ha formado parte de su evolución, más allá de su valor de transmisión o de conocimiento, constituyendo el núcleo conceptual de todo el desarrollo del trabajo.

Con esta premisa, se ha perseguido en este proceso, mediante el análisis de obras, algunas conocidas y otras olvidadas por la historiografía pero, como podremos comprobar en ambos casos, de gran repercusión, Así pues, resulta necesario poner en valor aquellas que han quedado recluidas en el olvido.

En el caso de la construcción de la industria en la Cuenca del Ruhr, ejemplificada en el complejo industrial de Zollverein y edificada a finales de la década de los años 20 por los arquitectos Martin Kremmer y Fritz Schupp, avala esta síntesis. No existe ninguna referencia a esta obra ni a sus arquitectos, a pesar de ser autores de un código moderno que propone una nueva sintaxis del bastidor metálico, soportado por una estructura reticulada de acero, sobre cuyos componentes se afirma la plementería de ladrillo y cuya fenestración se corresponde al principio del mainel, alféizar y dintel metálico. Estas construcciones de la Europa Central, que fueron producidas de la forma más pragmática y alejada de los circuitos intelectuales, son el vástago mediante el cual se inicia una real transformación de los códigos de la sintaxis moderna. Estas realizaciones son exponentes de una síntesis entre procedimiento, transformación y adopción de sistemas de producción material.

Juan Calduch Cervera en "La arquitectura moderna nacional. De 1927 a 1935: la crisis del internacionalismo", en el capítulo "1927: Doe Weissenhohsiedlung de Sttutgart como paradigma del internacionalismo", establece con claridad las tensiones entre internacionalismo-nacionalismo y entre técnica–construcción. El desarrollo del presente trabajo es consecuencia o epígono de este debate, iniciado a mediados de los años veinte, y pretende aportar más argumentos y bases a esta historia.

"La profunda crisis que sufre Alemania tras la derrota en la Primera Guerra Mundial y las condiciones impuestas en el tratado de Versalles, desencadenaron un proceso revolucionario y una catastrófica crisis económica en el seno de la República de Weimar, que solo empezó a cambiar por la llegada al poder de un gobierno moderado en 1924 y vuelta de los capitales extranjeros, sobre todo estadounidenses" (CALDUCH: 2003, 56)

Estos procesos marcaron, como veremos posteriormente, el desarrollo y transformación de la Cuenca del Ruhr.

En las propuestas de las vanguardias que se elaboraban desde 1920 hasta el año 1933 -una vez estabilizados los códigos- se puede hablar de la Modernidad como un hecho internacional. Esta reacción viene a marcar la distancia con el significado nacionalista que impregnaba los inicios del Werkbund alemán. Las tensiones entre nacionalismo-internacionalismo se hacen aquí claramente patentes.

Frente al carácter nacionalista de los inicios Gropius, pero sobre todo Mies, pusieron distancia y coto: su ejemplo fue la construcción en 1926 de la Weissenhof de Stuttgart. Este sector de la cultura alemana, tanto en la forma como en el contenido de los planos, asume el concepto internacional como antídoto ante la enfermedad que supusieron los nacionalismos extremistas en Europa. Por ello, la invención permanente de la forma queda sancionada como trivial y se asume la disciplina de la construcción como la garantía de la calidad arquitectónica.

Estos objetivos fueron publicados y explicitados por Mies en el periódico del Werkbund, frente a las opiniones de Hugo Häring, al establecer "la falta de forma" como solución al exceso de forma. Esta polémica supuso una quiebra dentro del núcleo más importante e influyente de los arquitectos alemanes. El distanciamiento personal entre diversos miembros de la arquitectura alemana inició diversas ramificaciones en el consiguiente desarrollo, muchas veces antagónicas, y que finalizarían en la constitución de dos bloques: uno de ellos más nacionalista, estableciendo simpatías con el régimen Nazi, y otro de carácter más internacional, cuya salida fue el ostracismo o el exilio.

Los años de silencio que se precipitaron sobre la producción arquitectónica Moderna en la etapa del Tercer Reich, impidieron la necesaria puesta al día de las vanguardias alemanas. Sus precursores fueron silenciados, y algunos se autoexiliaron. Hans Scharoun se apartó; Tessenov no quiso saber nada de su alumno Abert Speer; Rudolph Schwartz no realizó otros proyectos; Sep Ruf fue movilizado al frente del Este; sólo la Escuela de Munich aceptó, como catedrático de dibujo, a Hans Döllgast; etcétera.

Las propuestas y el grado de compromiso con la reconstrucción de Alemania demandaban soluciones nuevas que, por fuerza, tenían que purgar los excesos del Tercer Reich. En consecuencia, la reconstrucción asumió la ausencia de la iconografía perdida por la destrucción de los bombardeos, así como utilización del ladrillo como base de la intervención, aportando un gran caudal de significación con un deseo de liberalización de toda contaminación.

La atmósfera, que se ha transmitido a nuestros días, permanece como un logro radical, y sobre todo, deudor de los orígenes de la modernidad en el procedimiento de su construcción. La solución es radical porque los medios que se emplean no son tecnológicos sino que pertenecen a la manufactura que sustenta la modernidad. No acepta la desnudez como función sino como expresión. Es también conservadora porque solo intenta mantener la herencia y su elección de la forma de construir está vinculada a un profundo nuevo significado. El orden, el espacio y la proporción heredados de la construcción primigenia son los valores que se reconstruyen y se transmiten.

Si tratamos ahora las cuestiones surgidas, en los años veinte, entre técnica y construcción, podemos remitirnos a las líneas que, en 1924, escribió Mies van der Rohe, responsable de todo el proceso de planteamiento y construcción de la Weissenhofsiedlung de Stuttgart de 1926:

“Creo que la industrialización de la construcción es el problema central de la arquitectura de nuestro tiempo. Si conseguimos llevar adelante esta industrialización, las cuestiones sociales, económicas, técnicas y también artísticas se resolverán automáticamente ( )

Nuestra tecnología tiene que conseguir, y conseguirá, inventar un material de construcción que pueda fabricarse y manipularse industrialmente ( )

La elaboración industrial de todos los componentes solo puede racionalizarse realmente en el proceso de fabricación, por lo que el trabajo en la obra consistirá exclusivamente en tareas de montaje y, por consiguiente se podrá reducir a un lapso de tiempo increíblemente corto. Esto tendrá como consecuencia un considerable abaratamiento de los costes de construcción. También las nuevas aspiraciones arquitectónicas encontrarán su verdadera misión." (NEUMEYER: 1995, 377)

Juan Calduch deduce de una forma muy acertada que no era simplemente un proceso de reducción de coste de construcción, sino el establecimiento de una ordenación que va introduciendo modelos nuevos frente a la ciudad tradicional. Sin embargo, se llegó a la contradicción de pretender conseguir prototipos nuevos de vivienda a partir de la investigación, mayoritariamente, en vivienda unifamiliar. Sólo el bloque desarrollado por el propio Mies inicia ciertos modelos de prototipos estandarizables. El conjunto recibió fuertes críticas, como es bien sabido, por parte de las fuerzas reaccionarias, considerándolo "un arrabal" de la ciudad de Jerusalén. Esta crítica feroz coadyuvada por fallos en la construcción y por la falta de comprensión de los usuarios, supuso el fin del concepto "internacional" del Werkbund y una vuelta a ciertos principios del "nacionalismo romántico".

En 1927 Mies escribía:

"Desde el principio se pensó en la exposición como un experimento y, como tal, tiene su valor independientemente de los valores alcanzados.

Cada uno de los arquitectos participantes ha analizado la aplicabilidad de los nuevos materiales que se encuentran en el mercado, y cada uno de ellos ha elegido aquellos que creía más adecuados. Sin embargo, la tecnología actual en el sector de la construcción estableció un límite a nuestro esfuerzo en esa dirección.

El problema de la organización no puede resolverse sin la colaboración de la industria de la construcción. En el caso de Stuttgart quedaba totalmente descartado, pues no teníamos influencia alguna en la adjudicación de las obras. Con ello también se nos impedía influir en la calidad

de la ejecución. Solo éramos realmente libres en el problema espacial, es decir, en la cuestión realmente arquitectónica." (NEUMEYER: 1995, 399)

Como apunta Juan Calduch:

"*El ensayo de soluciones técnicas novedosas o experimentales dio origen a patologías constructivas de todo tipo y tuvo como consecuencia la demolición, años después, de algunas de las viviendas construidas."*

Aunque en el presente trabajo no va a analizarse en profundidad toda la problemática de Weissenhofsiedlung de Stuttgart -remitiéndose siempre al texto de Juan Calduch-, la problemática que allí surgió ha inspirado parte del presente trabajo. A partir de estas consideraciones se plantean cuestiones sobre las que reflexionar:

- ¿Existe realmente una "raíz germánica" en la raíz de la Modernidad?
- ¿Podemos establecer, sin caer en absurdos conceptos "romántico nacionalistas", un estudio de la modernidad a través de la tradición germánica de la construcción?
- ¿Esta tradición se basa exclusivamente en avances de procesos constructivos, o la perfección de estos procesos constructivos son la base de profundas transformaciones espaciales?
- ¿Se produjo, en la década de los años cuarenta, una influencia de la tradición americana construida que inspiró transformaciones en la obra de las vanguardias europeas?.

1.2 Una mirada sobre la evolución de la técnica en arquitectura

Es conveniente recordar las distintas acepciones que las palabras técnica, abstracción y tradición han tenido en la cultura occidental.

Recordemos, como establece Ferrater Mora (FERRATER: 1983,16-17), los distintos conceptos que los filósofos -desde la antigüedad hasta nuestros días- han ido dando a la palabra abstracción:

Acto de sacar algo de algo. Acto por el que un individuo pasaba a ser ciudadano, es decir, salía de la esclavitud.

Para Platón, lo abstracto es tanto que universal más real que lo particular y lo singular. Para Aristóteles, los objetos fruto de la abstracción existen en la abstracción y no en sí mismos. Tomás de Aquino habló de dos clases de abstracción,

1- De lo Universal a partir de lo particular (el animal a partir del concepto hombre). Si al concepto separamos la racionalidad el intelecto pierde dicho concepto y queda solo el animal.

2- La abstracción de la forma a partir de la materia.

Para Hegel (3) abstraer supone una actividad mental consistente en separar un aspecto concreto a partir de una realidad. En el siglo XX Husserl no concebía lo abstracto y lo concreto en virtud de su respectiva separación, de un todo. En su teoría de las formas puras establecía que se encontraban en el todo y en las partes. Un ejemplo de aplicación de ello es la noción de serie lineal de abstracción.

"Lo abstracto y la consiguiente jerarquía abstractiva trascienden las situaciones particulares si bien ello no significa que se den aislados de dichas situaciones. La abstracción se refiere a clases de objetos relacionados entre sí". (FERRATER: 1983, 19-20)

Con cierta asiduidad, se establece una delimitación entre Modernidad e Historia, y Modernidad y Tradición. Si bien esta separación crítica es un buen método a fin de discernir las diferencias, no lo es tanto para el establecimiento de similitudes del pensamiento. No deberíamos realizar de forma taxativa esta distinción. De la misma manera, esta evolución no la deberíamos derivar tan solo de procesos técnico-sociales, como fuente de su transformación, sino también de un esfuerzo de intelectualización de la actividad humana desde la Ilustración. Si bien es Vignola quien codifica los órdenes del lenguaje clásico de la Arquitectura, con una vigencia de más de 250 años dentro de la gran tratadística; es Palladio quien realizará, en su estudio de los edificios históricos, cuya fuente es Vitruvio, la formulación del objeto arquitectónico y su perfecto ensamblaje geométrico. Ambos dejarán marcado el pensamiento arquitectónico hasta nuestros días.

Podemos leer el devenir de la técnica constructiva como una metáfora, desde su germen en Westfalia hasta el sofisticado mundo de Nueva York; manteniendo una misma raíz de pensamiento. A veces, por parte de críticos, se ha visto esta solución como un efecto de apariencia más allá de la sinceridad constructiva. Este hecho refleja hasta que punto es difícil realizar una trascripción directa del mundo de las palabras al mundo de los hechos constructivos.

Tal y como nos relata Reyner Banham en " Diseño en la Época de la Máquina", la transformación de la fábrica Fagus por Gropius no era más que una transformación estilística, realizada por el propio Gropius junto con una abundante carga retórica en los escritos. Cuesta entender cómo la crítica obvió procesos industriales que se estaban desarrollando ya en Alemania, alejados de los círculos de difusión arquitectónica, pero de una intensidad que hoy en día se encuentran poco estudiados.

Estos procesos de transformación no se desarrollaron exclusivamente en Alemania: coetáneamente en Rusia y Norte América existieron procesos paralelos, con influencias mutuas que desarrollaremos en capítulos posteriores. Con menor profusión en detalles -aunque no por ello con menos importante-, la obra de los constructivistas rusos tiene una vinculación directa tanto con Norte América como con la cultura de las vanguardias europeas. Claro ejemplo de ello es la difusión de los trabajos de Albert Kahn en la Unión Soviética, dentro del proceso de reindustrialización del primer plan Quinquenal (1929-1935). Como comenta Jean Louis Cohen, este proceso de construcción de la industria pesada en los Urales llevó a la realización de más de 600 complejos industriales en esta zona de la Unión Soviética.

La historia de este proceso deja entrever las tensiones que se generaron, dentro del círculo de Arquitectos Constructivistas rusos, al dirigir este colosal plan de industrialización; con el convencimiento del brillante Guinzburg y los hermanos Vesnin de que esta operación sentaría las bases de transformación de la construcción en arquitectura.

En una carta a Le Corbusier, Guinzburg le recalca la necesidad de introducir los nuevos sistemas técnicos en la construcción de la arquitectura. Es por ello que, en los primeros años de la Revolución Rusa, se produce el

trasvase de arquitectos de las vanguardias europeas para acometer la construcción de la Rusia Revolucionaria.

Guinzburg, que introdujo a Le Courbusier dentro de los círculos moscovitas, le recalca que la proclama del hombre nuevo en una nueva sociedad se estaba produciendo por la Revolución pero que tenían una gran carencia de conocimientos técnicos y por ello la aportación de Le Corbusier se consideraba de importancia en este campo.

La realización del complejo Centro Soyuz, conjunto de oficinas para la Sociedad de la industria pesada soviética, tienen un sentido simbólico que no debemos obviar.

Por parte de los dirigentes soviéticos se ejerce una dura crítica contra los círculos de vanguardia de la Arquitectura soviética. Esta actitud va marginando paulatinamente a los arquitectos de vanguardia y confiando todo el proceso de construcción a la tecnología americana de Albert Kahn, quien colaborará con los arquitectos del constructivismo ruso.

En el capítulo próximo desarrollaremos con mayor ahínco esta problemática en la transformación de los edificios fabriles de hormigón a acero -así como la fascinación que ello produjo- y los procesos que ocurrieron entre los últimos años de la Rusia Zarista y la Rusia Revolucionaria. La consecución de apuntes históricos, a modo de preámbulo, tiene la intención de contextualizar la construcción y la evolución de la Cuenca del Ruhr y su historia; viéndola no como un hecho aislado, sino inmersa en los complejos procesos evolutivos de una sociedad industrial.

1.3 Método de trabajo

El dibujo y análisis comparativo como fórmula de conocimiento son la base en la que se fundamenta el método de trabajo de esta tesis. El rigor del dibujo analítico y la comparación entre distintas planimetrías, ha permitido llegar a la raíz constructiva de cada una de ellas. El análisis de la transformación de los sistemas de construcción desarrollado se ha fundamentado en la toma de datos, personal, de todos y cada uno de los edificios estudiados y analizados.

Todos los archivos de la obra de Martin Kremmer y Fritz Schupp fueron destruidos y confiscados por las tropas soviéticas durante la toma de Berlín. Como consecuencia, no existía ningún levantamiento ni constructivo, ni planimétrico de sus edificios en la cuenca del Ruhr, a pesar de haber sido desarrollado un plan especial de ordenación de las minas de Zollverein por Rem Koolhaas, en febrero del 2002. Afortunadamente no se realizó. Ante esta ausencia, se inician los trabajos de constatación, dibujo y análisis de la métrica de dichas construcciones.

La labor de toma de datos tuvo lugar en las ciudades centroeuropeas de Hessen, Copenhague, Ginebra, Berna y Munich. En América, en las de Nueva York, Chicago, Austin y New Haven.

En el año 1994 durante una estancia en Sevilla se realizó una exposición -financiada por la Junta de Andalucía- titulada: München 5 Architekten. Las obras de estos arquitectos, totalmente desconocidos por mí, me produjeron un fuerte impacto, despertando en mí un elevado interés. Debo asimismo reflejar la influencia de los comentarios y el conocimiento que de esta obra tiene el Arquitecto Guillermo Vázquez Consuegra, quien me avanzó su riqueza y sutileza. "*¿Es qué no conoces a Sep Ruf?*" Esta pregunta, en medio de una conversación informal, introdujo la semilla de la curiosidad por esta obra. No es una Escuela uniformada en sus realizaciones, sino más bien al contrario: las realizaciones de cada uno de sus miembros, su biografía personal, la forma de abordar los diversos temas y la calidad de las mismas son la raíz de su interés.

Como fruto de tres viajes a Munich, en los años 2000, 2003 y 2005, fui profundizando en el conocimiento de esta obra y empecé, personalmente, un minucioso trabajo de toma de datos de sus edificios, más como un procedimiento de intensificar la mirada sobre ellos -al mismo tiempo que los dibujaba- que con el fin de realizar un trabajo sistemático sobre su obra.

La escasa documentación bibliográfica existente sobre los arquitectos de la cuenca del Ruhr y su obra, así como sobre los arquitectos de la Escuela de de Munich, avala la necesidad de una oportuna investigación para construir un soporte documental prácticamente inexistente. Por otro lado, la misma bibliografía ha sido el arranque de la investigación.

Es conocido por la historiografía moderna -Bruno Zevi y Sigfried Giedion- la importante influencia que los arquitectos de tradición germánica, que salieron de Europa previo al estallido de la Segunda Guerra Mundial y se instalaron en Estados Unidos, habían tenido en la producción de la arquitectura moderna americana. Sin embargo, quizás por estar alejados de las fuentes de difusión arquitectónica, una parte de la producción interna de la arquitectura alemana de los años 50 y 60, localizada en las regiones de Baviera i Westfalia, ha sido circunstancialmente silenciada. Comprobé personalmente que este silencio no estaba a la altura de la calidad y la intensidad de las obras.

Durante los años 2006-2011, el encuentro casual en la ciudad de Colonia del libro “SYMMETRIE UND SYMBOL Die Industriearchitektur von Fritz Schupp und Martin Kremmer”, fue el inicio de toda la investigación. El interés en estas construcciones y la búsqueda de documentación resultó infructuosa debido a su inexistencia, al haber sido destruidos los archivos durante la Segunda Guerra Mundial. De esta constatación se deduce que, para un mejor conocimiento del proceso y de los procedimientos constructivos, es necesario realizar una toma de datos directamente del objeto arquitectónico. Paradójicamente, estas ciudades no sufrieron el rigor de los bombardeos, en comparación con los daños sufridos por las ciudades germánicas, haciendo posible la realización de la documentación planimétrica para poder transmitir la intensidad y brillantez de estas construcciones.

Constaté que no existían publicaciones ni referencias de estas obras en ningún libro de historiografía moderna. La única referencia que tenía de Sep Ruf era que había sido arquitecto coautor del Pabellón Alemán en la Exposición Universal de Bruselas en 1958, junto al arquitecto Egon Eiermann.

1.4 Hipótesis de trabajo

Fruto del anterior análisis y tras recopilar los fragmentos de las obras en distintos lugares y en distintas épocas, surgieron varias hipótesis a desarrollar.

1. Es sobradamente conocida la influencia de los edificios fabriles alemanes en la modernidad, a través de las construcciones de Peter Behrens y Walter Gropius. Sin embargo, las construcciones industriales de la cuenca del Ruhr tuvieron una mayor influencia constructiva y técnica, como se verá. Su

detalle constructivo es la fuente de inspiración de Mies van der Rohe para el Illinois Institute de Chicago.

Además de los levantamientos planimétricos, para una mejor comprensión, se efectúa una breve descripción de conceptos que, junto con la descripción cronológica de los hechos, culmina con el estudio técnico y estructural de esta colosal infraestructura industrial.

Utilizaremos, para ello, un proceso semejante al que establecía Martín Heidegger, basado en obviar lo general para establecer, desde lo particular, el conocimiento general. Este método nace de la pregunta: *"¿Qué es la metafísica?".* No se pretende aquí alcanzar tan elevada consideración. En su lugar vamos a tratar una determinada cuestión metafísica y, de este modo, introducimos inmediatamente en la metafísica, ofreciéndole así la justa posibilidad de presentarse a sí misma.

2. La influencia de los edificios industriales en hormigón armado desarrollados por Albert Kahn en la zona de Buffalo, junto con los edificios en altura de la Escuela de Chicago, son la base del paradigma de la retícula de fachada, desarrollada por Le Corbusier, en el Pabellón Suizo (1932) y de su transformación por Hans Brechbühler en la Gewerbeschule und Lehrwerkstätten, en Berna (1935).

3. Que la tradición de la construcción de la modernidad en la búsqueda de la livianeidad del muro de cerramiento, más allá de la búsqueda de una estandarización internacional de la solución, lleva implícito el concepto de manufactura por medio del estudio del cerramiento.

4. También cabría considerar que entre la tradición centro europea y la tradición americana existe un espacio común, que es la tradición construida danesa. Podemos afirmar que si este recorrido es uno -que no el único- por los que revierte la influencia americana en Europa en el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial y la Escuela de Munich, y su influencia en la Alemania de postguerra, sería otro.

5. El concepto de manufactura por la modernidad tiene uno de sus mejores ejemplos, olvidados en la historiografía moderna, en la obra del

arquitecto Sep Ruf, como cabeza visible de una escuela de complejas y profundas raíces, que es la Escuela de Munich.

6. Por otro lado, también debe observarse que la producción de la obra de los S.O.M, no se deriva linealmente de las construcciones de Mies Van der Rohe, sino más bien de sus enseñanzas en el Illinois Institute de Chicago. La evolución de su técnica de construcción va más allá de un simple resultado técnico: se fundamenta en la evolución mediante la observación y la experimentación, partiendo de las enseñanzas de la Escuela de Chicago y abriendo expectativas que hoy en día aún no han sido desarrolladas en todas sus posibilidades. Sin duda es necesaria un profundización en sus trabajos, ya que sin esa comprensión es difícil desentrañar la realidad actual arquitectónica, sus falacias y confusiones.

Si se sigue a la pista a la influencia del trabajo de esta oficina americana, pueden establecerse claras conexiones entre las raíces alemanas de la cultura arquitectónica de Postguerra, producida dentro de Alemania, y la cultura arquitectónica desarrollada por los S.O.M en esos mismos años, en las ciudades de Chicago y Nueva York. Este intercambio de conocimientos se personifica en la figura de Sep Ruf, quien había sido director de obras del Consulado Americano en Munich, bajo proyecto de la oficina de los S.O.M. También puede comprobarse que uno de sus primeros trabajos, después de la Segunda Guerra Mundial, fue la construcción de la sede de las oficinas de las fuerzas americanas de ocupación en la ciudad de Bonn. El análisis de los sistemas constructivos realizados en la ampliación de la Biblioteca de Munich confirmarán este trasvase tecnológico entre las experiencias americanas y las realizaciones de Sep Ruf en la Alemania de Postguerra.

Los acontecimientos acaecidos en las ciudades de Nueva York y Chicago suponen el ejemplo paradigmático de síntesis entre las escuelas de Beaux Arts y Modernidad. Las realizaciones de Gordon Bunshaft que analizaremos sustentan esta afirmación que, aparentemente, puede parecer cuanto menos discutible.

1.5 Vinculación personal con el tema

Mi propia práctica profesional me ha ido encaminando hacia la comprensión de edificios. Algunos de ellos desconocidos y encontrados

casualmente, otros resultados del aprecio personal por la obra de sus autores. Desear tener un conocimiento más preciso de la técnica desarrollada en estos edificios es una de las razones del presente estudio.

La técnica nos sitúa, a su vez, en una reflexión sobre la historia "*La técnica es productora de futuro*". Según el mismo texto anteriormente citado de Octavio Paz:

"*...nos libera de la imaginación de toda mitología y se enfrenta con lo desconocido".*

"*En el campo de la Arquitectura la técnica y su evolución histórica nos acerca a una evolución certera sobre los acontecimientos. Un análisis sin historia no nos desvelará sus profundas raíces, y en sentido contrario una historia sin la evolución de la técnica no puede llevarnos mas que a un campo estéril con exceso de retórica. La técnica nos hace trabajar en espacios comunes y lugares distintos y, de ahí la coherencia de poder analizar objetos y hechos ocurridos en lugares y tiempos, por autores diversos en periodos de tiempo distintos, y paradójicamente adquieran coherencia. Este trabajo deambula por estos territorios, no desea ser exhaustivo sino una selección en función de la intensidad que puede producir su comparación y análisis simultáneo.".* (PAZ: 1971, 320)

Sin perder de vista los valores de la historiografía, base para una comprensión de las circunstancias y de los hechos que originan la arquitectura moderna, he sentido la necesidad de un estudio más pormenorizado de la planimetría, medidas, materiales y formas en que estos edificios han sido construidos.

La forma de transmitir y ordenar este conocimiento siempre ha sido a través del dibujo de los planos y de los detalles. Para, a partir de ellos, establecer hipótesis de probabilidad de una lógica histórica. Paradójicamente, estas probabilidades de vinculación producen una comprensión más intensa de la complejidad de los procesos que no pueden describirse más que con la complementación del razonamiento escrito, la descripción y la síntesis visual instantánea de un plano o una imagen.

2

La industrialización de la Cuenca del Ruhr

2. LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RUHR.
DE LOS EDIFCIOS FABRILES DEL RUHR A LOS RASCACIELOS DE CHICAGO.
APUNTES SOBRE LA OBRA DE MARTIN KREMMER Y FRITZ SCHUPP

Si existe un modelo paradigmático de implantación de los complejos industriales y su construcción en Europa, esta es la Cuenca del Ruhr. Se expone continuación parte de este proceso atendiendo, sobre todo, a la transformación de los procesos constructivos. Pero, para una mayor comprensión, se describirán una serie de acontecimientos que han forjado este gran complejo, y sus protagonistas.

Podrá comprobarse, por medio de la planimetría levantada en base a la toma de datos, realizada directamente del objeto, la perfección de sus soluciones estáticas, constructivas y formales. Si en algún momento puede parecer un discurso exclusivamente técnico, es preciso resaltar que el mismo encierra una solución estética previamente determinada en una armónica síntesis entre forma, construcción y técnica.

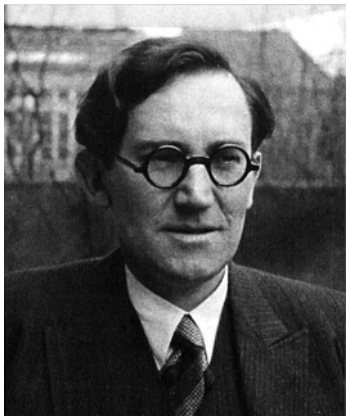
Esta síntesis formal constructiva surge de los dibujos y apuntes de sus arquitectos M.Kremmer y Fritz Schupp. No se ha realizado un estudio exhaustivo de las obras posteriores desarrolladas por Fritz Schupp, no por falta de interés, sino para mantener la coherencia e intensidad del discurso argumental del presente texto, centrándose exclusivamente en el estudio del complejo de Zollverein.

2.1 La obra de Martin Kremmer y Fritz Schupp.

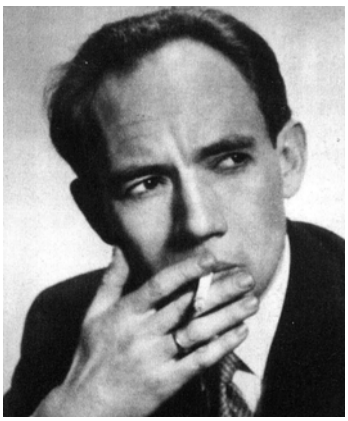
2.1.1 Biografía Martin Kremmer (1894-1945) y Fritz Schupp (1896-1974)

El primer encuentro entre Martin Kremmer y Fritz Schupp fue en Hochschule, en Karlsruhe, a finales de 1916. Fritz Schupp llegó para continuar sus estudios, iniciados en la Hochschule Technische de Munich donde había estudiado con Theodor Fisher, uno de los fundadores del German Werkbund.

En 1917, Fritz Schupp fue llamado al servicio militar implicando la interrupción de sus estudios durante un año, hasta el fin de la Primera Guerra Mundial. Habiéndose declarado objetor de conciencia, ejerció como técnico en la oficina de arquitectura de la compañía Krupp. Finalizado el periodo militar continuó sus estudios en la Escuela Técnica de Stuttgart. Allí estudió bajo las directrices del arquitecto alemán Paul Bonatz, finalizando sus estudios en 1919. Esta relación con Paul Bonatz tuvo una importancia decisiva en la conformación del pensamiento de Fritz Schupp. La calidad arquitectónica de Paul Bonatz todavía puede ser constatada en la estación de ferrocarriles de Stuttgart, destruida durante la Segunda Guerra Mundial y reconstruida posteriormente.


Fritz Schupp (1896-1974)

Martin Kremmer, tras reanudar sus estudios y antes de instalarse en Berlín, trabajó en otoño de 1919 con el gran arquitecto suizo Salvisberg. Finalizó sus estudios en el colegio de Stuttgart, donde vuelve a coincidir con Fritz Schupp en las clases de Paul Bonatz. En 1921 finaliza sus estudios en la Escuele Técnica Superior de Berlín.


Martin Kremmer (1894-1945)

Fritz Schupp regresa a Hessen donde había pasado toda su infancia y juventud. En 1921 conoce a Fiedrich Wilhelm Schulze Buxloh, director del departamento de minas de la compañía Phoenix, recibiendo el encargo para diseñar los laboratorios y de los baños de la planta de extracción Holland.

Por su parte, Martin Kremmer comienza, en 1921, sus primeros trabajos de carácter residencial, en los que prevalece una construcción de carácter tradicional.

En 1923, tropas francesas y belgas ocupan el Ruhr como consecuencia del impago en las obligaciones contraídas por Alemania en el

Tratado de Versalles. Esta ocupación finalizó en agosto de 1925, iniciándose en este año un plan de iniciativas económicas a fin de salvar las empresas del Ruhr. La paralización de la actividad económica y la inseguridad política en la Cuenca de Ruhr motivan que, tanto Martin Kremmer como Fritz Schupp, trasladen sus respectivas oficinas a Berlín.

2.2 Introducción histórica a Zollverein, en la cuenca del Rhur (2)

En la historiografía de la Modernidad poco se dice de la construcción y evolución de este complejo industrial en la Cuenca del Ruhr. En cambio, su evolución histórica es necesaria para comprender con profundidad los acontecimientos que se desarrollaron durante su construcción: su realidad y la de sus autores son reflejo de los acontecimientos que surgieron en Europa durante el siglo XX. Resulta imprescindible, por ello, realizar un breve resumen histórico de los acontecimientos que lo originaron.

Zollverein Pozo 12

La Palabra “Zollverein“ literalmente significa “unión de aduanas”. La unión de Aduanas Alemanas se estableció en enero de 1834 con el fin de promover los intercambios comerciales, unificar las tasas y facilitar el desarrollo industrial y la creación de relaciones comerciales estables.

Las extracciones mineras eran una concesión del Estado de Prusia regulada durante los años 1737 y 1766, que aplicaba un estricto control sobre el precio del mineral. Los permisos de búsqueda y extracción se establecían durante una duración de 58 semanas.

Zollverein Pozo 12

En 1842, dos compañías, una de ellas de Essen y otra del distrito de Ruhrort en Duisburg, registran su interés en realizar prospecciones de carbón en el área del futuro complejo de Zollverein.

Complejidades financieras, así como luchas entre las concesiones, retrasaron hasta 1847 el inicio de extracción de las minas. Como resultado de estos litigios, la familia Haniel se hizo con los permisos de explotación de catorce pozos de extracción de carbón. Estos derechos no se dividieron entre los nueve miembros de la familia, sino que quedaron en propiedad de Franz Haniel.

Pozos 1/2, 1860.

Pozos 3/7/10, 1896

Pozo 4, 1900.

Pozo 6, 1900.

El área permaneció como propiedad de esta familia hasta 1920. Durante este periodo las instalaciones se fueron modernizando continuamente, introduciendo los últimos avances en extracción minera. En 1890 su producción excede el millón de toneladas.

En 1860 Franz Haniel construye el complejo Malakoff pozos 1-2, con una profundidad de extracción de 124 metros. La gran cantidad de rendimiento del pozo número 1 le hizo desistir de las concesiones administrativas de otras explotaciones y perforaciones alrededor de la zona, concentrando todos los esfuerzos en los pozos 1 y 2.

Hacia 1897 la profundad de excavación llegó a los 395 m, surgiendo problemas importantes de ventilación que amenazaban los límites y el crecimiento de la producción.

En los últimos años del siglo XIX las reservas de carbón cubrían un área aproximadamente de 13 km^2, debido al éxito de producción de los pozos 1 y 2. Las necesidades de ventilación así como de transporte, a finales del siglo XIX, hicieron que la situación general permaneciera en un estado crítico. Fue justamente entonces cuando la compañía decide realizar nuevas inversiones en la construcción de nuevos pozos.

2.2.1 Periodo 1920-1926.

Los efectos negativos de la Primera Guerra Mundial afectaron de forma especial en el área minera de la Cuenca de Ruhr. La falta de trabajadores cualificados así como la falta de inversión en modernas técnicas de extracción produjeron una general reducción de la producción. A esto tenemos que añadirle las cargas económicas por la reparación de los daños de guerra que el tratado de Versalles impuso a Alemania. Estas razones hicieron que entre 1918 y 1920 la industria del acero redujera su producción al mínimo.

La falta de trabajo en el acero impulsó a las industrias del sector a incorporar las minas de carbón dentro de sus complejos financieros, a fin de afirmar un grado mayor de independencia.

Esta situación indujo hacia 1918, al gobierno de Prusia, a introducir nuevos reglamentos con el fin de racionalizar la producción de carbón y de

Fotografía aérea Zollverein Pozos 4/ 5/11, 1927.

Fotografía aérea Zollverein Pozo 12, 1933.

Fotografía aérea Zollverein Pozo 12,1936.

Fotografía aérea Zollverein Pozo 1/2, 1966.

acero. Esto obligó a las industrias de extracción del carbón a completar procesos de transporte y modernización de instalaciones.

Tal y como se ha comentado anteriormente, la pérdida de producción de acero indujo a la industria del acero a incorporar pozos de extracción de carbón en 1920. Para ello, la Phenix AG y la familia Haniel llegan a un acuerdo de cooperación en la explotación del complejo de Zollverein. El acuerdo es muy simple: la compañía Phenix AG asume toda la responsabilidad en la dirección y administración de los pozos de Zollverein y se compromete a garantizar las operaciones de mantenimiento y las inversiones de modernización. Sin embargo, las necesidades de equipamiento y las dificultades económicas, fruto de la inflación y de la ocupación francesa de parte de la Cuenca del Ruhr, dificultan los trabajos de inversión.

En 1926, se produjo la fusión de la THYSSEN, Rheinische Stahlwrrke AG, Rheinelbe-Union y Phoenix AG. La unión de estas compañías estableció los porcentajes de producción, el 60% al acero colado y el 40% al acero refinado. Las necesidades de introducir sistemas más racionales de explotación, transporte y optimización de infraestructuras hacen que, en 1926, la United States Steel Corporation invierta a través de fondos americanos y tomen el control de la compañía alemana.

Este acuerdo de compra de la compañía americana afectó al pozo de Zollverein y se disolvió el control, todavía en manos de parte de la familia Haniel, incorporándose el pozo a la división de minería de la United States Steel Company. Para hacernos una idea, los costes económicos en modernización de las plantas, implementación de equipamiento de producción de energía y otros procesos industriales supondrá una inversión de 50 millones de euros, a fin de producir 3.000 toneladas de carbón diarias.

La situación de Zollverein no era independiente de todo lo que estaba ocurriendo en la Cuenca del Ruhr. Esto queda perfectamente descrito en los textos de Xavier Llobet i Ribeiro (6) cuando desarrolla el concepto de los primeros planes regionales europeos, en concreto el realizado por Robert Schmidt la Ruhr-Siedlungsverbandes.

"La Ruhr-Siedlungsverbandes, al contrario del centralismo francés, representa la concepción federal de Alemania buscando complicidades entre

varias ciudades y municipios... Francia y Alemania representan dos modelos de organización territorial distintos, que han repercutido en la génesis de las dos propuestas urbanas más elaboradas del siglo XX: la ciudad contemporánea (Ville conternporaine) o la ciudad radiante (Ville radieuse) y la metrópoli como ciudad jardín." (LLOBET: 2007, 35)

Este comentario acentúa la tradición histórica en estos procesos, acuña así mismo una visión distinta del concepto de urbanismo desde la perspectiva francesa y la germánica, que ocasionó un debate en el interior de los congresos del CIAM, entre Robert Schmidt y Le Courbusier.

De esta visión contrapuesta entre el concepto urbanístico francés y el alemán se derivaron, posteriormente, actuaciones en los procesos de reindustrialización en la Unión Soviética, predominando el cariz germánico desarrollado por Erns May y Robert Stam.

2.2.2 Periodo 1920-1934. La Ruhr-Siedlungsverbandes

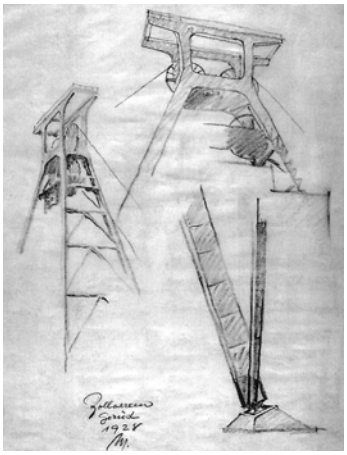
"*El Tratado de Versalles... obligaba a Alemania a compensar la destrucción de las minas de carbón del Norte de Francia, cediéndole la totalidad de las minas de carbón situadas en la región minera del Sarre. Para compensar esta pérdida y mantener su posición en el mercado de la minería después de la Primera Guerra Mundial, Alemania tuvo que hacer un esfuerzo muy importante por mejorar y aumentar la explotación de la región minera del Ruhr. Tuvo que idear un nuevo sistema de planificación urbana y territorial, mucho más eficaz y orgánico, que le permitiera explotar esta región a gran escala."* (LLOBET: 2007, 35)

La necesidad de estas condiciones fueron base de unos planteamientos de extrema racionalidad y funcionalidad que desterró una visión exclusivamente geométrica del urbanismo, propiciado por otras corrientes. Sus estándares y formas de trabajo aún siguen presentes en la cultura germánica, sin embargo, no tuvieron influencia directa en nuestra tradición urbanística

"La principal innovación urbanística fue lo que actualmente se considera el primer plan regional europeo: la Ruhr-Siedlungsverbandes (Federación de Municipios del Ruhr), dirigida por Robert Schmidt, un nuevo

sistema de planificación territorial que convierte toda la región en un sistema policéntrico y altamente descentralizado de pequeñas ciudades interrelacionadas entre sí, que deriva de la teoría de las ciudades jardín de Ebenezer Howard y del concepto de planificación regional del biólogo escocés Patrick Geddes (1854-1932). Robert Schmidt empezó a materializar este plan regional integrado centrando su atención en tres focos:

1. Edificación: el primer foco se basaba en la necesidad de ayudar a los municipios a preparar sus propios planes de expansión. Se formularon principios urbanísticos uniformes, normas de edificación, y se definieron criterios para la representación cartográfica.



Boceto de Fritz Schupp del malacate minero de Zollverein 12, 1920.

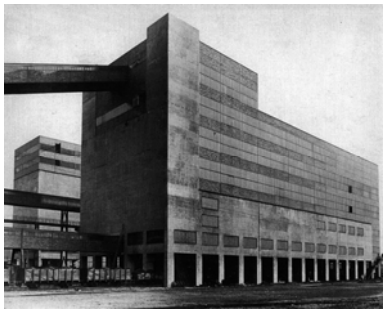
2. Paisaje: el segundo foco se centraba en el campo y en el desarrollo del verde urbano. Robert Schmidt y su equipo tenían la intención de preservar los bosques y el campo abierto, de promover la conservación de la naturaleza y explotar el potencial de recreo de la región para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. La Ruhr-Siedlungsverbandes designó las zonas verdes de protección y definió las zonas donde se prohibía construir.

3. Infraestructuras: el tercer foco se centraba en la planificación del tráfico y las infraestructuras. La idea principal consistía en desarrollar un sistema regional de carreteras que estimulase el crecimiento económico de la región y facilitase el acceso a las zonas verdes de recreo. Se planificó una parrilla irregular que formaba el primer esqueleto para la siguiente expansión del sistema de carreteras locales." (LLOBET: 2007, 36)

Vista de la sala de calderas, instalaciones de Zollverein Pozo12, 1930.

Dentro de esta conurbanización de la Cuenca del Ruhr es donde se inscriben los planes de racionalización de Schulze Buxloh, director del complejo industrial, cuyo objetivo era garantizar la máxima eficiencia y la minimización de costes. Esto suponía, fundamentalmente, racionalizar los transportes de personas, el uso de material y la ventilación de pozos.

Schulze Buxloh, a tal fin, divide el complejo de Zollverein en dos partes: Norte y Sur. La parte Sur, estaría fundamentada en los pozos 4/5/11 y la parte Norte se desarrollaría en base a un nuevo pozo llamado "pozo número 12".



Complejo minero Zollverein Pozo12, (Schupp / Kremmer), planta de lavado.

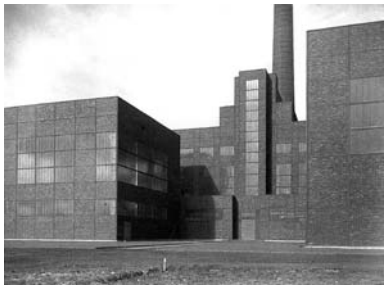
Schulze Buxloh trazó estos planes y calculó, con el director de ingeniería Arauner y con el arquitecto Schroeter, unos gastos de construcción de 24 millones de marcos alemanes (80 millones de euros), este incremento se compensaría con la reducción de los costes.

La idea de un nuevo pozo central universal no fue aceptada de forma generalizada dadas las dimensiones gigantescas del complejo del pozo 12. La pérdida de puestos de trabajo se criticó, calificándolo de complejo megalómano o con profecías fatalistas como “nunca funcionará”. A pesar de ello, el plan financiero fue aprobado gracias al apoyo de la idea y a la aportación económica de Fritz Thyssen. En ese mismo acto de aprobación se encargó a los arquitectos Martin Kremmer y Fritz Schupp el desarrollo de los trabajos. Los trabajos del pozo 12 empezaron en 1928 y finalizaron 1932.

Complejo minero de Zollverein Pozo12, Malacate, zona carga de vagones, 1930.

La transformación y modernización de la parte Sur fue abandonada por causa de la crisis de 1929 y en correspondencia la falta de demanda de carbón.

El pozo número 12 introdujo una modernización de las instalaciones que permitía descender y subir carga a una velocidad de 17m/s con una profundidad máxima de extracción de 610 m. Estos sistemas, a fin de mejorar su productividad, se desarrollaron a través de plataformas gemelas de elevación. Cada una de estas plataformas, a su vez, tenían cuatro contenedores que permitían la carga o descarga de material en cuatro niveles distintos. Asimismo, el proceso de carga y descarga de las carretas de carbón se hacía cada dos niveles. Este depurado sistema de extracción racionalizó el proceso de llenado y transporte de los vagones, elevando la producción de carbón del pozo 12 a 12.000 toneladas por día: las previsiones de Schulze Buxloh se cumplieron. (3)



Fritz Schupp y Martin Kremmer:
Complejo minero Zollverein Pozo12, 1927-32, Sala de calderas.

2.2.3 Periodo 1934-1953 (4)

La United Steel Works Company no escapó a los efectos de la crisis del 29. Pasó de ser una sola compañía a , de nuevo, un holding de compañías subsidiarias, cada una de las cuales asumiría la responsabilidad individual de cada planta. La salida del capital americano de Alemania por su repatriación, ordenada por el presidente Hopper, produjeron el colapso financiero (5). Este hecho supuso la vuelta de la propiedad de Zollverein al departamento de

extracción minera de la República de Weimar, bajo el nombre de Gelsenkirchen Mining Company. Es decir, el periodo de mayor cambio estructural y de modelo de operaciones y modernización de Zollverein coincide con el periodo de mayor confusión financiera y política de la Alemania tras la Primera Guerra Mundial. Si bien el pozo 12 no vio afectada su reestructuración, como ya he comentado, los pozos 4/5/11 fueron abandonados.

Entre 1934-1935 también se produce un reequipamiento a fin de dotar a los pozos de medidas de seguridad frente a los ataques aéreos.

Entre 1934 y 1937 se inicia el proceso de declive en la producción y extracción de carbón. El motivo principal la llamada a filas de las fuerza armadas del persoonal especializado, siendo reemplazados por prisioneros de guerra y personas condenadas a trabajos forzados, provenientes de los campos de concentración.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la Gelsenkirchen Mining Company fue reestructurada por tres nuevas compañías de extracción mineral (Rheinelbe, Bochum, Dortmund). Los siguientes años hasta 1964 fueron fases fundamentales de modernización de las instalaciones ya existentes, en particular de las de los pozos 4/5/11 por medio de un edificio torre diseñado por Fritz Schupp, en aras a la modernización de la ventilación de la mina que había sido abandonada en 1930.

El incremento de producción de carbón en Alemania a finales de la década de los 50 y la imposibilidad de su venta hicieron que en 1964 cerraran más de trece extracciones mineras. Esta crisis se arrastró hasta 1968 donde los costes de explotación y de estratificación del área 4 /5/11 aceleraron el cierre del mismo, significando el principio del fin de la explotación.

En 1968, se produjo el principal cambio en el complejo de minas de Zollverein con la creación de instalaciones integradas. En 1972, el pozo principal 12 llegó a los 1.049 m de profundidad. Si bien se desarrollaron procesos de modernización interna y de producción integrada, a fin de evitar los costes de transporte, en 1983 la compañía decide reducir la producción. En 1986 se produce el cierre de los pozos y, en consecuencia, de la actividad industrial.

2.3 La creación del shaft 12 (1927-1933)

Como ya hemos comentado, en abril de 1926 se produce la mayor concentración de complejos de hierro y acero que implicó la incorporación de las plantas de fabricación de coke. La relación con Schulze Buxloh, uno de los directores de este conglomerado de empresas y a su vez del departamento de construcción, es la razón por la cual empezaron a recibir encargos de edificios industriales, siendo uno de los primeros el de Gelsenkirchen. Estas primeras construcciones están inspiradas en los modelos de muros másicos de carga.

La segunda experiencia importante es la construcción de las instalaciones Nordstern, combinando por primera vez la gran escala de los edificios junto con las chimeneas de instalación y con la construcción de un ancho gasómetro circular.

Malacate minero de las instalaciones de Zollverein Pozo12, 1930.

La construcción de Nordstern tiene importancia por dos razones:

1. Porque es la primera vez donde los arquitectos adquieren el papel de coordinación, organización y estructuración de las instalaciones industriales frente a un trabajo secundario de ornamentación de los edificios diseñados por la ingeniería.

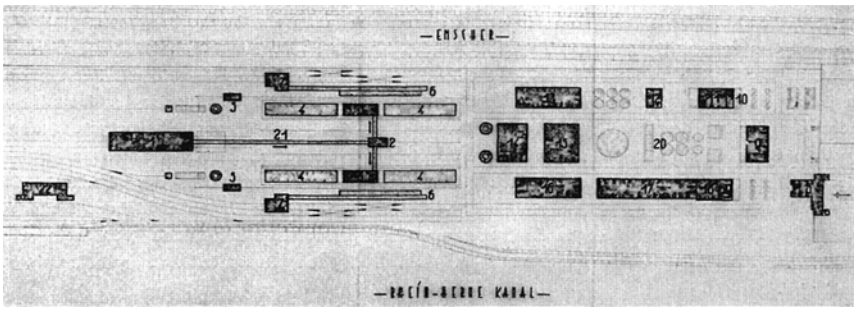
2. Porque estos primeros trabajos sirvieron a Martin Kremmer y Fritz Schupp para experimentar en la construcción industrial la combinación de hormigón, ladrillo y acero. Los edificios administrativos todavía fueron realizados mediante muros de carga de ladrillo de gran espesor, atendiendo la altura de las edificaciones. Las chimeneas de la planta de transformado del carbón se realizaron en hormigón revestido de ladrillo sobre una estructura o marco de acero. Estas experiencias siguen los dictados de la construcción del primer periodo del expresionismo alemán, cuya figura más relevante fue Poelzing.

Instalaciones de Nordstern, Gelsenkirchen, 1920.

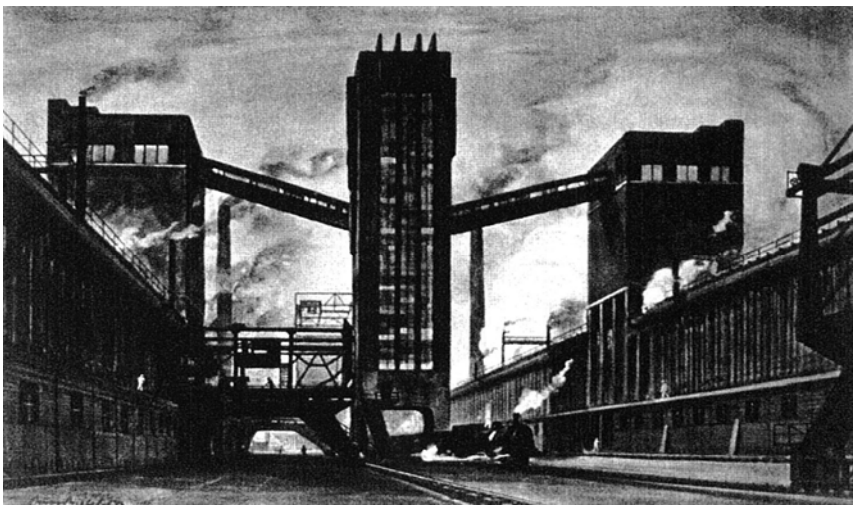
2.3.1 El inicio de los encargos

En 1927 Martin Kremmer y Fritz Schupp reciben el encargo de la compañía del acero dirigida por Schulze Buxloh, para desarrollar la implementación del pozo número 12 del complejo de Zollverein. Después de la experiencia de Nordstern proyectan, por primera vez, a partir del concepto de

independizar estructura de la superficie de cerramiento. Este concepto lo desarrollaremos con más profundidad posteriormente pero, cabe también decir, que no era del todo nuevo. Previamente había sido utilizado parcialmente en las construcciones mineras, en partes de los edificios que estaban sometidos a las vibraciones producidas por máquinas o por el discurrir de los vagones. A su vez, este esquema de construcción ya había sido desarrollado por ellos en pequeñas edificaciones en la década de los 20. Este método, que podríamos llamar de esqueleto de acero, fue empleado, con todas sus consecuencias, en la implementación y construcción del pozo número 12.



Plano de las instalaciones de Nordstern, Gelsenkirchen.



Instalaciones de Nordstern, Gelsenkirchen.

Mientras estaban construyendo el pozo 12 de Zollverein, Kremmer participó en varios concursos de iglesias en Berlín. Por su parte Fritz Schupp desarrolló diferentes proyectos de casas. También publicaron sus trabajos de Zollverein en la revista “Architekt gegen oder und Ingenieur” 1929. Tras el éxito

Instalaciones de Nordstern,
Gelsenkirchen, 1920.

Instalaciones de Nordstern,
Gelsenkirchen, 1930.

Instalaciones de Nordstern,
Gelsenkirchen, 1950.

y la divulgación de las obras de Zollverein, que tuvieron una gran difusión en el país, la crisis de 1929 y sus profundas consecuencias económicas, en la Alemana de los años 30, hicieron que los encargos realizados por la compañía del acero fueran paralizados. Aunque su reputación, como ya se ha dicho fuera alta, quedó exclusivamente confinada a la construcción de edificios industriales.

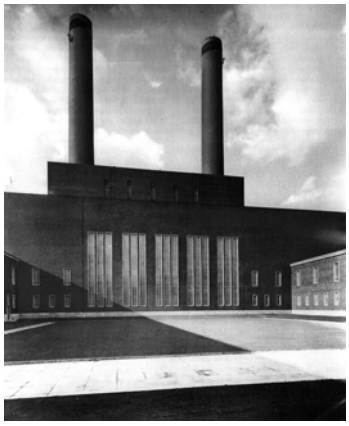
En 1931, la Gräflich Schaffgotsche recibe el encargo para desarrollar de la planta de transformación de carbón de Odertal, en Deschowitz, en la alta Silesia. Sería la oportunidad, después de una década de trabajos, de salir de la Cuenca del Ruhr.

Schupp cerró la oficina de Hessen, después de finalizar el pozo 12 de Zollverein fuera finalizado, y estuvieron juntos trabajando en Berlín.

En 1933, con la llegada del Nacional Socialismo al poder, se produjo un cambio en la política económica con una orientación autárquica. Basada en el rearmamento del ejército, se produjo la dinamización industrial y la reactivación de la Cuenca del Ruhr. Como resultado, los trabajos paralizados se reabrieron y se produjo un incremento importante de encargos de edificios industriales. Fritz Schupp decidió reabrir la oficina de Hessen y realizar los trabajos de la parte Oeste de Alemania. Por su lado, Martin Kremmer permaneció en Berlín desarrollando y construyendo los encargos de la parte Este.

Las características y naturaleza de los proyectos fueron la causa de que, al inicio de la Segunda Guerra Mundial, el régimen nazi declarara las oficinas de Martin Kremmer y Fritz Schupp, tanto la de Hessen como la de Berlín, de carácter militar y de especial importancia. Ellos y todo su personal fueron eximidos de su incorporación a los frentes de batalla pero toda la documentación de ambas oficinas fue declarada de secreto militar. Los cambios en el régimen político después de 1933 tuvieron un particular efecto sobre sus trabajos. Mientras que en los edificios industriales pudieron seguir desarrollando la construcción cúbica y racional de ladrillo y acero, en los edificios administrativos y de viviendas tuvieron que adaptarse al gusto imperante establecido por las autoridades nazis, implicando la vuelta a las construcciones tradicionales, de muros de carga de ladrillo y cubiertas en pendiente.

Instalaciones de Nordstern, Gelsenkirchen.



Instalaciones de Hort, Gelsenkirchen.

Casa rural en Zeuthen.

Iglesia, Berlín. Concurso 1928. 1º Premio

Después de dos décadas de trabajos, a la edad de 49 años, Martin Kremmer fallece en Berlín durante la invasión de la ciudad por las tropas rusas. La destrucción de la oficina de Berlín y la confiscación de su casa, después de la entrada de las fuerzas aliadas, fue la causa principal de la desaparición de todos los archivos de la Kremmer - Fritz Schupp.

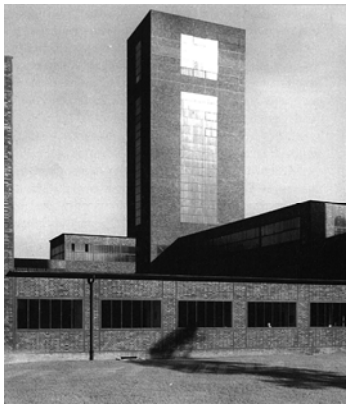
Se calcula que, hasta 1945, desarrollaron más de 60 proyectos que incluyen: 22 instalaciones industriales de extracción, 5 plantas de transformación, 3 estaciones de generación de energía y 2 plantas de hidrogeneración, todo ello desarrollando al mismo tiempo, y alrededor de estas construcciones, viviendas sociales, iglesias y escuelas.

Después de la muerte de Martin Kremmer -y tras pasar varias comisiones de investigación y depuración por su relación con las industrias bélica y armamentística nazis- Fritz Schupp obtiene, en 1949, el puesto de profesor en La Escuela Universitaria de Hannover por su experiencia en los edificios industriales, puesto en el que estuvo hasta 1965.

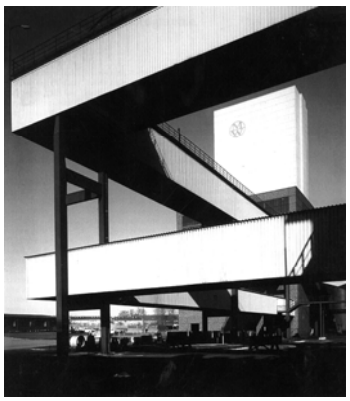
En la década de los 50 incrementan considerablemente sus encargos, siempre dentro del mundo de la arquitectura industrial y continuando los conceptos y modos constructivos que había desarrollado junto con Martin Kremmer. En 1957, treinta años después de haber desarrollado la implementación del pozo 12, Fritz Schupp recibió el encargo para desarrollar, en el complejo de Zollverein, la planta de transformación de coke. De este periodo son también los diseños de las minas de Grimberg, en Bergkamen.

A principios de la década de los 60 se produce una transformación importante en la forma de construir de Fritz Schupp. Abandona el sistema de marco de acero y fábrica de ladrillo y adopta un sistema de cerramiento basado, exclusivamente, en planchas de acero. Dos ejemplos de este cambio son las minas de Hugo y las de Sophia Jacoba.

Aun habiéndose producido este cambio de construcción en los años 60, sus conceptos de planimetría no varían;. Se basan fundamentalmente en el orden de dos ejes que se cruzan, perpendicularmente, generando una malla donde se va implementando todo el resto de edificaciones, administrativas o industriales, elaboradas siempre bajo los mismos conceptos constructivos y arquitectónicos.



Complejo minero de Grimberg Pozo1, Bergkamen



Instalaciones de Hugo, 1960.

Instalaciones de Sophia Jacoba Pozo 4, 1960.

El 23 diciembre de 1986, todo el complejo cerró debido al encarecimiento de la extracción de carbón, que llegaba a los 1.100 m de profundidad, y al alto coste de las medidas medioambientales, que no consiguieron eliminar los malos olores y altos niveles de contaminación en las viviendas próximas.

En los años siguientes se estuvo deliberando sobre el desmantelamiento de todas las instalaciones industriales. En 1994, la provincia de Shanxi, en China, mostró su interés por el traslado de toda la planta de producción de coke y procesamiento de gas de Zollverrein, lo que suponía el transporte de 46.000 toneladas de material. Sin embargo, las negociaciones se rompieron por la falta de acuerdo en la forma de pago. Las autoridades chinas ofrecían canjear la planta por productos derivados de las mismas instalaciones, lo que resultó inaceptable para las autoridades alemanas.

Fruto de esta ruptura de negociaciones, surgió un movimiento que consideraba más adecuado reservar, para futuras generaciones alemanas, la monumental planta de transformación de coke. Este planteamiento se interpretó como un reconocimiento hacia la tecnología como base del conocimiento.

Fritz Schupp murió el 1 de agosto de 1974, a la edad de 77 años. Durante las cinco décadas que desarrolló su trabajo de arquitecto participó en más de 110 proyectos: 45 implantaciones industriales de extracción de minas y 6 plantas de transformación de coke. A lo largo de ésta dilatada trayectoria profesional se puede afirmar que dejó su impronta en la transformación de edificios industriales de la Cuenca del Ruhr.

2.3.2 A la búsqueda de los parámetros geométricos estructurales (6)

Previo al análisis del Edificio principal del Shaft 12, cabría realizar una serie de consideraciones.

" Sobre las paredes telar "

Las paredes de telar (llamó paredes de telar o tabicones a las que se forman con entramados de cuartones de madera, según se muestra en la lamina V, letras A y B. No constaban de madera sola; pues los cuartones quedaban abrazados con la estructura que llenaban los espacios, y era del mismo espesor que ellos....), o tabicones, quisiera que no se hubiesen inventado; por cuanto su construcción es breve, y ahorra sitio, tanto son expuestas a la mayor y común calamidad, ardiendo en los incendios como teas. Mejor es gastar algo mas comprando ladrillo cocido, que por el ahorro estar en continuo peligro. Asi mismo, en estas paredes caso que se hayan de jaharrar, por pedirlo así el sitio donde se hallan, se quiebra el revoque al tenor de los maderos, tanto perpendiculares, cuanto transversales: porque al recibir el material, penetrados de la humedad, se hinchan; y después al secarse se retiran, con cuya contracción hienden el cuerpo del jaharrado. Pero porque a veces la prisa, la cortedad de medios, o la naturaleza del sitio obligan a algunos a tales obras, podrán hacerlo elevando un zócalo, en cuanto la ruderación y demás capas del pavimento no lleguen a los maderos: porque si posaren metidos en él, vienen a pudrirse con el tiempo, se hunden, se salen de su lugar, y resquebrajan el enlucido." VITRUVIO LIBRO II CAPITULO VIII –36

Debemos llegar a la conclusión de que la concepción del muro de telar procede de los orígenes mismos de la arquitectura. Puede decirse que la problemática de los cerramientos en su resolución constructiva -que ya Vitruvio establecía- tan solo ha obtenido respuesta con el desarrollo de la arquitectura Moderna. Desde el inicio del siglo XX la técnica es el fundamento en el que se cimentó esa transformación del lenguaje arquitectónico.

El muro que en un estado inicial, dentro del neoclasicismo, asume el carácter másico de cerramiento, soporte y partición; se transforma, a finales del XIX, a partir de la división entre estructura portante y cerramiento. Es un paso intermedio, clave, para asumir un entramado reticulado portante e independiente de su cerramiento.

La pérdida del papel autónomo, que la superficie del muro había asumido con anterioridad, lleva al arquitecto a un claro entendimiento de su cometido más importante y profundo. La articulación rítmica, la interdependencia proporcional de todos los elementos, encuentran su propósito primordial en el problema de envolver el espacio, de crear sus límites y organizarlo siguiendo unos principios definidos.

En las imágenes que vamos a ver a continuación, podemos constatar la evolución desde las construcciones tradicionales de Westfalia, de muros realizados con entramados, a la solución que veremos en el detalle del complejo industrial Zollverrein.

Con ese detalle todo el complejo adquiere una precisión y una claridad en la ejecución (los ritmos y la modulación, la posición relativa del cerramiento con la estructura,..) que podemos luego verla extrapolada por Mies van der Rohe en la arquitectura del Campus Universitario de Chicago.

Creemos que el joven Mies no fue ajeno a este proceso de resurgimiento de una cierta construcción estructuralista, sin que este calificativo pueda servir de reduccionismo a una arquitectura que ancla y marca su futuro en la lectura inteligente de un pasado próximo. No sé si es demasiado arriesgado establecer entonces una simbiosis entre individualidad y colectividad, entre actitudes románticas y clásicas (1). Estos conceptos, que se van entrelazando, se dieron en la cultura germánica desde finales del siglo XIX hasta las primeras décadas del siglo XX.

Construcción tradicional, cerramiento estructural. Muros de carga de mampostería con entramado de madera.

Pasando ya a analizar las secciones del entramado del Edificio Principal del pozo 12 de Zollverein. No es demasiado aventurado afirmar que, en estos años tempranos, con una normativa clara y reducida -reunida por la edición de Manuales- los arquitectos trabajaban más en la búsqueda de las relaciones geométricas entre los elementos que en efectuar precisos cálculos numéricos de comprobación estructural. Si se considera el módulo base de luz de 6 metros, se puede constatar que las relaciones geométricas de canto/luz entre vigas principales y secundarias no siguen el mismo orden.

Corrosión del soporte de acero laminado en cerramiento tipo del Complejo de Zollverrein.

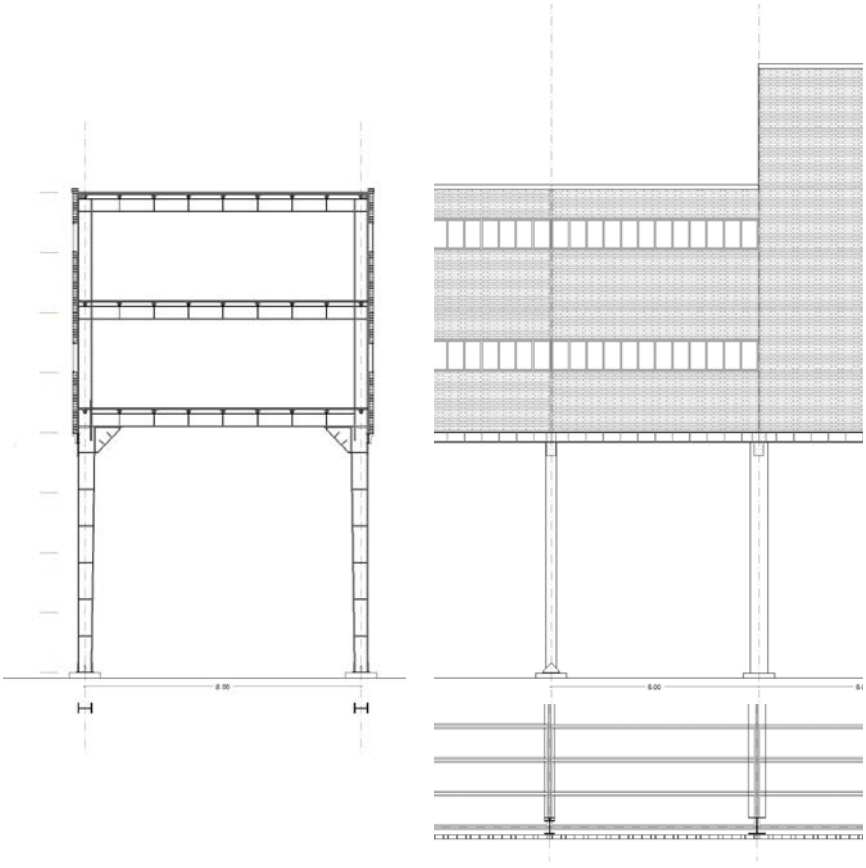
Mientras que para las vigas secundarias, de intereje 1 m, la relación es de L/50, las vigas principales se proyectan con una relación L/20.

Asimismo, debemos señalar que el forjado de 6 cm de espesor que recubre los perfiles IPE-120 proporciona un peso propio muy reducido, de 130 kg/m^2. Analizando la inercia necesaria de deformación (I=5ql3) donde q (Tm) e l (m), y siendo la luz base del módulo 6 metros nos, da una sobrecarga de uso de 200 kg/m^2 reducida.

Por otro lado, si analizamos las vigas con luces de 8 metros para un HEB-400 con Inercia 57.680 cm^4 nos da una capacidad de carga de 22 T/m que multiplicando por la luz nos a una capacidad portante de 3 T/m^2.

Esta cuantificación verifica la afirmación anteriormente realizada de la existencia de una búsqueda de “reglas geométricas “combinables que aseguran el uso y la consistencia de los cuerpos de fábrica, a la manera de las reglas constructivas de los sistemas clásicos de construcción.

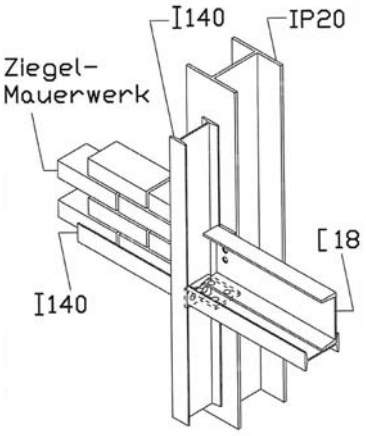
Detalle del cerramiento con soporte acero. Edificio Principal del Pozo 12.



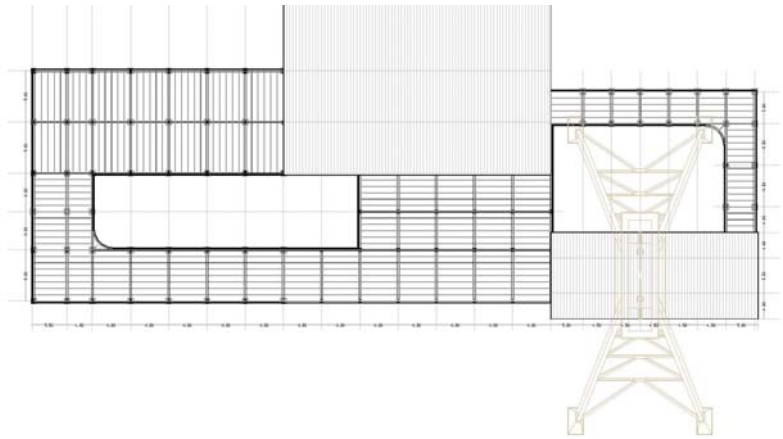
Detalle alzado, planta y sección transversal del Edificio Principal del Pozo 12.

2.3.3 Descripción de la solución constructiva. (7)

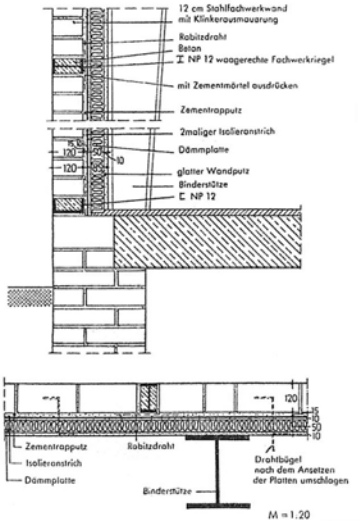
La necesidad de reducir algunos costes e incrementar y racionalizar la construcción industrial de la Cuenca del Ruhr llevó a estos arquitectos a desarrollar la técnica constructiva que podríamos llamar de bastidor. En este caso consiste en realizar por medio de perfiles laminados, IPN-140, IPN-120 y UPN-120, marcos independientes de la estructura que sustentan las fábricas de ladrillo macizo de 25 x 12 cm y 12 x 12 cm.



Axonometría del cerramiento tipo en los edificios del Pozo 12 del Complejo de Zollverein.



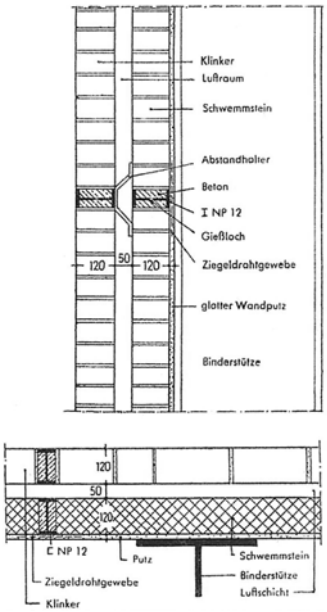
Esquema de planta del edifico principal del Pozo 12.



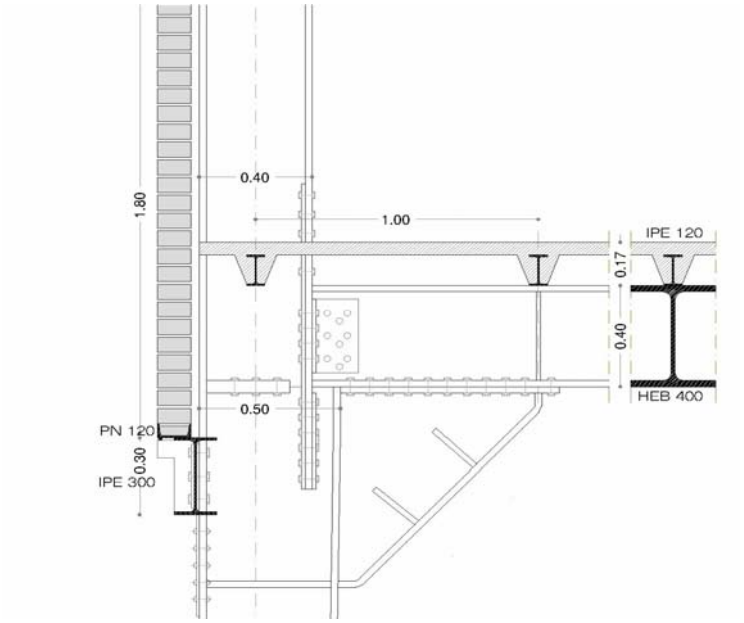
Sección vertical y horizontal del cerramiento, fábrica de ladrillo, entramado perfiles de acero laminado y aislamiento.

Como ya se ha comentado, el complejo de Zollverein, se basa en un modelo estructural de pórticos cada 6,00 y 8,00 m de luz. Los bastidores se constituyen cada 6,00 m en sentido vertical y van arriostrados por UPN-120 cada 1,80 m o cada 0,90 m. Constituyen la base de modulación de las zonas vidriadas y de las zonas opacas.

A fin de establecer las condiciones de intraslacionalidad de los pórticos, según los gráficos que los mismos arquitectos aportaron, pies derechos y jácenas tienen inercias semejantes, y están conformados por HEB-400. Las uniones se acartelan en la dirección del pórtico mediante pletinas triangulares de 80 cm de lado. Los forjados se construyen por medio de IPE-120, con un intereje de 1,00 m, quedando embebidos en los nervios de hormigón de una losa de 6 cm de espesor mínimo encofrada *in situ* sin armar.



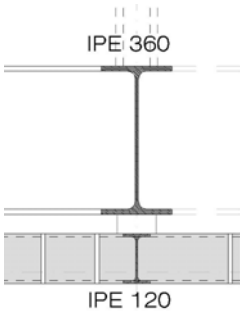
Sección vertical y horizontal del cerramiento, fábrica de ladrillo de doble hoja, entramado perfiles de acero laminado y aislamiento.



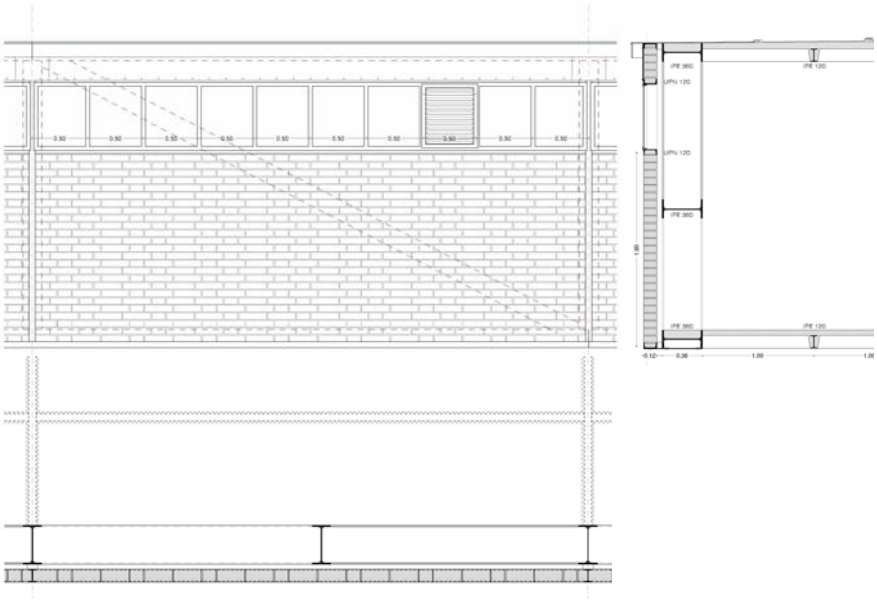
Detalle sección del cerramiento Edificio Principal del Pozo 12. Forjado compuesto por vigas HEB-400 y nervios IPE-120.

Con este sistema tan sencillo, en un corto periodo de 4 años se realizó la construcción de todo el complejo. Esta racionalidad constructiva tiene una peculiaridad en la ejecución de las pasarelas de conexión entre los distintos silos y el complejo industrial. Dichas pasarelas, con más de 40,00 m de longitud, se resuelven de forma ingeniosa utilizando perfiles IPE-360 triangulados con un intereje de 5,00 m y una altura de 2,80 m, siendo la anchura de dichas pasarelas de 3,80 m.

El cerramiento pasa por delante de la estructura triangulada y se ilumina por medio de piezas vidriadas de 50 x 60 cm. Esta solución, cuya casuística reológica desarrollaremos después, introduce en la construcción de los edificios fabriles un sistema racional que, más allá de condicionantes estilísticos, produce una estandarización a cuya repercusión Mies van der Rohe no fue ajeno.



IPE-360, estructura triangulada.
Cerramiento de la pasarela
Fab. Ladrillo con estructura acero
(IPE-120, UPN-120)



Detalle alzado, planta y sección transversal de las pasarelas módulo tipo.

Alzado este. Cuerpo principal Pozo 12, Pasarelas.

Alzado del edificio principal del Pozo 12.
Fotografía tomada en agosto 2009.

2.3.4 Análisis de las causas y motivos reológicos.

¿Fue una concepción en base al conocimiento que tenían de las resistencias de materiales o fue un hallazgo en base a una comprobación empírica de una intuición? Es algo que desconocemos, pero del desarrollo del concepto de empotramiento -a fin de evitar la traslacionalidad de las estructuras de acero- y de la evolución de los sistemas de cálculo -iniciados en la segunda mitad del siglo XIX por Navier- podemos hipotizar que la

Módulo de 6,00 m del cerramiento del edificio principal del Pozo 12.
Fotografía tomada en agosto 2009.

Viga IPE-300 acartelada con UPN-120, soldado para apoyo de fábrica de ladrillo.
Fotografía tomada en agosto 2009.

Unión acero-clinker en edificio principal Pozo 12, Complejo Zollverrein.
Fotografía tomada en agosto 2009.

concepción estructural fue un proceso racional y, evidentemente, una consiguiente comprobación in situ.

En la fábrica de ladrillo clínker sobre bastidor del Edificio Principal del pozo 12, el criterio de la inercia resultante para una altura de 180 cm y una base de 12 cm nos da un valor de 5.382.000 cm^4. Más allá de otras consideraciones, para establecer la seriación de la construcción debemos destacar el sentido racional en la búsqueda de patrones de comportamiento y de proporciones, en función de la luz.

El momento isostático para mantener el bastidor, de 1,80 metros, solicitado por una fuerza de peso propio de 410 kg/m es 1845 kg·m ($M=PL^2/8$) y el momento resistente necesario 131 cm^3, muy superior a los 12,3 cm^4 del IPE-140. Si consideramos que la fábrica de 1,80 metros de canto colabora en su resistencia necesitaremos un esfuerzo a tracción de 2050 kg (1845 m·kg/ 0,9 m), equivalente a 1,40 cm^2 de acero, muy inferior a los 16,40 cm^2 del perfil IPE- 140. De este modo, llegamos a la conclusión de la necesidad de colaboración del acero en los esfuerzos rasantes y en el sentido de los perfiles. El trabajo conjunto se comprueba empíricamente y se incorpora como el sistema constructivo con el que se construyeron los edificios del complejo industrial. Con cambios muy notables, pasará a ser la referencia de los bastidores mixtos, acero-clínker, que utilizará posteriormente Mies Van der Rohe en la Estación de Cogeneración del IIT, a mediados de la década de los cuarenta.

Analizaremos a continuación los efectos de las dilataciones térmicas de la fábrica de cerramiento acero-clínker de Zollverein. Considerando una variación de temperatura de 30ºC y un módulo de 6 metros, debe recordarse que el coeficiente de dilatación térmica del acero es $\alpha=1{,}2x10^{-5}$ mm/m ºC y el de la fabrica de clínker $\alpha = 5x10^{-6}$ mm/m ºC.

Sabemos que la variación longitudinal viene dada por la expresión $\Delta l=\alpha \cdot l \cdot \Delta T$. Para una longitud de 6,00 m, resulta un valor que deberíamos extrapolar entre los 2 mm -considerando el coeficiente del acero- y 1mm -en el caso de la fábrica de ladrillo clinker-. Mas importante que la exactitud de este valor es el esfuerzo necesario para contrarrestarlo. Extraído de las relaciones $\Delta l / l = \sigma/E$ siendo $\sigma = N/A$ y, sustituyendo y despejando, obtenemos la

expresión: N= ∆l· E·A / l; de la que finalmente extraemos un valor de esfuerzo de 9,10 T.

Es por esta razón que los montantes horizontales, tal y como podemos apreciar en las fotografías, están atornillados a los verticales a fin de absorber esta deformación.

En sentido contrario, los montantes verticales no presentan juntas. Considerando que el módulo vertical es de 0,9 metros, el esfuerzo para contrarrestar esta deformación es de 4,30 T, atendiendo exclusivamente al valor de dilatación del acero. Si incorporamos un cierto grado de ponderación el esfuerzo longitudinal sería del orden de 2,30 T. Este esfuerzo se transmite en forma de tensión al pilar en 150Kg/cm^2. Debido al grado de empotramiento de la estructura, los esfuerzos que ha de soportar resultan despreciables frente los esfuerzos normales.

2.4 Coking plant 1957-1961 (8)

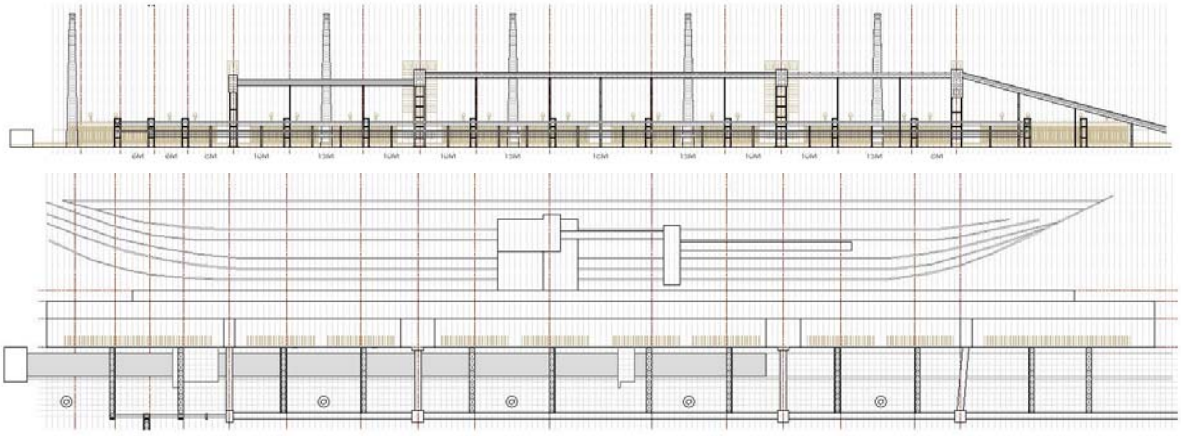
Entre 1957 y 1961, Fritz Schup acomete la ordenación de la mayor planta de transformación hasta ahora existente en Europa, la Coking Plant. Se trata de una construcción de 25,00 m de anchura y más de 500 m de longitud, de una enorme complejidad productiva pero ejemplar en cuanto a la ordenación de todos los elementos industriales

El concepto en que se basa toda la actuación sigue siendo el mismo que desarrolló en los años 30, aunque a otra escala. Dos ejes perpendiculares ordenan de forma simétrica la implementación de todo el conjunto. La ordenación a partir del módulo base del elemento principal genera de forma automática la posición y la construcción.

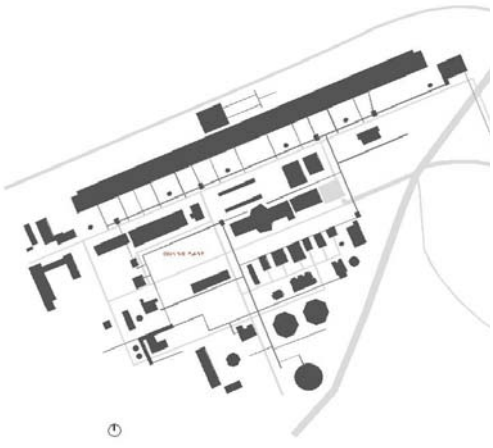
Ampliación de la Coking Plant, Zollverein 1971.

Se establece una separación entre dos áreas de producción que, en su día, Fritz Schupp llamó Área Blanca y Área Negra. Estas dos zonas se desarrollaron a lo largo de un eje de más de 1 km de longitud, situándose la entrada de mercancías en el Norte donde el carbón era refinado para producir coke. En el Sur, el Área Blanca es donde se realiza la ubicación de las instalaciones de almacenamiento y refinado de los productos derivados del procesamiento.

Como podemos comprobar en la documentación planimétrica y en las fotografías, todos los elementos: pasarelas, conductos, chimeneas…van conformando este gran eje. El cambio más importante que se produce es que la construcción está realizada en hormigón armado, con elementos de revestimiento en ladrillo macizo bajo estructura de acero. Los edificios de purificación de gas se desarrollan por medio de planchas de acero.



Alzado y planta general de la Coking Plant



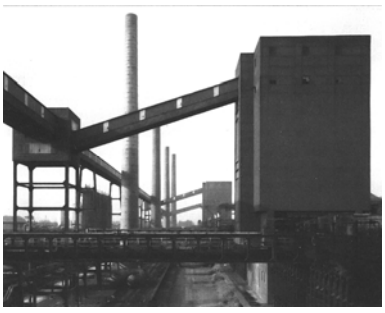
Plano situación de las instalaciones de la Coking Plant

La planta de procesado de coke es un cuerpo de 14,00 m de anchura por 12,00 m de longitud. Basa su modulación en las compuertas de salida del material y en la caída a la balsa de reducción de 1,40 m de anchura. Dos cuerpos centrales de 15,00 x 15,00 m y 43,00 m de altura, dos cuerpos extremos, de 6,00 x 15,00 m y 42,00 m de altura, y cinco chimeneas, de 65,00 m de altura cada una, situadas a una equidistancia entre 85 y 90 metros, van jalonando el orden de esta construcción que, una vez finalizada, fue denominada la catedral de la industria.

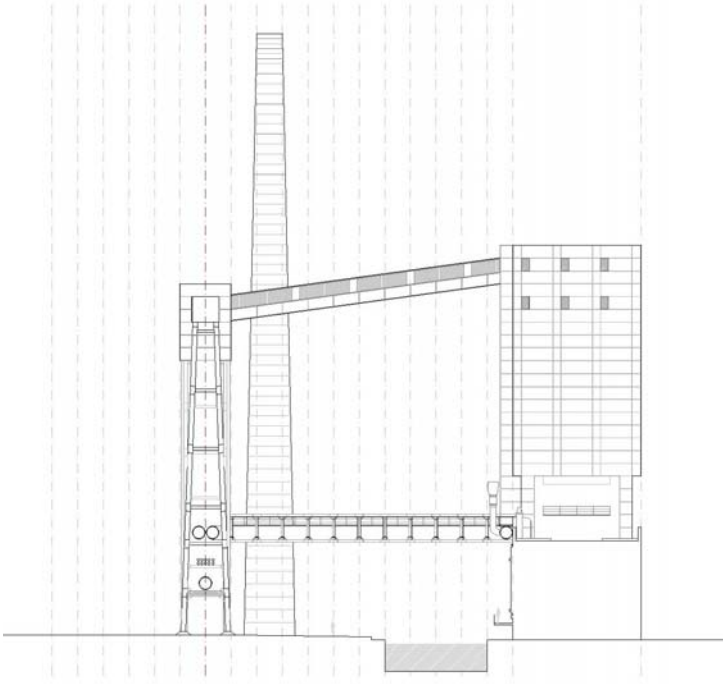
2.4.1 Formación de torres de 38,50 m

De entre las piezas del conjunto, cabría destacar por su eminente presencia las torres, de 38,50 m de altura y planta cuadrangular de 5,50 m de lado, que conforman las casetas de construcción. Se sustentan con 4 pies derechos materializados por 2 dobles T, HEM-500, o según la nomenclatura alemana IPEBv-500. Cada 5 metros se arriostran con HEB-300 empotrados mediante una cartela de 30 cm en sus extremos.

La geometría de estos pilares y su formación evita la triangulación de la estructura en su parte superior. Fritz Schup emplea el mismo esquema constructivo que había iniciado 30 años antes.



Vista general de las instalaciones de la Coking Plant del Complejo de Zollverein.



Sección transversal de la Coking Plant. Chimeneas, Pasarelas, y Torres 38,50m.

Todo este complejo, a su vez, va desplegando unos sistemas de apoyo de las pasarelas situadas a 30 metros de altura, por medio de dos soportes situados a diez módulos de las torretas de acceso. Las pasarelas se construyeron con el mismo criterio que ya se ha explicitado.

Unos apoyos intermedios conforman las pasarelas para instalaciones, de 30 m de luz con vigas Vierendel de 2,40 m de anchura, a partir de la cota de 12,00 m. Hasta su coronación (2,50 m), son de forma troncocónica, con una una base de 5,00 m. El apoyo de dicha pasarela se produce con solo dos pilares.

2.4.2 Análisis de la estabilidad mecánica (9)

Deberíamos realizar un análisis de los esfuerzos y de la estabilidad de esta construcción para poder percibir la precisión con que esta realizada.

Considerando unas solicitaciones de viento de 100 kg/m^2, los esfuerzos a la cota de 38,50 metros son del orden de 10 T. Por ello deducimos que el momento de vuelco es del orden de 350 T, una magnitud que ya es preciso tener en consideración.

Por la resistencia de materiales sabemos que el desplazamiento en el extremo viene determinado por la expresión: $d= F \cdot h^3 / 3 \cdot E \cdot I$, siendo h la altura de 35 metros y F una fuerza equivalente a 10 T. La Inercia de un perfil IPBv-500 es de 99.390 cm^4. La inercia del apoyo, conformado por medio de dos perfiles IPBv-500 ensamblados en forma de T, es de 119.800 cm^4 y de 198.000 cm^4 respecto a los dos ejes de coordenadas. El área es de 478 cm^2 y el peso es de 375 kg/m.

Por la conformación en planta cuadrada del apoyo, se obtiene una inercia en la base, atendiendo al teorema de Steiner, de 150.692 $x10^3$ cm^4. Esta inercia, equivalente a la de su coronación, nos da un desplazamiento en el extremo de 4mm.

Podemos deducir por ello que la conformación geométrica de la base proporciona una inercia del conjunto entre 1000 y 1500 veces superior a la de cada uno de los elementos que la componen.

En consecuencia, si consideramos las cargas gravitatorias - con una relación de esbeltez de 1/7 entre la base y la altura- no existe desplazamiento a 35 metros de altura.

Un grado de deformación superior hubiera sido incompatible con el cerramiento de fábrica ladrillo sobre marco de acero, ocasionando la aparición de grietas, e impidiendo la continuidad de la fábrica entre las torretas y las pasarelas

La configuración geométrica del apoyo seguía una base cuadrada de dos módulos de 2,80 m es importante ya que podría haber sido desarrollada, exclusivamente, (a efectos gravitatorios y de viento) por medio de dos perfiles IPBv-500. En ese caso, en el sentido en el que la inercia es de 397 $x10^3$ cm^4, el desplazamiento en la coronación hubiera sido de 17 cm, incompatible tanto con la funcionalidad como con el sistema constructivo. En sentido perpendicular, con una inercia de 19.135 x 10^3 cm^4, el desplazamiento sería de 4 cm.

Una casuística particular poseen los apoyos intermedios. Situados a una equidistancia de diez módulos de las torretas, se conforman con una base cuadrada de un módulo de 2,80 m, y se ejecutan también con perfiles IPBv-500. A la altura de 14 m tan solo se sustentan con una base de dos perfiles IPBv-500 con la misma configuración. Considerando los mismos esfuerzos de viento, la inercia en el sentido perpendicular es de 19.135 x 10^3 cm^4. Se produce un desplazamiento de 8 mm en la cota superior compatible con el sistema estructural ya que, en estos cálculos, no hemos considerado el factor de estabilización del propio peso de la estructura.

Estas comprobaciones demuestran que una construcción metálica en base a marcos rígidos trabaja conjuntamente sin necesidad de triangulaciones. El soporte queda así definido por parámetros que no derivan exclusivamente de un resultado numérico de resistencia sino de un análisis de necesidades de rigidez del conjunto.

Otra consideración de relevancia es el apoyo de los soportes con la cimentación. En la imagen podemos apreciar el grado de precisión y limpieza que implica la concepción del concepto de basamento. La racionalidad de esta unión, que considero importante resaltar, vamos a describirla a continuación.

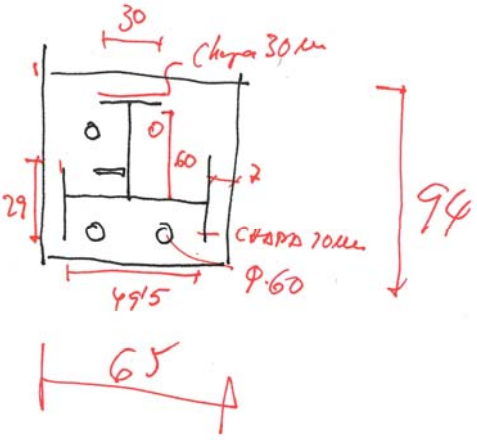
Placa cimentación 94x65 m (A) Coking Plant
Fotografía tomada en agosto 2009.

Placa cimentación (B) Coking Plant
Fotografía tomada en agosto 2009.

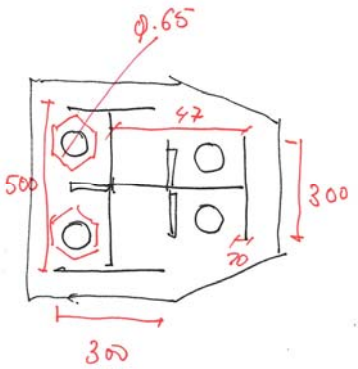
La unión del pilar con el basamento se conforma por medio de una placa de anclaje de 27 mm, espesor idéntico al del IPBv-500. Con una dimensión de 94 x 65 cm ambos se unen por medio de cuatro pernos, de doble tuerca y de métrica M-39 (según la tabla DIN 555), y con una capacidad de resistencia a tracción de 11 T. Según datos tomados in-situ, el dimensionado necesario de los pernos sería de 60 mm de diámetro.

El momento de vuelco tiene un orden de magnitud nada despreciable, de alrededor de 350Tm. Estabilizar este momento implica unos esfuerzos, a tracción-compresión, máximos de 62,5 T por apoyo. Por este motivo debemos deducir que la capacidad a tracción de los tornillos, de métrica M-39, estabiliza dicho momento bajo la consideración del peso propio del pilar, que es del orden de 13,12 T.

En base a estos valores y a partir de las fotografías tomadas in situ, podemos deducir que el pilar se asienta sobre un dado de hormigón de 2,80 x 2,80 m (módulo base de todo el conjunto) y con un canto de 3,20 m (3/2 del módulo). El peso de este dado de hormigón (62,70 T) equilibra los esfuerzos máximos de tracción por esfuerzos del viento.



Boceto in-situ de placa de cimentación (A)



Boceto in-situ de placa de cimentación (B)

El arriostramiento de las cuatro columnas que conforman las torres (y esto es una hipótesis) se realiza a una altura de 4,75 m por medio de una IPBv-500 con acartelamientos a 45º, de 500 mm de lado. Este sistema de macizos aislados arriostrados en el primer nivel (a una distancia superior a 3,00 m de la base) es la misma idea estructural que Fazlur Khan desarrolló para la construcción de edificios en altura, como modelo más optimo para absorber los esfuerzos de sismo y de viento. Evidentemente con un cambio sustancial de escala pero siendo el concepto estructural el mismo. Esta semejanza estructural la encontraremos también entre la realización en altura de frentes troncocónicos, como los de la Coking Plant y, en el caso de Fazlur Khan en la construcción de John Hancock.

En la Coking Plant, hubiera sido más inmediato, y de menor peso, un sistema de diagonalización de estos elementos. Sin embargo, ya desde los inicios de la construcción (en 1929) existe en Martin Kremmer y Fritz Schupp una voluntad, derivada de la construcción, por trabajar mediante marcos rígidos que permiten alcanzar estabilidad e intraslacionalidad de la forma más sencilla, que no fácil, y estandarizada posible. Esta consideración de unión de la estructura metálica por medio de nudos rígidos la volveremos a ver en los siguientes capítulos: es la base de la construcción de edificios en altura (en la experiencia de los S.O.M. en Chicago y Nueva York) y su síntesis está reflejada en estos elementos de la Coking Plant, de Zollverein.

Cimentación y arriostramiento de la torre 38,50m de la Coking Plant.
Fotografía tomada en agosto 2009.

Más allá de las consideraciones anteriores, lo que realmente me ha motivado a estudiar este conjunto, desde el punto de vista constructivo y arquitectónico, es su grado de depuración, continuada en el tiempo durante más de 30 años. Esto demuestra la validez de las leyes compositivas en planta que la arquitectura maneja en el transcurso de los últimos 200 años, desde los sistemas de composición palladianos, pasando por las complejas planimetrías de Beaux-Arts, hasta los sistemas de implantación territorial que las grandes masas industriales necesitaron en la Cuenca del Ruhr.

2.5 Semejanzas y diferencias en los edificios de la I.I.T.

La evolución de los sistemas constructivos de los modelos industriales de la cuenca del Ruhr, en cuanto a la pérdida de gravedad de los muros de cerramiento, son la semilla que, implantada por Mies van der Rohe en 1945 en el Illinois Institute of Technology (IIT).

IIT. Módulo base encuentro entre elementos estructurales, carpintería y fábrica ladrillo. Fotografía tomada en junio 2010

Pero esta translación de conceptos por parte de Mies no se desarrolla de una forma directa, sino por medio de una evolución de la misma. Es interesante destacar la diferente configuración respecto al modelo original.

El I.I.T. se basa en una modulación de 7,30 x 7,30 x 3,65 m. La distancia de 7,30 m entre pilares se subdivide en dos partes por medio de marcos conformados verticalmente por IPE-240. Estos recogen un cerramiento de fábrica de ladrillo, de 24 cm de espesor, con aparejo a soga y tizón. Dicha fábrica apoya sobre un macizado de hormigón entre las vigas (IPE-400 y UPN-500) separado 44 cm.

IIT. Cerramiento del generador energía. Fotografía tomada en junio 2010

En la cuenca del Ruhr las fábricas eran un plano que pasaba por delante de los distintos forjados y, a modo de impostas, esta solución no tenía una translación en el cerramiento. En la I.I.T.. Mies, debido a su formación arquitectónica, no puede sustraerse a la conformación de un plano abstracto en fachada. Con una lógica totalmente nueva derivada de la construcción utilitaria industrial resaltará el ritmo del orden a través de la conformación de impostas y pilastras con perfilería metálica no estructural. La unión solidaria del cerramiento (IPE-240) a los pilares de hormigón (40 x 40 cm) recubriendo un alma interior HEB-220, implica que toda la casuística de comportamiento reológico analizado para la Cuenca del Ruhr, es totalmente distinta en el caso de la I.I.T.. Esto se debe a que, en el caso de Chicago, los efectos de

IIT.Cerramiento del generador energía.
Fotografía tomada en junio 2010

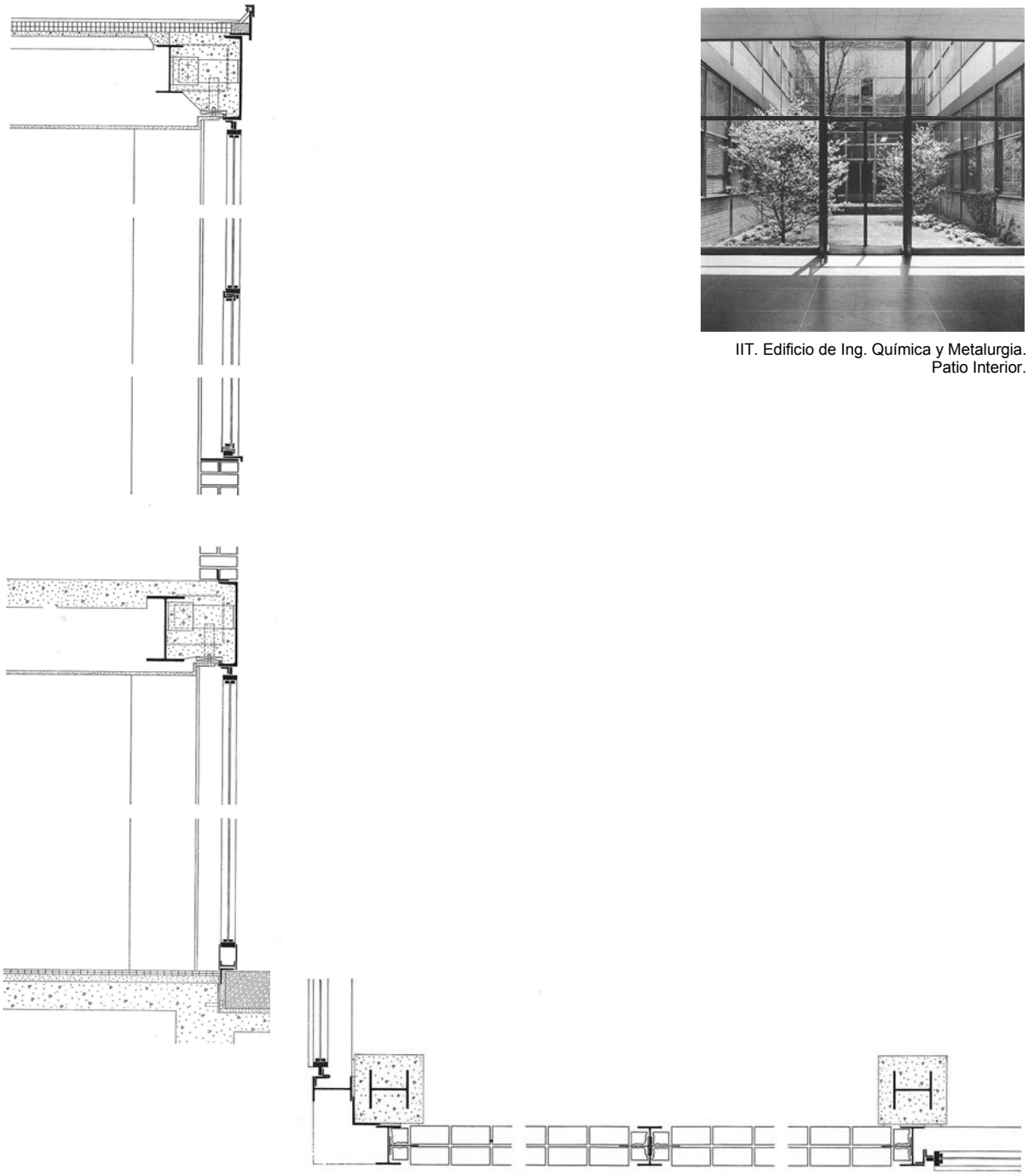
IIT (generador energía).
Encuentro entre elementos estructurales, carpintería y fábrica ladrillo.
Fotografía tomada en junio 2010

IIT. Detalle en esquina encuentro soporte y vigas de acero.
Fotografía tomada en junio 2010

dilatación térmica son absorbidos en ambos sentidos por la estructura portante. Al mismo tiempo, las cargas gravitatorias del cerramiento se transmiten, también directamente, a dichos elementos estructurales. A partir de este marco, de 3,65 x 3,65 m, y mediante una partición a tercios o a cuartos, en sentido horizontal, va desarrollándose toda la casuística de los cerramientos del Illinois Institute of Technology.

Podemos deducir por tanto que, por cuestiones de economía, Mies llegó a través del cerramiento la conformación de conceptos clásicos y tradicionales del leguaje arquitectónico. El decir que se trata de una evolución del lenguaje “murario” que arranca de la tradición greco-romana, atendiendo a la solución de los encuentros del mismo modo que en la arquitectura neoclásica.

IIT. Edificio de Ing. Química y Metalurgia.
Patio Interior.



Sección horizontal y vertical típica. IIT. Edificio de Ing. Química y Metalurgia

3

La retícula del plano de fachada

3. LA RETÍCULA DEL PLANO DE FACHADA. EVOLUCIÓN E INFLUENCIA.

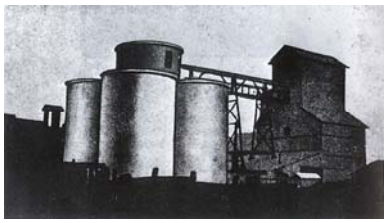
Este encabezamiento, con connotaciones formales, encierra el camino que va, de los procesos industriales en América hacia las vanguardias europeas y, en concreto, su influencia sobre la obra de Le Corbusier. Si en el capitulo anterior, se ha visto en la Cuenca del Ruhr la evolución de un cerramiento de fábrica de ladrillo en los edificios industriales; en el presente capitulo se mostrará el camino inverso. La evolución desde los edificios industriales en hormigón -realizados en el proceso de industrialización americana a principios del siglo XX- a las obras de las vanguardias europeas.

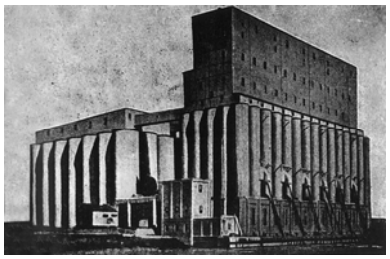
Se constatará esta transformación y transferencia de conceptos, para lo que se partirá de las imágenes que el propio Le Corbusier divulgó en sus escritos como paradigmas de la nueva arquitectura. Estas imágenes enlazan con el autor de las obras representadas: Albert Khan. Resulta imposible captar la importancia del autor, sin participar de los procesos constructivos, patentes y modelos que implemento que fraguaron la industrialización americana. La comparación con el proceso de industrialización alemana evidenciará, por contraste, la divergencia de las concepciones y soluciones.

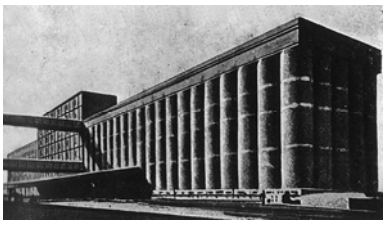
Seguir la pista del estudio de Albert Khan, guiará el discurso hacia el desarrollo industrial de la Rusia Soviética, analizando la herencia de la Rusia zarista y la implantación de los modelos que se habían desarrollado en América. Este proceso implica que, a su vez, pueda documentarse la transformación de las industrias con estructura de hormigón a la problemática de los edificios industriales en acero. La necesidad de soluciones rápidamente estandarizables y la fascinación por la métrica desembocarán en los sistemas de grandes luces.

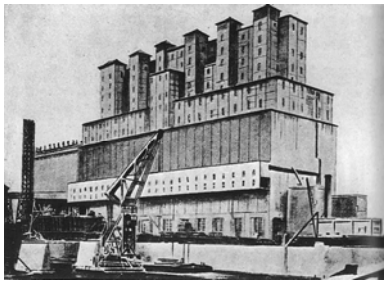
Con estos antecedentes, se analizarán las construcciones de la Escuela de Berna, de Hans Brechbühler, el pabellón Suizo y la Maison Clarté, ambos de Le Courbusier. Se podrá constatar cómo se ha producido una transformación de conceptos y una transferencia de imágenes, materializados en hormigón y acero.

3.1 Influencia de los edificios fabriles de hormigón.









Imágenes de silos y elevadores de grano extraídas de “Hacia una Arquitectura” de Le Corbusier.
Primera Advertencia: El Volumen.

En 1923 Le Corbusier publicó “Hacia una Arquitectura”. Establece tres advertencias a los arquitectos:

1- El volumen.
2- La superficie.
3- La planta.

El capítulo sobre el volumen viene ilustrado a través de las grandes construcciones de los antiguos silos de la costa Este americana, afirmando que los ingenieros americanos, con sus cálculos, están salvando la arquitectura agonizante.

La segunda advertencia, la superficie, viene ilustrada por el claustro de Bramante y Rafael.

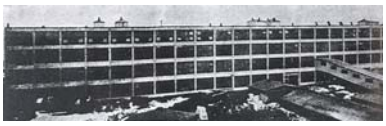
“Un volumen está envuelto en una superficie, superficie que está divida según las líneas generatrices y directrices del volumen poniendo en valor la individualidad de este volumen.

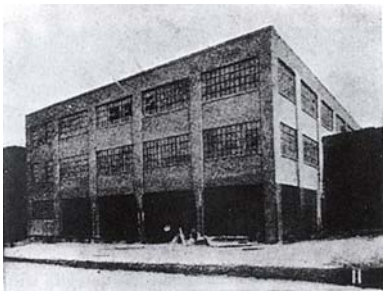
Hoy los arquitectos tienen miedo de la constitución geométrica de esta superficie.

El gran problema de la construcción moderna se resolverá con la geometría.

Sometidos a las estrictas leyes de un programa los ingenieros utilizan formas claramente estructuradas creando una plasticidad limpia e impresionante.” (LE CORBUSIER: 1984, 23)

Acompaña este capítulo con imágenes de las construcciones desarrolladas por Albert Kahn en la ciudad de Detroit y es por ello que, previo al análisis del Pabellón Suizo y la escuela de Berna, como ejemplos de construcción del plano de fachada en retícula, sea conveniente recordar la casuística de las construcciones fabriles realizadas en hormigón armado de la tradición americana y su transformación por parte de las vanguardias europeas.





Imágenes de silos y elevadores de grano extraídas de “Hacia una Arquitectura” de Le Corbusier.
Segunda Advertencia: La Superficie.

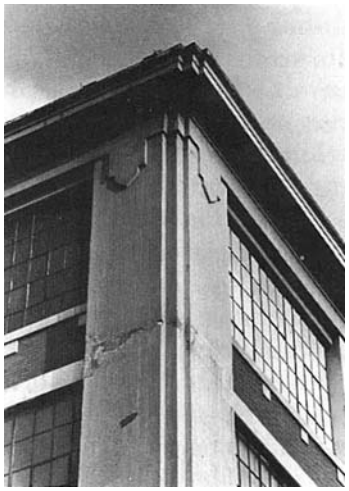
Hemos de constatar, y así lo establece la historiografía, la influencia que tuvieron las primeras construcciones de edificios fabriles de hormigón. En el capítulo “La fábrica diáfana” del texto “La Atlántida de hormigón” Reyner Banham, nos habla de sus impresiones personales al encontrarse con el edificio industrial de Bethune Hall en Buffalo (1915-1917).

“Todo parecía ordenado, rectangular, racional y rebosante de seguridad en sí mismo, tal como debía ser según las indicaciones de Le Corbusier. Pero en lugar de estar ante una de las borrosas reproducciones de su libro, me encontraba ante el original, y era magnífico. En aquel instante, comenzaron a surgir en mi mente los primeros atisbos de un libro sobre la Atlántida de hormigón." (BANHAM: 1989, 32)

Banham profundiza en las características geométricas de cada una de las obras analizadas, describiendo los edificios como eslabones, aparentemente aislados, de una gran cadena evolutiva que arranca en el más rancio academicismo decimonónico para, paso a paso, avanzar hacia la más cruda de las desnudeces industriales de la arquitectura fabril.

"Si he de ser estricto, no me encontraba exactamente ante el genuino una sencillez asombrosa y de una tosquedad pura y simple: rectángulos reticulados formados por sencillos elementos también rectangulares, que habían sido simplificados de un modo esquemático por razones de pura economía. Examinado con atención, Bethune Hall resultaba menos elemental, según se iba deduciendo, cada vez con mayor claridad, de mi conocimiento diario y de los estudios detallados de mis alumnos. Tenía sutilezas, amaneramientos y garbo, algo que podría haber sido despreciado por Le Corbusier. En lo alto de cada uno de los pilares de las esquinas, debajo de la cornisa, había una moldura decorativa en voladizo, de un estilo que estaba entre un Louis Sullivan drásticamente simplificado y un anticipo de lo que sería el Art Deco postcubista. ¿Podría ser un refinamiento estructural de algún tipo o era lo que en realidad parecía, un recurso decorativo, el espectro, como si dijéramos, de las guirnaldas de fruta y flores que colgaban de los capiteles de las ornamentadas pilastras en las últimas y más llamativas formas del clasicismo del estilo Beaux-Arts?” (BANHAM: 1989, 32)

Bethune Hall, Buffalo, 1915-17, Buffalo, N.Y.
Lockwood, Greene and Company.
(Fotografía: Bazelon)



Bethune Hall 1915-17.
Pilastra y cornisa en la esquina del edificio.
(Fotografía: Bazelon)

Bethune Hall, Interior, mayo 1977.

Analizando este edificio Banham, establece relaciones entre la obra de Mies y estos antecedentes:

"Su forma rectangular vacía y su espacio industrial superior, indiferente y universal, - interrumpidos solo por columnas que, a intervalos de cinco metros formaban una retícula cuadrada- que recorría en sentido vertical los cuatro pisos y dividían la sencilla distribución rectangular en mitades desiguales pero proporcionados". (BANHAM: 1989, 35)

Nos sigue describiendo Banham, que cuando la fábrica estaba vacía *"Resultaba muy hermosa por su depurada blancura; pero el sistema de construcción que entonces se apreciaba no respondía en realidad al diagrama ideal de columnas y vigas que Le Corbusier tenía en mente y que de tanta fábricas americanas eran ejemplo."* (BANHAM: 1989, 35)

En esta descripción, Reyner Banham explicita los orígenes y transformación de los edificios industriales en hormigón armado:

" Las columnas de Bethune Hall no eran cuadradas sino ortogonales; su parte superior, que se abría formando una suave curva tenía una sección casi doble a la del fuste recto que había bajo ella y soportaba el peso de todo un bloque de techo plano, sin vigas ni travesaños. Solo en la zona de las paredes este tipo de construcción fungiforme se veía sustituida por algo más parecido a la construcción con pies derechos y vigas; en dicha forma unas ingeniosas ménsulas triangulares trasladaban las cargas de superficie hasta la parte posterior de los pilares externos.

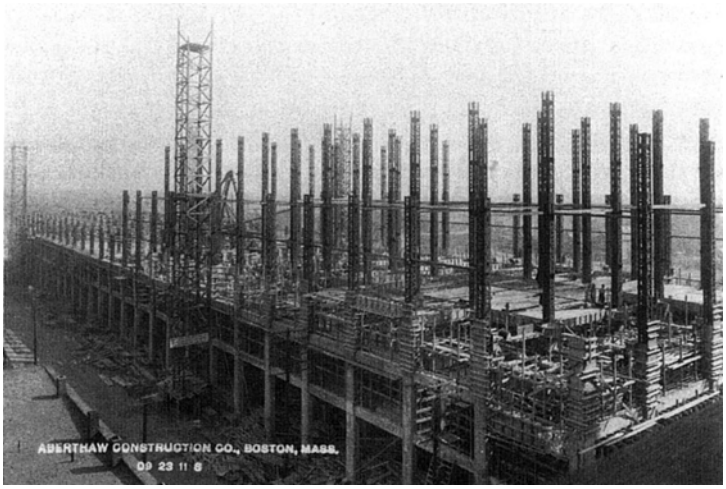
Este tratamiento, como iba a descubrir más tarde tiene un interés histórico especial: el empleo de sistemas e incluso órdenes distintos en las columnas del interior y del exterior habría resultado para muchos racionalistas, e incluso para los más jóvenes arquitectos radicales ilógico e impropio, puesto que multiplicaba el número de diferentes tipos de componentes en la estructura. Contra esto se podría argumentar lo que más de un promotor de sistemas constructivos, ya sean ideales o racionales, ha tenido que admitir cuando lo que se pretendía era conseguir algo factible: las circunstancias en que se encuentra una columna exterior desguarnecida, que recibe carga por tres lados e incluso una columna angular también al descubierto con cargas procedentes solo de dos lados, son radicalmente distintas a las de una

Larkin, bloque R/S/T (Terminal Warehouse)
1911, Buffalo, N.Y.
Lockwood, Greene and Company.
(Fotografía: Bazelon)

columna interior al abrigo de los elementos y cargada de una forma simétrica." (BANHAM: 1989, 35)

En uno de los capítulos más brillantes de "La Atlántida de hormigón" describe el edificio de la compañía Larkin, bloque R/S/T obra de Lockwood, Greene and Company (1911). Sorprende, por la importancia de las obras que posteriormente analizaremos, el hincapié en la forma constructiva. El edificio, de 183 metros de longitud, estaba destinado a las instalaciones de empaquetado y transporte del negocio de venta por correo, a la que se dedicaba la Larkin Company, recordada sobre todo por el bloque de oficinas proyectado por Wright.

Describe Banham: *"Estaba prefabricado a partir de láminas y escuadras de acero, con pilares enrejados de dos pisos de altura. Cada uno de ellos se elevaba con una grúa hasta su posición y se fijaba con pernos a los extremos sobresalientes de la sección inferior, que previamente se había rellenado de hormigón. Luego se sujetaba lateralmente con vigas horizontales a la estructura de los pilares adyacentes y el refuerzo del suelo se iba realizando sobre esas vigas. El vertido del hormigón se hacía al estilo tradicional empleando el típico molde de madera. No se conoce que tal procedimiento se haya utilizado en ninguna otra parte, a pesar del ahorro que se derivaba de realizar la mayor parte del fraguado en lugares apropiados sobre el terreno en vez de en los andamios menos convenientes.*
El edificio no encaja claramente en ninguna categoría estructural ¿Se trata de una estructura de hormigón armado con un refuerzo inusualmente sólido o es más bien una estructura de acero ligero con una resistencia al fuego excepcionalmente importante?" (BANHAM: 1989, 91-92)



Larkin, R/S/T en proceso de construcción.
(Fotografía Jack Quinan)

Esta pregunta que se hace Banham tiene mucha importancia. En la construcción del sistema estructural de la mina de la Cuenca del Ruhr (Zollverein) hemos podido comprobar que este sistema constructivo fue el mayoritariamente adoptado en la ejecución de los forjados. La aparición de las barras de acero corrugado nos hacen ver ahora, como extraño, un sistema constructivo que tanto en América como en Europa fue considerado común.

En la construcción de la estructura del Pabellón Suizo Le Corbusier adopta este mismo sistema constructivo; en cambio, en la construcción de la Escuela de Berna en hormigón armado, la perfilería de acero en el interior del hormigón ya ha sido eliminada.

Más importante aun que el sistema de construcción resulta la aparición de la retícula de fachada como nuevo paradigma en la arquitectura. Así, creo que debemos tomar en consideración la importancia que Le Corbusier dio a estos edificios industriales al proclamar en su libro “Hacia una arquitectura”, la necesidad de ver y analizar estas construcciones industriales americanas. Asimismo cabe recordar la importancia y difusión que tuvo el libro de fotografías realizado por Meldensohn titulado “Amerika”. Pero en estas imágenes de edificios industriales se hizo más hincapié en los silos y elevadores de grano de Buffalo, que en los edificios industriales reticulares de hormigón de Albert Kahn y Edwrad Grey para la compañía Ford en Detroit.

3.2 Los forjados de hormigón. La influencia de Maillart (1)

Para comprender mejor la transformación de estas estructuras de hormigón, desarrolladas por Albert Kahn, resulta conveniente introducir el texto que Gideon desarrolló, en 1930, sobre los sistemas constructivos del ingeniero suizo Maillart. Giedion inicia su exposición, contraponiendo en las obras de los grandes ingenieros pioneros los años épicos de la primera modernidad:

Robert Maillart (1872-1940)

“Si se estudia la obra de los grandes constructores, parece como si cada uno de ellos hubiera extraído un aspecto particular, del conjunto de tareas que exigía una solución, y lo hubiera desarrollado.

Las estructuras del suizo Maillart no pueden equipararse a las de Eiffel o Freyssinet aunque también ellas parten de un planteamiento global del

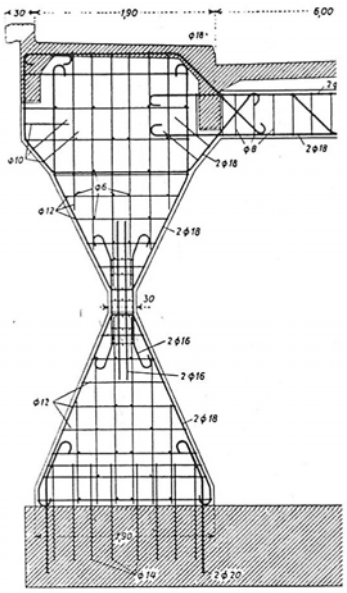
Puente Arve, Robert Maillart 1936-1937

problema y en la actualidad –al menos en lo que se refiere a su aplicabilidad para fines arquitectónicos- se emplean comparativamente poco. Esto está relacionado con el hecho que en la actualidad sólo unos pocos arquitectos están capacitados para valorar acertadamente las posibilidades que ofrecen las nuevas estructuras para solucionar las actuales tareas arquitectónicas.

Eiffel y Freyssinet concentraban todas las fuerzas, en la medida de lo posible, en vigas aisladas. Ambos se interesaron, sobre todo, por el problema de las vigas en arco, en las que se apoyan, o cuelgan, las cargas. Ellos concentran la función portante en cada una de las vigas del puente. Eiffel lo realizaba en el campo del hierro, Freyssinet en el campo del hormigón armado.

Maillart parte de un planteamiento diferente, tanto en sus puentes como en sus forjados fungiformes, estudia el problema de cómo repartir las cargas de manera proporcional por todos los elementos de un sistema y con ello, tanto en los edificios como en los puentes, alcanza una concepción diferente del forjado." (GIEDION: 1997, 97)

Este "planeamiento diferente de repartir las cargas" que investiga Maillarrt es, según Giedion, el principal logro del ingeniero suizo. Partiendo de la tradición de la construcción en madera y de los procedimientos de Hennebique, avanzará en la búsqueda de de la forma óptima, capaz de transmitir las cargas con el mínimo empleo de material.



En lugar de articulaciones de acero, Maillart dio al soporte elástico en losa, una forma cruzada, para que absorbiese las cargas y los esfuerzos variables.

"Maillart emplea el forjado como elemento estructural, calculándolo como losa y, hablando gráficamente, haciendo desaparecer las jácenas, estas reminiscencias de las estructuras de madera ... El sentido de estos forjados fungiformes es que la carga no se reparte a vigas aisladas sino a través de todo el forjado ... Los puentes no se descomponen en arcos portantes aislados que han de soportar toda la carga, sino que el arco, dimensionado ajustadamente, forma en toda su anchura, junto con la calzada rigidizada, un todo estructural que reparte uniformemente la carga por todos los elementos."

"...Maillart tuvo la idea de rigidizar especialmente la calzada y unirla con el arco del puente de una manera desconocida hasta entonces: formalmente llega a una imagen totalmente nueva. El material se reduce al mínimo. ... A veces, el material conduce al constructor a las últimas consecuencias." (GIEDION: 1997, 98)

Giedion señala los forjados fungiformes como la principal aportación de Maillart a la construcción arquitectónica, si bien su impacto no fue mayor debido a la "ceguera" de un crítica arquitectónica adormilada, que sólo será capaz de reconocer el valor arquitectónico de su obra varias décadas después de su ejecución.

"Los primeros intentos que realizó Maillart datan de hacia 1908, es decir simultáneamente, y están al margen de las experiencias americanas. No fueron valorados arquitectónicamente hasta veinte años después ..."

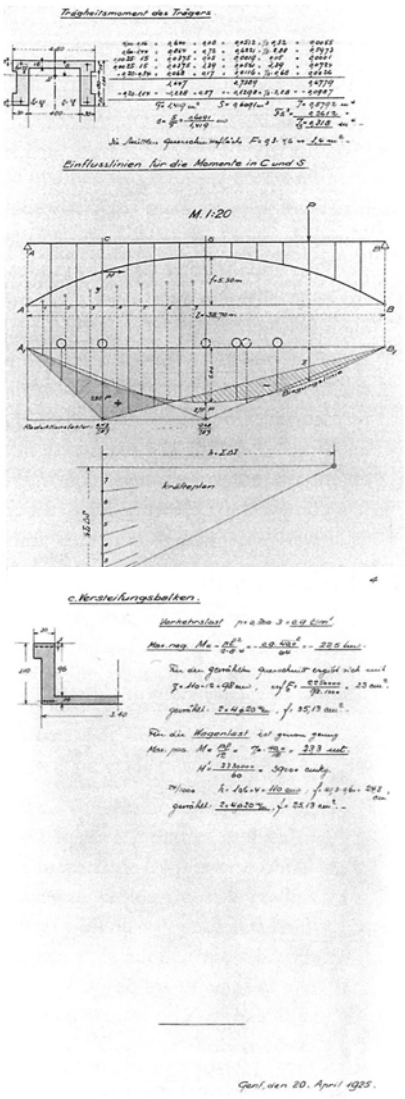
"Los forjados fungiformes son un elemento, un elemento estructural, una especie de material en bruto ... el verdadero sentido de estas formas no se encuentra en las columnas y sus capiteles, sino en las propiedades invisibles del forjado ... pueden volar y soportar cargas en el extremo del voladizo. Son muy apropiados para acoger las fachadas no portantes de un edificio, tal como preferimos realizadas en la actualidad, es decir, mediante paredes de vidrio y ventanas continuas. Es cierto que hay que aceptar que, debido al largo sueño de los arquitectos, los forjados fungiformes -al menos desde un punto de vista económico- no están suficientemente desarrollados para fines arquitectónicos. No creemos que pueda dudarse que a través de un planteamiento real de la tarea se encontrará el camino pata un ajuste a las grandes obras. ¿Dónde están los arquitectos y dónde están los promotores?." (GIEDION: 1997, 100)

Como veremos en capítulos posteriores los conceptos en hormigón que desarrolla Maillart tuvieron una influencia muy directa en construcciones que en la década de los sesenta desarrollaron los S.O.M. y en particular en la concepción estructural de la Banca Lambert (1965) en Bruselas y H.J. Heinz Company, LTD (1965) en Middlesex, Inglaterra. Fundamentado en la articulación de pilares de hormigón prefabricado, el sistema horizontal de cada elemento engendra una viga externa de gran rigidez creando una malla sustentante continua que transmite los esfuerzos en voladizo a unos pilares retranqueados del plano de fachada. Podemos considerar que este proyecto es la culminación del concepto de forjados fungiformes y construcción moderna en hormigón a partir de las experiencias del arquitecto Maillart.

Puede establecerse, como afirma José Serna García (2) en su publicación “Los puentes del tren”, que el primer ejemplo de arco sin rigidez que desarrolló Maillart se encuentra en el paso por Klosters, en la línea férrea

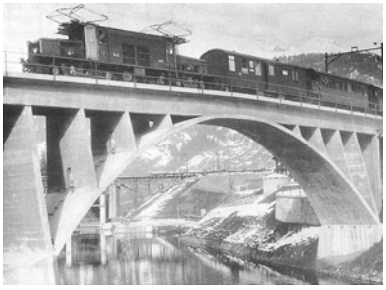
de la Vereina, en 1930. Se trata de un arco laminar de 30 metros que se apoya en la rigidez del tablero para verse liberado de las flexiones. Puede conceptualmente entenderse como un puente colgante invertido, pues el arco laminar trabaja puramente a compresión de forma análoga al como el cable en suspensión lo hace a tracción; y es la rigidez del tablero la que en ambos casos hace frente a las flexiones que se derivan de cargas concentradas no simétricas.

De esta forma el arco adquiere un gran nivel de esbeltez y un gran nivel de ligereza. Maillart, según establecen sus historiadores, rechazaba realizar aproximaciones excesivamente teóricas a sus modelos y en cambio fundamentaba sus avances en la experimentación e intuición, dejando precisos cálculos en las anotaciones de sus planos pero sin que los mismos -sin perder el grado elevado de rigor- fueran excesivamente extensos. En la búsqueda de esta ligereza y precisión en las construcciones de hormigón, desarrolló las soluciones constructivas que podían permitir la articulación de las estructuras monolíticas de hormigón.

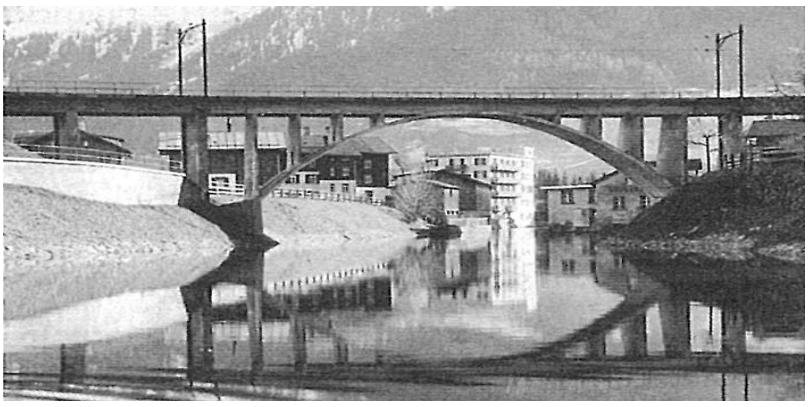


Cálculos manuscritos de Robert Maillart para el puente de Flienglibach (1923)

Cimbra del puente de Klosters sobre el río Landquart (Suiza 1930)



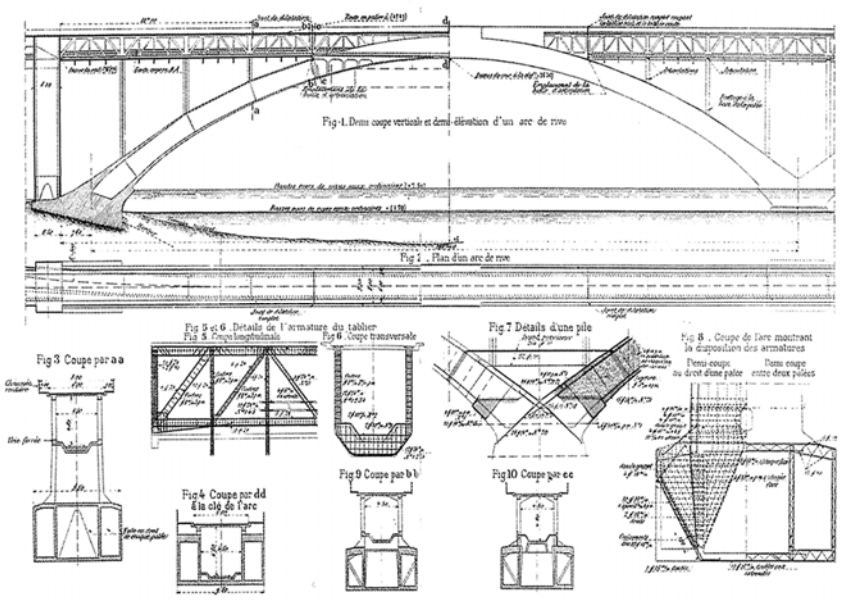
Vista general del puente de Klosters sobre el río Landquart (Suiza 1930)



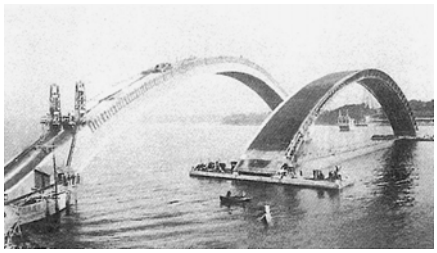
Alzado del puente de Klosters sobre el río Landquart (Suiza 1930)

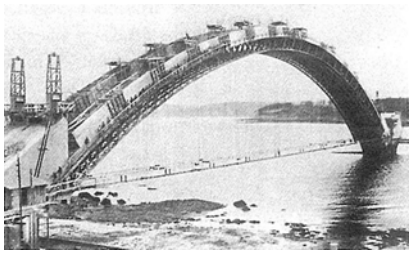
Como contrapunto deberíamos mencionar el trabajo de Freyssinet en la búsqueda de la máxima rigidez de los arcos, desarrollando la sección en cajón de arcos de 180 metros sobre el estuario de Elorn -en la Bretaña francesa- construido también en 1930 y reconstruido en 1946 al ser volado por las tropas alemanas durante la Segunda Guerra Mundial. Una de las características más importantes de este puente fue el haber sido un banco de experimentación y análisis de las propiedades reológicas del hormigón, su fluencia y el nivel de retracción.

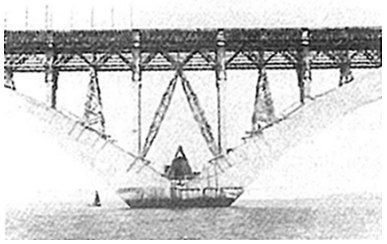
Imagen del puente Plougastel



Plano de alzado y sección longitudinal. Esquemas de detalle.
Puente Plougastel.

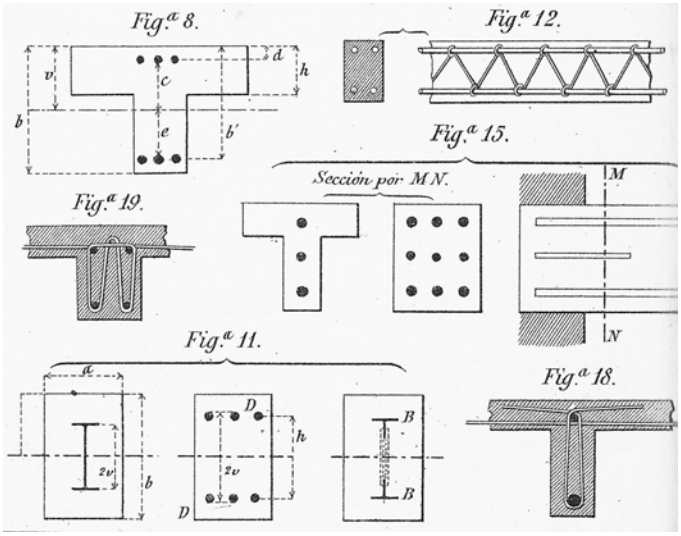






Imágenes del proceso constructivo y de la flotación de la cimbra entre los arcos sucesivo.

La mayoría de los conocimientos que actualmente tenemos sobre estas características “de la piedra artificial” tienen su origen cuando en 1912 construyó el puente sobre el Veurdre mediante un arco rebajado triarticulado. Finalizada la construcción se produjeron crecientes desplazamientos y descensos de la clave por efectos de la retracción sin que en aquel momento se conociese la causa de dicho comportamiento, pues el hormigón se tenía como un material perfectamente elástico. A raíz de este suceso Freyssinet intensificó los estudios sobre las deformaciones diferidas del hormigón, siendo este el primer paso para su mayor avance estructural que fueron los hormigones pretensados y postesados. Tanto Maillart como Freyssinet fueron la vanguardia constructiva de todo el proceso de patentes que se desarrollaron a finales del siglo XIX y principios del siglo XX y que en el caso europeo su mayor impulsor fue el francés François Hennebique, cuyos trabajos en vigas en “T” se tradujeron en varias patentes desarrolladas en la última década del siglo XIX. Estos apuntes desarrollan de forma sucinta la evolución del hormigón armado desde el año 1867 cuando el jardinero francés Joseph Monier, ante la continua ruptura de sus maceteros de hormigón, tuvo la intuición de introducir una malla metálica en el interior de los mismos. Esta intuición realizada a pequeña escala desencadenó un campo de posibilidades y transformación de los sistemas de construcción cuyas consecuencias aún están en periodo de desarrollo.



Secciones constructivas de vigas de en “T”.

3.3 Albert Kahn y la evolución de los edificios fabriles de Hormigón y Acero de Albert Kahn.

Albert Kahn nació en Rhaunen, Alemania (cerca de Frankfurt) el 21 de Marzo de 1869, hijo del rabino Josef Kahn. (3)

Las precarias condiciones económicas influyen en la decisión de la familia de probar suerte en los Estados Unidos de América instalándose en la ciudad de Detroit en 1881.

Las dificultades económicas obligaron al joven Albert a abandonar los estudios y su aptitud para el dibujo adquirido, mediante clases particulares, le inclinan a entrar a trabajar como aprendiz en la firma de arquitectura de Mason and Rice, una de las más importantes de la ciudad. Después de largas horas en los tableros de dibujo, en su tiempo libre, Albert acude a la biblioteca a consultar libros de arquitectura y revistas.

Esta educación autodidacta le posibilita, a la edad de 21 años, ser premiado con una beca de "The American Architect and Building News" que le permite pasar un año de viaje en Europa.

Treinta años después la revista Pencil Points, en un artículo sobre Albert Kahn dentro una serie dedicada a maestros dibujantes, puso:

Abert Kahn (1869-1942) en su oficina de Detroit, 1940.

"Los bocetos europeos originalmente realizados por The American Architect enseñan el estilo de dibujante del Sr. Kahn en su primera fase son simplemente recuerdos de arquitectura brillantemente realizados". (BUCCI: 2002, 35-37)

En 1895 la carrera de Albert Kahn sufre una inflexión al rechazar una oferta de trabajo realizada por Louis Sullivan; decidiendo establecer su propia firma.

Gracias a la ayuda de Albert Kahn, su hermano menor Julius, se graduó en 1898 en arquitectura e ingeniería por la Universidad de Michigan. Dos años más tarde y después de una experiencia de trabajo en Japón, Julius patentó el sistema de trabajo de hormigón armado por medio de un sistema de trabado de barras de acero en ángulos a 45 grados.

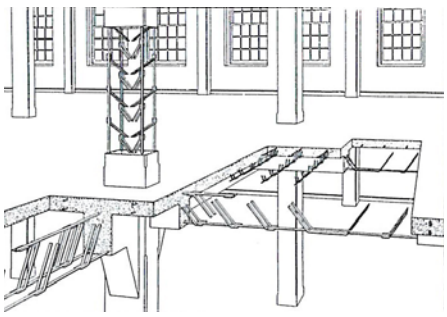
Esta patente tuvo un éxito inmediato en la construcción de edificios industriales, tanto por su sistematización como por su coste, pero sobre todo por el grado de seguridad ante los incendios frente a estructuras de acero y madera.

Fruto de ello se fundó la Trussed Concrete Steel Company, con filiales en otras ciudades de América, Europa incluso en Japón.

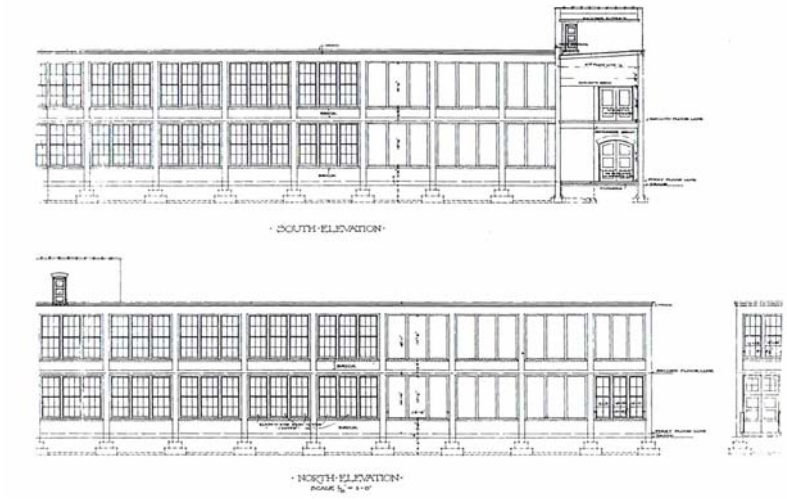
1905 es el año importante al empezar la realización del Building N.10 de la Packard Motor Car Company por medio de la utilización de la patente de hormigón armado sustituyendo al sistema tradicional de acero, piedra y ladrillo. Esta construcción de 18,20 metros de anchura y 98,10 metros de longitud se desarrolla en dos niveles.

Estableció tres crujías de 6 metros en sentido transversal y crujías de 9 metros en sentido longitudinal; a su vez el módulo de 9 metros se transformaba en dos módulos de 4,50 metros con pilares de escuadría más reducida en fachada.

Este intereje de de 4.5 metros (15 pies) se subdividía en tres módulos de 1.50 metros formando la escuadría de la fenestración, que a su vez se subdividía en particiones de vidrio de 45 cm. Este modelo de fenestración sobre antepecho de ladrillo sería la base de la fenestración del resto de las actuaciones fabriles de Albert Kahn como veremos a continuación.



Detalle constructivo de refuerzo del hormigón por Albert Kahn.



Alzados de The Packard Motor Car Company, Edificio N.10: Detroit, Michigan. Albert Kahn, Ernest Wilby, 1905.

The Packard Building N.10 anticipó y fue la primera experimentación del concepto que aplicaría posteriormente en la construcción de la Ford Motor Company en Highland Park en 1909.

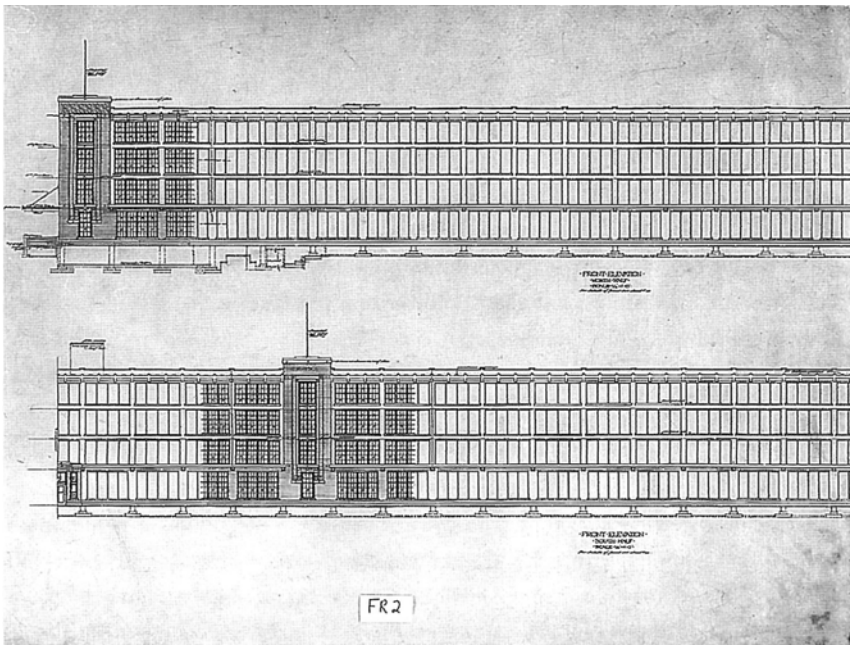
The Highland Park es la primera realización en cuatro niveles, en función del proceso de manufactura de la construcción de vehículos y de todos sus componentes, desde los componentes más livianos (faros, volantes), en las plantas superiores, hasta su ensamblaje posterior en las plantas inferiores y su definitivo ensamblaje en la planta inferior. Todo este sistema se basaba en innovación de la cinta transportadora de las diversas cadenas de montaje y su conexión vertical entre las mismas.

El análisis de los tiempos, como veremos con posterioridad, originó el modelo de cadenas de montaje por medio de módulos de un solo nivel.

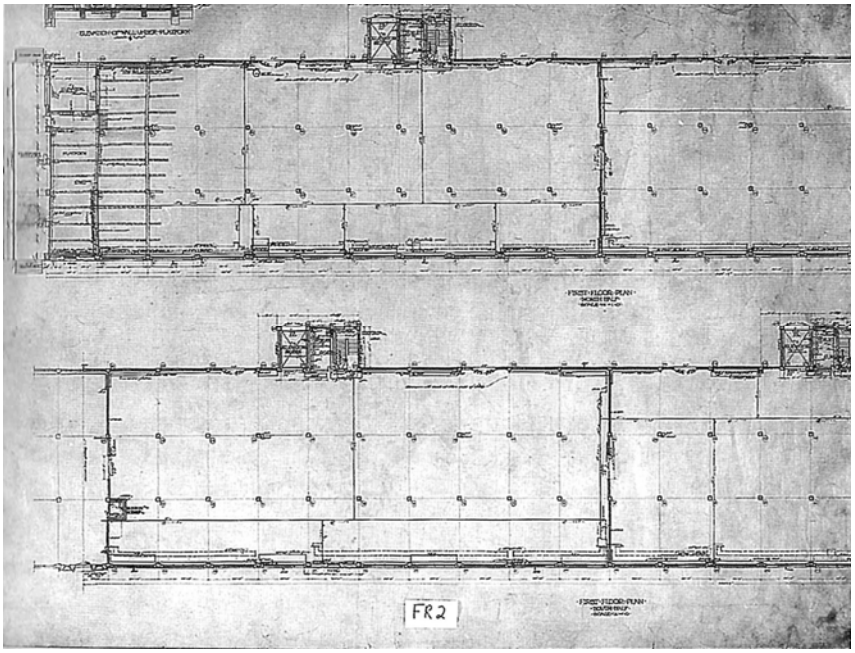
Vista aérea 1915, Ford Motor Company: Highland Park, Michigan.
Albert Kahn, Ernest Wilby, 1909-1918.

La métrica de la Highland Park fue establecida en base a una luz de 6,00 m (20 pies) que dieron origen a una construcción de 22,80 m de anchura y 262,10 m de longitud. Según podemos comprobar en las fotografías los extremos de la edificación y la planta inferior se macizaron por medio de un refuerzo de fábrica de ladrillo. La fenestración desaparece y en su sustitución una malla de carpintería de acero sin antepecho de ladrillo conforma el

cerramiento. Según palabras del propio Albert Kahn la carpintería fue importada desde Inglaterra.



Alzados, del edificio original, de Ford Motor Companyl: Highland Park, Michigan.
Albert Kahn, Ernest Wilby,1909.



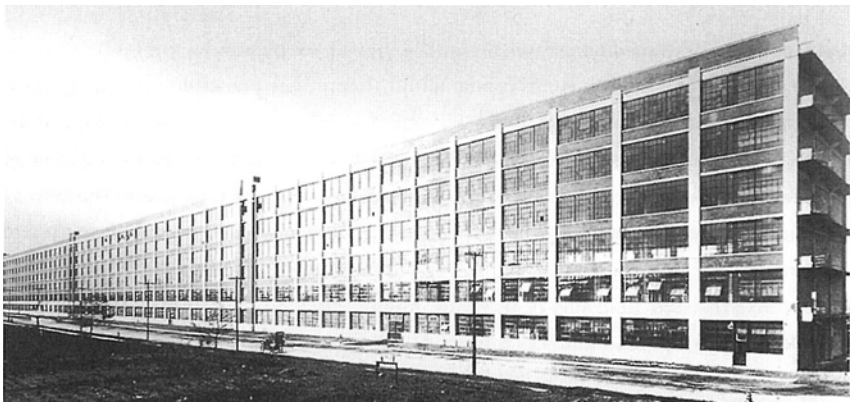
Plantas, del edificio original, de Ford Motor Companyl: Highland Park, Michigan.
Albert Kahn, Ernest Wilby,1909.

Uno de los requisitos que había establecido Henry Ford a Albert Kahn era la posibilidad de que los sistemas de ensamblaje pudieran variarse sin alterar ningún elemento de la edificación así como -como principio de la nueva producción industrial- la máxima limpieza, la mejor ventilación y la máxima claridad. Estos requisitos cumplidos en la construcción de la Highland Park, cuyas instalaciones fueron inauguradas el 1 de enero de 1910, supusieron una relación muy directa entre Henry Ford y Albert Kahn aun a pesar de los escritos antisemitas de Henry Ford y la extracción judía de Albert y Julius Kahn.

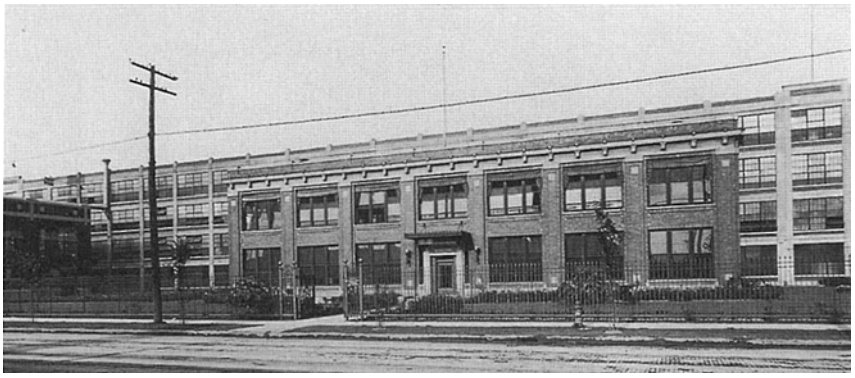
Imagen del edificio original de la Ford Motor Company: Highland Park, Michigan.
Albert Kahn, Ernest Wilby1909-1918.

Imagen del edificio original de la Ford Motor Company: Highland Park, Michigan.
Albert Kahn, Ernest Wilby1909-1918.

Pequeñas variaciones de este modelo industrial fueron realizadas también en Detroit, en la construcción del Dodge Brothers Corporation y Fisher Body Company en Cleveland (1921). Estas construcciones supusieron la constatación de la revolución industrial de Norte América a principios de siglo, así como el primer modelo de fabricación industrial en varios niveles.



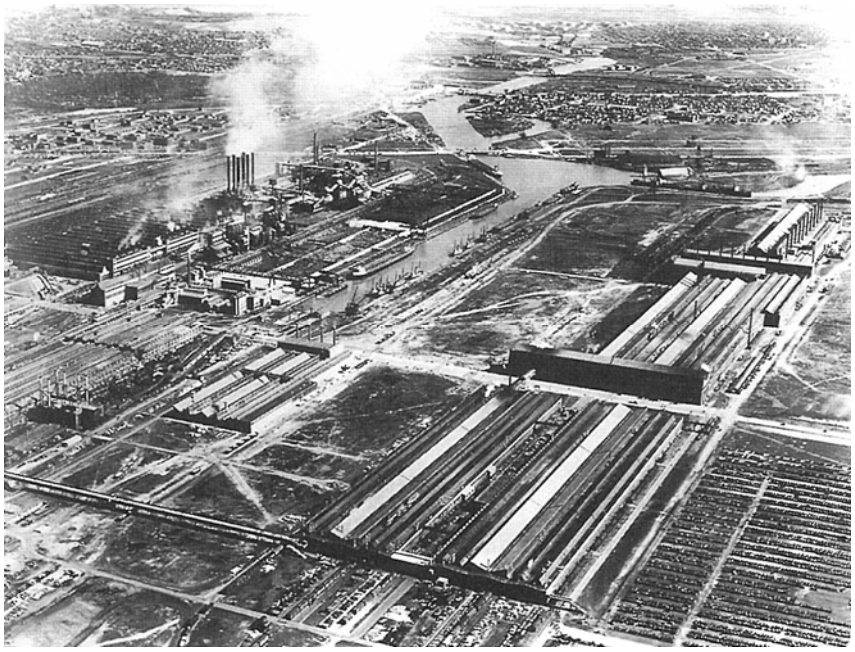
Dodge Motor Company: Detroit; Michigan.
Albert Kahn, Ernest Wilby,1911.



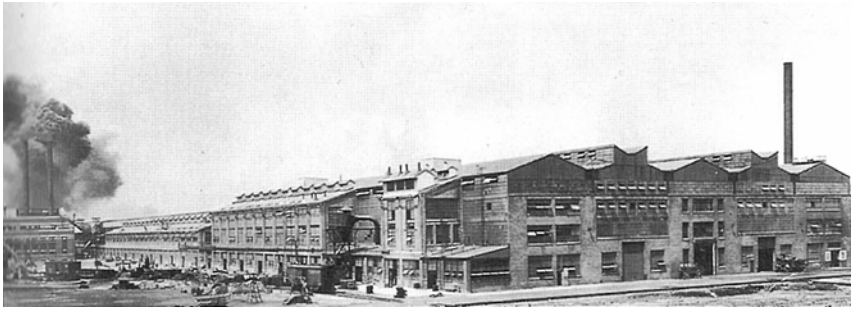
Fisher Body Company: Cleveland, Ohio.
Albert Kahn, Inc., 1920.

En 1917 fruto de un contrato de Henry Ford con la American Navy, Albert Khan recibió el encargo para la construcción y montaje de submarinos. Todo este complejo se situó a las orillas del River Rouge en la localidad de Dearborn, en el estado de Michigan. El complejo tenía unas dimensiones excepcionales de altura 30,40 m (100 pies), 91,40 m de anchura y 518 m de longitud.

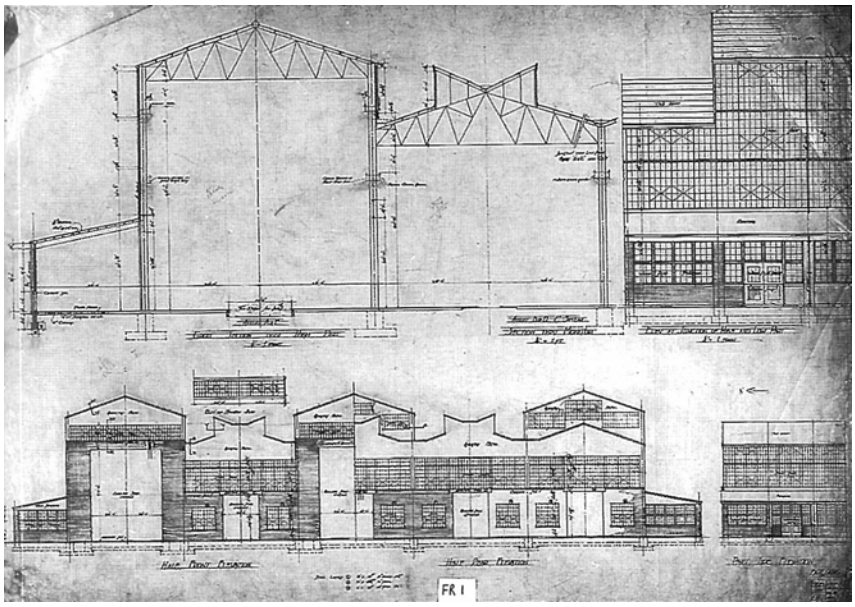
Todo el ciclo de montaje fue desarrollado en una sola planta y cabe destacar el inicio de la manipulación de las cerchas metálicas de cubierta para la introducción de la luz natural en las cadenas de montaje.



Vista aérea 1938, Ford Motor Company: River Rouge Plant: Dearborn, Michigan.
Albert Kahn, Inc.1938.



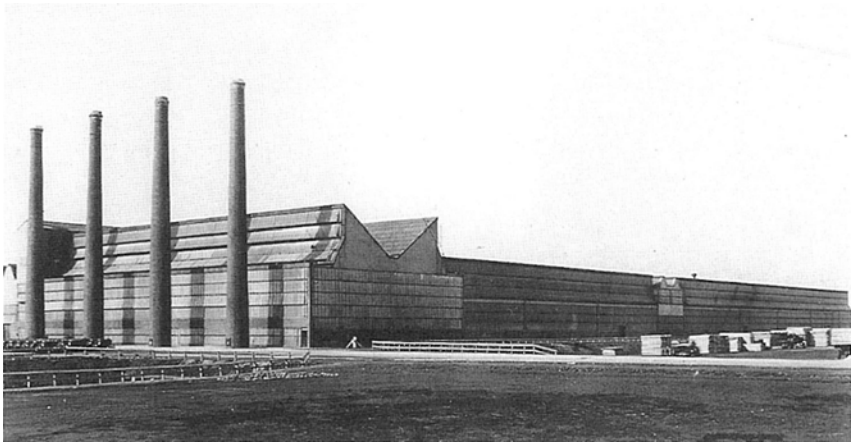
Vista exterior Ford Motor Company, Edificio B, River Rouge Plant: Dearborn, Michigan
Albert Kahn, Ernest Wilby,1917.



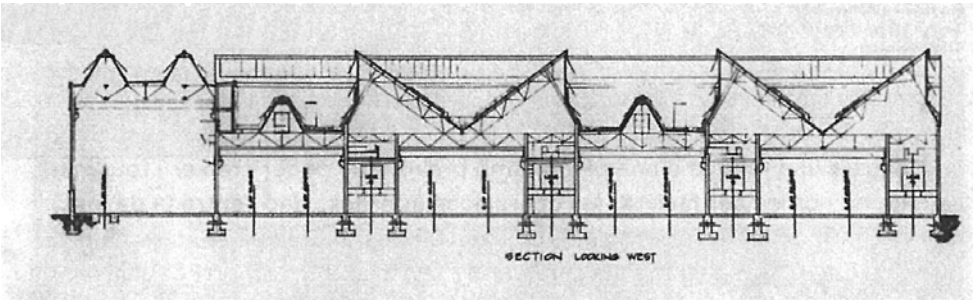
Alzados y Secciones, Ford Motor Company, Edificio B, River Rouge Plant: Dearborn, Michigan
Albert Kahn, Ernest Wilby,1917.

Asimismo estos sistemas lineales de producción fueron completándose con otras instalaciones que cubrían todas las necesidades de producción concentrándose en un solo lugar: en 1921 se construyó la sección de fundición, en 1922 la planta de producción de vidrios, en 1923 la planta de producción de cemento y en 1925 la planta de cogeneración eléctrica así como un hospital y oficinas. En 1929 todos estos complejos del River Rouge Plant supusieron una concentración de alrededor de cien mil trabajadores siendo el mayor complejo de concentración industrial hasta entonces desarrollado y que sirvió de base, como veremos posteriormente, para el desarrollo de las instalaciones en la Unión Soviética.

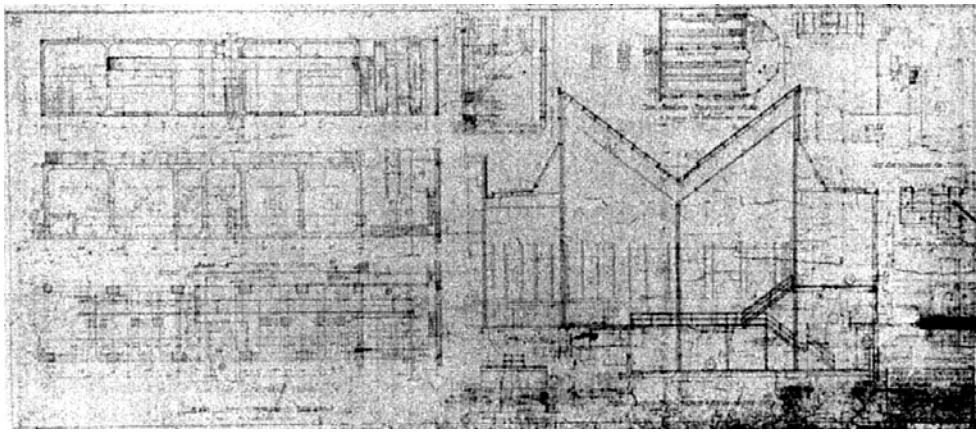
Pero asimismo supuso la maduración del esquema constructivo de los complejos industriales por medio de estructuras de acero y cerramientos vidriados cuyo modelo más evolucionado es la planta de producción de vidrio.



Vista exterior Ford Motor Company, Edificio Glass Plant , River Rouge Plant: Dearborn, Michigan
Albert Kahn, Inc,1922.



Sección de Ford Motor Company, Edificio Glass Plant , River Rouge Plant: Dearborn, Michigan
Albert Kahn, Inc,1922.



Plano de detalles de Ford Motor Company, Edificio Glass Plant , River Rouge Plant: Dearborn, Michigan
Albert Kahn, Inc,1922.

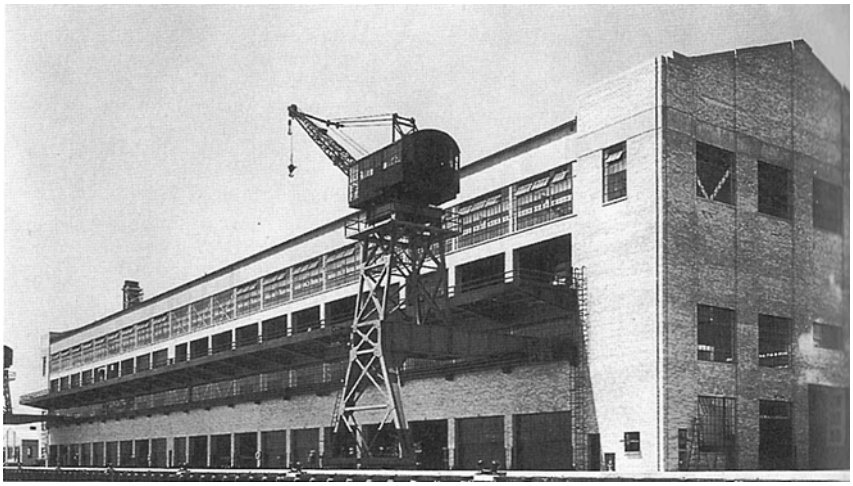
Ford Motor Company, Edificio administrativo, River Rouge Plant: Dearborn, Michigan
Albert Kahn, Inc,1927.

La fascinación que Albert Kahn siempre tuvo por la arquitectura de Karl Friedrich Schinkel (1781-1841) hizo que los edificios de administración, laboratorios de análisis y de investigación fuesen realizados atendiendo más a esta ortodoxia académica que no a las posibilidades de una arquitectura de raíz más moderna.

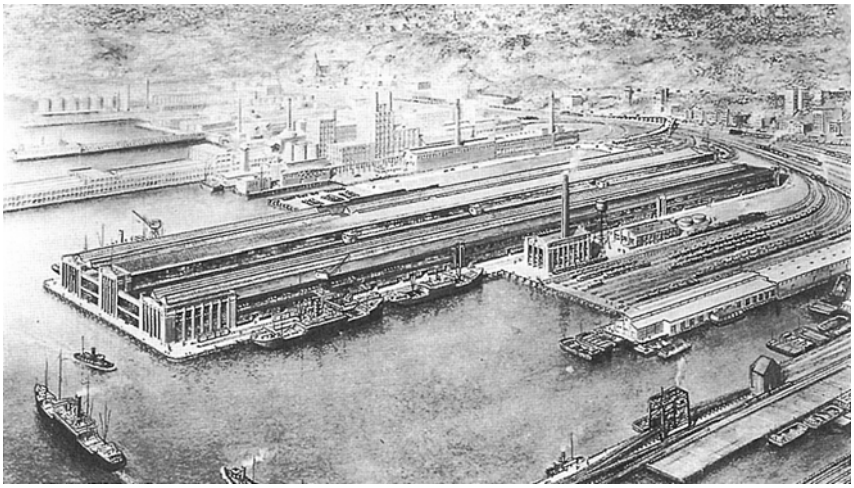
De la sección de estos complejos industriales se deduce la gran transformación de la configuración de las plantas de montaje. Cada planta está formada por una estructura de hormigón de 12,00 m de altura, 6,00 de anchura y dos niveles con corredores que conectan todo el complejo industrial y que sirven a su vez como corredores de alimentación de materiales a las distintas cadenas de montaje. Asimismo la anchura de dichos corredores era de 6,00 m sobre líneas de montaje de 15,00 m de anchura sirviendo de base al soporte de los puentes grúa. Todo este espacio de 27,00 m de achura se cubre por medio de un ingenioso sistema, no de cubierta en diente de sierra, sino por medio de vigas trianguladas de 2,00 m de canto apoyadas en el centro del vano de la viga triangulada, que a su vez apoya sobre los pilares de estructura de hormigón, generando lucernarios de iluminación y ventilación de 9,00 de altura y sirviendo las estructuras secundarias de hormigón como sistema de arriostramiento de todo el conjunto. Entre estas líneas de montaje de 27,00 m se introducen líneas secundarias de montaje de 7,50 m de altura con lucernarios triangulares de 4,00 m de altura. Todo este sistema constructivo permite ventilar e iluminar naturalmente plantas de montaje de 100 m de

anchura sin necesidad de recurrir a la inserción de patios de ventilación e iluminación internamente.

En 1925 Henry Ford introduce un nuevo programa de construcción de plantas industriales pero en este caso con la idea de no continuar la acumulación de complejos industriales en una sola unidad. Detrás de esta idea subyace una raíz antiurbana considerando la ciudad como un modo de vida artificial y antinatural. Según palabras del mismo Henry Ford: *"La ciudad moderna se ha transformado en un sitio de despilfarro y hoy en día está en bancarrota y en el día de mañana dejará de existir"*. Fruto de esta descentralización entre 1925-1935 la compañía Ford desarrolló el concepto de instalación industrial junto con instalaciones agrícolas y eso supuso la construcción de numerosas plantas en América y Europa (Chicago, Filadelfia, Cleveland, Dallas, Seattle, Kansas City, Charlotte (Carolina del Norte), St, Paul, Jacksonville, Memphis, Long Beach (California), Edgewater (New Jersey), Toronto, Ciudad de México, Copenhague y Dagenham (Inglaterra)).



Ford Motor Company, Edificio de ensamblaje: Long Beach, California
Albert Kahn, Inc,1926.



Ford Motor Company, Planta de ensamblaje: Edgewater, New Jersey
Albert Kahn, Inc,1929.

Ford Motor Company, Interior del Laboratorio de ingeniería: Dearborn,Michigan.
Albert Kahn, Inc,1925.

Es paradójico que, cuanta más difusión empezaron a tener las fábricas de estructuras de hormigón, este modelo fue sustituido por la nave industrial de de acero para grandes luces, modelos que el propio Kahn desarrolló, es decir, que en el inicio de la industrialización americana se encuentran los modelos constructivos y las imágenes que las vanguardias históricas europeas adoptaron como fuente de inspiración para la creación de una nueva tradición construida. Pero esta tradición que necesita años y periodos de comprobación y de error es mucho más compleja y más sutil de lo que aparentemente pudiera pensarse.

3.4 Repercusión URSS.

3.4.1 Periodo pre-revolucionario.

Czeslaw Milosz, Premio Nóbel de Literatura de 1980, nacido en 1911 en Lituania, vivió de pequeño la experiencias de la Primera Guerra Mundial acompañando de forma nómada a su padre, ingeniero de puentes y oficial del ejército zarista, durante la I Guerra Mundial hasta que la Revolución Rusa le obligó a volver a su país de origen viviendo los complejos conflictos entre rusos y polacos. Se licenció en Derecho en la ciudad de Vilna. Fue un destacado miembro de los movimientos de vanguardia polacos antes de la Segunda Guerra Mundial y observador en el frente del Este de la invasión de Polonia por parte de las fuerzas soviéticas y del Nacional Socialismo. En 1946 fue enviado a EEUU como agregado cultural y en 1951, tras romper con el gobierno de Varsovia, pidió asilo político en Francia. En 1960 se trasladó a los EEUU donde enseño literatura eslava en la Universidad de Berkeley. Sus manuscritos, poemas y traducciones se encuentran depositados en la Rare Beneicke Library en la Universidad de Yale.

En el capítulo “Un viaje por Asia” de su libro “Otra Europa”, buceando en los recuerdos infantiles de sus aventuras por Siberia con su padre, narra:

“En la época en la que yo empezaba a reconocer los objetos situados por encima del nivel del suelo esta situación estaba modificándose desde hacía ya unos diez años: se asistía a un cambio radical, que recordaba la fulminante expansión norteamericana. Aparecían vías férreas, carreteras, fábricas; el campo descubría la maquinaria agrícola la mayor parte de la cual llevaba la inscripción “McCormick, Chicago”.

No puedo saber cómo era el Imperio ruso en su última fase, e intento crearme una imagen con todas las narraciones oídas, a las cuales mezclo algunos minúsculos detalles (los uniformes, los bigotes) observados en otro tiempo y que interpreto ahora. La propaganda revolucionaria ha arrojado este período en la nada, porque la expansión industrial de entonces y el rápido crecimiento de la producción estorbaba la tesis según la cual todo había comenzado en 1917, como en el primer día de creación. De hecho, la Belle époque de Europa, con su feroz espíritu de empresas, sus diversiones desenfrenadas, su explotación colonial, su cosmopolitismo y la fiebre de sus puertos, reinaba también en el Imperio de los zares ." (MISLOSZ: 2005, 15-19)

A través de este relato y como él mismo afirma existía previamente una relación muy directa entre los procesos de industrialización americanos y los procesos de industrialización de Rusia. De esta continuidad y de la fascinación por el mundo americano podemos entender la relación de Albert Kahn en el proceso de industrialización soviética.

Utilizando los sistemas constructivos en hormigón, ya avalados por la experiencia en un periodo de 5 años, Albert Kahn construyó más de 600 complejos industriales, estos complejos industriales tenían como fin el desarrollo de maquinaria agrícola, industria siderúrgica e industria de minería. En 1941 la invasión por parte de las tropas alemanas a la Unión Soviética transformó estos complejos industriales en complejos de formación de armamento, las fábricas de tractores se trasformaron rápidamente en fábricas de fabricación de tanques. Curiosamente estos tanques se llamaban tanques T, desconocemos si por referencia a la fabricación del famoso modelo T de Henry Ford.

3.4.2 Periodo Soviético.

Cuando Ginzburg y los hermanos Vesnin invitan a Le Corbusier -después de su fracaso y de la polémica en el concurso de la Sociedad de Naciones de Ginebra- a trabajar en Moscú, Gínzburg realiza una reflexión a Le Courbusier sobre su concepto del hombre nuevo:

"En Rusia se dan las condiciones de la nueva sociedad pero carecemos de la técnica, en Europa tienen la técnica pero las condiciones

sociales son las de una sociedad del todo burguesa..." (GÍNZBURG: 2007, 405)

Gínzburg demanda a Le Corbusier el conocimiento de la técnica y por ello adquiere valor y coherencia que éste realice el estudio y construcción del Centro Soyuz, centro para el desarrollo de la industria siderúrgica.

La Revolución Rusa era consciente de la transformación de la sociedad y del estado del cual partía. Su evolución se encontraba vinculada fundamentalmente al desarrollo de la industria siderúrgica, sin la cual no era posible. La siderurgia aplicada a la construcción era tan solo un apéndice. Una idea original de los constructivistas rusos era el desarrollo de los tipos industriales a implantar.

El valor de la técnica, ya expresado por el propio Le Corbusier, en sí mismo no transforma el hecho arquitectónico. El mismo Gínzburg, en sus estudios sobre el clasicismo, habla del valor de la proporción y de la geometría como fundamentos básicos del hecho arquitectónico. No está de más, recordar los estudios del arquitecto ruso sobre el ritmo y el monumento en la Arquitectura.

En sus reflexiones, más allá de demostrar implícitamente su conocimiento de la arquitectura clásica y su intensa formación en la misma, cabe recordar su estudio de la Plaza de San Marcos de Venecia, donde acentúa el valor del análisis de percepción de la Arquitectura, contraponiéndolo a la idea de monumentalización. También cabe destacar la sutileza en la descripción de los ritmos de la Capilla del Santo Espíritu de Brunelleschi, resaltando el ritmo de los muros huecos y los llenos de las columnas y pilastras y anteponiéndolo al templo de Paestum -símbolo del monumento- y a la belleza diagonal del Partenón: la tensión de la horizontalidad y la verticalidad, más allá de la técnica.

Ginzburg fue uno de los mayores arquitectos del constructivismo que no consiguió todas sus capacidades debido a los turbulentos sucesos acaecidos en Rusia a partir de la llegada al poder de Stalin, en 1925, que culminaron con la represión de 1935. En el caso de los constructivistas rusos y del grupo Vyutemas, el concurso del Palacio de los Soviets marca el final de la Arquitectura Moderna en Rusia.

La relación entre Henry Ford con la Rusia revolucionaria comenzó en 1919 a través de la adquisición de algunos automóviles Ford. Entre 1922-1925, las ventas pasaron de 600 unidades a 11.000 vehículos así como el inicio de la venta de equipamiento pesado fundamentalmente tractores. La administración de los Soviets propuso a la Ford Motor Company y directamente a Henry Ford la posibilidad de abrir factorías de producción de maquinaria. En 1928 Stalin inauguró el Plan Quinquenal que supuso un periodo de una actividad constructiva sin precedentes. Fruto de la colaboración de Ford con las autoridades soviéticas es el acuerdo para construir en la ciudad de Stalingrado, la mayor factoría de construcción de tractores, en el contrato se establecía que la misma debía ser inaugurada en los primeros días de 1930.

En el New York Times de 7 de mayo de 1929 se lee:

"*Albert Kahn, arquitecto, de Detroit, ha recibido el encargo, por parte del Gobierno Soviético, del plan de supervisión y construcción de un amplio conjunto de plantas de manufactura en la ciudad de Stalingrado en las orilla de río Volga en el sureste de Rusia, según se tuvo conocimiento en el día de ayer.*

Los edificios se realizarán en arquitectura americana y su coste se acercará a los 4.000.000 de dólares. En primer lugar se levantará la planta de manufactura de tractores que empleará a 2.000 hombres con una capacidad de 40.000 tractores anualmente. A esta planta seguirán plantas de factorías de automóviles, fábricas de algodón y otros complejos industriales.".

Fábrica "Octubre Rojo" Stalingrado 1947.

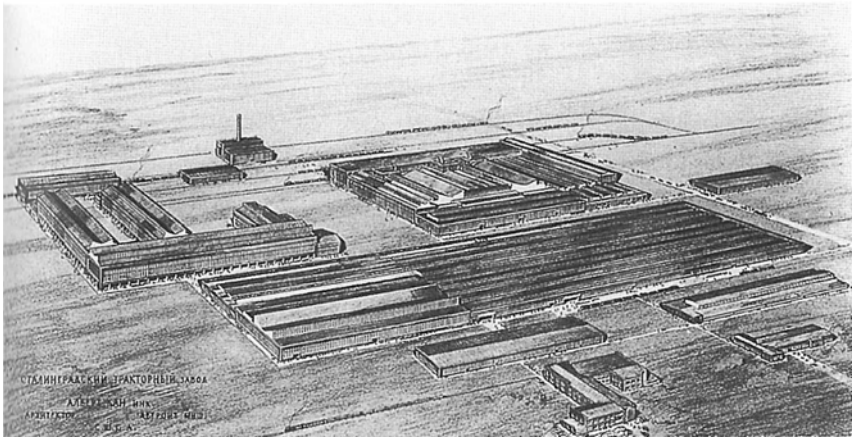
Para realización del contrato con las autoridades soviéticas Albert Kahn constituyó una división de su empresa en la ciudad de Moscú, dirigida por su hermano pequeño Moritz Kahn, ingeniero y arquitecto por la Universidad de Michigan y con una gran capacidad de organización. En muy pocos años, el concurso de ingenieros y arquitectos americanos, así como de técnicos soviéticos, se implementaron más de 500 complejos industriales hasta el año 1932, que supuso la construcción de las fábricas de acero y de fundición en Kharkov, Upper Tagil, Kuzniztsk, Kamenskoi, Kolomana, Lubertsk, Sormovo y Nihi Tagil; la factoría del automóvil de Moscú; las industrias aeronáuticas de Kramatorsk y Tomsk; la planta química en Kalinin y las tres grandes plantas de Cheliabinsk, Stalingrad y Magnitogorsk. Cheliabinsk y Stalingrad producían tractores y Magnitogorsk se encarban de producir acero.

Las dimensiones de estos complejos industriales, según datos recogidos por Federico Bucci, eran impresionantes(3). Por dar algunas cifras, el complejo de Cheliabinsk constaba de una nave de ensamblaje de 400 m de longitud y 135 m de anchura; la nave de fundición era de 235 m de longitud y 193 m de anchura, la nave de mecánica y compuestos de acero de 250 m de longitud y 129 m de anchura.

Pero de todos los complejos desarrollados, la fábrica de tractores de Stalingrado, con sus connotaciones históricas y el papel trascendental que tuvo en los acontecimientos de la Segunda Guerra Mundial, se debe de considerar como el complejo clave desarrollado por la firma de Albert Kahn en la Rusia Soviética. La nave de Stalingrado se desarrollaba en una extensión de 406 m por 80 m de anchura y con grandes superficies vidriadas.

Todos estos complejos industriales, construidos en tan solo cuatro años, fueron la base de la trasformación de la industria pesada soviética; y su evolución durante el periodo de la Segunda Guerra Mundial permitió el rearmamento del ejército Rojo y su victoria sobre las fuerzas alemanas.

Los relatos abundantes de escritores como Vassilli Grossmann y Boris Pasthenark describen magistralmente este periodo.



Planta de fabricación de tractores: Stalingrado, Rusia.
Albert Kahn, Inc,1930.

Soldados en fila en Chelyabinsk ante la fábrica más grande de tractores de Rusia, (años 30).

Prisioneros alemanes tras la rendición del 6º Ejército a comienzos de 1943 ante el silo de grano de Stalingrado.

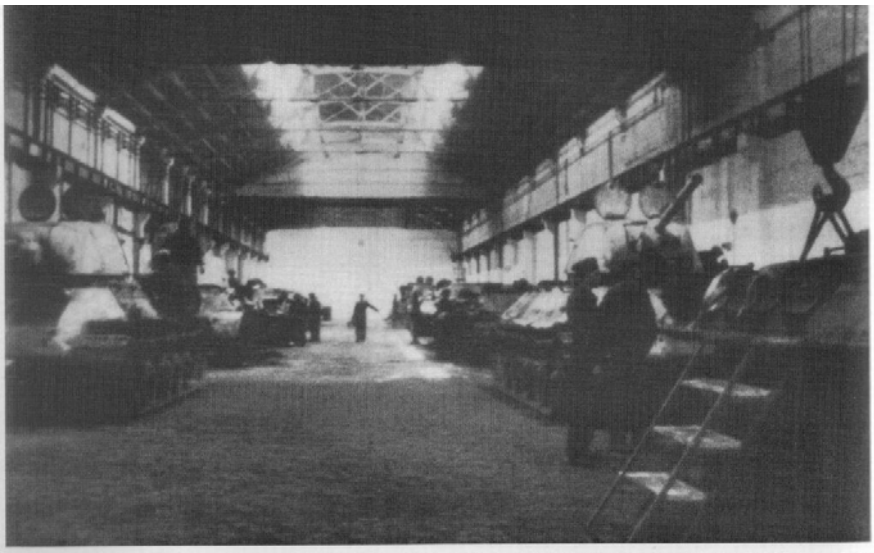
Interior de la fábrica de tractores de Dzerzhinsky.

El carácter épico de estas instalaciones, las cuales eran bombardeadas en el asedio de Stalingardo por la artillería alemana, no impidió que las cadenas de montaje de los tanques ”T” del ejército Rojo se ensamblaran durante la noche.

En afirmaciones del propio Albert Kahn, la diferencia tecnológica entre América y la Rusia Soviética era en ese momento muy grande *“Muchos materiales que aquí son estándar no es posible encontrarlos en Rusia”*.

El entusiasmo inicial con la que la compañía de Albert Khan inició la construcción de plantas del Plan Quinquenal se fue ensombreciendo paulatinamente. La existencia de mercado negro, un sistema judicial sin garantías, la existencia de policía secreta, los propósitos de Stalin de reconvertir en 1930 las factorías en plantas de armas y las acusaciones serias contra Albert Kahn por parte de un ingeniero de su propia compañía, William. H. Bruss, de que el contrato con el Gobierno Soviético incluía cláusulas secretas de propaganda del comunismo en E.E.U.U., no le restaron energías para seguir con la colaboración para la construcción de estos complejos según expresiones de Albert Kahn a su hermano Moritz.

En 1932 la colaboración con el Gobierno Soviético se dio por finalizada. La ruptura total se produjo en las negociaciones de renovación de los contratos por la pretensión de las autoridades soviéticas de pagar los servicios con moneda propia y no en dólares.


Sowieckie czołgi T–34 zdobyte w Charkowskiej Fabryce Parowozów. T–34 były później używane w dywizji „Das Reich”. *Soviet T–34 tanks captured at Kharkov Locomotive Factory and later used in “Das Reich” Division.*

Tanques T-34 de la planta de Karkov utilizados posteriormente por la division “Das Reich”.

La impronta de la actuación que Albert Kahn tuvo con la Rusia Soviética y su relación con las mentes más brillantes de las vanguardias soviéticas viene corroborada en la controversia surgida en la construcción de la nueva ciudad de Novgorod, a lo largo del río Volga, para cuyo concurso la firma de Albert Kahn estableció cooperación técnica con los hermanos Vesnin. Dicho concurso fue adjudicado incomprensiblemente a la Austin Company de Cleveland cuyo planteamiento, frente a la racionalidad de las propuestas de las vanguardias soviéticas, se fundamentaba en una propuesta de diseño urbano basado en la Ciudad Jardín.

Es por ello que en diciembre de 1942 con motivo de la muerte de Albert Kahn Vyctor A. Vesnin dirigió un carta a Ernestina Kahn, mujer de Albert, en estos términos:

"Ingenieros soviéticos y arquitectos constructores le envían su más sincera condolencia y reconocimiento con ocasión de la muerte de su marido, Mr. Albert Kahn que nos proporcionó un gran servicio al proyectar numerosas y amplias plantas industriales y que nos ayudó a asimilar la experiencia americana dentro de la esfera de los indicios industriales. Los ingenieros soviéticos y arquitectos siempre recordaremos con afecto el nombre del brillante ingeniero y arquitecto americano Albert Kahn". (BUCCI:2002, 93)

En 1935, coincidiendo con el inicio de las purgas y represión stalinistas, en una alocución en la Academia del Ejército Rojo, el propio Stalin consideró superado el periodo de sequía técnica en el campo del equipamiento poniendo fin a cualquier colaboración técnica con compañías extranjeras.

En 1937, el arquitecto Gínzburg, abjura de los principios desarrollados por el constructivismo y las vanguardias rusas, admitiendo excesos de intelectualidad y alejamiento del gusto de las masas populares.

Deberíamos de destacar que, más allá de estas discusiones estilísticas, supuso el fin de la capacidad de los arquitectos rusos por construir y desarrollar edificios industriales. Para Le Corbusier también supuso un alejamiento de la posibilidad de desarrollar dichos trabajos incorporando técnicas y modos de construcción que habían nacido de la propia industria y de la ingeniería mecánica.

Estas afirmaciones se pueden corroborar por las afirmaciones que realiza Gínzburg al propio Le Corbusier, en 1930.

"*Es usted un excelente cirujano de la cuidad moderna y quiere curarla a cualquier precio. Para ello eleva la ciudad sobre pilotes, queriendo así solucionar el problema irresoluble del movimiento en la gran ciudad, del movimiento fuera del espacio. Proyecta espléndidos jardines en las azoteas de edificios muy altos, porque quiere ofrecer a la población algo de verde extra; proyecta villas formidables proporcionando a sus ocupantes las ciudades ideales de tranquilidad y bienestar. Pero esto lo hace porque desea curar a la ciudad, no porque intente conservarla -en realidad tal- y como la creó el capitalismo.*

En la URSS nuestras condiciones son más favorables: no nos ata el pasado la historia nos plantea problemas que solo podemos solucionar de un modo revolucionario. Y por muy débiles que sean nuestras fuerzas lo resolveremos cueste lo que cueste." (GÍNZBURG: 2007, 404)

A continuación Gínzburg realiza una crítica radical a los conceptos de ciudad moderna que había establecido Le Corbusier, crítica que -como veremos- también realiza Ludwing Hilberseimer.

"Determinamos un diagnostico para la ciudad moderna y estamos seguros de que está enferma al borde de la muerte. Pero no queremos curarla. Preferimos destruirla y deseamos empezar a trabajar en la creación de un nuevo tipo de alojamiento para el hombre que carecería de contradicciones internas, al que podríamos llamar socialista. Sabemos que después de levantar una ciudad sobre pilotes (ve usted que en esto SI seguimos su ejemplo), no se puede resolver radicalmente el problema del movimiento urbano. Desplazarse en automóvil entre pilotes es casi lo mismo que hacerlo por una calle estrecha.

Sabemos que un jardín en la cubierta es una magnífica solución arquitectónica pero incapaz de resolver el problema del saneamiento, el problema del verde. Igualmente querríamos encontrar una solución para célula habitable, y no en la forma de una lujosa villa ni en la de un hotel europeo Nuestras divergencias van por otro lado, las mayores necesidades de la colectividad y la concentración de la industria exigen la descentralización

y la dispersión en el espacio, he aquí el corazón de la cuestión." (GÍNZBURG: 2007, 405)

Lo que realmente le está expresando Gínzburg a Le Corbusier se basaba en que para una sociedad fuertemente ruralizada, su paso a la industrialización pasaba por la implantación de los núcleos industriales en el campo y no por la migración de la población del campo a las ciudades, por eso el propio Gínzburg afirma, *"no podemos trasladar a cien millones de nuestros campesinos a las grandes ciudades sin acabar con ello con la agricultura"*. Es dentro de este contexto donde podemos entender el proceso de nuevas ciudades desarrolladas por Mart Starm y los nuevos asentamientos en la zona de los Urales. Es por ello que podemos llegar a la conclusión que la industrialización centroeuropea, la industrialización de USA y la industrialización de la URSS, habiendo sido realizada por los mismos agentes y en el caso de USA y la URSS bajo los mismos patrones constructivos en plantas desarrolladas por Albert Kahn, la problemática urbanística y social era totalmente distinta.

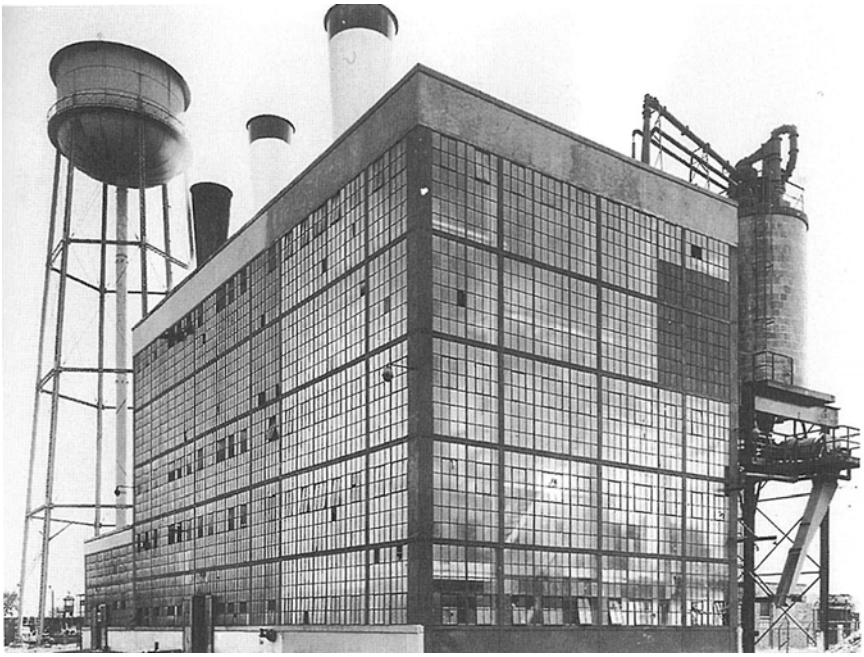
Las líneas de producción entre 1937-1942.

En 1937 Albert Kahn recibió un encargo para la construcción de la planta de desarrollo y montaje de camiones de la Chrysler Corrporation's, en Warren, área metropolitana de Detroit (Half–Ton Truck Plant). El conjunto estaba compuesto por dos edificios. El edificio de ensamblaje constaba de 384 m de longitud y de 122,5 m de anchura (402x1260 pies). El segundo edificio, la planta de inspección, era de menor dimensión de 37,10 x 73,70 m.

Según comenta Eva Jiménez en su tesis *"*El Pilar en Mies van der Rohe. El léxico del acero*",*

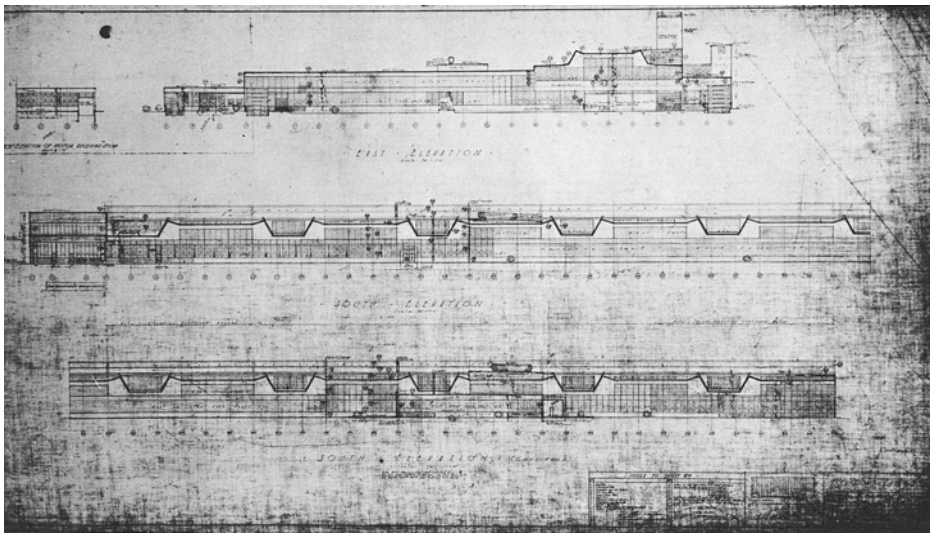
"*En el primero, los pilares forman una trama de 12 x 18 m (40 x 60 pies), en el segundo de 12 x 12 m (40 x 40 pies). Suspendidas del cordón superior de las jácenas principales cuelgan en sentido perpendicular y a intervalos de 6 m (20 pies) unas vigas de alma llena que dan forma a los lucernarios. En las plantas de la Chevrolet y De Soto, el módulo era de 12 x 12 m (40 x 40 pies). No obstante, la cantidad de acero utilizada por unidad de superficie era la misma. La optimización de la estructura se consigue por el uso inteligente del voladizo.".*(JIMÉNEZ-GÓMEZ: 2002, 109-134)

Chrysler Corp., Dodge Division, Half Ton-Truck Plant, Edifcio de exportaciones: Warren, Michigan.
Albert Kahn, Inc,1937.



Chrysler Corp., Dodge Division, Half Ton-Truck Plant, Sala de calderas: Warren, Michigan.
Albert Kahn, Inc,1937.

Tal y como podemos comprobar en las fotografías y planos adjuntos extraídos de la monografía de Hildebrand,(4) jácenas de alma llena de sección quebrada dividen el espacio entre columnas de 18 m, en 3 módulos de 6 m, introduciendo la luz a través de lucernarios que permiten la recogida de aguas de esta gran superficie en la línea de las jácenas trianguladas, generando un espacio intermedio, casi plano, de otros 18 m.



Alzados del Edificio de ensamblaje Chrysler Corp., Dodge Division, Half Ton-Truck Plant:Warren, Michigan. Albert Kahn, Inc,1937.

Por medio de esta sección quebrada, alternando secciones horizontales y quebradas, 21 módulos de 18 m (60 pies) desarrollan toda la longitud de 384 m (1260 pies) realizando, como podemos comprobar, la heterodoxia de quebrar la sección longitudinal y mantener constante la sección transversal.

Diez pilares metálicos de doble T separados 12 m cubren los 122,50 m de anchura de la nave de montaje.

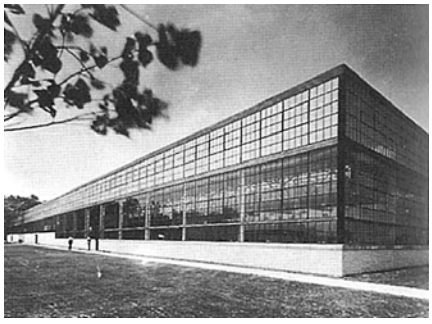
Siguiendo los principios de máxima versatilidad podemos comprobar que esta malla de 12 x 18 m y variaciones de medida de los 6 m permite la uniformidad interna, de esta nave de gran anchura, con líneas de montaje tanto en sentido longitudinal como transversal.

Chrysler Corp., Dodge Division, Half Ton-Truck Plant, Interior del Edifcio de exportaciones: Warren, Michigan. Albert Kahn, Inc,1937.

General Motors Corp., Delco Appliance Division,
Edificio de producción: Rochester, New York;
Albert Kahn, Inc., 1937

La gran innovación de la Half–Ton Truck Plant viene a su vez fundamentada cuando variaciones de la misma sección pero en sentido longitudinal desarrolla posteriormente la General Motors Corporation, Rochester y la General Motors Corporation, Michigan.

Todo el cerramiento se desarrolla en base al módulo de 6 m que se subdivide a su vez en 4 módulos de 1,50 m de anchura, que a su vez se subdividen en plementería de vidrio de 37,5 cm. En el caso de los lucernarios, esta plementería, se transforma en una anchura doble aproximadamente de 60 cm cada unidad. Todas estas relaciones métricas basadas en el módulo de 6 m con todas sus variaciones de 12-18-3 conforman la métrica que es la base de la estandarización de la construcción de los edificios industriales.



General Motors Corp., Argonaut Realty Division:
Redford Township, Michigan;
Albert Kahn, Inc., 1937

Este sistema de estandarización tuvo mucha importancia entre los años 1939-1942 en toda la serie de edificios construidos para la industria militar. En palabras del propio Kahn sencillez, estandarización y sobre todo rapidez eran las cuestiones más importantes, la eliminación de todo aquello que no fuera esencial a fin de aceptar el reto de construir fábricas de producción de tanques, aeroplanos e industria naval en periodos de tiempo muy reducido.

Algunas de estas plantas entre las cuales una de las más conocidas es la Chrysler Corporation Tank Arsenal de 158 m de anchura y 420 m de longitud (520 x 1380 pies), donde se montaron los tanques M-3 y M-4, fue construida en cuatro meses, y adopta el mismo sistema constructivo de voladizos compensados.

Chrysler Corp., Tank Arsenal: Detroit, Michigan;
Albert Kahn associated Inc., 1940.

Según comenta Federico Bucci, en 1937 Albert Kahn recibió la llamada de Glenn L. Martin de la compañía de Baltimore realizándole la siguiente pregunta: "*¿Puede usted realizar lo más rápidamente posible una planta de 440.000 pies cuadrados que esté finalizada el 1 de mayo?"*. La planta estaba destinada a la producción de aviones y debería estar en uso en 84 días. La respuesta de Kahn, tal vez por su pasión por el número 9 y las variaciones del número 6 y del número 3, fue que la planta estaría terminada 81 días después de la presente llamada. Finalmente se construyó en 11 semanas.

Las excepcionales condiciones de esta planta por la envergadura de los aviones que había que montar, la rapidez con la que debía ser realizada,

según comenta Eva Jiménez en su Tesis “El Pilar en Mies der Rohe, El Léxico del acero” implicaba la construcción de un espacio libre de 91 x 137 m (300 x 450 pies):

“ *con una fachada que podía abrirse completamente, para permitir la salida del avión una vez terminado. Para definir la estructura del edificio, la oficina de Kahn realizó un concurso interno. Se escogió el diseño más ligero, un sistema de una única crujía, libre de pilares, de cerchas Pratt, pero esta vez, de cordón paralelo, de 90 cm de longitud (300 pies) y 9 m de altura (30 pies), separadas entre sí 15 cm (50 pies). Nunca se había construido un edificio con un luz tan grande libre de pilares. El diseño de la Martin se basaba en la tecnología de puentes, donde eran comunes luces mucho mayores que esta. Además, la oficina de Kahn habitualmente consideraba unas sobrecargas de 150 kg/m^2 (30 libras por pie cuadrado), o 2.200 kg/ml de cercha (1.500 libras por pie lineal), mucho menores que las sobrecargas consideradas en cualquier puente. Este proyecto inició una nueva etapa en la obra del arquitecto, marcada por el cambio de escala*

La nueva nave de montaje para la L. Glenn Martin Company en Baltimore por la forma rectangular de las jácenas en celosía, incorpora un nuevo diseño de lucernarios que se adapta al proyecto facilitando la construcción y dando a la arquitectura un sentido abstracto. Las pantallas verticales de vidrio de 6 m de altura se construyen paralelas a las jácenas principales en forma de lucernario. Estas carpinterías se colocan paralelas a dichas pantallas a una distancia de 2,5 m (8 pies) con el objetivo de incrementar la iluminación interior

La fabricación de un avión no se realiza según una cadena de montaje móvil como en la industria automovilística. Los aviones se fijan sobre el suelo de la nave y los montadores se sitúan a distintos niveles realizando manualmente los distintos procesos de ensamblaje. Para la construcción de grandes aviones se requieren naves de gran altura y en este caso no se utiliza el habitual sistema de calefacción por impulsión de aire desde la cubierta sino que el sistema de calefacción se localiza bajo tierra. En el edificio de la Glenn Martin el aire se impulsa cerca de las fachadas y el retorno se sitúa a lo largo de la línea central del edificio.” (JIMÉNEZ-GÓMEZ: 2002, 109-134)

La métrica que se utiliza en la Glenn Martin Company es bastante sencilla, según se puede comprobar en los planos que se adjuntan, y al mismo tiempo cumple los estándares geométricos avalados por la experiencia. Los 453 pies de longitud (137 m) se cubren por medio de 9 módulos de 50 pies (15m) jalonados por jácenas en celosía de 30 pies de altura. Los 303 pies (91 m) de longitud se subdividen en 12 módulos de 7,58 m de anchura conformando un rectángulo de 9 x 7,58 m, base de la diagonalización de la viga de celosía. Todo el sistema se arriostra en sentido transversal mediante vigas de celosía de 8 pies (2,50 m) que arriostran el cordón superior e inferior alternativamente en los módulos de 50 pies.

Según Hildebrand: *"no existe en todo el conjunto un solo elemento caprichoso la escala es magnífica y la espacialidad interior es muy difícil de describir."* (HILDEBRAND: 1974, 194)

Como demuestra Eva Jiménez, esta construcción así como el resto de edificios industriales desarrollados por Albert Kahn, son punto de referencia y base de reflexión para la construcción de grandes luces en la obra de Mies.

Albert Kahn nunca describió sus edificios industriales bajo conceptos estéticos, como él mismo afirmaba. La racionalidad, sencillez y coherencia, pero sobre todo la rapidez, fueron los condicionantes que le llevaron a elaborar y transformar los tipos industriales de principios del siglo XX.

Su implicación directa entre 1937-1942 en la construcción de la industria militar americana fue el garante de la victoria de los aliados en la Segunda Guerra Mundial contra el nazismo; como él mismo afirmaba la clave de la victoria se fundamenta en la cantidad, calidad y rapidez de montaje de la industria bélica, teniendo la obsesión de que cada día que pasaba suponía la muerte de miles de personas.

Su experiencia soviética, que hemos descrito anteriormente, fue a su vez cimiento sobre el que poder organizar el rearmamento de los Estados Unidos, que en 1939 se sumía en un debate público entre la conveniencia de la neutralidad o un posible acuerdo de colaboración con el Régimen Nazi.

Philip Johnson en el New Worker Yorker, revista editada en Nueva York por su madre, en sus crónicas desde Alemania ensalzaba los valores del Régimen Nazi y proponía una alianza germano-americana.

La falta de documentación de muchas de las construcciones es debido al secretismo con que se llevaron estas construcciones a fin de evitar a actos de sabotaje por parte de los Servicios Secretos del Régimen Nazi infiltrados en Estados Unidos.

Fruto de una visita en 2008 a la base Naval del Atlántico de la Marina Estadounidense, en Filadelfia, son las fotos que a continuación se muestran. En ellas podemos comprobar la estandarización a luces menores (120 pies de luz) por medio del mismo sistema constructivo que Albert Kahn desarrolló para la Glenn Martin, vigas de celosía de altura 1/10 de la luz conformando a su vez los lucernarios de entrada de luz.

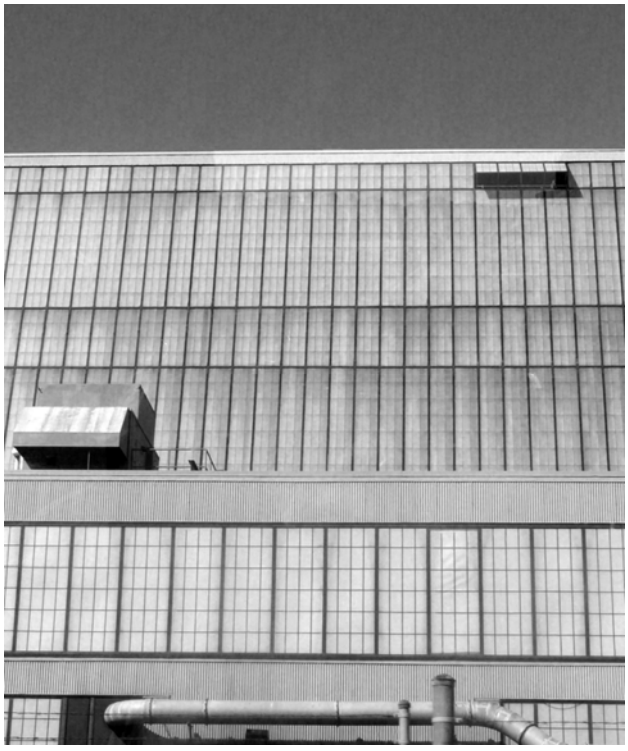
Una variación importante se realiza en el cerramiento de estas naves, en las cuales se desarrollaba el ensamblaje de los componentes de los famosos barcos Liberty de carga y al mismo tiempo los acorazados de la Sexta Flota Americana. En previsión de los daños que pudieran ocasionar posibles actos de sabotaje o posible ataques de las unidades de submarinos alemanes del Atlántico, las superficies vidriadas de pequeña partición se redujeron, según podemos apreciar en las fotografías, de módulos de 1,50 m de anchura por 3,00 m de altura a módulos de 0,90 m por 1,80 m con piezas vidriadas traslúcidas y armadas en su interior adquirían resistencia frente a ondas expansivas.

Albert Kahn en todo este complejo de la Bahía de Filadelfia utiliza el módulo de 20 pies que en sus múltiplos y submúltiplos establecen toda la métrica del conjunto.

Grúas Complejo Base Naval en Filadelfia.
Fotografía tomada en octubre 2008.

Cerramiento de edificio en el Complejo Base Naval en Filadelfia.
Fotografía tomada en octubre 2008.

Edificio nº20 del Complejo Base Naval en Filadelfia
Fotografía tomada en octubre 2008.



Cerramiento del edificio nº20 del Complejo Base Naval en Filadelfia
Fotografía tomada en octubre 2008.

Vista del edificio nº20.Complejo Base Naval en Filadelfia

Vista del edificio nº20, Fachadas Norte y Oeste. Complejo Base Naval en Filadelfia

Interior de la nave dedicada a fabricación de la estructura. Complejo Base Naval en Filadelfia.

Interior del edificio nº20, Detalle de fachada sur con columna A13.
Complejo Base Naval en Filadelfia.

Interior del edificio nº20, vano central. Complejo Base Naval en Filadelfia

Talleres de ensamblaje estructural, edifico nº 541, al fondo. Complejo Base Naval en Filadelfia.
Fotografía tomada en octubre 2008.

Interior, talleres de ensamblaje estructural, edifico nº 541, del Complejo Base Naval en Filadelfia.
Fotografía tomada en octubre 2008.

Luces salvadas por vigas Pratt permiten la entrada de luz cenital a través de lucernarios.
Interior talleres de ensamblaje estructural del Complejo Base Naval en Filadelfia
Fotografía tomada en octubre 2008.

Interior talleres de ensamblaje estructural, edifico nº 541 del
Complejo Base Naval en Filadelfia
Fotografía tomada en octubre 2008.

Cerramiento (fábrica ladrillo-estructura de acero),
Talleres de ensamblaje estructural del Complejo Base Naval en Filadelfia.
Fotografía tomada en octubre 2008.

Detalle de puente grúa en los talleres de ensamblaje estructural
del Complejo Base Naval en Filadelfia
Fotografía tomada en octubre 2008.

Interior de la nave dedicada a fabricación de la estructura. Complejo Base Naval en Filadelfia

Creo que, por medio de los antecedentes de la historiografía, hemos explicitado los inicios de la construcción en hormigón de los complejos industriales de Detroit, el traslado de dichas experiencias a la industrialización -a principios de siglo- de la Rusia zarista y su desarrollo en los planos quinquenales de la Rusia soviética; la apertura del propio Albert Kahn a las grandes estructuras de acero y la evolución de las estructuras de hormigón en base a las experiencias de Maillart. Pasaremos a continuación a analizar dos obras: una de ellas desconocida, que es la Escuela Gewerbeschule (1935) de Hans Brechbühler, erigida en hormigón armado; y el Pabellón Suizo de Le Corbusier, en hormigón armado y acero.

Comprobaremos como un cambio del sistema constructivo implica técnicas de manufactura distintas en la elaboración del concepto abstracto de la retícula de los planos de fachada, que tanto habían seducido a Le Corbusier. Avanzamos también de hecho -y como veremos en el estudio de la obra de Sep Ruf- que esta retícula puede llegar a un grado máximo de livianeidad cuando los conceptos de estructura y cerramiento se independizan hasta los límites y distancias que Sep Ruf desarrollará en la ampliación de la Biblioteca de Munich y en la Bayerische Vereinsbank.

Podemos establecer un tercer punto de referencia en esta búsqueda de la tradición construida de la modernidad en la implantación de la transformación industrial establecida por el primer Plan Quinquenal de la época post-revolucionaria en La Unión Soviética. Bien es sabido de la relación y construcción por parte de Le Corbusier del Centro Soyuz.

En este momento en la Unión Soviética se estaba produciendo el debate arquitectónico entre tres agrupaciones de arquitectos como bien es conocido Osa, Asnova y Vtutemas. Las discusiones entre ambos colectivos iban sobre todo encaminadas a dirigir la construcción tanto de las ciudades de nueva implantación como de los complejos industriales en la zona de los Urales.

Tal y como afirma Jean Louise Cohen, las discusiones entre estos colectivos determinaron la decisión de encargar a Albert Kahn la construcción del programa de industrialización de los Urales.

3.5 La retícula del Hormigón: Gewerbeschule 1935. Hans Brechbühler 1907-1989. (5)

El arquitecto Hans Brechbühler, trabajó entre 1930-1931 en el estudio de Le Corbusier en París. En 1935, gana el concurso para la construcción de Gewerbeschule en Berna.

A continuación vamos a explicitar la transformación que realiza Brechbüler del modelo, que también analizaremos, del pabellón suizo en la Ciudad Universitaria de París realizado por Le Corbusier.

3.5.1 Análisis del edificio.

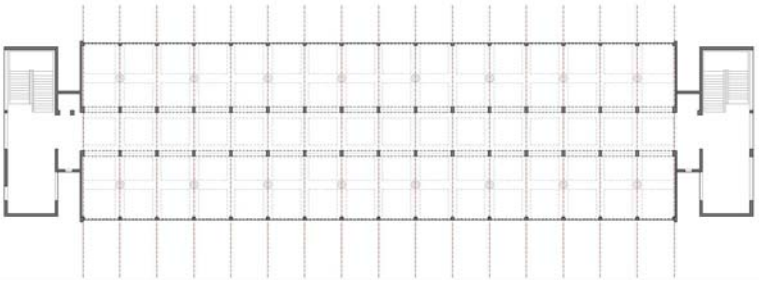
El edificio se sitúa perpendicular al puente sobre el río Aar a partir de un rectángulo de 20 m de anchura y 81,8 m de longitud. Dos núcleos de servicios y escaleras ubicados en los extremos, de 6 m de anchura por 18 m de longitud, dan acceso a 4 niveles de aulas mediante un pasillo central de 4 m de anchura.

El arquitecto adopta una modulación base de 4 m desarrollando el cuerpo principal en 16 unidades de dicho módulo. En sentido transversal

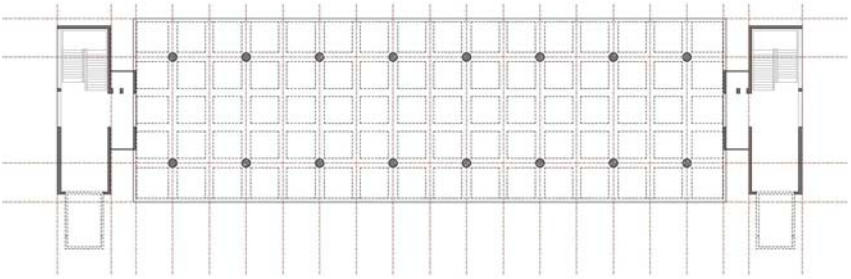
establece una métrica de 7-5-7. El edifico, al situarse en los bordes de los meandros del río Aar, presenta unos fuertes desniveles que, a su vez, conectan con una edificación existente, de carácter educativo, del cual esta escuela es la ampliación.

De igual modo que el Pabellón Suizo, el edificio se apoya sobre un orden de pilares circulares de 1 m de diámetro con una equidistancia de 8 m en sentido longitudinal, es decir, cada 2 módulos y 12 m en sentido transversal, dejando en voladizo los extremos de (3,5) 4 m de longitud.

El esquema estructural, que a primera vista tiene semejanzas con el pabellón suizo, parte en realidad de un rigor geométrico mayor. Ello es debido a que, mientras que en el Pabellón Suizo podemos distinguir dos tipos de estructura, la estructura basamental en hormigón y la subestructura realizada con perfilería de acero, en el caso de la escuela de Berna la estructura inferior y la estructura superior están desarrolladas en hormigón.



Planta tipo, Gewerbeschule.



Planta baja, Gewerbeschule.

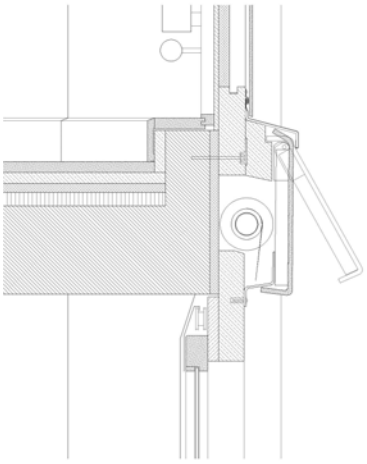
En la métrica que se adjunta podemos entender que la forma de componer de la Escuela de Berna tiene una raíz profundamente más clásica, dado que viene de dividir en 5 partes la planta, situando un intereje de módulos 1-3-1 que en las plantas superiores se transforma en 2-1-2. Este orden geométrico permite una gran racionalidad en la distribución de los momentos y transmisión de cargas de los pórticos.

En las plantas superiores la métrica de los pilares es de 30 x 30 cm y 60 x 30 cm según están situados en la crujía central o en la malla externa del plano de fachada. Podemos constatar que este cambio de métrica 1-3-1 a 2-1-2 permite un reparto de los esfuerzos realmente significativo reduciéndose 1/3 el momento flector en la planta inferior.

3.5.2 Materialidad del cerramiento.

En este ejemplo podemos constatar aquel principio por el cual la arquitectura puede entenderse *"como una representación de la construcción",* frase atribuida a Alberti por Vasari. Con una madurez inusitada para los 28 años de edad que tiene Brechbüler cuando inicia esta construcción, diseña jambas e impostas, que aparentemente están marcando la retícula estructural de pilares y forjados, de forma que resuelven el encuentro de los pilares de fachada de 30 x 30 cm con la carpintería, toda ella de madera, así como los toldos de protección solar. Para evitar los puentes térmicos que dibuja la retícula de la construcción, se basa en la tradición manufacturera suiza en madera; cuestión ya incorporada por Salvisberg, quién introduciría el uso del hormigón en la construcción helvética cómo una readaptación del trabajo vernáculo en madera.

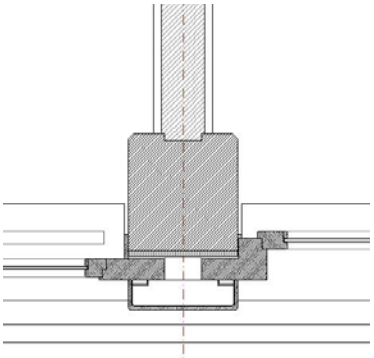
El módulo base de la cuadrícula de 4,00 x 3,00 m, se divide a tercios en sentido vertical y a medios en sentido horizontal, a su vez, se introduce una variación en la parte superior de esta partición a dos, a fin de poder ventilar en la parte superior del aula. Además la coloración del plano inferior, junto con la de la carpintería, es de un color verde oscuro mientras que los revestimientos del forjado, que también ocultan el textil de protección solar es de tonos claros. Este cambio de plano de gran efecto visual se desarrolla en un espesor de 10 cm. En el fondo, tal y como podemos comprobar en los planos, Brechbüler está desarrollando un cerramiento en madera de 20 cm de espesor y en el



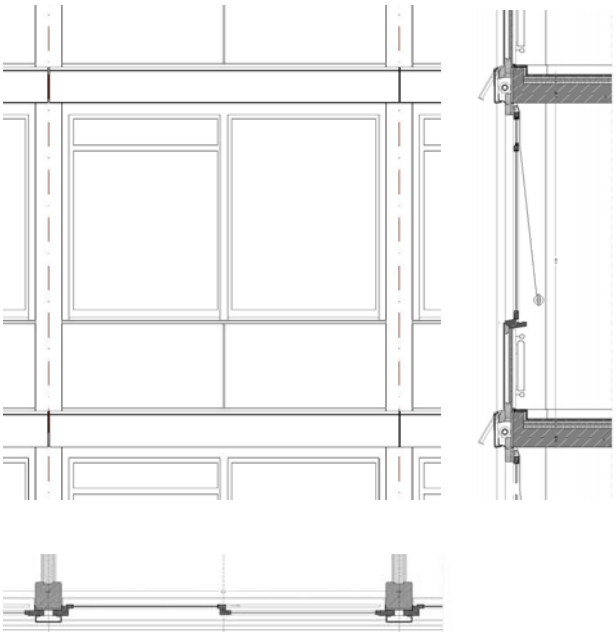
Detalle constructivo, sección vertical,
encuentro forjado-carpintería.

entrepaño inferior de las ventanas, de 9 cm, confia a estos 9 cm todas las necesidades de protección y aislamiento.

Las fotografías que adjuntamos están tomadas hace 2 años y constatan el grado de buen mantenimiento y conservación del inmueble. La sensación en aquel momento es que la transformación de la arquitectura pasaba ineludiblemente por la resolución de los problemas constructivos. En el transcurso de los distintos ejemplos, que a lo largo de este trabajo vamos presentando, el tiempo demuestra que la arquitectura moderna es una arquitectura que no es cierto que se deteriore, si bien sí que lo son la fragilidad y facilidad con que puede verse alterada y desdibujada. Después de más de 70 años, esta escuela de Berna no ha sido alterada en lo esencial y mantiene la atmósfera y el espíritu originales.



Detalle constructivo del cerramiento.
Encuentro con partición.



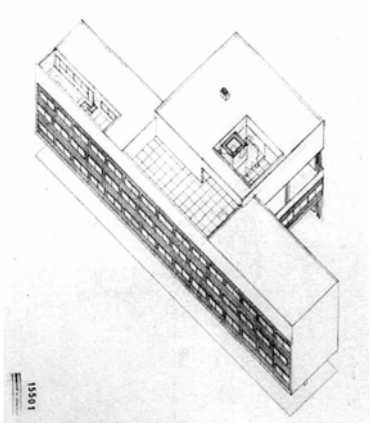
Cerramiento, módulo tipo. Gewerbeschule.
Alzado, sección longitudinal y transversal.

3.6 La retícula de Acero-Hormigón: Pabellón Suizo 1930-1932.

Sin duda se trata de una de las obras básicas de la modernidad, con mayor precisión del periodo de las vanguardias históricas. El hecho de que sea una de las obras de referencia no ha impedido que se haya realizado sobre esta obra una mirada demasiado ligera sin entrar en las soluciones constructivas ni estructurales. A mi entender es uno de los momentos más brillantes de la obra de Le Corbusier y su influencia ha producido más ansiedad que resultados.

Según comenta Jorge Torres Cueco en su libro "Le Corbusier: visiones de la técnica en cinco tiempos*",*

"Con el Pabellón Suizo intuimos que Le Corbusier quería demostrar que la libertad no estaba al servicio de un lábil juego formal, sino que pone al arquitecto en función de una búsqueda de elementos estándar y de una lectura racional, lógica y, también, funcional del edificio, en el que encontrarse ante todo un acontecimiento plástico. La tecnología surgía como una posibilidad de liberación, como una imprescindible apertura a aquella libertad que su ansia creativa anhelaba, hasta el punto de adquirir la categoría de un ideal equivalente al "Número" o a la máquina." (TORRES: 2004)



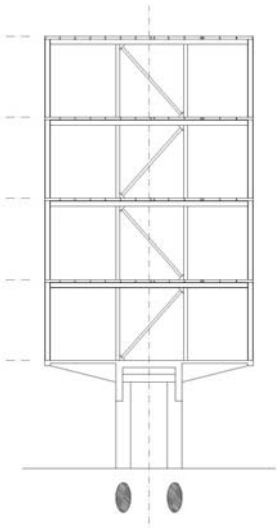
Pabellón Suizo. Primer proyecto, octubre-enero, 1931. Axonométrica. Le Corbusier-Pierre Jeanneret. FLC 15.510.

3.6.1 Análisis del edificio.

Vamos a analizar exclusivamente el cuerpo principal del edificio. De 45 m de longitud y 7,50 m de anchura, se apoya sobre un basamento de pilotes de hormigón con un intereje interno de 1,80 m de forma elíptica, de eje mayor 1,00 m y eje menor 0,50 m, con un intereje de 9,00 m.

Pabellón Suizo. Croquis primer proyecto, octubre-enero, 1931. Perspectiva fachada sur. Le Corbusier-Pierre Jeanneret. FLC 15.425.

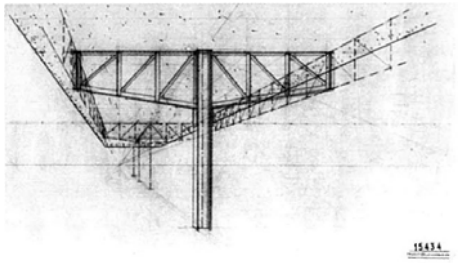
Las cuatro plantas superiores se desarrollan a través de una retícula de 3,00 x 2,50 m conformada por perfiles IPN-200 en sus extremos y pilares centrales conformados por 2 UPN-100. El forjado es una losa de hormigón en masa de 10 cm de espesor embebiendo en su interior un IPE-100 cada 60 cm. Este forjado finaliza en su borde con un UPN-120 base sobre el que se soldará todo el sistema de entramado de la fachada. Esta solución técnica nos lleva a un peso propio de la estructura de aproximadamente 240 kg/m2. Al reducir las luces a 3 m permite una reducción muy importante del espesor de los forjados.



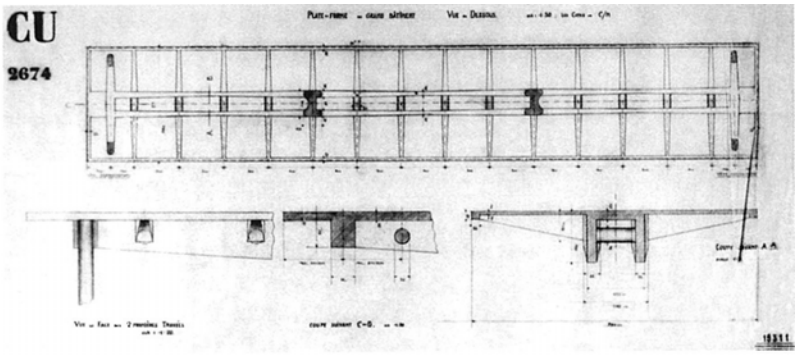
Esquema estructural, sección transversal.
Pabellón Suizo.

Debemos tener en cuenta que hacia 1929 el hormigón se utilizaba no tanto como hormigón armado sino como una estructura mixta de acero y hormigón, más aún, como una plementería dentro de las armaduras. Un simple análisis tanto de los forjados como de los pilares permite ver la finura de la solución adoptada, estableciendo un equilibrio muy racional entre peso propio y sobrecarga de uso.

Las vigas están conformadas por un sistema de IPN-200 que sueldan en un su parte superior un IPE-100, estableciéndose con precisión el recubrimiento de hormigón de dicha estructura. A este IPE-100 se fija la base del bastidor de madera que configuran las particiones interiores entre las habitaciones. De hecho, Le Corbusier, no deja de utilizar una cierta analogía a la tradición constructiva suiza en madera.



Pabellón Suizo. Perspectiva que muestra la estructura en celosía. Le Corbusier-Pierre Jeanneret. FLC 15.434.



Pabellón Suizo. Sección y planta cenital de la plataforma del segundo proyecto. Le Corbusier-Pierre Jeanneret. FLC 15.304.

3.6.2 Materialidad del cerramiento.

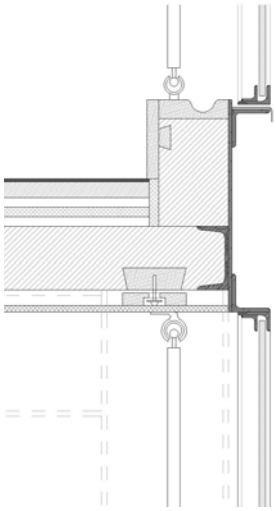
En la documentación gráfica que se adjunta podemos constatar las sutilezas de construcción de todo el entramado.

A la manera de la pintura de un cuadro y en una profundidad de exclusivamente 6 cm, Le Corbusier va marcando los distintos elementos de la composición. El módulo base de la composición 3 x 3 se materializa, en

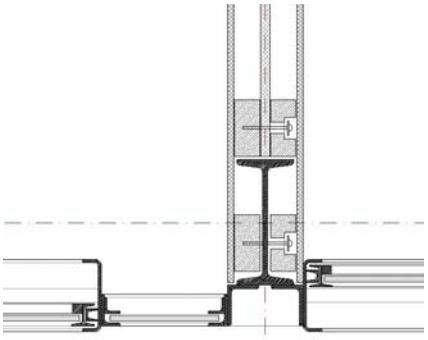
sentido vertical, por medio de 2 L60.6 soldadas a los perfiles IPN-200 y al UPN-120 de la losa de forjado, realizando un bastidor donde insertar la carpintería de acero conformada por dos hojas de 1,20 x 1,30 m deslizantes (a la francesa) dejando un fijo asimétrico de 20 cm. Todo el conjunto queda rigidizado por una UPN-100 a 70 cm.

En el fondo, si analizamos y vemos con detalle la partición de la ventana, constataremos que en el espacio relativamente pequeño de 10 cm de anchura del bastidor, nos propone una lectura de la retícula hasta entonces desconocida.

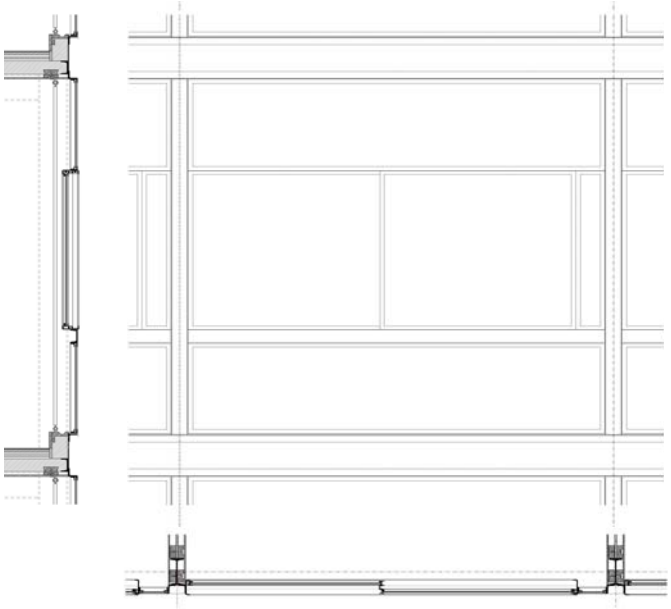
Los planos de fachada de todo este juego de bastidores de acero y vidrio sobresalen respecto al plano estructural. Ello le va a permitir a Le Corbusier resolver la esquina y el encuentro con dos paramentos ciegos de piedra artificial.



Detalle constructivo, sección vertical, encuentro forjado-carpintería.



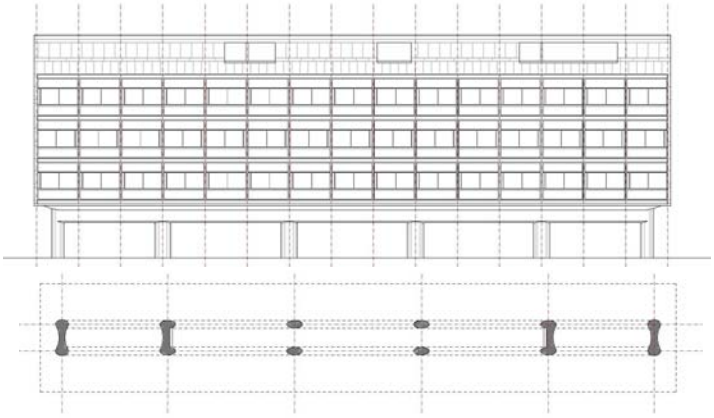
Detalle constructivo del cerramiento. Encuentro con partición.



Cerramiento, módulo tipo. Pabellón Suizo. Alzado, sección longitudinal y transversal.

Es verdad, por hacer una crítica, que este cerramiento obvió toda la sofisticación necesaria para haber evitado los puentes térmicos -tanto en los pilares como en los forjados- y que, en contraposición, la escuela de Berna, resuelve de forma más satisfactoria.

Ello nos introduce en el problema de la escala: tengamos en cuenta que mientras la escuela de Berna desarrolla un frente de fachada de 64,00 m, el pabellón suizo desarrolla un frente de fachada de 45,00 m; mientras el orden inferior de apoyo de los pilotes se realiza cada 3 módulos, en la escuela de Berna se realiza cada 2; mientras la triple crujía superior, en el caso del Pabellón Suizo, desarrolla un anchura de 7,5 m, en el caso de le Escuela de Berna son 19,00 m.



Alzado y planta acceso Pabellón Suizo.

La perfilería se va dibujando con anchuras de 10 y 20 cm mientras que en la Escuela de Berna tanto la pilastra como la traba son de 30 cm.

En conclusión, la materialidad, la modulación y la manufactura son distintas. La planimetría en planta también es distinta pero el concepto es el mismo. Estaríamos ante un caso de asimilación de la influencia casi autónoma para ambos autores. Ni Le Corbusier realizó un edificio semejante o derivado del Pabellón Suizo en sus años posteriores ni Brechbüler en su dilatada trayectoria profesional perfeccionó el modelo que había construido; en cambio el concepto de retícula de fachada y basamento libre ha quedado como paradigma de una parte de la tradición construida de la modernidad.

Harold Bloom, en su ensayo “La ansiedad de la influencia” cita*: ”Oscar Wilde advirtió, de una manera sublime, que “la mala poesía es sincera”. Sin duda sería erróneo decir que la gran poesía no lo es, pero desde luego casi*

toda ella cuenta necesariamente mentiras, ficciones esenciales del arte literario. La literatura auténtica, superior, reside en los tropos, en un desplazamiento no sólo de los tropos literales sino de los anteriores. Como la crítica, que es una parte de la literatura o no es nada en absoluto, la gran escritura se produce siempre mediante una fuerte (o débil) malinterpretación de la escritura previa. Cualquiera que sea la posición que se adopte respecto a una obra metafórica, será en sí misma metafórica." (BLOOM: 1973, 22) (6)

Aplicado esto a la arquitectura, implica que todo el proceso constructivo y toda influencia viene determinada -a fin de que sea intensa- por medio de anteriores construcciones.

La gran transformación de conceptos que se produce en las vanguardias históricas viene determinada por los edificios industriales en sus dos versiones la inicial, en los edificios de entramado de hormigón, desarrollados en el área de Detroit, Chicago y Buffalo; y en una segunda fase desarrollada por Albert Kahn en los grandes complejos industriales realizados con estructuras de acero.

Como afirma Banham, esa transformación se produce fundamentalmente por medio de la información fotográfica, muchas de ellas de no muy buena calidad, tuvo su mejor expresión en Europa en la construcción de la fábrica Flat –Lingotto, Turín. Obra de Giacomo Matté-Trucco y otros (1914-1926) que como bien se sabe fue muy publicitada por el propio Le Corbusier. Pero como hemos podido apreciar, las raíces de esta transformación se encuentran en las realizaciones fabriles de la industria automovilística de la costa Este de los Estados Unidos y no tanto en la construcción de silos de hormigón de Buffalo.

Los elementos jerárquicos de la composición de Beaux-Arts, cuya traslación a la Escuela de Chicago podremos comprobar en el próximo capitulo, tienden a desarrollar una construcción que se basa en el entramado de fachada trabado con los elementos sustentantes de la fachada.

Este entramado es un campo, en contraposición al plano, que se basa en la planeidad dibujada. En ejemplos posteriores podremos cómo la modernidad, con su lenguaje, va volviendo a trasformar este plano en un plano con profundidad mediante lecturas de planos superpuestos.

3.7 La retícula de Acero: Maison Clarté 1930. (7)

La Maison Clarté es un punto de referencia dentro de los inicios de la obra de Le Corbusier por dos razones fundamentalmente:

1. Por toda la cantidad de bocetos que desarrolló.
2. Por la solución constructiva del cerramiento ligero de vidrio.

Del estudio de los bocetos que realiza Le Corbusier vemos un esfuerzo por implementar el modelo de vivienda con corredor que en ese momento tenía en mente; incluso la voluntad de introducir una variación del pabellón Espirit Nouveau. Pero la influencia del promotor y constructor Edmond Wanner va llevando el orden planimétrico del proyecto hacia soluciones más "ortodoxas".

La ordenación establecida por el Ayuntamiento de Ginebra preveía un grupo de cuatro o cinco edificios de seis niveles de altura en orientación norte-sur. Si bien se intentó desarrollar todo el barrio en su conjunto bajo el impulso de Edmond Wanner, los problemas de gestión hicieron al promotor centrarse exclusivamente en los terrenos de los cuales su familia era propietaria y para los cuales podría conseguir la financiación adecuada.

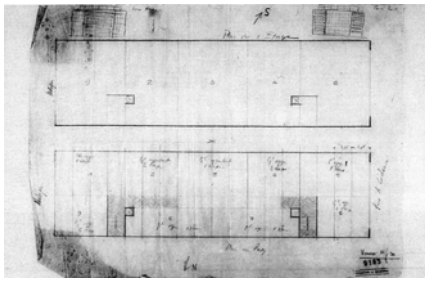
Vista aérea del distrito Villereuse con la Maison Clarté en el centro, abril 1980.

3.7.1 Análisis del edificio.

El bloque de 50,00 m longitud por 15,50 m de anchura se resuelve por medio de tres crujías de 4,50- 5,50-4,50 m.

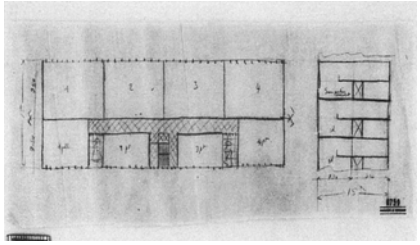
En sentido longitudinal, el bloque se divide en dos partes cada una de las cuales se subdivide a su vez en tres módulos de 8,40 m de anchura fruto a su vez de una ordenación de modulación de fachada y estructura, cada 2,80 m. Esta medida de 2,80 m fue una variación que introdujo Le Corbusier frente al módulo que había establecido el promotor constructor de 2,60 m, considerando el propio Le Corbusier que era la medida que permitía el dimensionamiento más adecuado del dormitorio principal.

La posición de la escalera en la crujía central implicaba la falta de iluminación y ventilación de la misma y que se resolvió a la forma de los Brewster Apartments (1893). Esta ordenación da origen a 4 tipos de viviendas distintos. Variaciones de las viviendas en la planta superior van incrementando el número de tipos distintos, pero en esencia se pueden sintetizar en dos apartamentos en la crujía central, que acogen el uso de vivienda en un solo nivel con unas dimensiones de 8,40 x 15,50 m; y en los testeros una vivienda en dúplex con una ocupación en planta también de 8,40 x 15,50 m.



Bocetos de E. Wanner. 26 abril de 1930.

El sistema estructural desarrollado por los arquitectos John Torcapel y Francis Quétant para la empresa de Edmond Wanner, muestra la precisión y el ingenio de ciertas soluciones constructivas que hacen de esta obra una de las más evolucionadas, constructivamente, dentro de la obra de Le Corbusier; donde la construcción y la planimetría no se encuentra excesivamente mediatizadas a la consecución de una imagen predeterminada.

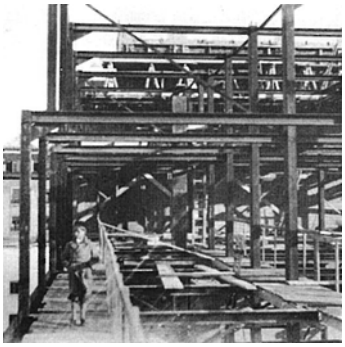


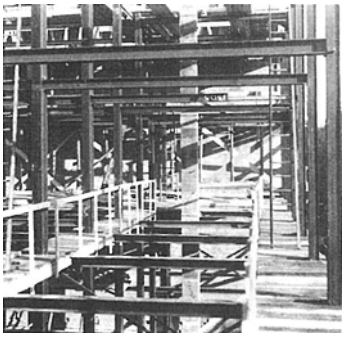
Boceto de estudio para la Maison Clarté abril 1930. Tipología con pasillo central y escaleras en fachada.

Los pilares de planta rectangular de 18 x 30 cm se conforman por dos UPN-180 separados 12 cm. Esta conformación de pilares da una capacidad portante, considerando la longitud de pandeo de 56 T y debiendo considerarse una superficie total en el pilar de base de 63 m2 de superficie de influencia; ello conlleva una carga de aproximadamente 1 T/m^2.

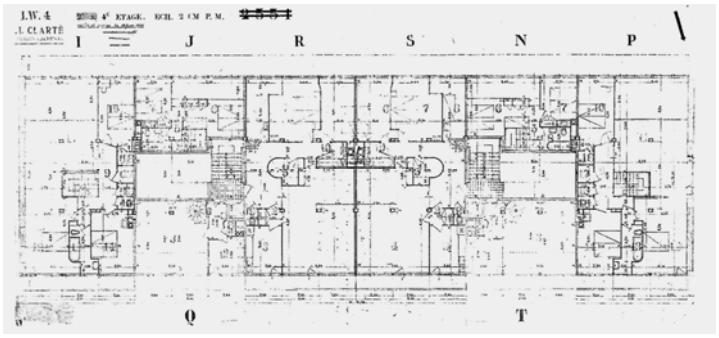
Las vigas se ejecutan mediante perfiles “I” de ala ancha de 160 mm de altura y 152 mm de anchura, separadas cada 2,80 m; para una longitud de

4,50 m la capacidad máxima portante de dichas vigas -para una flecha que no supere L/350- es de 3,16 T, lo que implica una carga máxima de 350 kg/m^2.

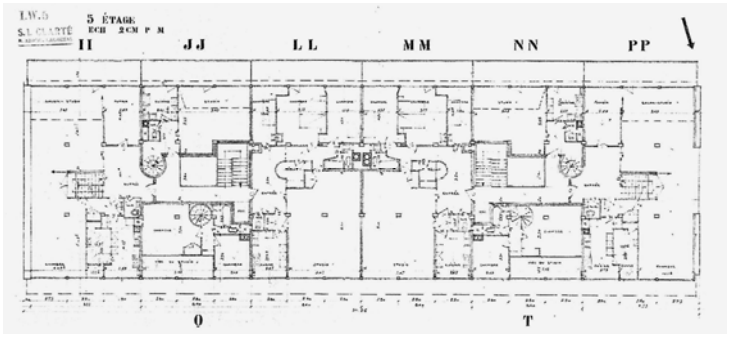




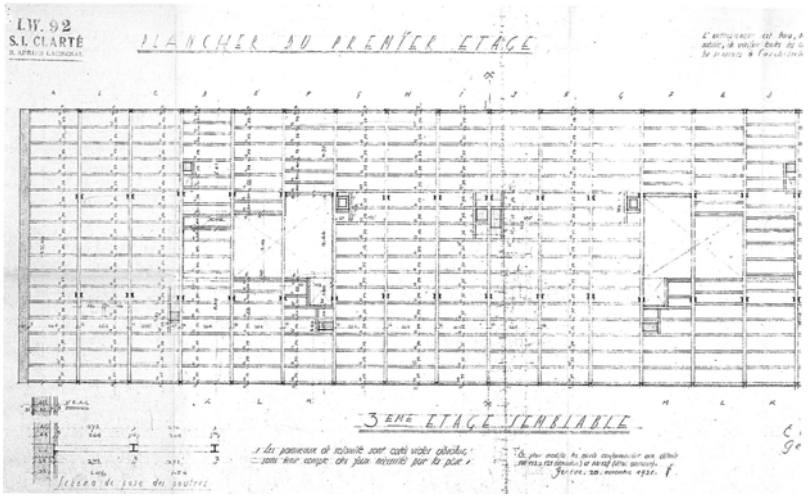
Imágenes de construcción de la Maison Clarté en 1931.



Plano I.W.4, aprobado y corregido el 19-11-1931.
Escala original 1:50. Plano de la segunda y cuarta planta.

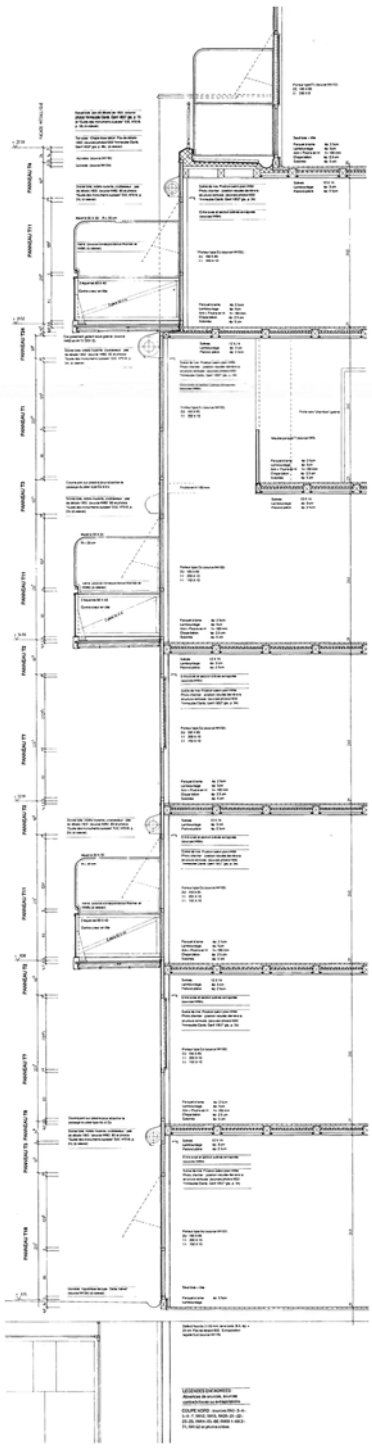


Plano I.W.5, diseñado y aprobado el 25-VI-1931.
Escala original 1:50. Plano de la quinta planta.



Plano I.W. 92 diseñado el 4-VIII-1931.
Escala original 1:50. Estructura planta primera.
(Archivo Torcapel, gta. Escuela politécnica federal, Zurich)

3.7.2 Materialidad del cerramiento.



Sección transversal fachada norte.

La esbeltez y la finura de todo el sistema estructural, cuyos datos numéricos implican el ajustado nivel de precisión con que fue desarrollado, conlleva un entrevigado de madera de 12 x 14 cm, separado 75 cm, estando el mismo y recubierto en su capa superior e inferior por medio de un panel patentado llamado Solomite.

Dicho panel es un panel prensado de fibras vegetales con una malla de acero galvanizado y solidificado por medio de un mortero de cemento, habiendo sido patentado en el año 1929 y que ya fue utilizado por Le Corbusier en el pabellón Espirit Nouveau. Las características de este panel lo hacían incombustible e inalterable a los agentes atmosféricos. Con esta configuración en contraposición a la solución de forjado que habíamos visto en el Pabellón Suizo, donde el hormigón sin armar -que cubría el entrevigado de acero- con alcanzaba un peso propio que rondaba los 150kg/m^2, en la Maison Clarté se consigue un peso propio del orden de los 80 kg/m^2. De esta forma la relación entre canto y luz del sistema constructivo en acero se acerca a una relación de 1/25.

Casuística a parte requiere los pilares de fachada configurados en forma cuadrada por 2 UPN-160. Su elevado grado de esbeltez viene corregido al estar arriostrado en tres puntos distintos, pero sobre todo por el arriostramiento de 60 cm de altura (que podemos ver en las fotos de construcción) que aloja el tambor de recogida de las persianas de madera y por medio de 2 UPN-160, donde se enmarca el bastidor que acoge las ventanas correderas.

Este sistema constructivo pone en práctica el concepto y el deseo que el propio Wanner y Le Corbusier establecieron de realizar una construcción en seco, sin agua, sin aglomerantes hidráulicos y concibiendo el cerramiento como un entramado de paneles de vidrio; paneles de vidrio que el propio Wanner ideó con la introducción de un doble vidrio con cámara de aire interno conformado por medio de un bastidor de madera de iroko, que junto al marco de acero, componía este panel de doble vidrio.

La estabilidad del conjunto se aseguraba al disponer los testeros por medio de un muro de hormigón que rigidiza todo el sistema estructural.

Escalera Apartamentos Brewster 1893. R.H. Tunock.

Escalera Apartamentos Brewster 1893. R.H. Tunock

Escalera de la Maison Clarté.

Es por todo lo anterior que debemos entender la composición de la construcción de la Maison Clarté como un contrapunto en la búsqueda de la máxima planeidad y neutralidad del cerramiento respecto a sistemas constructivos en retícula -como hemos podido ver en el Pabellón Suizo y en la Escuela de Berna- y que Le Corbusier no volvió a evolucionar en ninguna de sus posteriores construcciones. Este cerramiento -que por la métrica de pilares y vigas llega a confundir el mainel y el marco con la estructura portante- funde en un solo plano, sin acentuación ninguna, cada uno de sus elementos de cerramiento y estructura.

Podemos considerarlo también como un punto final en la evolución del cerramiento que en el capítulo siguiente analizaremos desde los orígenes de la Escuela de Chicago. Los puentes térmicos de los pilares, en su encuentro con los travesaños horizontales conformados por 2 UPN-160, aun cuando en la parte opaca se había introducido una doble chapa de acero con cámara interna, no fue suficiente al rigor del clima de Ginebra y produjo la pudrición de las escuadrías de madera secundarias de 12 x 14 cm. En todo caso, la novedad de las soluciones constructivas y la durabilidad de todo el conjunto no aclara la cuestión de porqué este sistema no fue perfeccionado y desarrollado en otros edificios de las vanguardias históricas o de la modernidad de los años 50; tan solo una acentuación respecto a la novedad de los tipos de modelo residencial y no tanto sobre la tradición construida puede respondernos de forma lógica y sencilla a esta cuestión. Incluso el concepto estructural desarrollado en el año 1932-1933 en la ciudad refugio por el propio Le Corbusier marca su distancia con su propia obra, estableciendo el paradigma de la planeidad como una de las metas de la modernidad; los razonamientos que hemos expuesto sirven para clarificar este equívoco.

Fachada norte Maison Clarté,1930 Le Corbusier.
Fotografía tomada en septiembre 2012.

Fachada sur Maison Clarté,1930 Le Corbusier.
Fotografía tomada en septiembre 2012.

Cerramiento fachada sur, protección texit, Maison Clarté,1930 Le Corbusier.
Fotografía tomada en septiembre 2012.

Cerramiento fachada sur Maison Clarté,1930 Le Corbusier.
Fotografía tomada en septiembre 2012.

Áticos de la fachada sur Maison Clarté,1930 Le Corbusier.
Fotografía tomada en septiembre 2012.

Detalle fachada sur Maison Clarté,1930 Le Corbusier.
Fotografía tomada en septiembre 2012.

4

La tradición nórdica del cerramiento ligero

4. LA TRADICIÓN NÓRDICA DEL CERRAMIENTO LIGERO.

Consolidados los procesos de industrialización en Europa, América y tras los violentos sucesos de la Segunda Guerra Mundial, se desarrollarán -a partir del presente capitulo- la transformación y evolución de los modelos estudiados.

Se ha podido ver cómo estos procesos industriales han tenido una relevancia histórica en los acontecimientos que desencadenaron la destrucción. La victoria de los Aliados en la Segunda Guerra Mundial, y el establecimiento de un nuevo orden en Europa, produjo una influencia de los modelos Americanos en el continente Europeo. En el presente capítulo se inicia la indagación de esta influencia. Ejemplos paradigmáticos de esta evolución arquitectónica son tres obras del arquitecto Arne Jacobsen: El Ayuntamiento de Rodovre, las oficinas Jespersen y el edificio SAS construidos a finales de la década de los cincuenta.

Este estudio volverá a virar su foco de atención hacia América, a través de la figura de Eero Saarinen, y la influencia de su padre Eliel. La construcción de un complejo industrial en Detroit para la General Motors marcará el inicio de esta transformación.

Para poder asimilar mejor esta evolución, se realiza un breve estudio histórico de las características peculiaridades que envuelven la arquitectura danesa. La comprensión de los sucesos, ejemplos, procesos y modos de construcción permitirá apreciar su intensa diversidad, así como la profundidad y sutileza de estos cambios. Se podrá comprobar que este proceso de cambio, con influencias de las realizaciones americanas, en el caso de Dinamarca implica aportaciones a la cultura moderna arquitectónica en sus aspectos constructivos introducidos por una manufactura de carácter artesanal que no podemos obviar.

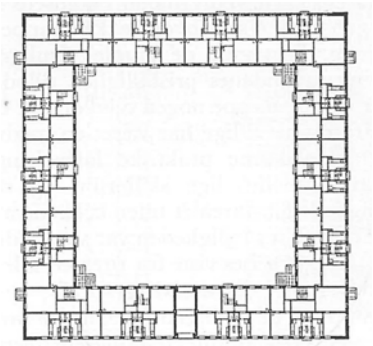
*"Tras la II Guerra Mundial, el movimiento moderno llegó a identificarse con las democracias victoriosas y fue adoptado por los estamentos dirigentes de la profesión en Europa y América" (*COLQUHOUN: 2005, 193)

4.1 Eero Saarinen. Nuevo concepto de Manufactura. (2)

Para comprender en toda su profundidad la transformación de la arquitectura Nórdica, es preciso previamente entender su tradición constructiva, incluso aquella tradición que sale de Finlandia a través de la figura de Eliel Saarinen y vuelve a Europa de la mano de su hijo Eero Saarinen.

Se podría decir que, a finales del siglo XIX destacan las figuras de Jens Vilh Petersen, Thorvald Bindesboll y Andreas Clemmensen, manteniéndose dentro del llamado clasicismo Nórdico. (1)

A principios del siglo XX Kay Fisker y Eiler Rasmussen se podría decir que son las figuras más representativas, con una arquitectura basada en la construcción de ladrillo, en la seriación de huecos y en una disciplina de proyecto alejada de cualquier veleidad estilística y de cualquier valor de representación.



Vilh. Thomsen 4-40,1941.Primer edificio residencial donde las fachadas interiores y exteriores son tratadas de forma similar. Hennieng Hasen.

Estos periodos se podrían clasificar en: Nacional-Romanticismo (1890-1902), Neo-Barroco (1902-1915), Neo-Clasicismo (1915-1930) y Funcionalismo (1930-1950).

En los años previos a la Segunda Guerra Mundial destacan las realizaciones de Hans Erling y Martín Jensen en el Ayuntamiento de Lyngby (1939-1942), Kai Gottlob en los Laboratorios Farmacéuticos de la Universidad de Norre (1939-1944) y Arne Jacobsen en el Ayuntamiento de Sollerod y sobre todo Vilh Lauritzen con el complejo de la Radio Estatal y sede de la Orquesta sinfónica de Copenhague (1937-1946).

Eiler Rasmussen Nordische (Baukunst, 1940) establece a su vez una división dentro de este funcionalismo entre una escuela más internacional y una escuela más danesa, en función de los materiales que se utilizasen. La escuela más internacional desarrollaría proyectos con la utilización del hormigón y la escuela más danesa perfeccionaría la construcción en ladrillo, en un proceso de depuración de la tradición.

Todo el desarrollo de la escuela danesa en sus diversos periodos no puede entenderse sin destacar que la misma se desarrolló por medio de los

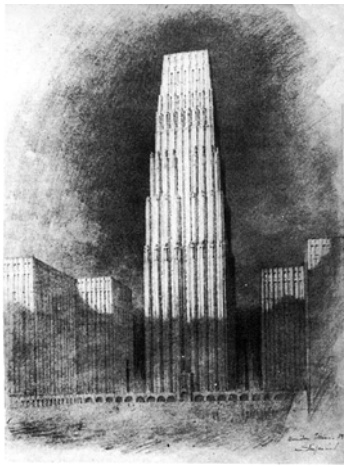
planes de alojamiento de viviendas durante los años de la Primera Guerra. En estos planes, la manzana cerrada y densa se reemplaza por viviendas de dos crujías, encerrando un jardín comunitario central, siguiendo con la tradición de la vivienda reducida de dos habitaciones. La obra de Petersen y Baumann en Copenhague así nos lo muestra.

Así pues, la arquitectura Moderna solo puede ser imaginada en relación con la ciudad y el planeamiento regional.

Los edificios residenciales modernos son resultado de los planes que construyen ciudad por medio del planeamiento de distrito.

La evolución de la arquitectura danesa, más que un trabajo individual de arquitecto debemos entenderla como la búsqueda de una objetividad para la resolución de un problema social como es la vivienda. Sin este concepto la visión que podríamos tener de las obras de los arquitectos que hemos enumerado sería mínimamente superficial.

Jacobsen podemos inscribirlo en la corriente más internacional, dentro de la visión de un funcionalismo anclado en su tradición constructiva. Como veremos en los ejemplos de sus tres obras, la utilización de los materiales y la manufactura es la base de su concepción.

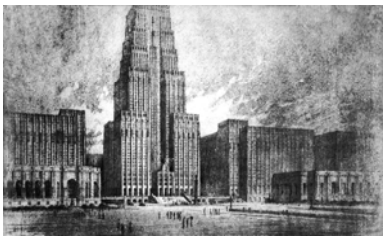


Vista de la “Chicago Tower”.

Sería injusto, antes de empezar a analizar la obra de Jacobsen, no estudiar la repercusión que tuvo sobre él la obra de la General Motors Technical Center en Warren (1947-1956) de Eero Saarinen.

Eero Saarinen nació en 1910 en Kirkkonummi, Finlandia. Toda su infancia se desarrolló en un ambiente creativo por influencia de su padre, Eilel Saarinen.

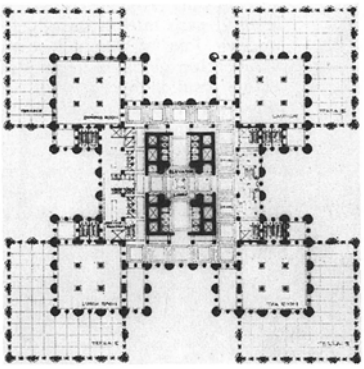
En 1922, Eliel Saarinen adquiere el reconocimiento internacional al recibir el segundo premio del concurso internacional del Chicago Tribune Tower y que le implica recibir los encargos para el proyecto del Lakefront y del Grant Hotel. Ante estas circunstancias decide inmigrar con su familia al estado de Illinois.



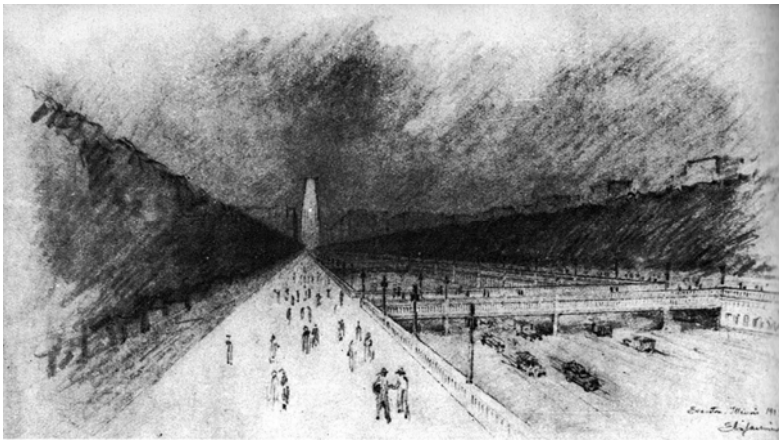
Vista del Grant Hotel y de la Grant Plaza. Eliel Saarinen, proyecto para el Lakefront de Chicago.

Realizados estos proyectos, recibe el encargo de ser director del departamento de arquitectura de la Cranbrook Academy of Art, fundada en 1906 bajo la influencia del movimiento inglés Arts and Crafts en la ciudad de Detroit.

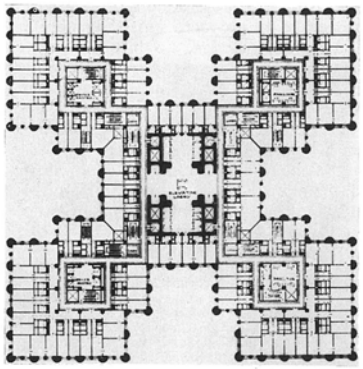
En este ambiente de estudio se desarrolló la personalidad de Eero Saarinen. A la edad de 18 años decide estudiar escultura en París en la Academia de la Grande Chaumière donde recibió la influencia de Antoine Bourdelle y trabó relación con Alberto Giacometti y Alexander Calder.



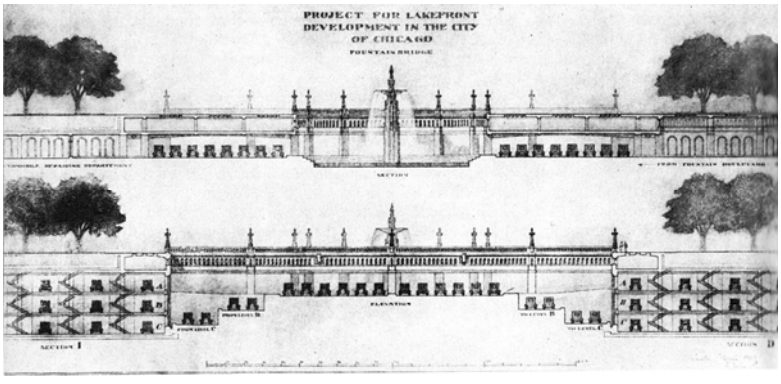
Planta tipo del Grant Hotel.



Vista del Grant Boulevard (al fondo, la “Chicago Tower”).



Planta noble del Grant Hotel.



Secciones de la fuente central y de los aparcamientos.

En 1931, Saarinen cambió de opinión y decide matricularse en la Yale University's School of Fine Arts donde se graduó en 1934.

El programa de arquitectura de la Universidad de Yale en esos años seguía directamente los principios de la École Beaux-Arts de París en contraposición a la atmósfera de carácter experimental que su padre estaba llevando a cabo en el departamento de la escuela de Cranbrook y frente a la alternativa moderna que Gropius había introducido en Harvard en 1937 y la que introdujo Mies van der Rohe en 1938 en I.I.T.

Finalizados sus estudios, Saarinen gana el premio Charles O. Matcham, que consistía en un viaje de dos años de duración por el mediterráneo y el norte de Europa. Fruto de este viaje es una colección de dibujos, acuarelas y bocetos de todos aquellos edificios, paisajes y ciudades que impresionaron al joven arquitecto.

En 1936 Saarinen volvió a Cranbrook donde su padre estaba diseñando varios edificios para la expansión del campus universitario. La reputación de esta escuela se basaba fundamentalmente en las enseñanzas fruto del intercambio de conocimientos entre artistas invitados, profesores y alumnos.

En 1937 Eero Saarinen entra a trabajar como asociado en la firma de su padre, quien fallece en 1950.

Su obra, como es bien sabido, es muy heterogénea no tanto por su calidad sino por los distintos registros de carácter muy diverso que puso en práctica en su no muy dilatada trayectoria profesional dado que falleció en 1961. El Aeropuerto Internacional de Dallas en Virginia (1958-1962) o The Twa Terminal de Queens en Nueva York (1956-1962) son ejemplos, si los contrastamos, con la General Motors Technical Center (1947-1956).

Jacobsen era conocedor de esta obra y fue la inspiración de su cerramiento en el Ayuntamiento de Rodovre como podremos comprobar a continuación. Más allá de las similitudes visuales, que tienen su importancia, comprobaremos que el sistema estructural y constructivo en la concepción de

los dos edificios son muy distintos; pero avalan este concepto que vamos dilucidando: la búsqueda de una tradición moderna constructiva.

4.2 Análisis de la General Motors Technical Center (1947-1956).

El General Motors Technical Center se sitúa a las afueras de Detroit y puede ser considerado como uno de los proyectos más ambiciosos de la América de postguerra.

El programa de la G.M se fundamentaba en un complejo industrial de investigación y de pruebas de prototipos y no en un complejo de producción.

La redacción del proyecto fue encargada a Eliel Saarinen y su socio Robert Swanson. Durante tres años los esquemas y las perspectivas del complejo fueron dibujadas por Hugh Ferriss, que se convirtió en arquitecto consultor e ilustrador.

Después de la disolución de la sociedad entre Swanson y Eliel Saarinen, su hijo Eero toma la dirección del proyecto. El programa varió, desvinculando totalmente la producción y haciéndose hincapié en edificios que investigaran partes de los componentes de los vehículos y no tanto la construcción de prototipos.

Eliel Saarinen y Robert Swanson en la presentación del proyecto.
GMTC, Warren, MI, 1945

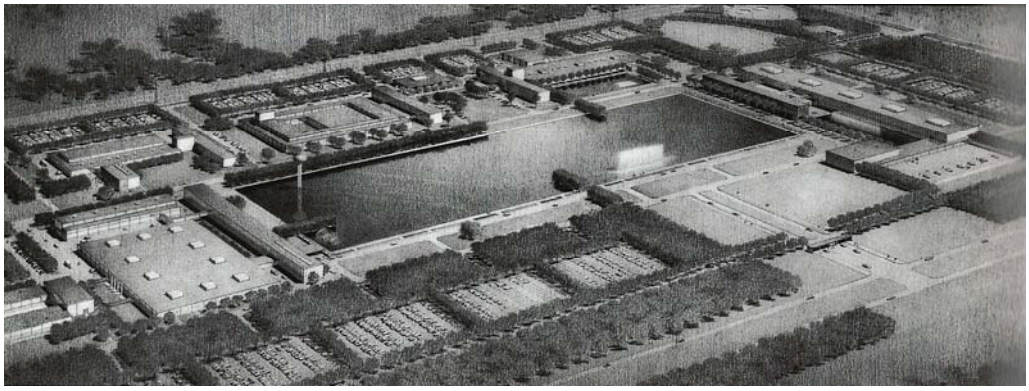
4.2.1 Implementación urbanística.

Tomando las directrices que había establecido su padre y que es heredero del plan urbanístico que dispuso para Helsinki, el complejo se despliega en base a cinco grupos de edificios distintos, entorno a un estanque de 100 m de achura por 320 m de longitud, circundándose por un anillo de tráfico rodado que daba acceso a las zonas de aparcamiento de los vehículos, rodeada de arbolado (se calcula una plantación del orden de 13.000 árboles).

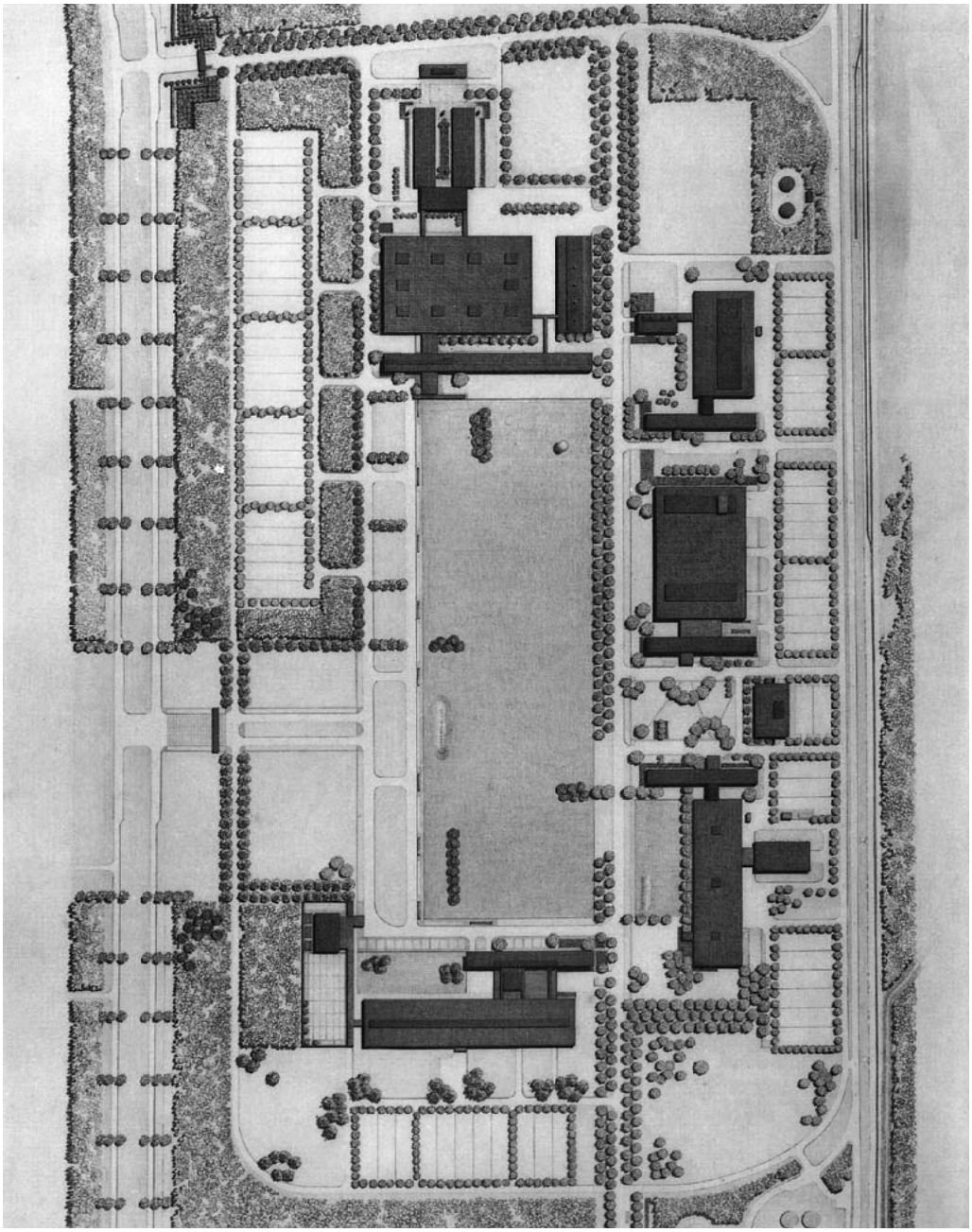
La edificación combina bloques lineales de 10 m de anchura por una longitud del orden de 65 m, siendo el central de una longitud de 120 m. Estos edificios lineales tienen una altura de tres plantas, excepto el edificio central que es de cinco niveles.

Las piezas lineales se combinan con plantas de montaje o de otros usos, de 30 m y 50 m de anchura de crujías, que van articulándose en crujías de 30 y 50 m de anchura y cuerpos de una planta.

Eero Saarinen buscaba la uniformidad de cerramientos que unificara los edificios y laboratorios lineales con las plantas rectangulares de mayor crujía.



Render de la General Motors Technical Center, Warren, MI,1947-56.



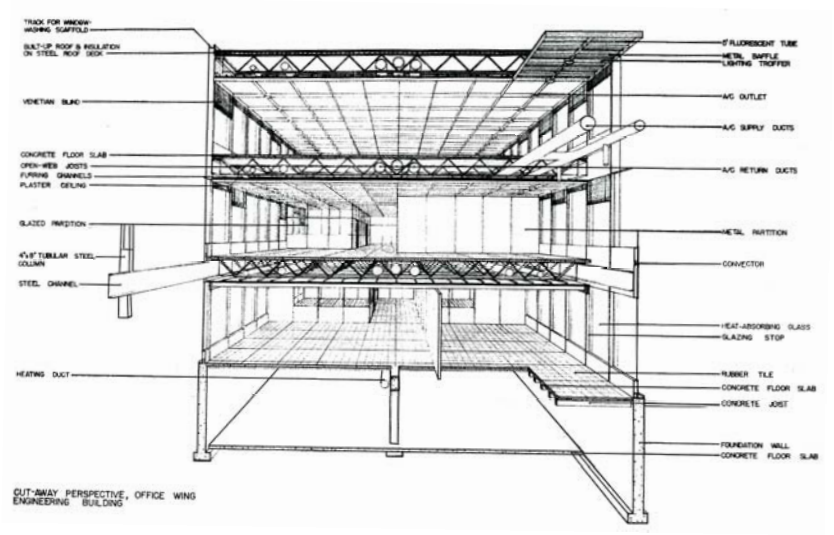
Plano de ordenación general de conjunto. GMTC, Warren, MI, 1947-56.

4.2.2 Estructura y cerramientos ligeros.

La innovación fundamental de la G.M. se encuentra en la introducción y resolución de las instalaciones, que tuvo después una gran repercusión en los edificios en altura americanos.

Entre las columnas de 4 x 8 pulgadas perimetralmente se sitúan vigas de 50 pies, en las que apoyan vigas de acero trianguladas cada módulo a fin de acomodar en su interior los conductos de aire acondicionado de alta velocidad, situándose en los exteriores los conductos de impulsión y en el centro los conductos de retorno. Asimismo, se introdujo la implementación de los tubos de la iluminación a través de un orden modulado de pantallas de tubos de neón.

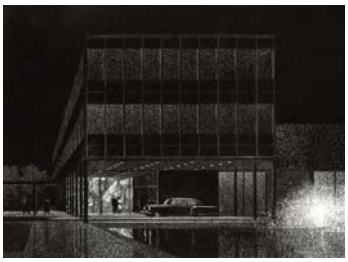
Para conjugar estos tres sistemas -estructural, iluminación y climatización- Saarinen adoptó una base de 5 pies 2 pulgadas (157,5 x 157,5 cm) como módulo. Este nuevo módulo variaba el módulo tradicional de 4,3 pies, en el cual dos módulos resultaban de dimensión insuficiente, pero tres módulos era excesiva.



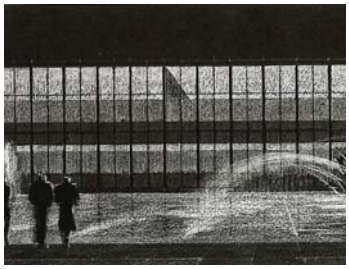
GMTC, Warren, MI, 1947-56.
Plano con sección de instalaciones

GMTC, Warren, MI, 1947-56

GMTC, Warren, MI, 1947-56 por Ezra Stoller.



Render GMTC, Warren, MI, 1947-56 por J.Henderson Barr



Render GMTC, Warren, MI, 1947-56 por J.Henderson Barr

Este módulo de 5 pies 2 pulgadas es el mismo que desarrollarán los SOM en el Inland Steel Company (1956-58) y variaciones pequeñas de dicho módulo en el resto de edificios de oficinas. El estándar utilizado de 5 pies esta basado en las dimensiones de los tubos fluorescentes. Es por ello que este sistema es el primero que desarrolla, de forma integrada, un techo donde la estructura, las instalaciones mecánicas y los tubos de luz están coordinados y establecen una variación mayor de módulo. Esta solución, que no fue utilizada por Jacobsen en le edifico de Rodrovre, se convirtió en un estándar repetido en gran parte de los edificios de oficinas de los SOM.

La fachada se compone a través de cerramientos ligeros y cerramientos con plementería de ladrillo, siguiendo las experiencias realizadas por Mies en I.I.T. El módulo base de 5 pies 2 pulgadas sirven de base para los marcos que soportan los vidrios y paneles metálicos entre ellos. Una de las mayores innovaciones fue la introducción por parte de Saarinen del doble vidrio de 1/4'' cada hoja, la exterior con capacidad de absorción de calor y la interior totalmente transparente dejando un espacio de aire entre los mismos. Las partes opacas se ejecutaron con paneles sandwich metálicos acabados en una placa porcelánica y entre ambos un material granular de aislamiento. Estos tres elementos -placa cerámica, plancha de acero y asilamiento- cumplen todo los requisitos de asilamiento del muro con un espesor del orden de 3 pulgadas.

Mientras estaban realizando e instalando los paneles de acero, la unión entre la placa porcelánica, el aislamiento celular y la plancha de acero produjo -a causa de un encolado no suficientemente compatible entre estos materiales- la separación de los mismos. Saarinen propuso, en consecuencia, un nuevo adhesivo entre los paneles de aluminio.

Otra incorporación novedosa de este cerramiento fue la introducción de junta de neopreno entre los paneles de vidrio y los paneles sandwich a fin de evitar la entrada de agua por las juntas entre estos materiales. Esta técnica fue importada de la fabricación de vehículos.

Como se puede comprobar, la importancia de este proyecto va desde el sistema de ordenación urbanístico hasta el más mínimo detalle de ejecución y construcción, siguiendo los mismos criterios que Mies estaba empleando al mismo tiempo en I.I.T. y es por ello uno de los complejos más importantes de

Vista exterior GMTC, Warren, MI, 1947-56

Interior de uno los edificios de GMTC, Warren, MI, 1947-56

Zona espera del edificio de investigación GMTC, Warren, MI, 1947-56

Escalera curva GMTC, Warren, MI, 1947-56.

la relación y modificación de la arquitectura por parte de la industria. Como hemos visto en el capítulo anterior esta tradición que se inicia por Albert Kahn en Detroit y que es admirada y transformada por Le Corbusier en Europa, tiene en este complejo un siguiente nivel de transformación y cuyas soluciones fueron adoptadas y evolucionadas por Jacobsen en la tradición danesa, no tan solo en edificios industriales, que no estudiaremos en este caso, sino en edificios de carácter administrativo.

Cabe puntualizar que Eilel Saarinen admiraba y tuvo relación con el ingeniero arquitecto Albert Kahn en la ciudad de Detroit. Parte de los edificios de la Universidad de Michigan, edificios de carácter educativo y representativos de la sociedad civil de Detroit, también fueron desarrollados por Albert Kahn pero en este caso siguiendo los modelos que había establecido Eilel Saarinen y plasmados en la propuesta del Chicago Tribune Tower.

En el capítulo siguiente comprobaremos que toda esta solución supuso la pérdida de masicidad de los suelos y techos y ello tendrá una repercusión importante en la forma de concebir los edificios en altura.

La configuración del cerramiento adopta una solución semejante a la realizada en los mismos años en la Lever House por parte de los S.O.M. (1951-1952) y se fundamenta en la proyección tanto del antepecho como del ancho canto de los forjados partidos en la proporción 3/2 y una partición base de módulo de ventana en la proporción 3/5. Por expresarlo de una forma más clara si la base horizontal del módulo es 3, el módulo de altura es 9 con una relación 1/3 y el mismo se subdivide en la proporción 2-5-2. Se puede comprobar que estas proporciones son muy semejantes a las que desarrolla posteriormente Jacobsen.

Asimismo, podemos comprobar que un antecedente de la famosa escalera curva del edifico SAS, es la desarrollada por Saarinen en el edificio de acceso de G.M.

4.3 Arne Jacobsen tres modelos del cerramiento ligero.

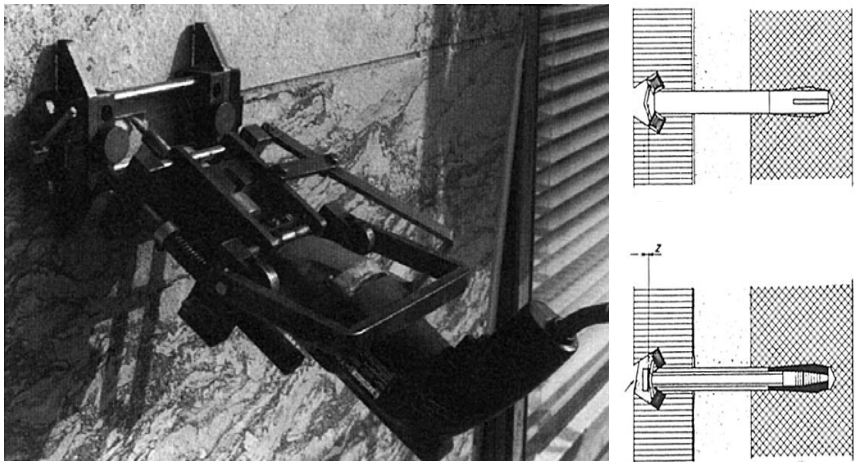
Arne Jacobsen 1902-1971 inicia sus trabajos profesionales en 1934 en el proyecto de viviendas unifamiliares siguiendo la tradición, que hemos comentado al principio, de la Escuela Nacional Danesa a través de figuras como Kay Fisker y C.F. Møller, autores de los edificios de la Universidad de Aarhus. Kay Fisker, a su vez, era el rector de la Real Academia de Bellas Artes y Escuela de Arquitectura.(3)

Universidad de Aarhus.
Fotografía tomada en septiembre 2002

En 1937 el ayuntamiento de Aarhus anunció el concurso para el diseño del edificio administrativo del ayuntamiento de la ciudad. El proyecto seleccionado fue el desarrollado por los jóvenes arquitectos Jacobsen y Møller, iniciándose una trayectoria profesional que se dilató durante cuarenta años.

Sin embargo, la influencia de su formación clásica podemos constatarla en la estereotomía y forma de construcción del ayuntamiento de Sollerod, del cual adjuntamos el sistema de construcción del aplacado de las grandes lajas de piedra metamórfica. Como ya dijimos anteriormente, el desarrollo de la arquitectura danesa de principios de siglo toma dos líneas: una anclada en la tradición y otra que persigue la internacionalización. La mayor divergencia entre ambas será el uso de distinto material -ladrillo y hormigón respectivamente- en la ejecución de muros.

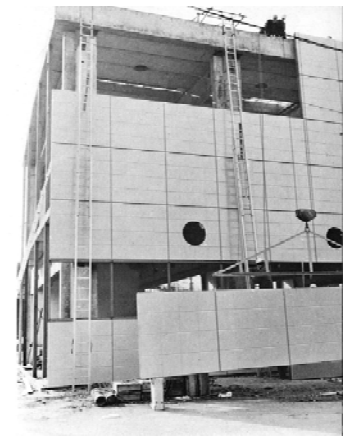
Restauración de la fachada del Ayuntamiento de Aarhus, diseñada por Arne Jacobsen y Erik Møller.



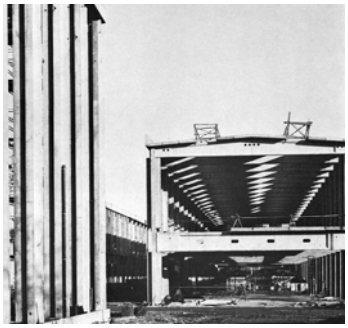
Aplacado con piezas de mármol de Porsgrunn (Noruega) y detalle de anclajes.
Ayuntamiento de Aarhurs.

Vista general de Novo Industri A/S. Kalundborg. Arne Jacobsen

Construcción Novo Industri A/S. Frederiksberg,1968. Arne Jacobsen.



Ejecución cerramiento Novo Industri A/S. Frederiksberg,1968. Arne Jacobsen.



Novo Industri A/S. en construcción, Frederiksberg,1968. Arne Jacobsen.

Las primeras construcciones de viviendas de Jacobsen -cuyo complejo más importante es Bellevue- tienen un punto de inflexión, que es el que vamos a estudiar con más profundidad, en los trabajos desarrollados durante la década 1950-1960.

En este periodo, Jacobsen escribió un artículo para una revista alemana donde expresa su admiración por la obra del maestro Mies:

"Cuando yo era un joven arquitecto al final de 1920, estuve en Berlín para tener conocimiento de la cultura alemana y visité una exposición de Mies van der Rohe. Lo que vi me sorprendió y me convenció. Sobre todo por la variedad de nuevas ideas, que me causó una gran admiración, y la claridad y concisión que caracterizaban sus proyectos por encima de otros.

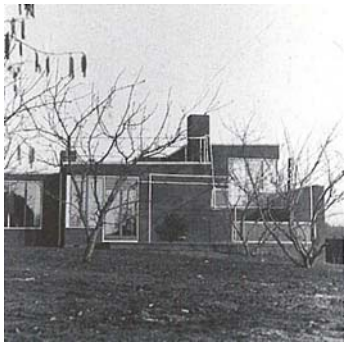
De aquellos días en Berlín llegué al convencimiento que la visión de Mies van der Rohe era la más importante en nuestros días.

Su comprensión del sentido de la naturaleza de los materiales, la exclusión de cualquier tendencia dictada por la moda y la reducción del diseño a lo más esencial y la estricta belleza dejada a la claridad de las proporciones, y al mismo tiempo admiré en sus edificios el mobiliario y los detalles. Desde entonces tuve la profunda sensación de afinidad con su trabajo creativo y seguí su posteriores desarrollos con atención sobre todo en América donde los proyectos que él llevó a cabo demostraron una base intensa de análisis intelectual que le llevó a encontrar el camino para una arquitectura objetiva, clara y estructurada." (THAU-VINDUM: 2001, 419) *(4)*

Como el mismo Jacobsen reconoció, hasta 1966 no tuvo conocimiento directo de las obras de Mies en América y todo su estudio se basó en las publicaciones que llegaban a Dinamarca durante la década de los años 50. Es por ello que a continuación -y en relación con el trabajo de la presente tesis, que está relacionando la tradición de la modernidad, sus fuentes e interrelaciones entre Europa y América- estudiaremos con más detallelas siguientes tres obras de este periodo de Jacobsen.

- Ayuntamiento de Rodovre construido durante los años de 1954-1956
- Las oficinas Jespersen en Copenhague construidas entre los años 1953-1955
- Edificio SAS Copenhague 1956-1961.

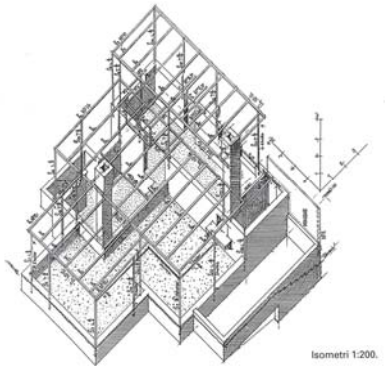
4.3.1 Antecedentes tecnológicos.



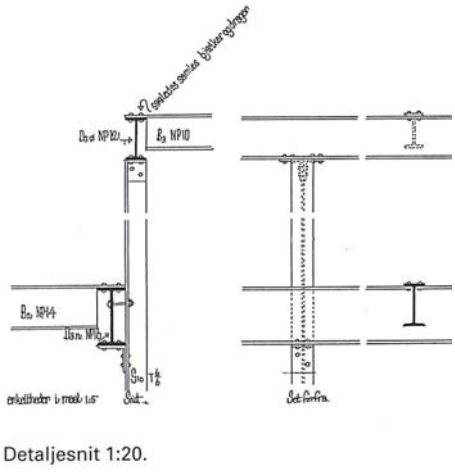
Casa uniofamiliar, 1934, Gentofte, Dinamarca.
Vilhem Lauritzen

En 1999 se publicó, bajo el apoyo de la Real Academia de Bellas Artes y la Escuela de Arquitectura, el libro “Modernismens Bygninger, Anvendt Teknologi" desarrollos técnicos de las construcciones de la arquitectura danesa entre 1931-1945” con una clasificación fundamental de construcciones en hormigón, construcciones en acero, aislamiento, cubiertas, superficies, revestimientos y carpintería.

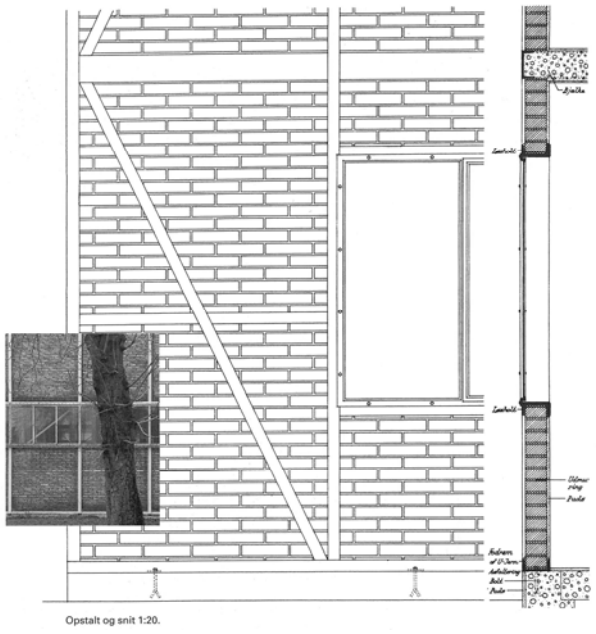
El fin de esta publicación es documentar los sistemas constructivos utilizados por este primer periodo de la arquitectura moderna danesa para tener un conocimiento más preciso de la tecnología que aplicaron durante de estos años y que sería la base para su posterior restauración. Cabe destacar la diversidad y la riqueza de la construcción en hormigón de la Universidad de Aarhus en 1934; y la construcción en acero y ladrillo de una vivienda unifamiliar en 1934 por Vihelm Lauritzen, realizada mediante la utilización de tres tipos distintos de pilares en forma de T, L e I y que encaja dentro de la problemática que hemos analizado de las construcciones de acero y ladrillo de la Cuenca de Ruhr. Siguiendo con esta tradición de la construcción de acero y ladrillo, se inscribe la obra Bygning 95, Colmen - Copenhague- del arquitecto Jens Klok (1938-39).



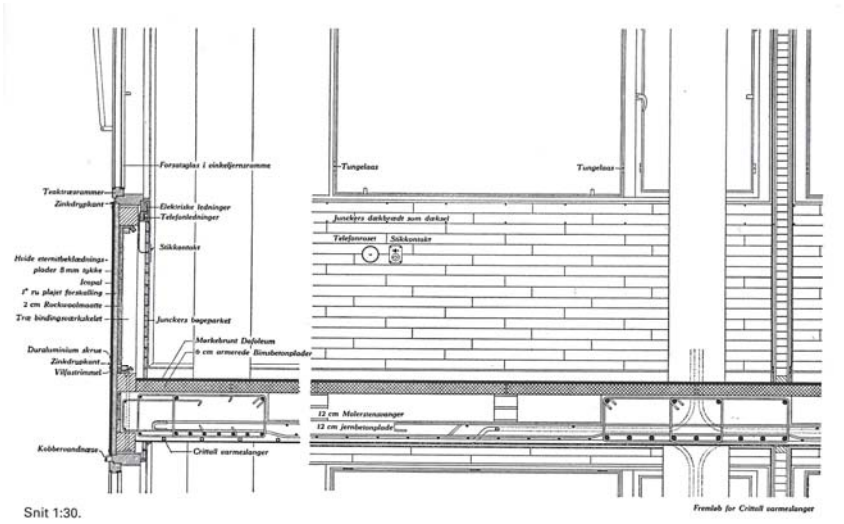
Perspectiva casa unifamiliar Gentofte.
Estructura de perfiles de acero.



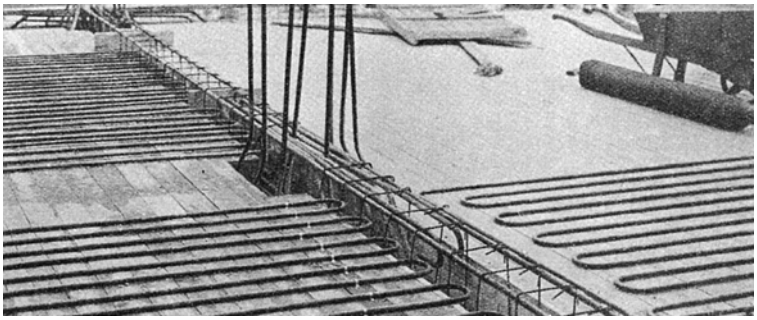
Detalle constructivo estructura de acero compuesta por perfiles acero T, L, I.



Bygning 95, Colmen, Copenhague. Jens Klok 1938-39. Estructura de acero atornillada, plementería fábrica de ladrillo.



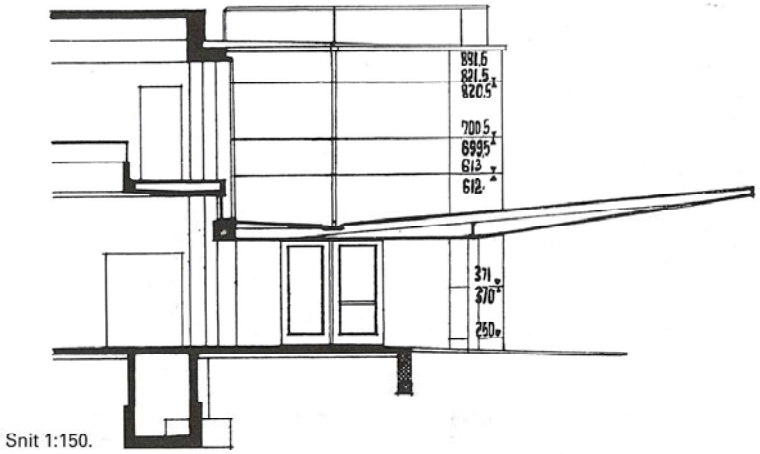
Detalle constructivo del sistema de calefacción del aeropuerto de Copenhague.
Parte los conductos se dejan embebidos en los soportes.



Conductos de calefacción embebidos en el forjado.
Construcción del aeropuerto de Copenhague. Vilhem Lauritzen en 1939

Esta publicación constata el interés que, desde el primer momento, la arquitectura moderna danesa puso en la construcción, en el desarrollo técnico y en el perfeccionamiento de la manufactura así como en los interiores y mobiliario. Prueba de ello son: los avances en climatización a través de la incorporación de los suelos radiantes en hormigón, desarrollado por Lauritzen en el aeropuerto de Copenhague en 1939; o toda la casuística de tratamiento de superficies y aplacados de cantería en el ayuntamiento de Sollerod de Jacobsen y en el auditorio y Casa de la Radio de Copenhague por Vihelm Lauritzen.

Como hemos expresado anteriormente Lauritzen, dentro de la primera generación, es su mejor representante así como Jacobsen lo es dentro de la segunda generación, de más internacional proyección. (5)



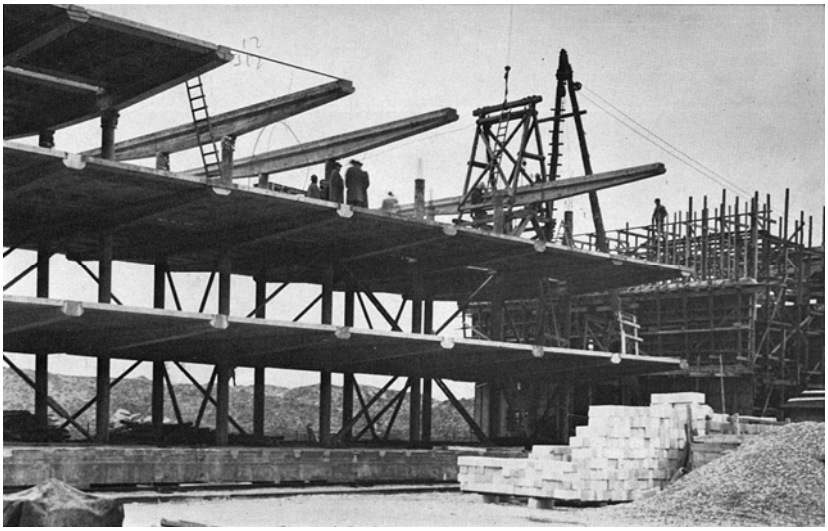
Sección del aeropuerto de Copenhague. Voladizo de estructura de acero revestida. Vihelm Lauritzen en 1939.

Interior edificio Radiohuset.
Fotografía tomada septiembre 2002

Edificio Radiohuset, Frederiksberg, Dinamarca, 1936-41. Vilhelm Lauritzen.
Fotografía tomada en septiembre 2002.

Interior edificio Radiohuset.
Fotografía tomada septiembre 2002

4.3.2 Ayuntamiento de Rodovre (1954). Acero Calibrado.

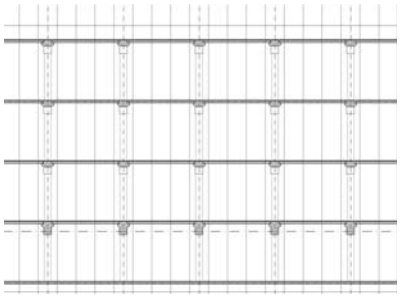


Construcción del ayuntamiento de Rodovre. Arne Jacobsen.

En 1956, en la construcción de su tercer ayuntamiento, Jacobsen desarrolló el edificio con cerramiento de muro cortina que fue considerado durante décadas uno de los edificios más avanzados en construcción.

Ya hemos comentado y podemos comparar la dependencia visual de este edificio con el General Motors desarrollado por Eero Saarinen en Warren, Michigan.

Svend Erik Moller expone que en este periodo existía ya el interés por encontrar procesos de racionalización de los programas que permitieran una división variable del espacio utilizando particiones ligeras y que ello implicaba la interconexión entre las redes de instalaciones y las estructuras mediante el establecimiento de una división regular entre los vanos.



Esquema estructural, sección longitudinal.
Ayuntamiento de Rodovre.

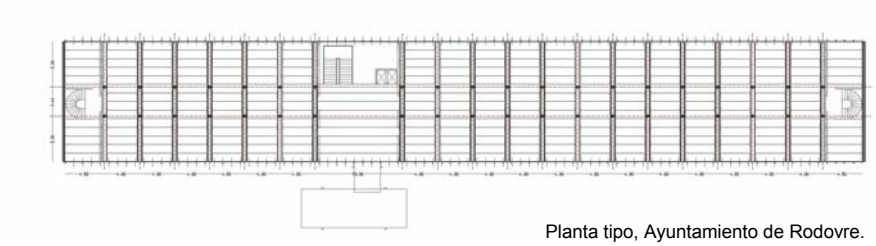
Esta optimización había sido realizada por Eero Saarinen. Ante la cuestión expresada por Møller de un posible sentido de plagio en el Ayuntamiento de Rodovre, Jacobsen responde con cierto criterio que esa cuestión es absolutamente “estúpida” dado que en el fondo se trata de hacer extensivo el concepto de racionalismo. Esta misma opinión fue compartida por Saarinen que vio el edifico de Jacobsen nada más fue finalizado y exclamó

"*Es uno de los más finos edificios que nunca he visto. Es el tercer ayuntamiento que Arne Jacobsen ha creado, los tres: Arhus, Sollerod y Rodovre son buenas obras. El ayuntamiento de Rodovre es el mejor. Porque expresa lo mejor de nuestro periodo arquitectónico Desde las grandes líneas de planteamiento hasta los más pequeños detalles tengo el sentimiento de que el arquitecto muestra su dominio en las finas proporciones para conseguir al final crear algo perfectamente no estético".* (ROMÁN: 2003, 166)

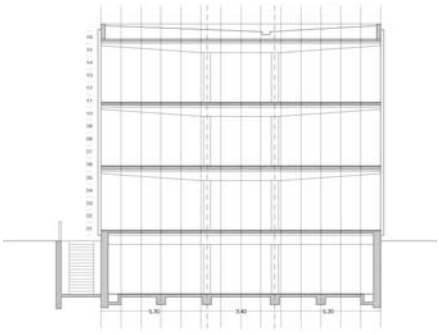
De la influencia y la transformación necesaria para un conocimiento civilizado, el estudio pormenorizado de ambos edificios, más allá de su imagen, nos muestra formas de construir, estructura, implementación e incluso métrica totalmente distinta. Y este trabajo lo que intenta demostrar es que en esa transformación de lo aparentemente igual es donde existe el valor de las obras.

Edificio de 91 metros de longitud y 14 metros de anchura, con una modulación base de 4 metros en el orden estructural, 1 metro de modulación de fachada en sentido horizontal y 0,64 metros en vertical en una relación 2/3 entre la superficie opaca y la superficie transparente.

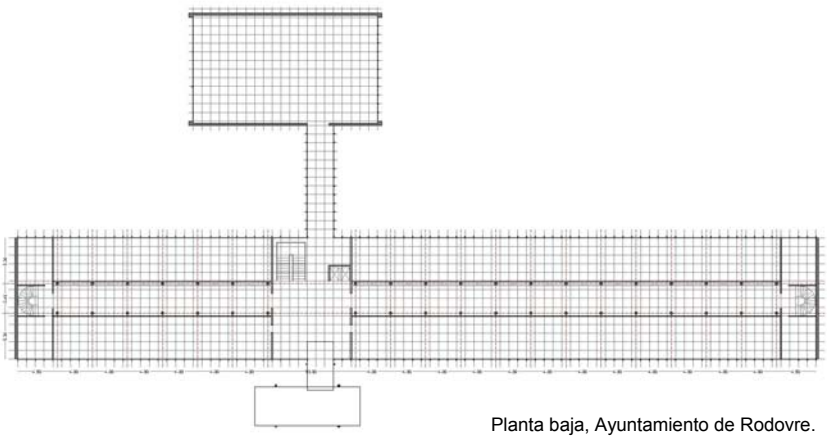
El edificio se desarrolla en tres crujías de 5,30, 3,40 y 5,30 metros



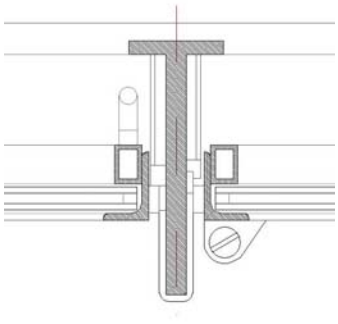
Planta tipo, Ayuntamiento de Rodovre.



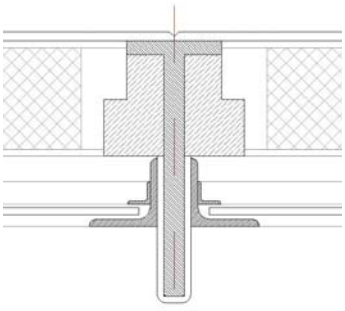
Esquema estructural, sección transversal.
Ayuntamiento de Rodovre.



Planta baja, Ayuntamiento de Rodovre.



Sección detalle por huecos del cerramiento. Ayuntamiento de Rodovre.



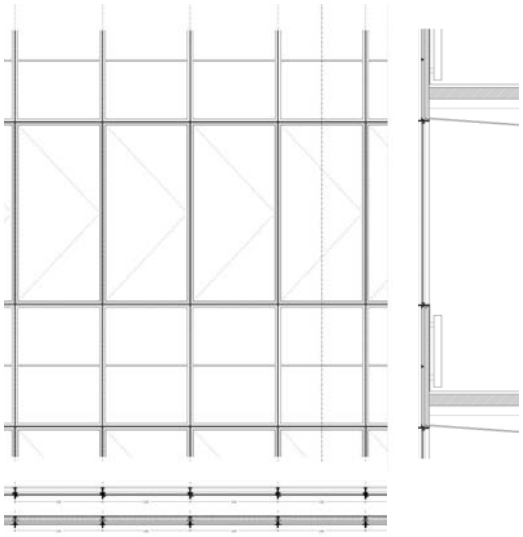
Sección detalle parte ciega del cerramiento. Ayuntamiento de Rodovre.

Un segundo cuerpo, separado, de 12 metros de luz y apoyado sobre dos muros diafragmáticos de hormigón, de 22 metros de longitud, configura la sala de plenos que está aplacada con piedra caliza negra. Esta misma solución constructiva se utiliza en el arrostramiento de los testeros del bloque longitudinal.

La posición neoclásica de composición de estos muros establece una concepción de la frontalidad tanto desde la contraposición de los objetos como desde el cromatismo de la solución.

Podemos constatar, en los planos de sección, que este orden obedece al canto de la viga prefabricada de hormigón, de canto variable 0,50 m en los apoyos y 15 cm en el extremo, apoyando placas prefabricadas de hormigón de 7,80 cm.

La fachada se conforma por perfiles de acero de 10 mm de espesor de 115 x 40 mm. Estos perfiles arriostran todo el sistema de forjados prefabricados en los bordes de la placa, atendamos a ello la razón por la cual no arriostra las cabezas de las vigas, estableciendo un decalaje de 50 cm entre la malla de perfiles de fachada y el intereje de pilares del sistema portante, mejorando el arrostramiento a tracción de todo el conjunto.

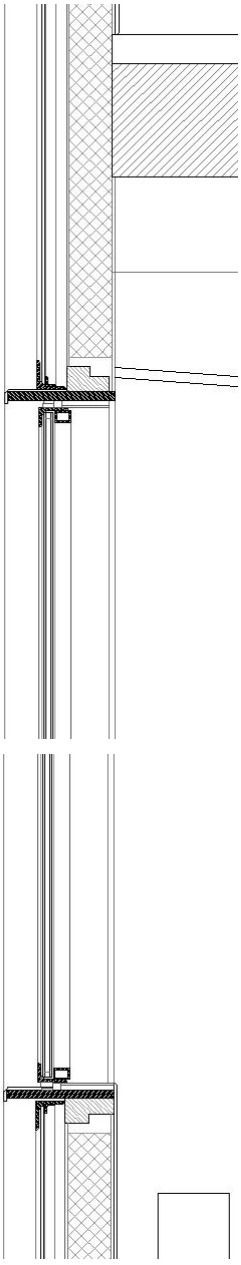


Cerramiento, módulo tipo. Ayuntamiento de Rodovre.

Estos datos -extraídos de la documentación fotográfica del catálogo de la empresa de ingeniería que colaboraba con Jacobsen- constatan este sistema de construcción.

Si nos acercamos más al detalle constatamos que el arriostramiento en sentido horizontal se realiza con la plancha de acero de 9 mm de espesor que enmarca la malla del conjunto. Estamos realmente ante un sistema de malla de fachada en contraste con el sistema de maineles de otras soluciones.

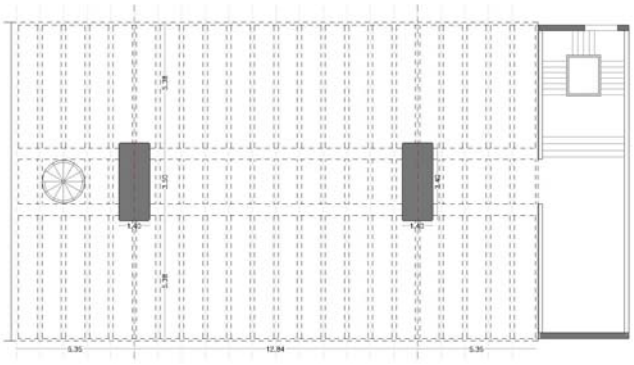
La visualidad que demuestra Jacobsen la podemos comparar con la obra suya del Ayuntamiento de Aarhus, donde el sistema constructivo se basa en muros de hormigón de fachada, aplacados con piedra mediante anclajes. Éste sería el contrapunto de toda su actuación.



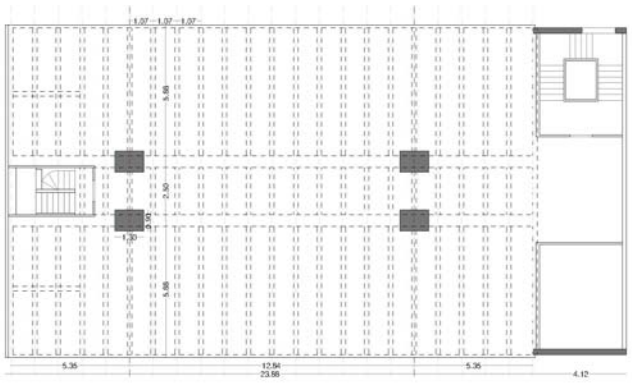
Detalle sección vertical
(plancha de 9 mm arriostramiento horizontal)
Ayuntamiento de Rodovre.

4.3.3 Oficinas Jespersen (1953-1955). Madera.

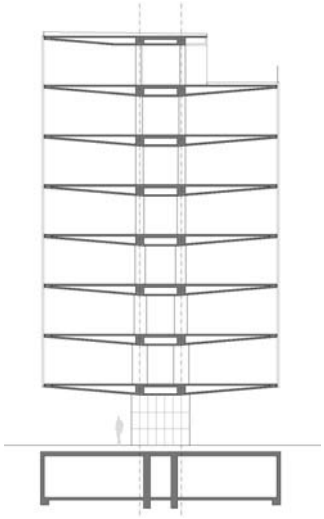
De planta rectangular 23,88 x 14,00 metros, este edificio está equilibrado en su anchura por medio de una crujía central de cuatro pilares de 1,30 x 0,90 metros, separados 12,84 metros y equilibrados por voladizos laterales de 5,50 metros con dos vigas centrales de 0,60 x 0,60, que poseen una relación canónica de 1/20 de la luz.



Planta baja, Edificio Jespersen.

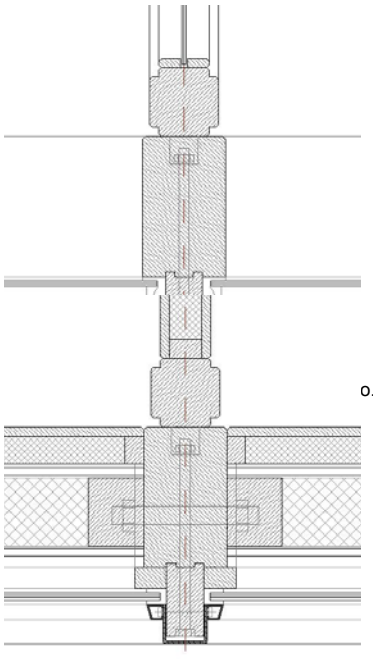


Planta tipo, Edificio Jespersen.



Esquema estructural, sección transversal, Edificio Jespersen,

El entramado de fachada -con un espesor de 20 cm- se realiza en madera, mediante un sistema de manufactura con escuadra base de 7,50 x 10,00 cm en horizontal y 15,00 x 9,00 cm en vertical. El peso del cerramiento se reduce considerablemente, alcanzando unos valores de alrededor de 60 Kg/m, con una relación 1/2 entre macizo y hueco o, con más propiedad, entre transparencia y opacidad.

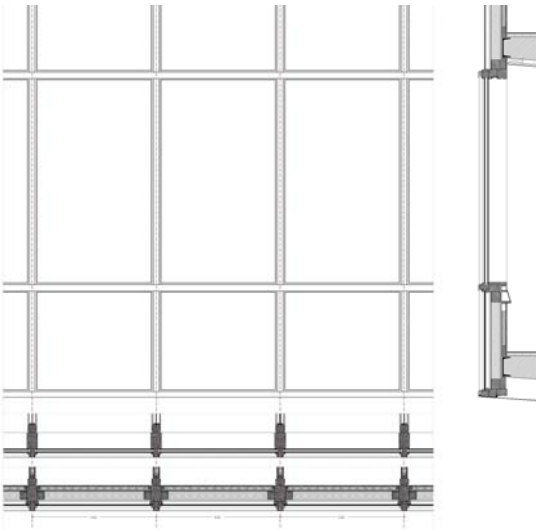


Sección detalle parte ciega del cerramiento. Edificio Jespersen

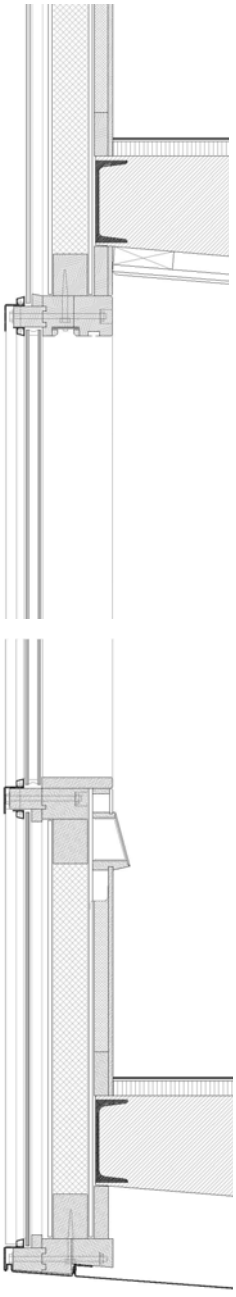
Todo el conjunto se ensambla por medio de tortillería oculta a la escuadra base que hemos mencionado, y se reviste al exterior por medio de una chapa y junquillos, para los vidrios, de acero cromo-níquel. El resultado exterior es un orden mayor de 4,00 x 4,00 m que enmarca, en un segundo plano, la retícula menor de 1,50 x 1,50 m.

Este ejemplo de gran racionalidad, tanto en el orden estructural y sus proporciones como en el cerramiento, nos hace reflexionar sobre la compleja relación entre apariencia y realidad en la arquitectura moderna. No es una relación directa, lo que con cierta asiduidad se ha llamado “sinceridad constructiva”. En el fondo esta afirmación no deja de ser más que un juicio moral frente a un juicio estético en los términos Kantianos. Considero de relevancia esta observación, dado que con frecuencia en el campo de la visualidad solemos confundir los términos. La lógica interna del objeto es el hilo conductor que lleva a la adopción de soluciones, más allá del deseo de apariencia.

Una visión ligera nos llevaría a confundir o asimilar Rodovre y Jespersen; una visión más en detalle nos presenta dos concepciones totalmente distintas.



Cerramiento, módulo tipo. Edificio Jespersen.



Detalle sección vertical
Edificio Jespersen.

Estos dos modelos coetáneos en el tiempo y desarrollados por el mismo autor determinan la imposibilidad de reducir la arquitectura moderna -en contraposición al neoclasicismo del siglo XIX- a un conjunto de soluciones estandarizadas independiente del tema. Gran parte de la arquitectura Moderna nos enseña este continuo proceso de pensar, desde el inicio, en soluciones que evolucionan. La riqueza de sus desarrollos se basa, justamente, en esa enorme casuística que nos enlaza con la concepción de la manufactura.

Si tuviésemos que realizar una lectura moral de la misma, entraríamos en los caminos donde la utilización de la manufactura vincula a la historia del lugar, y a la tradición, que va unida a esta manufactura. Aparecen de este modo arquitecturas que reflejan el grado de evolución y transformación de esta manufactura así como el contraste con otras. Valga para esta reflexión para comparar la manufactura utilizada y desarrollada por Alvar Aalto en Finlandia y la desarrollada por Jacobsen en Dinamarca en ese mismo periodo. Pueden constatar un mayor grado de regionalismo por parte del arquitecto finlandés respecto al danés.

Esta variación de la manufactura en la conformación del cerramiento considero que es probable que sea una profundización en la evolución de la arquitectura moderna y los pilares en que se fundamenta, dentro de lo que se ha denominado el periodo dorado: la disolución paulatina del sistema de ritmo de cerramiento.

4.3.4 Edificio SAS (1955-1960). Aluminio Extrusionado.

Este proceso de paulatina disolución es constatable, aunque la calidad de las fotografías no sea toda la deseable, en las tres perspectivas de distintos cerramientos del SAS que adjuntamos.

El edificio SAS -de 37 metros de anchura por una altura de 70 metros y una anchura de 17 metros- apoya sobre un basamento, llevando al límite el sistema estructural equivalente al desarrollado en el Ayuntamiento de Rodovre y el edificio Jespersen.

Las bases planimétricas ya estaban realizadas. En las plantas y las secciones es patente la búsqueda de una mayor coherencia que arranca desde la base de un cerramiento de huecos y va evolucionando hacia un cerramiento de base modular de un metro, hasta el sistema de cerramiento de la ultima perspectiva, fundamentado en la división cada 0,5875 cm.

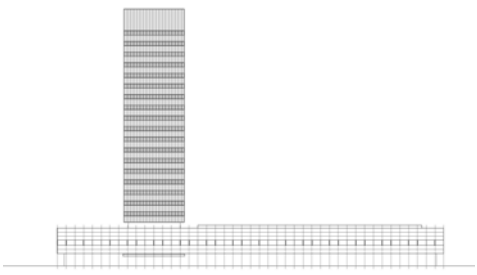
Esta división menor que da el grado de escalaridad que reconocemos todos en el edificio y que al mismo tiempo le dota del carácter, se basa en una perfilería de 4 cm en primer plano jalonado por dos junquillos de 2 cm y dando una profundidad al entrepaño de 10cm.

El perfil extrusionado de aluminio que estamos describiendo, de sección variable, tiene una profundidad total de 20 cm y un espesor de 8 mm.

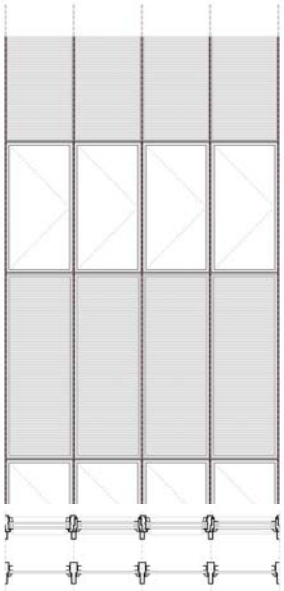
La variación del perfil en la parte abatible del cerramiento consigue el triple cierre con proyección hacia el interior, sin necesidad de incrementar el ancho de la sección.

La proporción entre transparencia y opacidad en el caso del SAS varia siendo una relación 1,41 (proporción Áurea) entre el 1,70 opaco y el 1,20 de transparencia, con una proporción 1/2 respecto al eje vertical de partición transparente y aproximándose a la porción 1/3 respecto a la parte opaca.

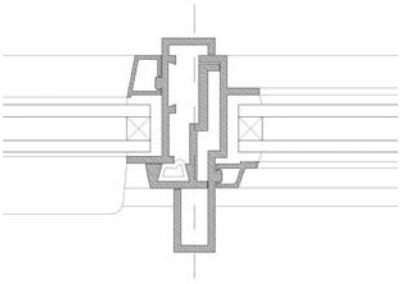
A mi entender, esta variación métrica entre las proporciones de entrepaño y hueco, todo realizado en un mismo material que va variando su coloración por la acción de la transparencia, genera la característica atmósfera del edificio.



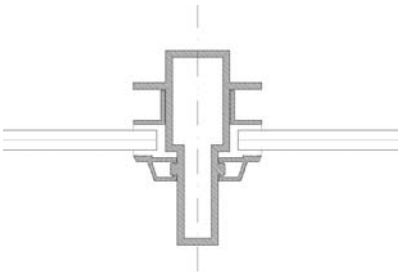
Alzado Edificio SAS.



Cerramiento, módulo tipo.
Edificio SAS.



Sección detalle parte abatible cerramiento.
Edificio SAS.



Sección detalle parte fija del cerramiento.
Edificio SAS.

Es preciso resaltar la variación de las medidas de profundidad del cerramiento. Mientras el edificio Jespersen es de 25 cm, el ayuntamiento de Rodovre queda resuelto en 12 cm, y en el edificio SAS vuelve a una profundidad de 20 cm, debido a su altura y consiguiente exposición a los esfuerzos de viento.

Las variaciones métricas -establecidas las proporciones y el esquema estructural, semejante en los tres modelos, y la búsqueda de la finura del canto- son la base de las diversas combinaciones que va desarrollando y experimentando el arquitecto danés en su evolución arquitectónica del cerramiento. Recordemos que en el inicio de sus trabajos, los apartamentos de Bellvue son de hormigón armado sobre el que se aplica un enlucido continuo, trabajando aún sobre los modelos estructurales de muros de carga. Este detalle nos advierte de su habilidad y conocimiento para la utilización de las diversas técnicas. Su contraste con las obras que posteriormente analizaremos, de los SOM más en concreto. El análisis de la tecnología que los S.O.M. utilizaron en la construcción de la Lever House, en Nueva York, y su sección, nos pueden ayudar a dilucidar la razón por la que la sección de la Lever House ha sido el modelo que más se ha repetido en cambio el modelo del SAS ha quedado como único.

No podemos dejar de obviar la relación de Jacobsen con las transformaciones que se estaban realizando en los mismos años en América. No tan solo por la proximidad de los años, dado que los mismos se idearon y edificaron en un periodo de intensidad creativa de no más de 7 años y que marcan un punto álgido en los trabajos del arquitecto danés. Uno de los máximos exponentes de estas transformaciones, y que sin embargo ha sido obviado por la crítica, es el complejo -ya descrito- de la General Motors, de Saarinen.

Ambos se sitúan en los años de nacimiento de la llamada segunda generación de la Modernidad y se destacan como referencias, de edificios clave para entender esta segunda etapa.

Mucho se ha descrito sobre esa visión, ya no tanto de innovación sino de desarrollo, de una generación que empieza sus trabajos fundamentalmente a partir de la Segunda Guerra Mundial. Además de Jacobsen, la figura de Lauritzen, arquitecto autor del Concert Hall de Copenhague, finalizado en 1940

y no puesto en uso hasta que finalizó la ocupación nazi, tras la Segunda Guerra Mundial.

Se ha comentado que dicha generación ya no comparte con ingenuidad los postulados de propaganda de las vanguardias de los años veinte, sino una visión más romántica en el sentido sentimental del concepto, (en la forma en que lo transmitía Schiller al hablar de la ingenuidad y el sentimentalismo en la novela europea del siglo XIX). Visión que se regodea, mas allá de la trama, en una descripción que trasciende las ideas y transmite la forma de ser de una generación, que son referente del romanticismo idealista y del romanticismo clasicista que ha marcado los debates de la cultura europea del siglo XIX y XX con su nacimiento en la ilustración del siglo XVIII.

En el caso de Jacobsen podemos aproximarnos a través de sus obras y de su persona al arquitecto, que transforma los límites intentando acercar su arquitectura al difuminado acuoso de sus bellas acuarelas, técnica perfeccionada en sus sugerentes dibujos de PAESTUM, dentro de la formación clásica de esta generación de arquitectos.

Sería tema de otra investigación establecer las relaciones entre la forma de expresión y el contenido de las arquitecturas que estas formas de expresión han originado. En el caso de Jacobsen no es improbable pensar en la influencia de los bellos diseños diluidos de sus propuestas, pero vaya por adelantado la precisión y transformación que estos planos y su métrica tienen a la hora de encontrar estos efectos.

Como contrapunto de esta forma de trabajo, la comparación con la definición de los planos del pabellón suizo o la escuela de Berna ejemplifican la distinta concepción visual de la percepción del plano.

Si tuviéramos que hacer una metáfora musical estaríamos ante un paso en donde los acordes se van diluyendo, desapareciendo del primer plano, el ritmo de la composición de las partes y divisiones de las que está compuesta. La disolución de los sonidos en el tiempo donde aparentemente no hay inicio y no hay partes sino todo un conjunto.

En esta apreciación podríamos estar hablando de esa visión “romántica” de la concepción visual por parte del arquitecto danés, acentuación

que se pueda constatar en otras de sus obras sobre todo las realizadas en muros de carga de ladrillo. Valgan estas apreciaciones para constatar la cantidad enorme de matices que la arquitectura Moderna ha tenido en su desarrollo y evolución.

Para conseguir esta disolución del plano, elevando su uniformidad al máximo, Jacobsen determina un cambio estructural que es común a los tres ejemplos que estamos viendo, el retranqueo de la estructura a la crujía central del inmueble.

Esta operación es común a la realizada por L.C. en el Pabellón Suizo. La diferencia importante de matiz estriba en la no-continuidad del modelo en todas las plantas, sino tan solo en la planta inferior.

5

La tradición americana de los edificios en altura

5. LA TRADICIÓN AMERICANA DE LOS EDIFICIOS EN ALTURA.

Una generación que había participado en los sucesos de la Segunda Guerra Mundial; una firma que a su vez participó en la construcción de instalaciones secretas -como el proyecto Openheimer- de fabricación del arma atómica; parte de sus componentes miembros del cuerpo de ingenieros de las fuerzas armadas en Europa durante la segunda guerra mundial; formados algunos de ellos en la escuela de Chicago bajo la supervisión de Mies y Hilberseimer; acometen los procesos de construcción de una sociedad que ha adquirido un predominio cultural sobre el resto de sociedades occidentales.

Este enunciado, que se ajusta a los acontecimientos ocurridos durante las décadas posteriores a la guerra, tiene en realidad una problemática mucho mas intensa de lo que podemos imaginar. La influencia de miembros de las vanguardias europeas exiliados en América, huyendo de las represalias del régimen Nazi en Alemania, enriquece el panorama cultural arquitectónico, no tanto de la ciudad de Chicago, sino de las universidades como la de Harvard o Illinois.

La transformación de los conceptos de las vanguardias europeas no es tan directa y lineal como pudiese parecer. Más bien podría afirmarse que la presencia de la tradición construida americana desarrolla una influencia sobre experiencias constructivas de los años 50 y 60 que dan otra visión distinta de esta tradición constructiva. Analizaremos los procesos de construcción y su evolución constructiva, y las experiencias básicas de uno de los componentes de los S.O.M.: Fazlur Khan, ensombrecido por el carácter y la divulgación de los miembros más mediáticos (Bruce Graham, Myron Goldsmith, Gordon Bunshaft).

5.1 La construcción de la tradición americana.

Mucho se ha hablado en la historiografía moderna (Bruno Zevi, Giedion) de la influencia del proceso de construcción de la ciudad americana en las vanguardias europeas. Parte de esta influencia, paradójicamente, se produce a través de la fotografía, produciendo una fascinación que no estaba en concordancia con los conocimientos constructivos necesarios.

En 1927, en el texto "La arquitectura de la gran ciudad" Hilberseimer en el capítulo rascacielos, afirma:

"La arquitectura se basa, sobre todo en la construcción que la hace posible. La arquitectura más nueva especialmente, ha llegado a ser casi pura construcción por el racionalismo en el que se basa mientras que en el arte constructivo del pasado predominaban con mucho las exigencias sacro-litúrgicas, por encima de las finalidades utilitarias racionales. En un principio los primeros rascacielos, como se habían construido siempre todas las casas desde la antigüedad, consistían en muros de carga de cierre y pilares. Pero con el aumento del número de plantas fueron apareciendo las desventajas de este tipo de construcción. El grueso de los muros aumentaba ocupando cada vez más espacio. Pronto se sobrepasó el coeficiente de resistencia del suelo a causa de las enormes sobrecargas para la construcción. Primero se separaron los pisos de los muros apoyándolos sobre pilares de hierro. Solo faltaba un paso para llegar al sistema de pilares independientes que permite transmitir cargas y fuerzas enormes a través de secciones relativamente reducidas, con lo que se consigue la separación entre elementos sustentantes y elementos de cerramiento y una disminución importante del peso propio lo que facilita como consecuencia el aumento del número de plantas Lo fundamental para la composición del rascacielos son solamente las necesidades de la técnica y del espacio y también los nuevos materiales hierro, hormigón armado y cristal." (HILBERSEIMER: 1979, 62-63)

Edificio Rockefeller Plaza 1930, Nueva York.
Reinhard & Hofmeisrter, Corbett, Hood.

Estos conceptos establecidos por Hilberseimer en 1927 nos hablan, por un lado, de la fascinación de las construcciones de Estados Unidos pero también nos hablan, de que no se había producido la transferencia de tecnología que ya en esos momentos los ingenieros americanos tenían. Tal vez, fue la visión de las fotografías de los procesos de construcción lo que hizo

Construcción Edificio Rockefeller Plaza
1930, Nueva York.
Reinhard & Hofmeisrter, Corbett, Hood.

ver a los arquitectos de la vanguardia europea las posibilidades que estas construcciones podían llevar.

Parte de este trabajo desgrana la probabilidad de que la construcción de este rascacielos de hormigón, acero y vidrio a través del conocimiento que Mies van der Rohe tuvo de las construcciones de la Cuenca del Ruhr su transformación en la construcción, en 1946, del Ilinois Institute Chicago y de ahí a la construcción del Lake Shore Drive Apartments, Chicago (1948-1951).

Con excesiva reiteración se ha encarnado en el Lake Shore Drive el sueño de la construcción del rascacielos europeo en América y la influencia de la firma americana de los S.O.M. por medio de la figura de Gordon Bunshaft. Podría considerarse excesivamente lineal esta visión, ya que no se ajusta a la complejidad de los acontecimientos que acaecieron en Chicago y Nueva York después de la Segunda Guerra Mundial.

El Edificio Rockefeller Plaza, en
construcción, 1930, Nueva York.
Reinhard & Hofmeisrter, Corbett, Hood.

Es verdad que, dentro de la tradición americana de principios del siglo XX, la formación en las enseñanzas de la Escuela de Bellas Artes de París tenían aún una fuerte implantación en la sociedad americana a través de la resonancia de en la escuela de Harward. Todas las construcciones realizadas para la reactivación económica -infraestructuras ferroviarias sobre todo- se diseñaron con este lenguaje (recordemos la Estación Central de Nueva York obra de Warren-Wetmore o la Pennsylvania Station de McKim en 1906). Tengamos presente, a su vez, el dato de que la Galería Nacional de Washington -obra del arquitecto John Rusell Pope- fue inaugurada en 1941.

Empire State Building, en construcción,
1930-31, Nueva York.
Shreve, Lamb & Harmon.

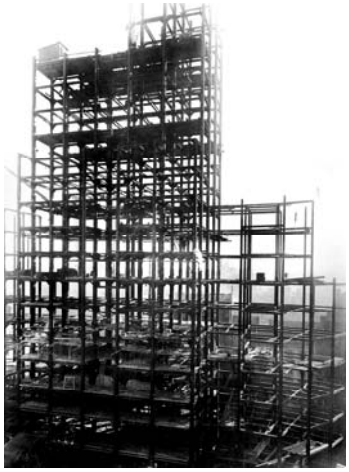
El asentamiento de la escuela de Beaux-Arts no era tanto un problema estilístico como un modo constructivo y sobre todo de configuración del espacio que había llegado a unos niveles de sistematización en sus proporciones, que aseguraban un funcionamiento muy correcto de los espacios públicos; fueran estaciones ferroviarias, museos, galerías comerciales, por no citar la tradición doméstica americana. Debemos pensar, por tanto, que una racionalidad que implica sobre todo una reducción de costes económicos en la construcción -tal y como ya lo decía Hilberseimer- iba a ser la razón y causa fundamental de la construcción de la arquitectura moderna en Estados Unidos; pero en el fondo, los sistemas constructivos con los que se van a realizar estas edificaciones provienen de la evolución de los edificios construidos en las décadas de los 20 y los 30.

Obreros sobre unas viguetas en el Empire State Building, en construcción, 1930-31, Nueva York.
Shreve, Lamb & Harmon.

La gran aportación, que estudiaremos con más detalle, se produce simultáneamente en Chicago y Nueva York con la construcción del Inland Steel Company en Chicago, 1956-1958, y el Chase Manhattan Bank en Nueva York, 1957 -1961, teniendo en común ambos proyectos el haber conseguido establecer los inicios del pórtico rígido en fachada, al traspasar el plano de fachada con la trama estructural de los pilares, dinamizando la retícula y constituyéndose como poderosos contrafuertes.

Durante el periodo de 56 al 61 vamos a enumerar la serie de edificios que realizó la compañía de los S.O.M. (1)

Office Buliding, Conneticut General Life Insurance Company, Bloomfield (1954-1957).
Office Buliding, Reynolds Metal Company, Richmond, Virginia (1955-1958).
Research Center, Industrial Reactor Laboratorios, Inc., New Jersey (1958).
New York Internacional Airport, New York (1956-1958).
Academy Complex, USA Air Force Academy, Colorado Springs, Colorado. (1956-1962).
Bank Bulding, First National City Bank New York Internacional Airport, New York (1958-1959).
Office Buliding, The Harris Trust and Savings Bank. Chicado, Illinois. (1957-1960).
Office Buliding, Union Carbide Corporation, New York (1957-1960)



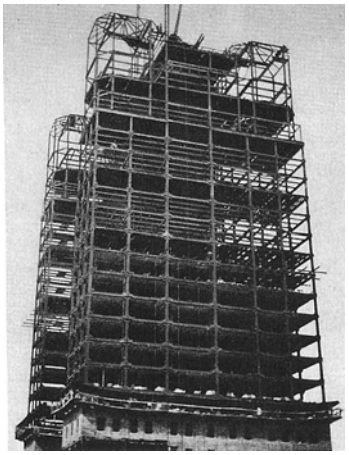
Edificio Boerentorenen, en construcción, 1929-1932, Amberes.
Jan van Hoenacker.

Simplemente esta numeración y las soluciones constructivas, cada una distinta de la anterior, nos demuestra que el trabajo de los S.O.M. se orientaba, más que en la solución que pudiera producir una estandarización de la construcción, hacia una búsqueda y experimentación de soluciones según proporciones y materiales diversos. Composiciones estructurales distintas, con distribuciones en planta también muy variables, pero con una claridad de criterios que hace de todas las construcciones que hemos enumerado y el resto de la obra de los S.O.M. uno de los conjuntos de obras de mayor influencia de la modernidad.

Obrero sobre el andamiaje de la Boerentorenen,1929-1932, Amberes.
Jan van Hoenacker.

Si bien, como establece Bruce Graham (2), existían diversas concepciones y discrepancias entre la oficina de Nueva York, donde residía Gordon Bunshaft y la oficina de Chicago- llevada por Bruce Graham y Teofilus Khan- más en la forma de gestión que la en concepción arquitectónica, sería

Edificio en construcción Detroit, de estructura metálica.
Fotografía por Erich Mendelsohn Amerika.



Construcción de un rascacielos, Detroit.
Fotografía por Erich Mendelsohn Amerika

Construcción del Rascacielos 1, Detroit.
Fotografía por Erich Mendelsohn Amerika

hasta cierto punto estéril intentar discernir dentro de este periodo de años autorías diversas en la firma americana y considero que es mucho más interesante analizar cada una de las obras por separado. De todas estas obras, por su análisis y por su similar -pero en el fondo diversa- concepción de la metodología constructiva elegida, el Inland Steel Company y el Chase Manhattan Bank son las más representativas de la firma de los S.O.M..

Podría afirmarse que la verdadera influencia de Mies en los S.O.M. se produjo más a través de la formación del alumnado que después pasó a formar parte de la firma, como Myron Goldsmith. En este sentido, Kenneth Frampton afirma:

" Mies tuvo ocasión de desarrollar una escuela de arquitectura en el sentido más amplio de la palabra y generar una cultura de la construcción sencilla y lógica, susceptible de depuración y abierta en principio para la utilización óptima de la técnica industrial." Pero como continúa afirmado Kenneth Frampton: *"Los seguidores de Mies fueron incapaces de captar la delicadeza de su sensibilidad ese aprecio de la proporciones precisas de los que le venía de su pasión por el arquitecto Schinkel (1781-1841)".* (FRAMPPTOM: 1998, 240)

Si bien es cierta esta afirmación, no debería considerarse que exista tanto un desprecio hacia los perfiles por parte de los S.O.M., sino más bien -como se ha afirmado anteriormente- una extrapolación de todas las posibilidades constructivas de los planos de fachada.

En el caso de Mies, la búsqueda continua del valor objetivo de la construcción es fruto de la influencia de su tradición germánica, determinada por su formación y por el movimiento Sachlichkeit (Objetividad), que florecerá en Alemania en el periodo de 1923-33. Debe entenderse que las raíces en las que Mies ancla su conocimiento y trabajo arquitectónico son muy distintas a las que alimentan las últimas realizaciones de Gordon Bunshaft, a finales de los años 60.

Si los orígenes de la evolución constructiva que se ha establecido en el presente estudio, arrancan de la influencia de las construcciones industriales de la Cuenca del Ruhr y su transformación en la arquitectura miesiana del Illinois institute de Chicago, en un proceso intenso y continuo de búsqueda de

Edificio Brooks 1909-10.
Holabird & Roche.

Edificio Republic 1905, 1905.
Holabird & Roche.
Detalle de alzado principal de las plantas superiores

Detalle de fenestración. Edificio típico de la Escuela de Arquitectura de Chicago.
Fotografía tomada en junio 2010.

una “objetividad” constructiva. En el caso de los S.O.M., siguiendo criterios de absoluta modernidad, la actitud es diversa. Es ahí donde debe ubicarse el origen de esa operación de difícil resolución técnica que supone extraer la estructura de pilares a fachada.

5.2 Problemática del cerramiento.

Ya vimos, cuando estudiamos los edificios fabriles de hormigón del Bethune Hall de Albert Kahn, la forma distinta de los pilares de fachada respecto a los pilares de interior. Este sistema en hormigón armado y con forjados fungiformes representaba un anacronismo, o una falta de claridad en su construcción, por cuanto que la forma de trabajo es diversa, aunque inicialmente vimos que el sistema mixto de acero y hormigón de fundamentaba en perfilería de acero revestida de hormigón.

El inicio de la construcción de los edificios en altura en Chicago y Nueva York se fundamentó, como bien es sabido, en el sistema “Balloon frame”. Como afirmaba Louis Sullivan en su "Autobiografía de una Idea" (1926):

“Durante algún tiempo, los talleres habían estado laminando los elementos estructurales que desde hacía tiempo se estaban utilizando en la construcción de puentes. Su propio campo de acción quedó así preparado, era una cuestión de visión comercial basada en la imaginación y en la técnica de la ingeniería. De este modo, la idea de una estructura de acero que soportase todas las cargas fue sometida a la consideración de los arquitectos de Chicago.” (3)

El principio de Balloon frame implica la sustitución del método constructivo, antiguo y caro, de uniones de caja y espiga por tablas delgadas y pies derechos que recorren toda la altura del edificio y se mantienen unidos solo por clavos a corta distancia. El nombre se lo pusieron, con desprecio, vejestorios mecánicos que habían sido educados para privar a las piezas de madera de toda su fuerza y durabilidad, cortándolas con toda clase de cajas, espigas y taladros, y luego suponiendo que sería más resistentes que una pieza mucho más ligera, colocada de modo distinto y con todas sus cualidades intactas. Estas citas de George E. Wodward, proceden del capítulo "La

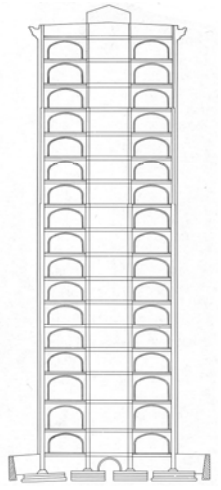
Edificio Old Colony, 1893-94.
Holabird & Roche. Alzado Norte

Evolución Norteamericana" del libro "Espacio, tiempo y arquitectura" de Sigfried Giedion. (4)

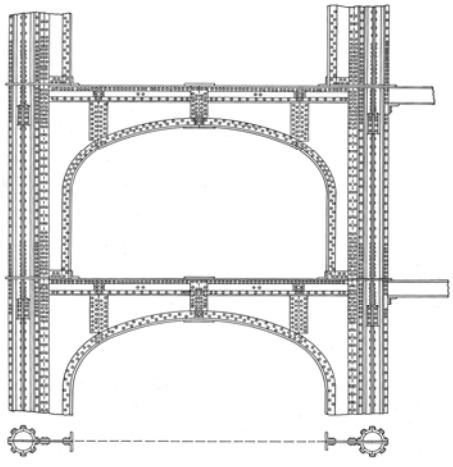
El concepto *basket frame* (estructura en cesta), sería una palabra que se adecua mejor al concepto estructural de estos modelos de edificios. Podemos establecer una contraposición entre los modelos estructurales basados en el pórtico y estos modelos estructurales basados en planos horizontales -que trabajan como placas- y apoyos numerosos, tanto en fachada como en los planos interiores, que conforman los soportes verticales.

Este sistema fue posteriormente desarrollado - a finales de siglo XIX- en la escuela de Chicago por arquitectos como Richardson, William Le Baron Jenney, Holabird y Roche, pero, sobre todo, Adler y Sullivan, y Burnham y Root. De una forma evolutiva vamos viendo como se van incorporando a las grandes fábricas de mampostería los elementos portantes de acero en los planos de fachada, en dos niveles; unos conformando los maineles verticales de las ventanas -trabados con los dinteles y alfeizares- y otros que se traban con las fábricas de mampostería.

El edificio Leiter, Chicago (1879), del arquitecto William Le Baron Jenney puede ser considerado como el primer edificio donde se van incorporando estos elementos secundarios de alta resistencia, en este caso columnas de fundición. Jenney recibió educación en la Escuela Politécnica y en la Escuela Central de París. En su estudio se formaron, en la década de los 70 del siglo XIX Sullivan, Burnham y Root).(5)



Edificio Old Colony, 1893-94. Holabird & Roche.
Alzado de la estructura de acero

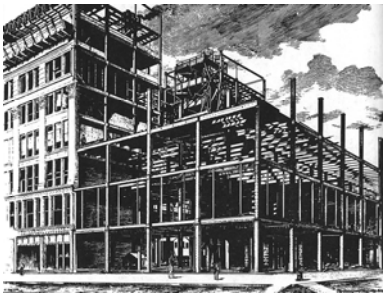


Edificio Old Colony, 1893-94. Holabird & Roche.
Detalle de arco típico situado en un extremo la estructura

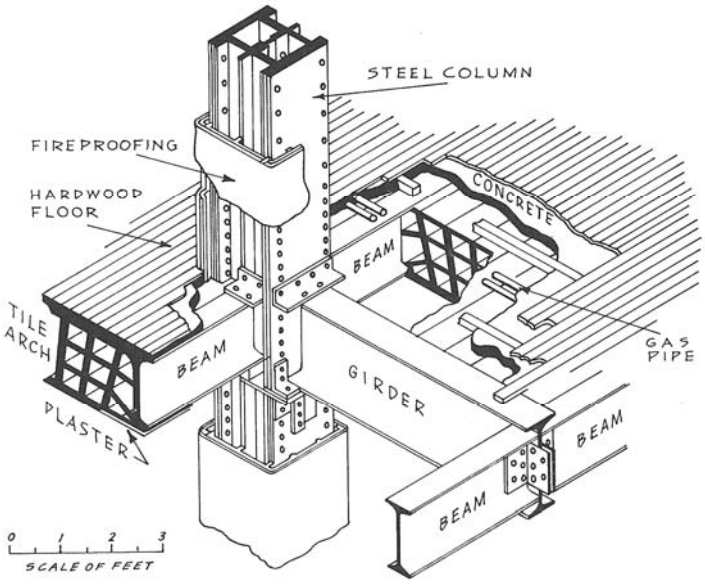
Edificio Home Insurance 1884-85.
William Le Baron Jenney.
Detalle de una columna en la tercera planta.

El siguiente paso de la evolución fue la transformación de estos elementos de fundición en perfiles laminados de acero. Puede verse, por tanto, un antecedente de estos sistemas constructivos en las reflexiones realizadas por el arquitecto alemán Gottfried Semper (1803-1879), que en el quinto capítulo de su publicación "Los cuatro elementos de la arquitectura" (1851), describe los cuatro elementos fundamentales – la tierra, el muro, el fuego y la cubierta- con los que se ha creado la arquitectura. " El levantamiento de tierra; los trabajos de agua y de albañilería; la cerámica y más tarde la metalurgia y las artes entorno al horno; y los trabajos de madera en la cubierta y sus accesorios. Con estos elementos define las capacidades técnicas del hombre. "*El muro tiene un origen textil, artesanal: es el arte de los artesanos de esteras y de tapices."* Como afirma Semper, el arte y la arquitectura tienen su origen en la artesanía.

Edificio Cable 1898-99. Holabird & Roche.
Detalle del ornamento planta segunda.



Almacenes Fair 1890-91.
William Le Baron Jenney



Almacenes Fair 1890-91. William Le Baron Jenney.
Detalle de la unión entre columna y viga.

Edificio Williams, 1898.
Holabird & Roche.
205 West Monroe Street.

Vista fachada. Edificio típico de la Escuela de Arquitectura de Chicago.
Fotografía tomada en junio 2010.

Edificio de la Escuela de Arquitectura de Chicago.
Fotografía tomada en junio 2010.

Todas las anteriores reflexiones sobre la Escuela de Chicago, que se han relatado sucintamente, fueron traídas a Europa por Le Corbusier y un planteamiento semejante -fundamentado en la construcción de los planos de fachada por medio de pies derechos metálicos situados a una corta distancia entre ellos- es el que desarrolló en la Maison Clarteé, Ginebra (1930-1932) y el Pabellón Suizo -ya analizados en capítulos anteriores- construidos en los mismos años.

En las fotografías de los años 20 y 30 de la construcción de los edificios en altura en Nueva York, se puede constatar esta evolución. En ella se vislumbra la fuente de inspiración de la afirmación que Mies Van der Rohe realizó en su propuesta de rascacielos de vidrio sin estructura. "*Mis ideas guían mi mano, y mi mano muestra sin embargo si mi idea tiene algo de bueno*". (NEUMEYER: 1995, 362)

Su encuentro, en la década de los 40, con la Escuela de Chicago, su formación de tradición germánica basada en Semper y Schinkel, y su conocimiento de los edificios industriales que Martin Kremmer y Fritz Schupp desarrollaron en la Cuenca del Ruhr; son lo que hacen posible la construcción en 1951 The Lake Shore Drive Apartments. Pero la técnica y la evolución de esa técnica es fruto de la tradición americana.

Si bien es verdad que la formación de los S.O.M. debe mucho a las enseñanzas que impartió Mies van der Rohe en el Illinois Institute de Chicago, no se pueden obviar los antecedentes de la Escuela de Chicago como motor de esta innovación, afirmación que podrá comprobarse a continuación.

Detalle fenestración de Edificio típico de la Escuela de Arquitectura de Chicago.
Fotografía tomada en junio 2010.

Edificio Studebaker, 1895.
Solon S. Beman

Congress Hotel, 1892-93, 1902, 1907.
Clinton J. Warren, Holabird & Roche.
504 South Michigan Avenue.

5.3 Heterodoxia del pilar fuera del plano de fachada.

Si se observa con detenimiento el edificio Leiter de Le Baron Jenney, puede comprobarse que cada tres plantas existen unas columnas de fundición que van enmarcando la carpintería de las ventanas de guillotina y cada 4 módulos. De este modo se produce un esqueleto estructural de mayor dimensión quese remata en un capitel ornamentado.

Es probable que este sistema compositivo de finales del XIX en los edificios de Chicago, fuera el antecedente de los módulos del Inland Steel Company y del Chase Manhattan Bank: resaltar la estructura respecto al plano vidriado y que los elementos secundarios de fundición fueran los antecedentes de los maineles verticales de los perfiles. El propio Giedion dice, en 1941, "*El edificio Leiter marca el punto de partida para esta clase de pureza arquitectónica y no debería pasarse por alto en la Historia de la Arquitectura*". (GIEDION: 2009, 385)

Edificio First Leiter, 1879.
William Le Baron Jenney

Edificio Second Leiter, 1889-91.
William Le Baron Jenney

Si se elimina la correspondencia entre los grandes pilares y los planos horizontales en el mismo plano y se acepta la heterodoxia de no transmitir las cargas a los pilares en el centro de gravedad, se adopta con este cambio la transformación del sistema de forjados como placas, el principio del pórtico.

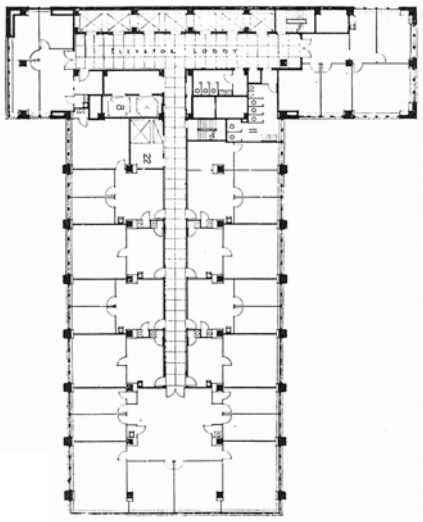
Este cambio de posición de la estructura adquiere toda su coherencia si, al mismo tiempo, se elimina el problema del pilar en esquina al volar los extremos del prisma en dos módulos.

Este principio, en escalas totalmente distintas, contextos urbanos distintos y materiales de construcción distintos, es lo que une a ambos edificios. Más allá de estos antecedentes históricos -que se considera de relevancia- debe ponerse de manifiesto las profundas diferencias de concepción arquitectónica entre los S.O.M. y Mies, más allá de la semejanza de las técnicas constructivas.

Esta distinción la debemos establecer en la ordenación y posicionamiento de los edificios y en las proporciones de los mismos: unos anclados en la tradición germánica Sinckeliana y los otros anclados, como hemos visto, en la tradición constructiva americana de la escuela de Chicago.

5.4 Casuística de las instalaciones. Lever House. Edificio Naciones Unidas (6)

La problemática de las instalaciones en los edificios en altura se empieza a establecer, según Banham, en el proyecto de Howe y Lescaze del PSFS de Philadelphia (Philadelphia Savings Fund Society 1932).



Planta tipo para oficinas.
Edificio PSFS, 1932. Filadelfia.

Este edificio desarrolla un zócalo donde se ubican las instalaciones bancarias y comerciales. Un núcleo diferenciado de ascensores da servicio a la torre, que se levanta sobre dicho basamento. Según describe Banham:

"*El edificio de la PSFS tenia una doble instalación: una que sirve a los grandes volúmenes del sector público en el basamento, y otra que se ocupa de las cargas térmicas más normalizadas en los pisos de oficinas. Sin embargo, en las oficinas también podrán manejarse las variaciones de carga térmica no normalizada causada por el clima exterior. La planta central en el vigésimo piso tenía sistemas de ventilación separados para el lado Este y para el lado Oeste, y de este modo podía compensar las cambiantes cargas térmicas por calor solar*." (BANHAM: 1975, 234)

La distribución del aire en sentido vertical se desarrolla en los espacios muertos de los ascensores, distribuyéndose a las plantas por medio

Vista cenital del PSFS, 1932. Filadelfia.
Fotografía tomada en septiembre 2008.

Zócalo Edificio PSFS, 1932. Filadelfia.
Fotografía tomada en septiembre 2008.

Edificio PSFS, 1932. Filadelfia.
Fotografía tomada en septiembre 2008.

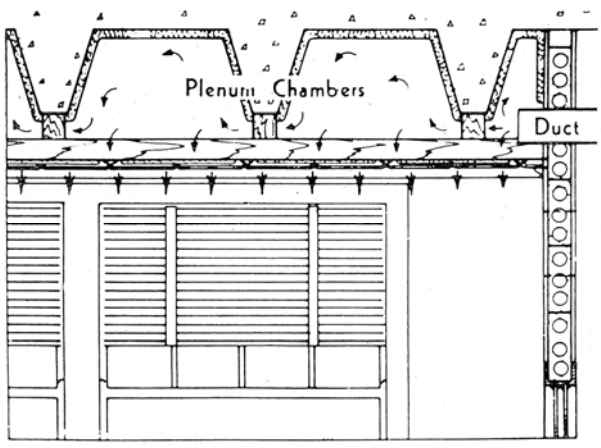
de la crujía central de la planta y el retorno por medio del engrosamiento de los pilares, dando una proporción excesivamente gruesa.

El interés del PSFS, aparte de ser el primer edificio en altura con lenguaje moderno depurado, está en que apunta soluciones y problemática de instalaciones que aún hoy en día sirven de base para una serie de condicionantes abierta, anticipando que la solución del cielo raso común es una solución que conlleva perdidas en la cualificación de los espacios interiores, así como la necesidad de utilización de material de protección contra el fuego.

Hacia 1930, a fin de resolver este problema, la industria del acero empezó a interesarse -según comenta Banham- en estructuras incombustibles, empleando vigas livianas de trama abierta y con el pavimento tendido encima de las vigas. De esta forma, las instalaciones y las conducciones podían discurrir entre la estructura y el cielo raso, fijándose a la cara inferior de las vigas.

En 1936 aparece el sistema Burgess Acousti-Vent de la distribución sin conductos del aire acondicionado.

El uso de vigas livianas de acero se traduce en pérdida de masa en los forjados. Si bien esto tenía la ventaja de la reducción de cargas gravitatorias, también generan un descenso de la protección frente al fuego. Asimismo, el cerramiento ligero implicaba una falta de protección, por medio del antepecho, contra la propagación de las llamas a través de la fachada.

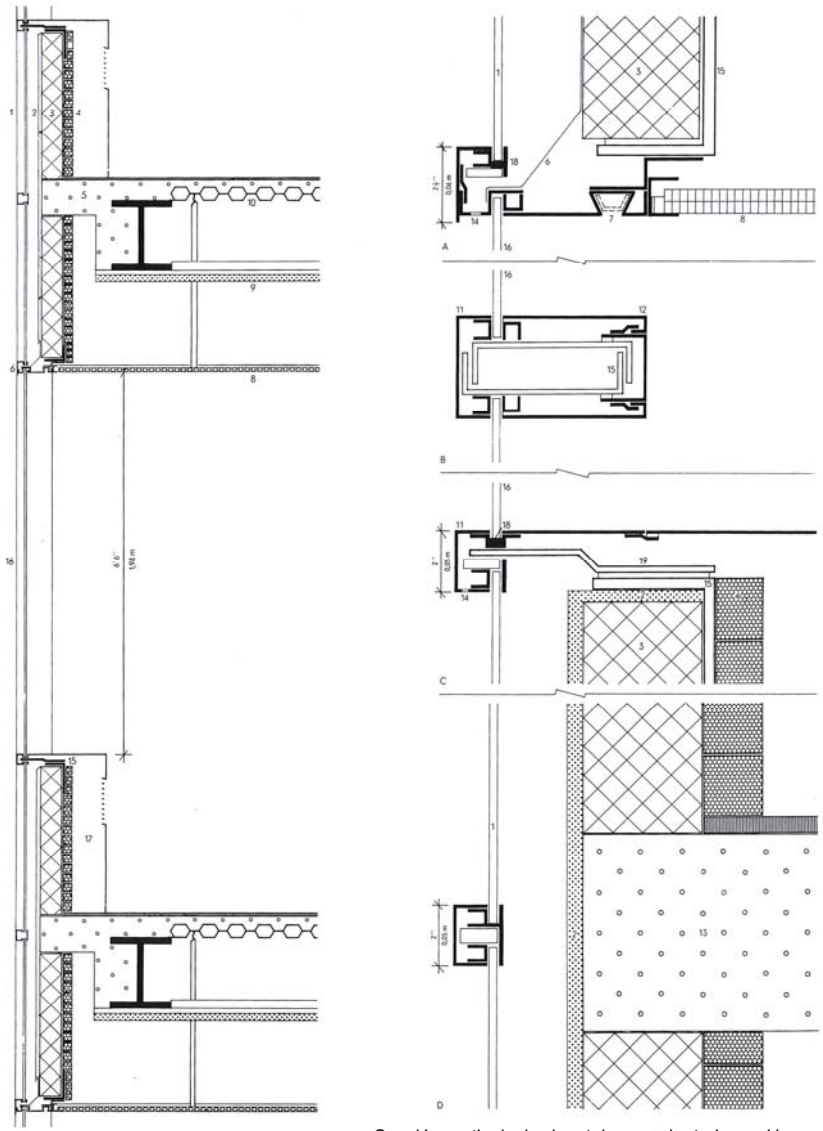


Sistema para cielorraso perforado “Acousti-vent”, 1936, desarrollado por los Burgess Laboratories.

Vista general Edificio Lever House,
1951-1952. Nueva York.
Fotografía tomada en octubre 2009.

Dos son los modelos que resolvieron esta casuística de forma distinta. Por un lado, el Lever House duplica el muro ignífugo, tanto en el antepecho como colgándolo por debajo del forjado, y permite de esta forma el encuentro del cielo raso con el muro de fachada. En el exterior, este muro ignífugo se reviste de vidrio. El espacio entre el cerramiento de vidrio y el muro ignífugo se usa como cajón de las persianas venecianas de control lumínico.

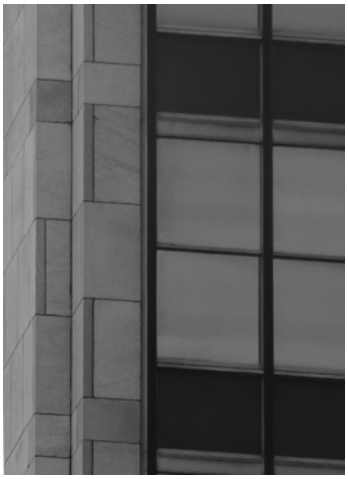
Edificio Lever House, 1951-1952.
Nueva York.
Fotografía tomada en octubre 2009.



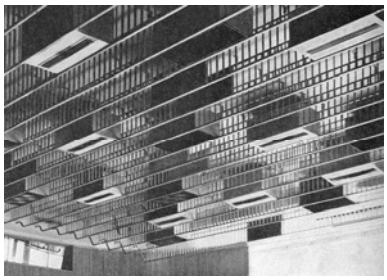
Sección vertical y horizontal cerramiento Lever House.

El otro ejemplo de resolución es el establecido, en el edifico de las Naciones Unidas, de 1950. Debemos reconocérsele a Le Corbusier tanto la solución formal como su valor de implantación que, por su carácter representativo, sitúa su frente en la dirección Este-Oeste. A diferencia de la Lever House, las Naciones Unidas no es un edificio métrico en su origen dado que se resuelve por medio de ventanas de guillotina. Los detalles de las fotografías que adjuntamos confirman esta apreciación.

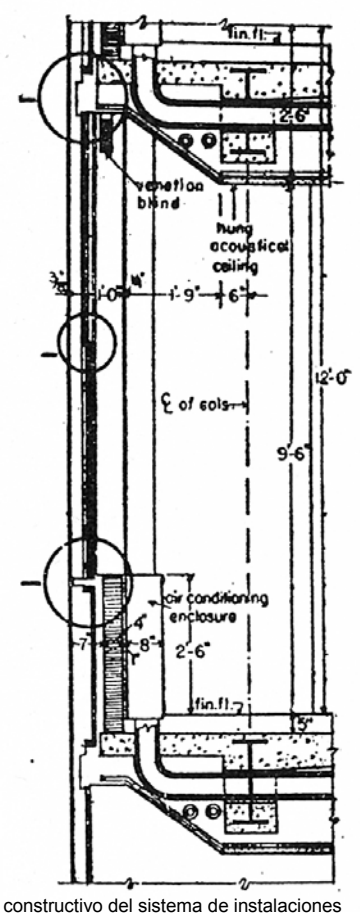
Edificio Naciones Unidas,1950. Nueva York.
Detalle piso técnico.
Fotografía tomada en octubre 2009.



Detalle de esquina y carpintería de Edificio Naciones Unidas,1950. Nueva York.
Fotografía tomada en octubre 2009.



Edificio Naciones Unidas, Sala del Consejo de Administración, difusores y artefactos de luz a la vista.



Detalle constructivo del sistema de instalaciones
Edificio de las Naciones Unidas.

Edificio Naciones Unidas,1950. Nueva York.
Vista de los distintos pisos técnicos.
Fotografía tomada en octubre 2009.

"*En Nueva York, Le Corbusier llevó a cabo su sueño de crear una gran torre de vidrio en un emplazamiento urbano, y también encontró aquí, en Nueva York, el talento del único hombre posible que podía hacerla funcionar: Willis Carrier. El mismo Carrier consideró el sistema Conduit Weathermaster instalado en las Naciones Unidas, como el galardón de su carrera; las paredes vidriadas, con la bien documentada furia de Le Corbusier, no estaban protegidas por ningún brise-soleil, y miraban casi directamente al este y al oeste*

No hay un piso técnico intermedio, como en el PSFS, sino tres-el sexto, el décimo sexto y el vigésimo- cada uno distribuyendo aire acondicionado en forma ascendente y descendente a los pisos intermedios. Una planta final, en la parte superior del bloque, sirve a los pisos inferiores inmediatos, y otra en el tercer subsuelo sirve a los sectores de entrada y a las salas de consejo. Estos pisos mecánicos se reconocen en la parte exterior del bloque por variaciones en el módulo vidriado, pero su forma externa lisa no hace ninguna otra concesión...

El aire a baja velocidad se distribuye en forma descendente mediante difusores adyacentes a los artefactos de iluminación fluorescente; y a alta velocidad en forma ascendente por unidades Weathermaster "por inducción" en el perímetro de los ambientes...

La solución dada por Wallace Harrison se basa en la situación de los soportes estructurales a 80 cm del plano de fachada; permitiendo, por ello, una inclinación del falso techo de 40 grados, haciendo evidente en fachada una imposta de 15 cm. De esta forma, a través de esta losa volada los conductos de inducción situados en el plano de fachada, tienen posibilidad de realizar el codo a 90 grados, atravesando las vigas estructurales en su altura media." (BANHAM: 1975, 264)

Esta solución de retranqueo en ángulo -o de forma escalonada- de los falsos techos antes de llegar al plano de fachada fue adoptada como solución general en lo que se ha llegado a denominar "membranas de instalaciones", cambiando el concepto de un techo "tectónico" de masa y gravedad por un sistema que se acerca más a la metáfora biológica de la membrana, que permite intercambio de fluidos. En el propio edificio de las Naciones Unidas, se experimentó también con la utilización de las instalaciones a través de una

Laboratorios Richards Memorial, 1961.
Filadelfia.
Vista de general
Fotografía tomada en septiembre 2008.

Laboratorios Richards Memorial, 1961.
Filadelfia.
Fotografía tomada en septiembre 2008.

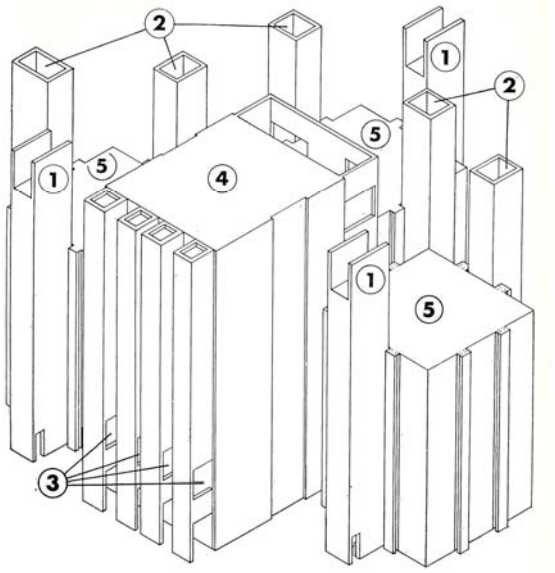
Laboratorios Richards Memorial, 1961.
Filadelfia.
Fotografía tomada en septiembre 2008.

rejilla de suspensión -a la forma de telar- dejando vistos todos los difusores de aire.

Podría cerrarse el ciclo de este recorrido sucinto por las instalaciones en el edificio PSFS, en Filadelfia. En los Richards Memorial Laboratories, Louis Kahn basa la configuración de los edificios en un conjunto de torres de ventilación, bloques centrales de instalaciones y torres de escaleras que sirven a las torres de laboratorios. Tal vez este esquema organizativo sea fruto de su propio comentario:

"*no me gustan los conductos ni las cañerías. Realmente los odio por completo, pero a causa de esto siento que se les debe dar lugar. Si solo los odiase y no tuviera cuidado, creo que invadirían el edificio y lo destruirían.*" (BANHAM: 1975, 282)

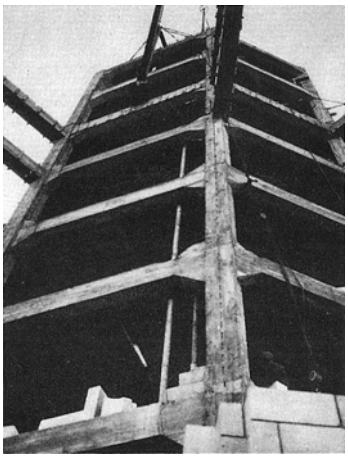
Se admite, de este modo, que el concepto de torres de instalaciones iniciado en el PSFS por los arquitectos Howe y Lescaze; desarrollado en la torre de instalaciones del Inland Steel Company; y perfeccionado en las torres de los laboratorios Richards; es el referente de la tradición construida de la arquitectura moderna para la resolución de la problemática de las instalaciones.



Ejemplo de torres de instalación en Laboratorios Richards Memorial.

1. Torres con las escaleras.
2. Torres para instalaciones.
3. Tomas de aire.
4. Bloque central de instalaciones.
5. Torres para laboratorios.

Construcción de la Tribune Tower, Chicago.
Fotografía por Erich Mendelsohn.



Coronación de la Tribune Tower, Chicago.
Fotografía por Erich Mendelsohn.

Construcción del rascacielos 2, Detroit.
Fotografía por Erich Mendelsohn.

5.5 La problemática de los edificios en altura según Myron Goldsmith. (7)

En este estudio, de 36 páginas, Myron Goldsmith realiza una aproximación a la capacidad portante de los modelos estructurales. A partir de las reflexiones de Galileo, se establece la comparación, en la naturaleza, de concepciones estructurales distintas en función de las proporciones y el peso de los cuerpos, fijándose las relaciones óptimas entre los distintos elementos.

En este texto se presenta la opción de establecer, para las estructuras de hormigón, un sistema de absorción de los esfuerzos de viento no por elementos de cada planta, sino rigidizando elementos cada cierto numero de elementos y niveles y proponiendo, a su vez diversos tipos de plantas.

El ensayo tiene más importancia por su análisis comparativo que por la precisión y desarrollo de las soluciones.

Myron Goldsmith establece cuatro conclusiones:

1. Cada tipo estructural, tanto si es un organismo como si es un objeto, tiene un máximo y un mínimo de dimensión.
2. En los edificios en altura hay dos limitaciones: la estructural y la funcional.
3. Cuando se han alcanzado ciertas dimensiones en la altura de los edificios, el sistema estructural debe cambiar.
4. Un nuevo sistema estructural da la posibilidad de una nueva expresión arquitectónica.

De estas conclusiones se postulan en el capítulo tercero, donde realiza un tanteo de la máxima capacidad que pueden llegar a tener los edificios en hormigón

En el apéndice, establece los sistemas comparativos entre los edificios en altura construidos en acero y las soluciones constructivas realizadas en hormigón.

Estas líneas serán el principal referente cuando se desarrollen, en capítulos posteriores, los edificios de los S.O.M., como el John Hancock Center, Chicago, Illinois (1970); o el Alcoa, San Francisco, California (1969).

En el capítulo segundo “Los problema estructurales de los edificios en altura”, se establece que los edificios, a través de muros de carga, tan solo pueden alcanzar 16 plantas. Para ilustrar su argumento, analiza el Monadnock building de (Burnham and Root 1891), donde los muros de base son de 6 pies y van gradualmente decreciendo hasta las 30 pulgadas de las plantas superiores. Las columnas internas de fundición y los muros externos estabilizan la estructura a través de su masa. Refiriéndose a las estructuras de hormigón como sistema monolítico de estructura, usa de ejemplo el Promontory Apartment Buliding (Chicago, 1948) de por Mies van der Rohe. En él se establece un límite de 25 donde cada planta va absorbiendo los esfuerzos horizontales de viento. Más allá de esa dimensión, la estructura se vuelve antieconómica.

En este mismo apartado, describe un edificio en Sao Paulo, Brasil (1946) que se basa en un principio totalmente diferente: las fuerzas horizontales no se absorben en cada nivel sino que son resistidas por unas vigas especialmente diseñadas para absorber dichos esfuerzos, situadas cada 8 niveles. Utilizando este concepto, establece como límite máximo de la estructura de hormigón los 50 niveles. Los pisos intermedios no resisten la acción del viento. Cada diez niveles se empotrada la estructura de hormigón con una viga de gran canto, por lo que estas plantas pueden ser utilizadas para servicios e instalaciones. La profundidad del edificio se limita en 50 pies (aprox.15,00 m), la máxima dimensión entre columnas externas, según Goldsmith.

Llama la atención, sobre esta consideración, ya que es la medida que después se adoptará como intereje de pilares externos, en este caso de acero, y sin crujías de apoyo internas, en el Inland Steel Company.

En el capítulo tercero, Myron Goldsmith desarrolla la idea de la estructura externa, describiendo el tipo de oficinas:

“El edifico de oficinas en altura, mostrado en la figura 11. Consiste en seis plataformas soportadas por una estructura externa. El esqueleto externo tiene columnas de 14 pies (aprox. 4,20 m) por 16 pies (aprox 4,80 m)”.

De los dibujos, se deduce que el canto de las vigas que han de soportar los esfuerzos de viento están del orden de los 4,80 m. Myron

Goldsmith establece una disminución, cada 15 alturas de la sección, tanto en anchura como en altura. Este sistema de estructura -comenta Goldsmith y es verdad- puede permitir resolver, colgadas de estas superestructuras, el problema de los espacios de entrada, libres de columnas, de las plantas de acceso y -como él mismo afirma- cada 15 niveles tener una planta totalmente libre para otros usos y funciones, como salas de auditorios. Las columnas y las vigas incrementan, a su vez, su sección en los encuentros, a fin de absorber el grado monolítico de empotramiento.

Goldsmith marca una distancia entre columnas de 140 pies (aprox.42,00 m) por 180 pies (aprox. 54,00 m). Estas son las dimensiones del prototipo de 50 alturas, con estructura de hormigón externa y una sola crujía de espesor, nunca fue desarrollado por los S.O.M. por las dificultades constructivas que podemos deducir de las dimensiones establecidas en el estudio.

Seguidamente, en la figura 15 de su tesis desarrolla, en tres modelos de estructura de acero, las mismas proporciones acompañados tan solo del sucinto comentario:

"La figura 15 muestra una serie de estudios para edificios en altura en acero, donde la piel externa se transforma en los elementos de soporte de los forjados. En consecuencia, el espacio interior de cada nivel está libre de columnas. La diferencia en el material utilizado, en este caso, acero, en comparación con el estudio de la estructura de hormigón armado que constituye el objeto de esta tesis, pone en evidencia la diferente expresión arquitectónica."

Podemos deducir que las soluciones en acero, al no haber sido dibujadas ni en sección, ni en planta, son indicaciones de Mies van der Rohe e inducen a los prototipos de estructura de acero en fachada. El prototipo de estructura de hormigón, siendo tremendamente sugerente, no está constructivamente resuelto. El John Hancock Center se desarrolla quince años, después con pilares que se sitúan cada 42 pies (aprox. 12,60 m) en la fachada principal, mediante 6 módulos. El mismo número de módulos que en sentido transversal, pero en este caso a una distancia de 24 pies (aprox. 7,20 m), manteniendo la proporción 7/5 y llegando a una altura de 100 pisos.

Comprobamos que, entre los prototipos y modelos establecidos en la tesis de Myron Goldsmith, existe siempre un proceso lento entre el prototipo y su transformación.

En 1970 finaliza el One Shell Square, New Orleans, una torre de 52 pisos por medio de una estructura de hormigón y acero que no sigue los postulados del prototipo de Myron Goldsmith. Pero este prototipo cambiado a su vez de escala, tuvo que hacer reflexionar a Myron Goldsmith sobre la forma y expresión de los nudos rígidos de hormigón, algo que quedará materializado en la Rare Library de New Haven.

5.6 La transformación de las ideas estructurales.

Fazlur R. Khan nació en 3 de abril de 1929 en Dacca y falleció a la edad de 52 años en la ciudad de Jeddah en Arabia Saudí el 27 de marzo de 1982.

Se graduó en ingeniería en la Universidad de Dacca. Después de dos años de ejercer como profesor en dicha universidad se matriculó en ingeniería estructural y teoría mecánica aplicada en la Universidad de Illinois.

A la edad de 26 años, nada más finalizar sus estudios en la Universidad de Illinois, entró a trabajar en la firma de Skidmore, Owings & Merrill (S.O.M.). En 1955 se incorporó a la oficina de Chicago Fazlur Rahman Khan quien fue el responsable estructural de la firma S.O.M.. Durante este periodo trabajó como consultor de investigaciones en el IIT.(8) En 1970 fue nombrado socio (General Partner) de ingeniería estructural de la firma.

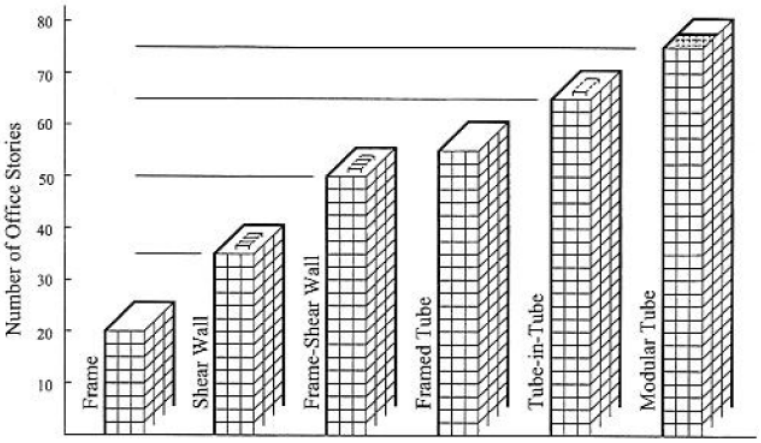
Falzur Khan 1929-1982

Una de sus aportaciones más importantes -y que ha tenido una repercusión en la construcción de los edificios en altura- es el concepto de Structural Tube System. El concepto elemental de este sistema estructural se fundamenta en unos soportes a una corta distancia en el exterior, y altas vigas; con capacidad de absorción de todos los esfuerzos laterales.

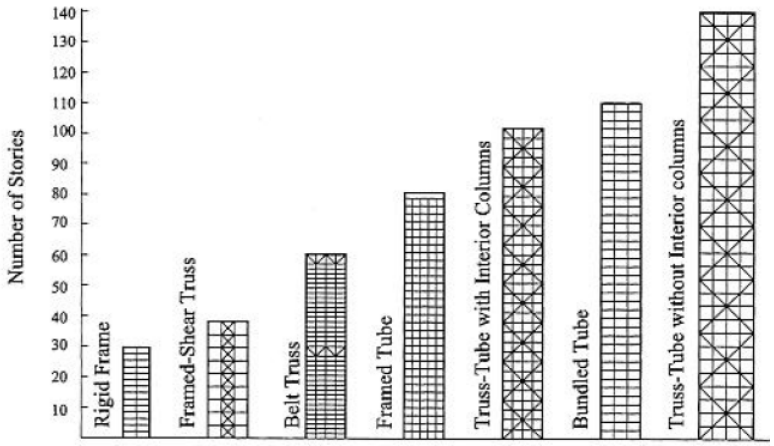
En 1963, Khan empezó a experimentar un sistema mixto de hormigón y acero a fin de poder combinar las ventajas de cada material. Este sistema consistía en una estructura exterior de hormigón armado y una estructura interior en acero.

En 1969 Fazlur Khan (9) clasificó los esquemas estructurales para edificios altos en función de su altura. Posteriormente en 1973 estos diagramas sufrieron una revisión y desarrolló los esquemas en función de estructuras de acero y estructuras de hormigón (diagramas que adjuntamos a continuación).

Toda la clasificación se fundamenta en la resistencia a los esfuerzos horizontales y la capacidad de absorción de estos esfuerzos por parte de las fachadas y de los muros rigidizadores internos; así como de la combinación de dichos esfuerzos según el propio diagrama desarrollado por Fazlur Khan.



Clasificación de los sistemas estructurales, en hormigón, de edificios en altura.



Clasificación de los sistemas estructurales, en acero, de edificios en altura.

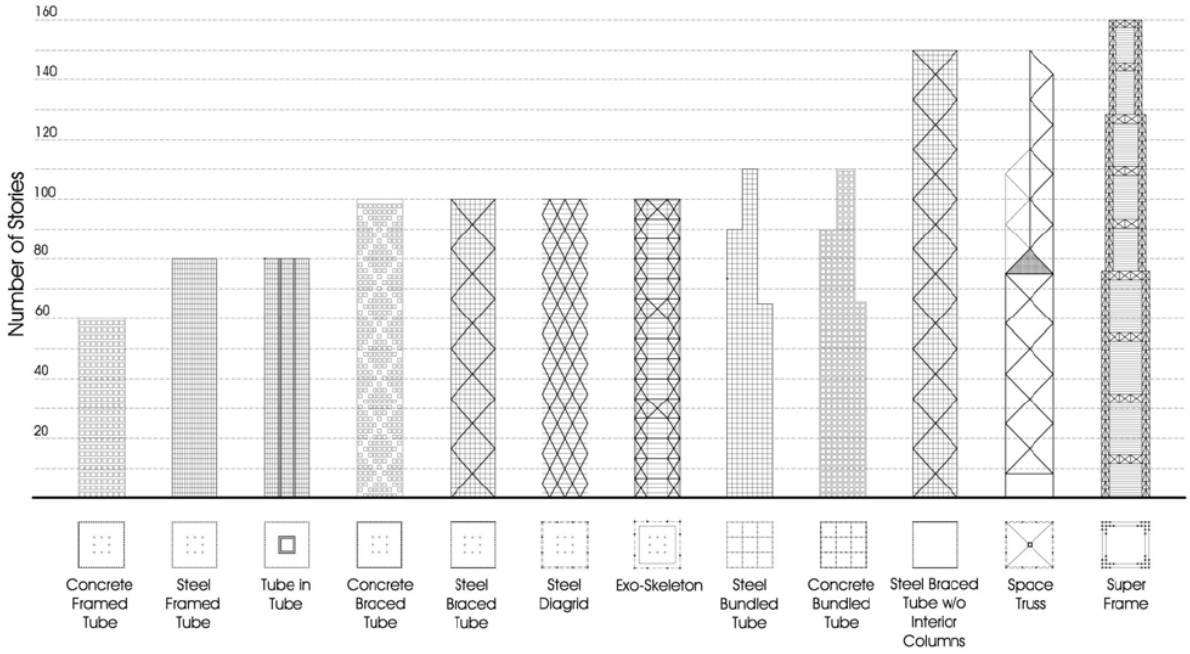


Diagrama de la Estructura Exterior del edificio en función del numero de plantas y del sistema estructural utilizado

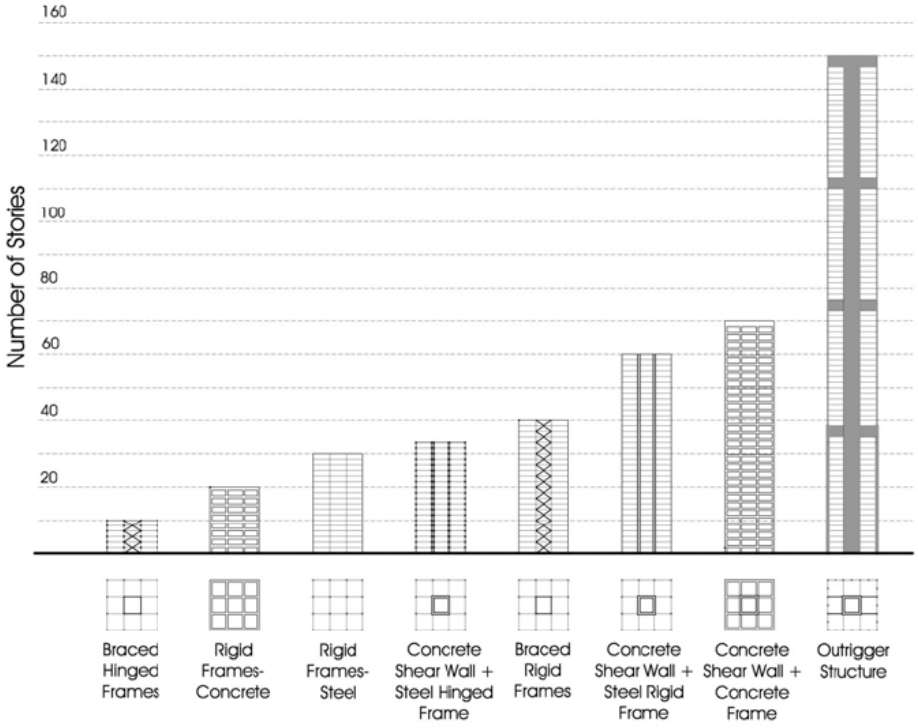


Diagrama de la Estructura Interior del edificio en función del numero de plantas y del sistema estructural utilizado.

La síntesis de estos sistemas estructurales lo podemos resumir en tres modelos:

1. Framed tube system.
2. Braced tube.
3. Bundled tube.(10)

5.6.1 Framed tube system-Sistema compuesto hormigón-acero

El sistema Framed tube (armazón en tubo) establece una distancia entre columnas exteriores entre 5 y 15 pies (aprox. 1,50 m y 4,50 m a ejes), el canto de las vigas variando entre 600 y 1200 mm. El resultado de esta organización estructural de la fachada implica la eliminación de la necesidad de los “mullions” en los muros cortina, dada la rigidez del plano de fachada.

Pero este sistema estructural conlleva una acumulación de esfuerzos, en las esquinas, debido a la rigidez del marco. Según el esquema que se adjunta, es lo que en inglés se conoce con el nombre de Shear lag (desplazamiento por cortante). La propuesta, de forma más adecuada para evitar este efecto, que es desarrollada en el Inland Steel Company y en el Chase Manhattan Bank es finalizar la estructura en voladizo, en un porcentaje entre el 50 y 80 % de la luz entre pilares. (11)

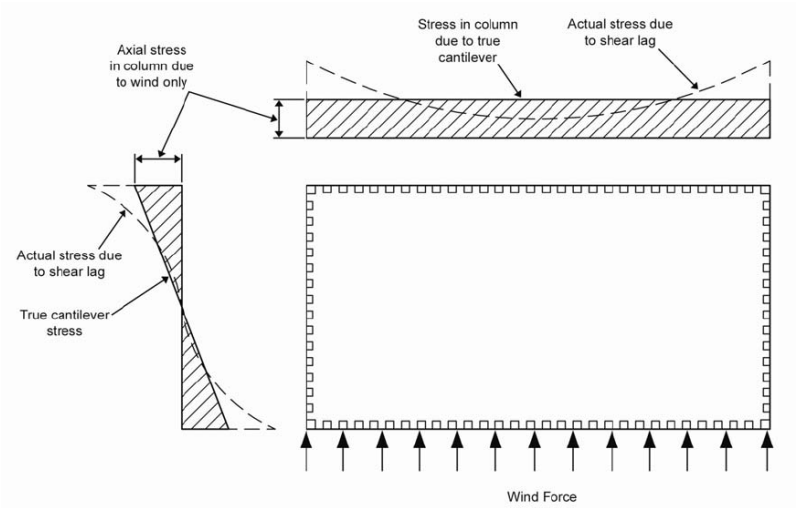


Gráfico Efecto Shear lag.

Edifcio DeWitt Chesnut Apartment.
1965, Chicago.

La primera vez que Khan utilizó este sistema fue en el DeWitt Chestnut Apartment Building, situando columnas en el exterior cada 5,5 pies (aprox. 1,65 m). Las vigas entre columnas tenían una altura de 2 pies en cada nivel. Esta distancia, tan reducida entre los pilares se puede entender como la metáfora, tal y como él mismo dice, de un tubo perforado por huecos que conforman las ventanas. Este sistema de tubo estructural tiene más rigidez que el sistema tradicional de entramado de fachada, teniendo la ventaja de ir eliminando la resistencia de las partes centrales del edifico -a efectos de viento- y considerarlas, exclusivamente, a efectos de cargas gravitatorias.(12)

El One Shell Square de Nueva Orleans -edificación incluida en las monografías de los S.O.M.- tiene una elevada importancia, tanto estructural como conceptual, y su desarrollo trascenderá en las obras posteriores de la firma.

El incremento de precios del sector inmobiliario, en la década de los años 60, impulsa la construcción de un edificio de 50 plantas en la ciudad de de Nueva Orleans. Dos son los condicionantes básicos que, por su ubicación, deben tenerse en consideración como datos de partida:

- La existencia de vientos huracanados en la zona, producidos por los tornados y huracanes que se generan en el golfo de México.

- Las especiales condiciones en los cimientos, por ser un enclave situado bajo el nivel de las aguas. De hecho, toda la ciudad está protegida por diques de contención.

Edificio Control Data Corporation,
Houston, 1970.

Estos condicionantes implican el desarrollo del sistema estructural Tube System, que desarrollaremos posteriormente, pero con la variante de utilizar un sistema compuesto de pilares de hormigón y acero. La estructura interior de acero se dimensiona exclusivamente a efectos de esfuerzos gravitatorios, dejando al sistema de hormigón el arriostramiento rígido del plano de fachada, capaz de absorber los esfuerzos de viento mediante la rigidez de los nudos.

Este sistema tiene un antecedente en la construcción del Control Data Corporation, de 24 pisos en la ciudad de Houston. En esta construcción, primera en su serie, la fachada se resuelve con paneles prefabricados de

Colocación de paneles prefabricados de hormigón.
Fotografía por Fazlur Khan.

hormigón, con la función de encofrado perdido. Los pilares mixtos de acero y hormigón establecían, a su vez, un orden de construcción rápido y económico. Este éxito no fue continuado en la realización del edificio de Nueva Orleans, dadas las dimensiones del edificio proyectado, así como fallos en el sistema de anclajes al forjado de las placas de Travertino que revestían los pilares de hormigón.

La idea generatriz consistía en aprovechar la rigidez de los muros de la estructura en fachada -utilizando las propiedades del hormigón- y hacerlo solidario con la estructura de acero interior, solicitada exclusivamente a efectos gravitatorios. Los pilares de acero eran HEB de 1 pie 6 pulgadas de base y 1 pie y 8 5/8 pulgadas, con un espesor de planchas de 4 pulgadas. Esta estructura de acero se solidarizaba con un pilar rectangular de hormigón de 4 pies 1 pulgada y 2 pies 3 pulgadas de espesor.

La estructura de acero se calculó para que fuera autoestable, en una altura de 10 niveles, mientras se ejecutaba la estructura de hormigón en las plantas inferiores. A pesar de ello, el solape de técnicas constructivas distintas de hormigón y acero, produjo dificultades en la ejecución, que degeneraron en retrasos en los plazos de obra. Estos retrasos en el tiempo de ejecución hicieron abandonar este sistema constructivo en experiencias posteriores.(13)

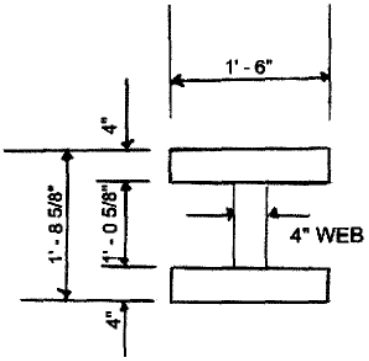
En todo caso, supuso establecer el límite de los entramados de Hormigón en 50 alturas, cuando hasta entonces tan solo se consideraban factibles para edificaciones de 25 pisos, como se ha comentado al analizar la tesis de Myron Goldsmith.

Este sistema, asimismo, permitía reducir la carga máxima por pilote de 8 pies de diámetro, al considerar, por primera vez, la fricción del pilote con el terreno a una profundidad de apoyo de 45 metros.

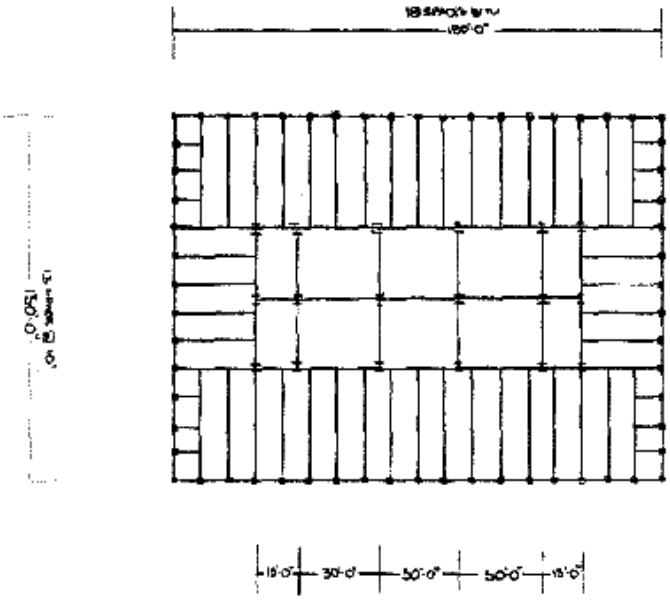
Si bien consideraron las 180 T por pilote como máxima capacidad de apoyo establecidas por la Normativa de Nueva Orleans; las 250 T de carga de los pilotes se transmitían al terreno a través de las fuerzas de rozamiento, incrementando la seguridad de los cimientos.

Estos condicionantes legitiman esta concepción estructural y de construcción de fachada.

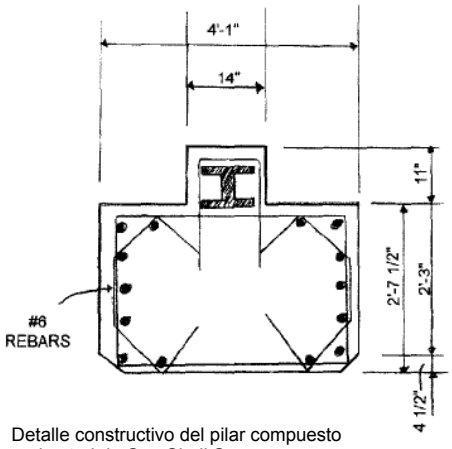
Los apuntes de Fazlur de Khan, dan testimonio de los inconvenientes y problemas durante el proceso de construcción; pero hace especial hincapié en el estudio de las cimentaciones. En los acontecimientos que posteriormente se desarrollaron en la cimentación de los John Hancock comprobaremos la importancia que esta experiencia tuvo en el desarrollo profesional de Fazlur Khan.



Detalle constructivo del pilar de acero perimetral de One Shell Square.



Plano de estructura de One Shell Square.



Detalle constructivo del pilar compuesto perimetral de One Shell Square.

Refuerzo de los soportes perimetrales de hormigón mediante perfiles de acero. (Sistema Compuesto)
Fotografá tomada por Fazlur Khan.

5.6.2 Braced tube (Tubo diagonalizado).

Según el diagrama de Fazlur Khan, el armazón en tubo empieza a ser ineficiente a partir de las 60 alturas.

El sistema de tubo diagonalizado consiste en la rigidización del plano de fachada, por medio de vigas diagonalizadas que arriostran los pilares, utilizando el mismo sistema constructivo que los muros internos de rigidización estructural. Este sistema, ya apuntado en la tesis de Myron Goldsmith, permite realizar estructuras de hasta 100 pisos.

Creo conveniente que nos extendamos en los antecedentes y el desarrollo de este nuevo sistema estructural (The diagonally braced tube).

Desarrollo de los acontecimientos

Myron Goldsmith, junto con Fazlur Khan, son las dos figuras sobre las que pivota toda la transformación de los conceptos estructurales de los edificios en altura. Podemos deducir que, por la personalidad de Myron Goldsmith y el estudio que hemos realizado anteriormente de su tesis doctoral, estimulaba más la generación de nuevas ideas. La figura de Fazlur Khan, por el contrario, desarrollaba de forma más meticulosa la concepción de dichas ideas resultando finalmente el gran transformador de las mismas, por lo que se pueden considerar originales del ingeniero paquistaní. Veremos la importancia que tuvieron las informales Saturday sessions.

Fazlur Khan(izq.) y Bruce Graham.(derch.).

En 1938 Mies van der Rohe es nombrado director del IIT de Chicago. El objetivo era completar los estudios tradicionales de Beaux-Arts mediante el trabajo con el nuevo director. Goldsmith completó su primer grado con Mies en Alemania en 1939 y continuó sus estudios de master en 1953. En el transcurso de estos años, entre 1944 y 1946 Goldsmith, trabajó en el US Corps of Engineers. Entre 1946 y 1953, trabajó en el estudio de Mies. Durante su estancia, Goldsmith fue adoptando frases y aforismos que Mies iba diciendo en sus diálogos dentro del estudio.

En 1953 Goldsmith fue premiado con la beca Fullbrigth y viajó a Roma, trabajando bajo las directrices de Pier Luigi Nervi. En 1955 regresó a Estados Unidos y empezó a trabajar en la oficina de los S.O.M. en San

Francisco. En 1958 regresó a Chicago y, tres años después, fue nombrado profesor graduado en IIT, compaginando su trabajo en los S.O.M. y en la universidad hasta su muerte, en 1996.

La colaboración entre Fazlur Khan y Goldsmith empezó en 1959 en los trabajos desarrollados para la United Airlines.

Goldsmith, en su trabajo docente introdujo, como he comentado anteriormente y derivado de la relación con Mies, unas sesiones con los alumnos del IIT llamadas Saturday sessions. Durante estos encuentros, Goldsmith invitaba a profesionales para participar en sesiones críticas para la revisión de los trabajos de los estudiantes. Estas sesiones buscaban, sobre todo, el contacto y el intercambio de ideas entre profesores y alumnos. Los trabajos se concretaban en una pequeña narración, cálculos estructurales realizados a mano, y en dibujos y fotografías de maquetas de las propuestas las cuales eran utilizadas como prototipos estructurales. El grado informal de estas reuniones era tal que, muchas de ellas en vez de celebrarse en las instalaciones de la universidad, solían desarrollarse en el restaurante Bertucci de Chicago.

Fazlur Kahn se incorporó a estas sesiones como profesor “consultor de investigaciones”, dándose la circunstancia, según expresa su hija, que nunca recibió emolumento económico alguno.

En 1964, Goldsmith y Khan supervisaron los trabajos de tesis de Mikio Sasaki denominado: “A Tall Office Building”. El trabajo de tesis proponía el estudio de un edifico de 53 alturas, de planta cuadrada con un cuerpo central de circulación y servicios. Sasaki, en un primer momento, propuso un sistema tradicional de pilares en fachada, a corta distancia y estructura triangulada alrededor de ascensores y de los servicios centrales, basándose en el modelo que habían desarrollado sus profesores y se ha expuesto en páginas anteriores (DeWitt Chestnut Apartment Building).

DeWitt Chesnut Apartment. De diseño intencionadamente distinto a los edificios de Mies, pero con un ritmo visual similar.

Sabiendo, por experiencia, los límites de esa solución, Goldsmith y Khan rechazan dicha propuesta por la ineficiencia de resistencia a los efectos laterales y, en segundo lugar, porque esta rigidez del cuerpo central no permitía una flexibilidad en la distribución de las plantas.

Sasaki se vio inducido por Khan a estudiar y desarrollar ideas más específicas a la escala del edificio: le propuso la utilización y cálculo del “tubo diagonalizado”. Con la concepción de una estructura tridimensional, se hizo especial hincapié en la resolución de la geometría que se producía en la unión entre columnas, vigas y diagonales.

Khan empezó a entender con profundidad los problemas que se generaban debido al distinto grado de rigidez entre el cuerpo central y los planos de fachada. Partiendo de los trabajos de investigación de Sasaki, fue resolviendo toda esta casuística, en base al análisis de la distinta deformación por rigidez entre el plano de fachada y el plano de rigidización interior.

Ello se concretó en un esquema estructural en planta de 6 vanos de 28 pies cada uno. El cuerpo central se desarrolló en 2 vanos de 28 pies y una distancia de 56 pies al plano de fachada. Finalmente, diagonalizó las cuatro fachadas cada 9 plantas, en los cuatro lados del edificio.

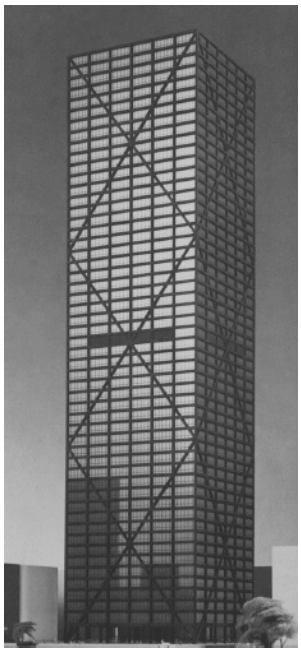
De los cálculos que efectuaron se dedujo que el grado de rigidez del sistema Braced tube (tubo diagonalizado), comparándolo con el Framed tube (armazón en tubo), era cien veces superior.

Es indudable que estos estudios tuvieron su influencia en la construcción de John Hancock Center en Chicago, tanto en su geometría como en su concepción estructural. Sus máximos responsables fueron, dentro de la firma de los S.O.M., Goldsmith y Khan.

Vamos a realizar a continuación un estudio comparativo entre la tesis de Sasaki y la construcción del Big John, porque ejemplifica el paso entre el modelo abstracto y los cambios que se producen al precisar la construcción del edificio.

El John Hancock Center, como hemos comentado anteriormente, se desarrolla también con 6 módulos en cada una de las fachadas; pero en este caso, la planta no es cuadrada sino rectangular. En segundo lugar, el número de alturas es de 100 pisos, frente al estudio teórico de Sasaki de 53 alturas.

El estudio teórico establecía 6 vanos de 28 pies; el John Hancock propone 6 vanos de 42 pies y 24 pies en la fachada lateral. La diagonalización

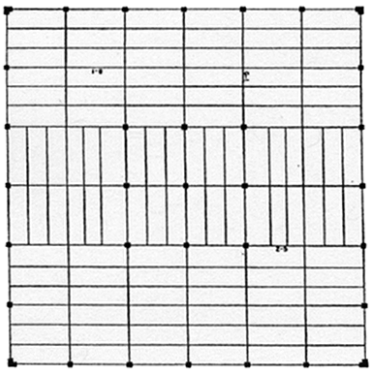


Maqueta de la propuesta de Sasaki.

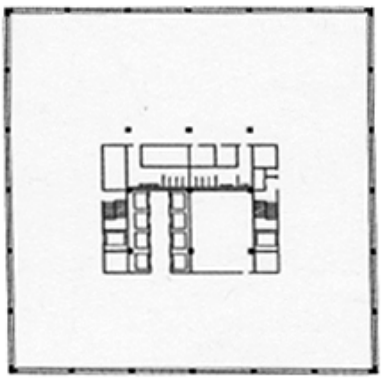
se produce cada 10 niveles, semejante al estudio teórico, pero rigidizando el plano horizontal. Esa rigidización del plano horizontal es la que asegura la concepción tridimensional de toda la estructura.

Fazlur Khan incorpora, en la configuración del John Hancock, la configuración básica de que el perímetro de la base debe ser equivalente a la altura de la edificación. Todos los esfuerzos de concepción estructural van orientados a una racionalización del consumo de acero. Gracias a este sistema de rigidización, el consumo de acero fue de 145 kg/m^2 (30 libras por pie cuadrado), no siendo mayor que el ratio de un edificio de 40 o 50 alturas. La forma troncocónica del perfil del edificio -disminuyendo 6 módulos de la base a 4 módulos en la coronación- asegura la estabilidad del conjunto.

El cuerpo central de rigidización, igual que en el estudio teórico, se desarrolla por medio de 2 módulos a una profundidad aproximada de 48 pies (aprox.14,40 m). Pero a diferencia de la tesis de Sasaki, la rigidización interior se realiza a través de crujías de pilares situados a mitad de módulo, como se puede apreciar en las plantas adjuntas.

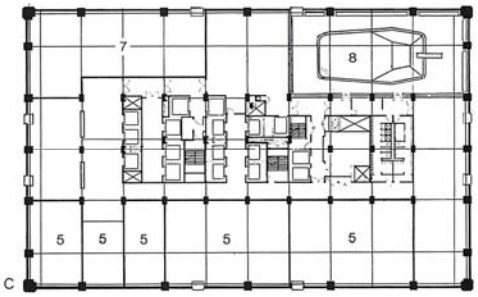


Plano estructural tipo del estudio de Sasaki.

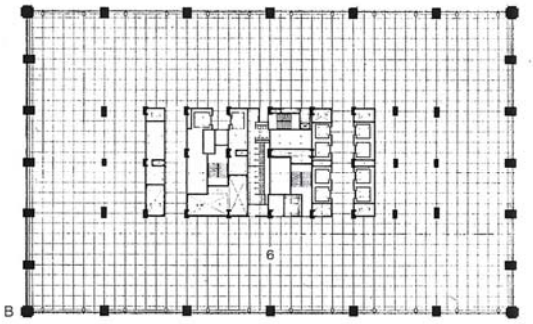


Plano distribución tipo del estudio de Sasaki.

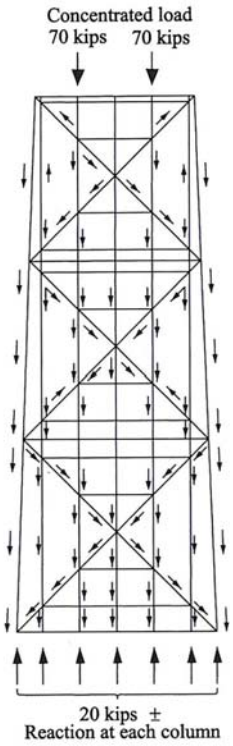
Edificio John Hancock center, 1970.
Chicago, Illinois.
Falzlur Kahn.
Fotografía tomada en junio 2010.



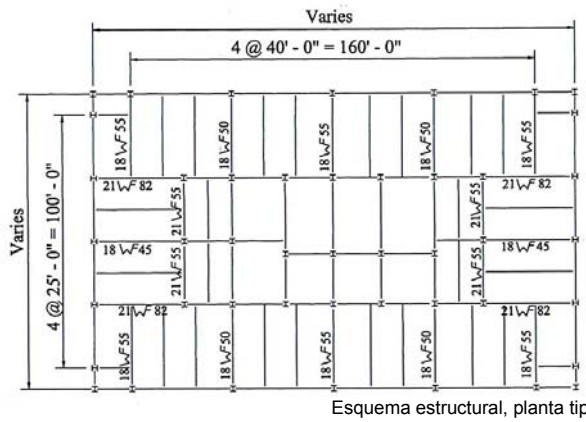
Planta de tránsito a viviendas.



Planta tipo oficinas



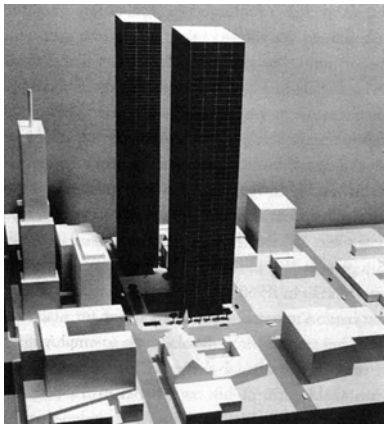
Esquema distribución de cargas,
John Hancock Center,



Esquema estructural, planta tipo.

Una de las aportaciones fundamentales, en la construcción de edificios en altura, fue el papel de rigidización que le dio a la losa de hormigón de los forjados, haciéndola trabajar conjuntamente con las vigas primarias y secundarias de acero.

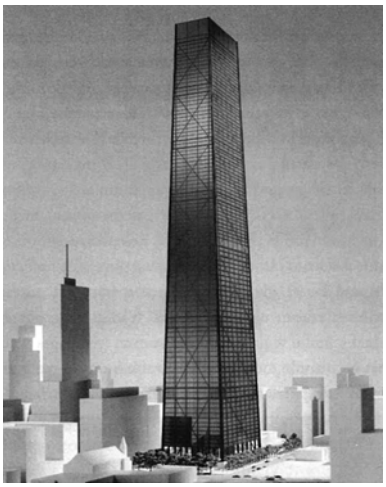
Hasta la construcción del Hancock, el hormigón de los forjados colaborantes era un peso muerto dentro del conjunto estructural. Una de las bases del Braced Tube es el arriostramiento horizontal, para la transmisión de esfuerzos, en todas las caras de la construcción y la absorción, a su vez, de efectos de torsión. En la fotografía que adjuntamos en páginas posteriores, de abril de 1965, se ven las pruebas a las que se somete la estructura de acero y la placa de hormigón, tanto a efectos verticales como horizontales.



Cuando S.O.M. empezó a trabajar en el proyecto Wolman/John Hancock en 1964, se estudió un esquema de dos torres.

Esta actitud pionera en la construcción en altura, que implica tanto la investigación de modelos estructurales como su construcción, viene confirmada por las circunstancias que rodearon el proceso de cimentación del edificio. En el verano de 1966, los cajones hidráulicos (pilote in-situ) de cimentación de 8 pies de diámetro llegaron a la cota de ensamblaje con la estructura de acero. La profundidad de la cimentación se situaba, aproximadamente, a 145 pies (43,50 m) de profundidad. Los cajones hidráulicos llevaban en su interior un alma de acero.

Alcanzada la cota de ensamblaje, parte de alguno de ellos habían sufrido un desplazamiento vertical. La empresa constructora -según comenta su hija Yasmin- atribuyó este descenso de alguno de los pilotes de cimentación a la presión de la explanación del terreno en una cota de basamento y a un error de topografía.(14)



Una primera maqueta de la torre de 100 pisos realizada para la exposición pública del proyecto en Abril 1965.

Fazlur Khan se presentó en la obra y con intuición de constructor, dio orden de paralización del inicio del montaje de la estructura de acero. Ordenó la inspección de todos y cada uno de los pilotes de cimentación. Ello supuso la entrada en obra de las compañías de seguros, así como quebrantos económicos financieros de primer orden.

La resistencia a todo tipo de presiones, tanto de la empresa constructora como de su propia empresa, conllevo el análisis de la cimentación hasta detectar que la causa del descenso de la cabeza de los pilotes se debía al lavado del hormigón, entre la cota -15 y -20 metros, dejando al aire el alma

de acero del pilote. Asimismo se detectó que agua contaminada había corroído 26 de los 56 pilotes que apoyaban sobre el subsuelo de roca.

La calma en las intensas conversaciones de esas semanas; su carácter determinado y tranquilo de investigar y analizar las causas; con continuas visitas a las excavaciones de los cimientos; así como su comprensión del comportamiento de los materiales y el descubrimiento de lo acertado de su decisión al comprobar los defectos de la cimentación supuso, pasadas las iniciales tensiones, el respeto, por parte de los contratistas, de los criterios de Fazlur Khan.

Las soluciones adoptadas por Khan, que consistieron fundamentalmente en el refuerzo por medio de acero de todos los pilotes, así como la decisión de dejar la camisa de acero de los pilotes de forma permanentemente, fueron introducidas como normativa en la construcción de edificios en Chicago en un código nuevo de la construcción de 1970.

Puntualizaciones constructivas del John Hancock (15)

Los pilares y la diagonalización del plano de fachada se desarrolla por medio de perfiles en “I”, con un máximo de espesor de las planchas inferiores de 6 pulgadas (152 mm) y unas dimensiones máximas de soportes de 36x36 pulgadas (914 x 914 mm).

Todo el diseño estructural geométrico se basa en establecer una reacción equivalente en cada uno de los pilares de apoyo, como muestra el gráfico adjunto bajo una carga de 70 Kips (siendo un 1 Kips equivalente a 1000 Lb por pie, ello implica que un 1 kips son 138,25 kg/ ml)

Con estas hipótesis se asentó el diagrama geométrico del edificio.

El sistema secundario del edificio se definió en base a las cargas gravitatorias del mismo; establecido el intereje entre pilares en 40 pies (12 m) y 25 pies (7,50 m), la distancia a la crujía interior se definió en 30 pies (9 m) salvando estas luces por medio de vigas WF 50 en la nomenclatura americana, que equivalen a vigas IPE-1250. Los 13,20 pies (aprox. 4 m) entre vigas se salvan por medio de una losa de hormigón que, como hemos comentado transmite los esfuerzos horizontales en cada planta.

Después del análisis experimental, Kahn acotó al 0.25% de g (aceleración de la gravedad) la vibración máxima en el edificio; estableciendo un grado de rigidez en el cual la deformación máxima por efectos de viento fuese de 1 pulgada (25,40 mm).

Este grado de rigidez se asumió, asimismo, como la deformación máxima que podía ser absorbida por el cerramiento vidriado. Se estudiaron que variaciones de la presión de viento, incluso de más del 40% sobre la presión establecida en el código de Chicago, y no suponía -sobre la rigidez dada a la estructura- variaciones importantes.

La estructura diagonalizada de fachada se diseño para absorber un 20% de los efectos de viento, bajo el modelo de estructura en voladizo. Con una limitación máxima en los encuentros por efectos de viento, de 0,25 pulgadas (6,35 mm). El 80 % de los esfuerzos de viento son absorbidos por las vigas y columnas de cada planta, bajo el esquema de nudos rígidos (Rigid Frame).

Cuestión importante a resaltar son las dilataciones y contracciones térmicas de la estructura. A tal fin se decidió la realización de una cubierta de aluminio anodizado con aislamiento incorporado y protección al fuego. Esta garantizaba que en invierno la estructura permanecería a una temperatura constante de 21ºC. Perforaciones en el forjado, y la unión de los conductos de aire junto a los pilares, aseguraron este requisito: así se evitaba la realización de nudos articulados o juntas de dilatación, que alterarían la rigidez necesaria del conjunto. 5 cm (2 pulgadas) de aislamiento fueron consideradas suficiente para mantener un diferencial de temperatura, durante todo el año, de no mas de 5 ºC

Imagen del John Hancock Center en construcción.

Imagen del John Hancock Center en construcción.

John Hancock Center en construcción por Erza Stoller

Detalle de nudo del John Hancock Center durante su construcción por Erza Stoller

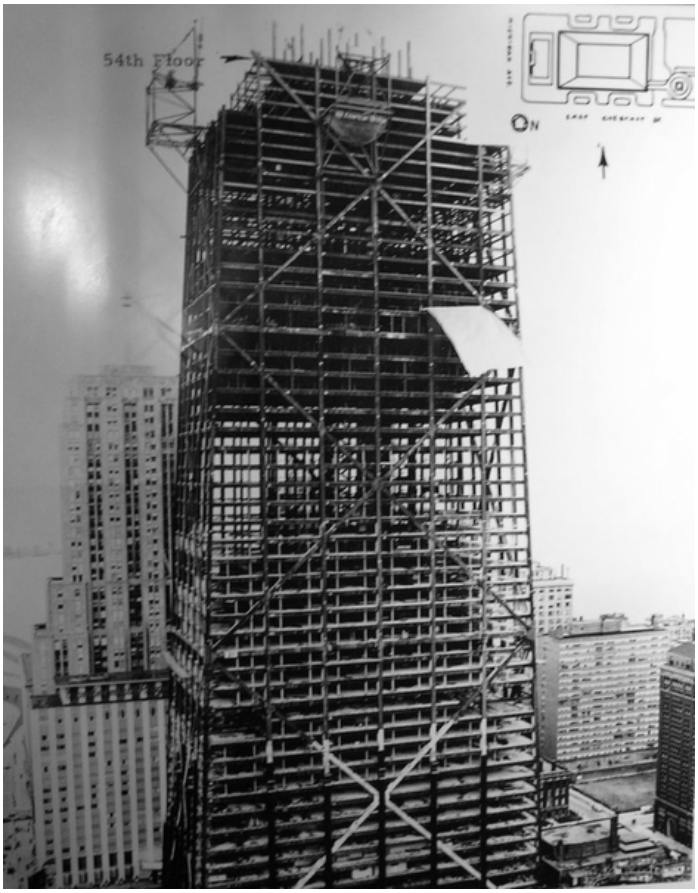


Imagen del John Hancock Center en construcción (Planta 54).

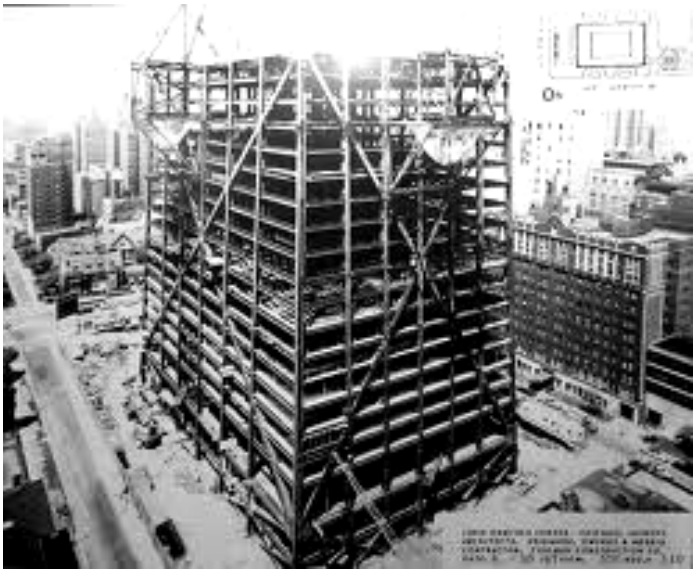


Imagen del John Hancock Center en construcción.

John Hancock Center en construcción por Erza Stoller

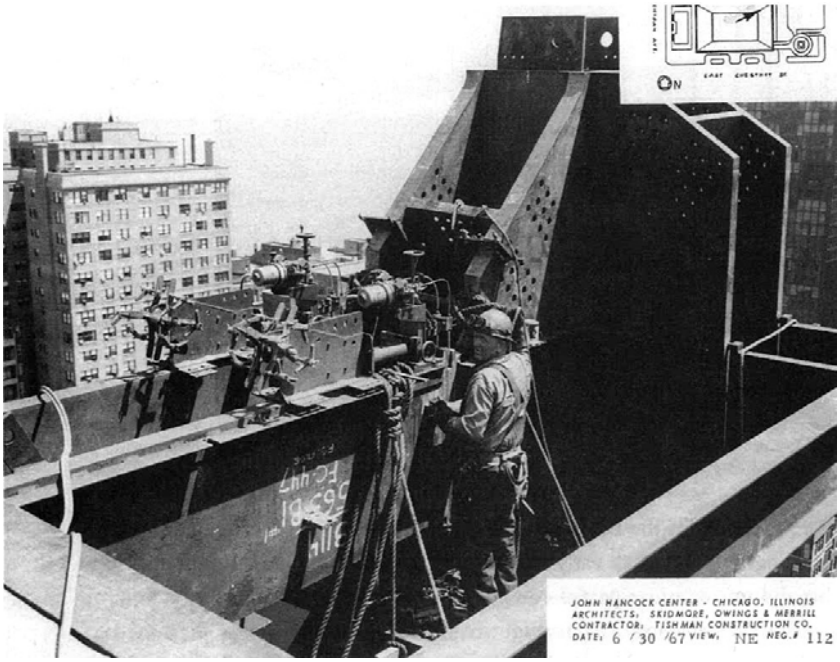
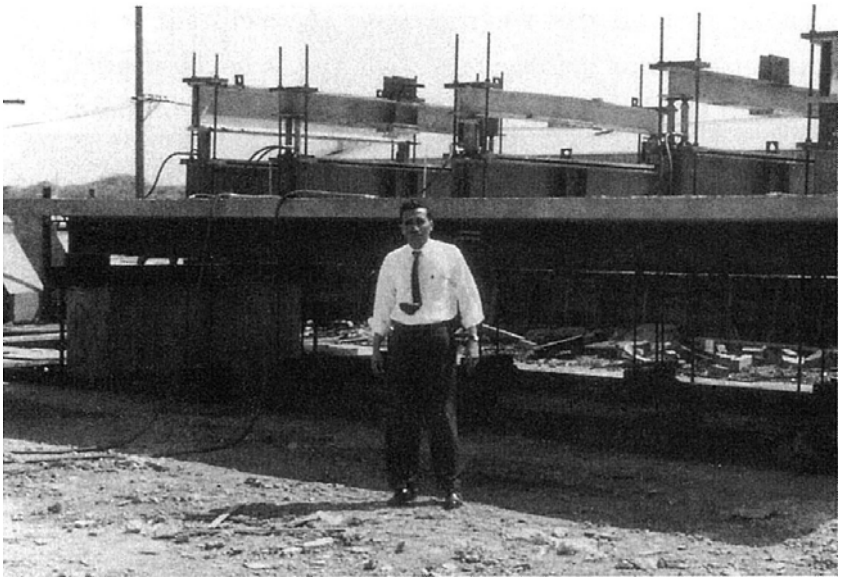


Foto de obra que revela la escala de los nudos prefabricados principales.

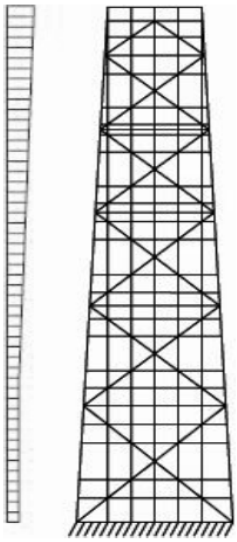


Fazlur Khan durante la prueba de ejecución de la losa mixta, Abril 1965.

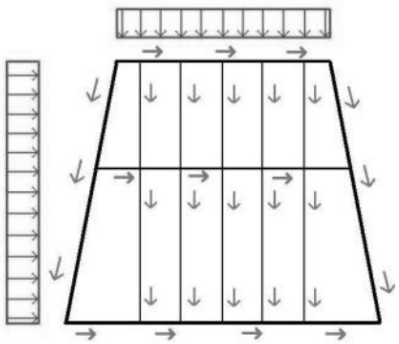
Edificio John Hancock center, 1970.
Diagonalización de fachada.
Fotografía tomada en junio 2010.

Edificio John Hancock center, 1970.
Vista de diagonalización en esquina.
Fotografía tomada en junio 2010.

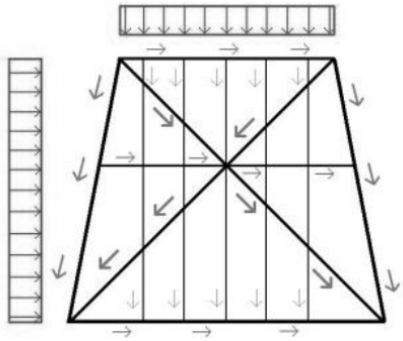
Edificio John Hancock center, 1970.
Detalle de diagonalización base edificio.
Fotografía tomada en junio 2010.



Armazón en tubo como voladizo



Sistema no-diagonalizado: Distribución de las cargas gravitatorias y por acción del viento.

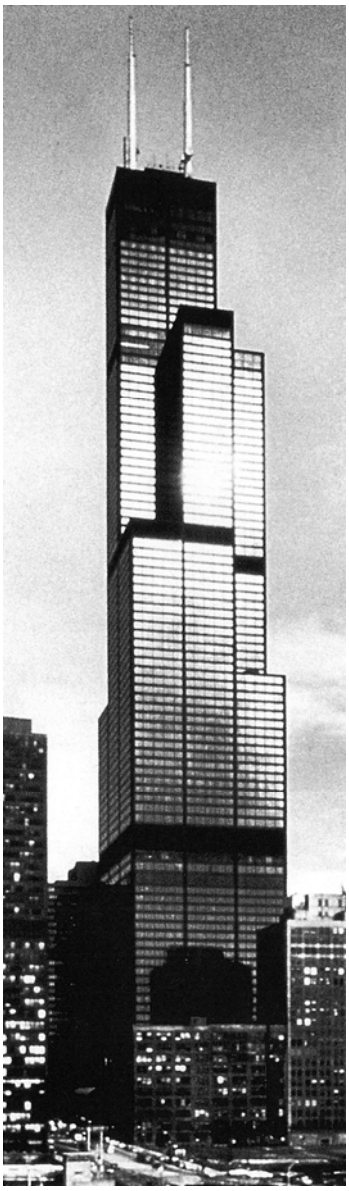


Sistema diagonalizado: Distribución de las cargas gravitatorias y por acción del viento.

5.6.3 Bundled tube (tubo atado) (16)

El sistema estructural Framed tube, para estructuras muy altas, no es adecuado -según Khan- para mantener una razonable proporción entre altura y anchura.

Entre 1970 y 1973 se erigió la torre Sears de Chicago para la cual Fazlur Khan concibió de nuevo un original sistema estructural. (17)



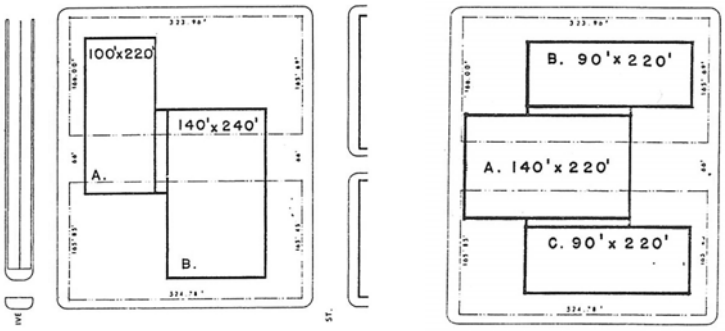
Torres Sears, Chicago, Illinois.
Edificio más alto construido por Khan mediante el sistema de Bundled tube.

La torre Sears, de 450 m de altura, se eleva sobre una base cuadrada de 68,5 m de lado. Las proporciones entre el perímetro de la base y la altura estaba en la proporción 1/2, ello suponía, a priori, la imposibilidad de construir un edificio que superara los 300 metros de altura (siempre dentro de un concepto racional de las estructuras, así como de aprovechamiento y funcionalidad de las plantas).

La idea genial de Fazlur Khan fue establecer la división del cuadrado en 9 subcuadrados, eliminando cualquier carga y rigidización a los núcleos de ascensores y de escaleras. En esos 9 cuadrados los situó -según la forma del esquema frame tube- pilares a distancia de 15 pies, generando espacios libres de pilares de 22,8 x 22,8 metros.

La estructura se rigidiza a través del modelo geométrico que permite un perímetro de apoyo en planta de 548 metros. Este posibilita acercarse al canon de perímetro de la base equivalente a la altura; pero al mismo tiempo permite una diafanidad de plantas y de programa en su interior que rompe con todos los esquemas tradicionales de edificios en altura. Este sistema, además, permitió alejarse del prima puro de Mies con una racionalidad paladiana.

Todo este proceso sufrió, a su vez, un proceso de aproximación a la solución no exento de momentos de tensión; así como la puesta en duda de su propia solución. Según comentarios de de su hija Yasmin Sabina Khan, la idea original del sistema vino dada por Bruce Graham, exponiéndosela por medio de unos cigarrillos atados, en donde cada uno de ellos representaba el concepto de un tubo. Las ideas originales, según esquemas del propio Fazlur, se iniciaron por medio de dos volúmenes arriostrados y unidos mediante los núcleos de comunicación, una idea ya de por si original, pero que no cumplía el desarrollo estructural y establecía una ocupación casi total del suelo.



Dos ejemplos (13 y 14) de los distintos estudios realizados para proyecto de las torres Sears. Los edificios estaban conectados para permitir la comunicación entre las oficinas

BHP, House, Melbourne.

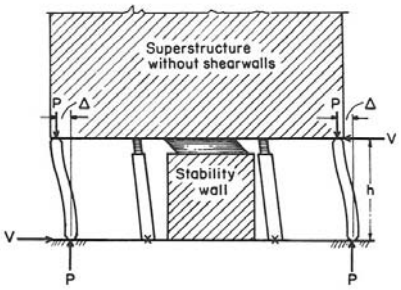
Existe un antecedente de esta concepción estructural en la propuesta que Fazlur Khan desarrollo para la Broken Hill Proprietary Company (BHP) en Melbourne (1968).

El encargo de este proyecto fue, en realidad, de una consultoría por parte del arquitecto australiano Barry B.Patten, quien recibió el encargo de un edificio de 40 plantas, cuando la experiencia en Melbourne era, tan solo, de veinte plantas. Después de una conversación, los ingenieros responsables del World Trade Center de Nueva York, Christiansen y Robertson B. Patten, deciden trasladarse a Chicago, sin cita previa, para tener una entrevista con el responsable del John Hancok Center.

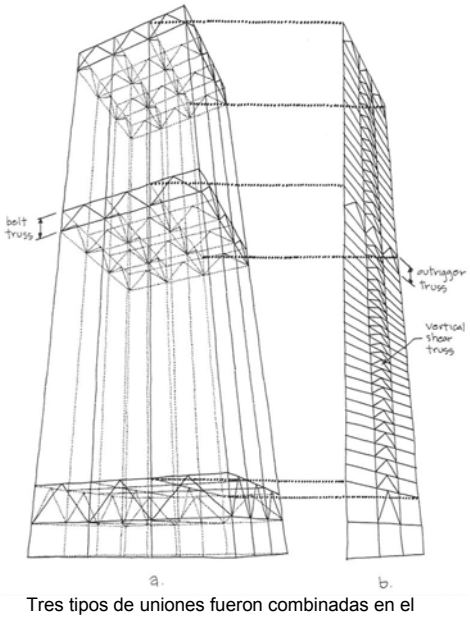
El encargo implica el estudio sísmico en la zona de Melbourne. Fazlur Khan había realizado años antes estudio sobre la resistencia de las estructuras al efecto sísmico, y por ello solicitaron su asesoramiento. Este análisis los realizó con visitas a zonas de México, Yugoslavia, y Turquía a fin de -a partir de la observación- realizar las conclusiones básicas del comportamiento de los elementos estructurales.

Alzado de BHP, House, Melbourne.

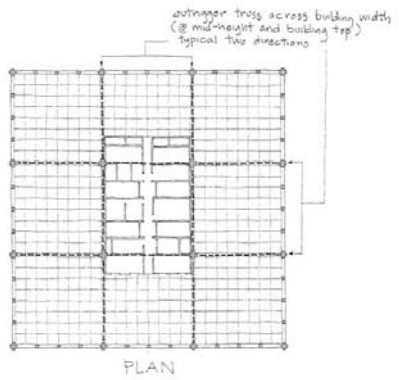
Este estudio tenía, a su vez, el fin -por parte de los S.O.M.- de establecer las condiciones de construcción en altura en la costa Oeste de Estados Unidos que en la década de los años 50 estaba reducida a una altura máxima de 12 alturas.



Esquema de absorción de esfuerzos de la planta primera durante un sismo.



Tres tipos de uniones fueron combinadas en el Belt Truss Interaction System: Belt Truss y Outrigger Truss se muestran en la perspectiva (a) y el Vertical Shear Truss y Outrigger Truss System en un plano de muro interior (b).



En el diseño de BHP, Outrigger Trusses trisectan la planta para unirse en el núcleo con el Vertical Shear Truss Systems.

Las deducciones de su estudio implican, según el gráfico realizado por él mismo, en la introducción de una articulación en el primer nivel que pueda asegurar la recuperación de los esfuerzos inerciales producidos por los esfuerzos cortantes de la aceleración del terremoto.

El modelo de Fazlur Khan introduce esta novedad dado que, hasta entonces, la estructura antisismo se fundamentaba en el aislamiento de la edificación respecto del terreno que la circunda, estableciendo una base de amortiguamiento de los efectos desde la cota de cimentación. Este sistema costoso, no asegura la transmisión de esfuerzos a la estructura cuando la esta representa grandes esfuerzos gravitatorios y de masa inercial de las edificaciones en altura.

Este encargo, inusual en la estructura de los S.O.M., es aceptado por Bruce Graham y Fazlur Khan como un campo de experimentación de las ideas que ya estaban elaborando en esos momentos.

Fazlur Khan viaja a Melbourne, reuniéndose con el equipo de Patten y analizándo, en esta primera reunión los condicionantes de la edificación. Al día siguiente, Fazlur plantea una estructura basada en una cuadrado dividido en 3 partes por cada lado con ocho pilares de mayor inercia en fachada, de 50 pies de intereje, subdividido en cuatro módulos internos. Estos planos de fachada, a su vez, se arriostran en la primera planta, planta de coronación y planta intermedia

Este sistema de estructura de fachada se arriostra por medio de cuatro muros inerciales, una estructura de acero, con mayor arriostramiento en el vano central, según la perspectiva que adjuntamos. A este modelo estructural Fazlus Khan lo denomino BELT TRUSS (cinturón de atado)

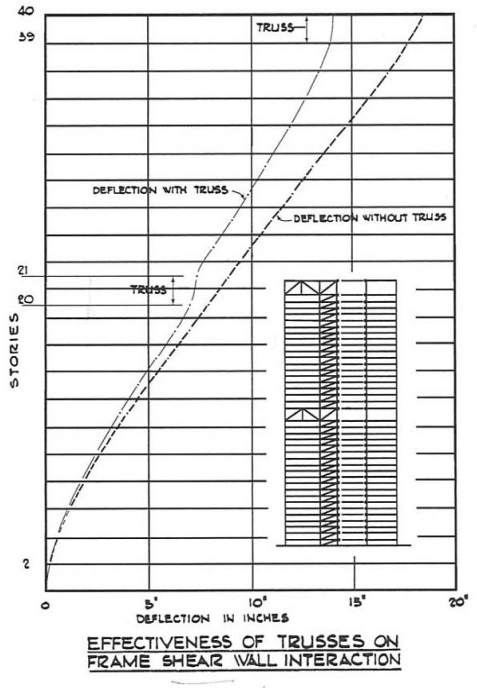
Esta propuesta ya había sido estudiada por el propio Fazlur Khan en sus sesiones en el IIT, en el trabajo de tesis que dirigió al estudiante Helmut Jahn. En esta tesis, se resume el gráfico que se adjunta y se establece la variación, en pulgadas, de la deformación en función de las alturas y en función de la existencia de los cinturones de atado.

Debemos recordar que, este estudio establecido para los efectos de viento -por el modelo de solución establecido por Khan para los esfuerzos de

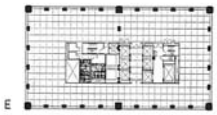
sismo- establecen una equivalencia entra las deformaciones entre ambos, sismo y viento. Esta es una de sus aportaciones mas interesantes.

La concepción del Shear Truss (muro de atado diagonalizado) en el centro es el primer modelo en el que va evolucionado el sistema del tubo dentro del tubo, base de partida para la concepción de las Sears Torres.

"Its not easy to come up with a new system every day" esta afirmación de Fazlur Khan a la revista de Ingieneria, según el relato de su hija Yasmina, resume la actitud que guió toda la transformación y colaboración de Khan dentro de los S.O.M.. Los modelos nacen de las necesidades y, en base a ellas, es preciso afrontar la intensidad del problema y su resolución sin imágenes predeterminadas, hace evolucionar las estructuras y los sistemas constructivos hasta su máxima claridad.

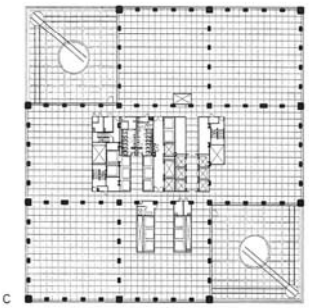


La deflexión de la curva muestra el efecto restrictivo del belt/outrigger truss system en dos niveles. Al eliminar la curvatura del vertical shear truss, el horizontal truss system transfiere el momento del núcleo al perímetro.

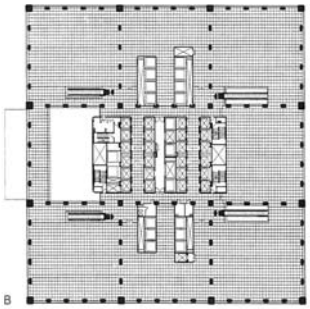


Desde la Planta 91 a 101

Planta 67



Planta 50



Entreplanta

Torre Sears, Chicago,Illinois. 1970-1973.

La idea inicial de la Compañía Sears consistía en la construcción de 1,6 y 2 millones de pies cuadrados de oficinas, equivalentes a 200.000 metros cuadrados construidos, con el fin de alojar -en fases distintas- hasta 13.000 puestos de trabajo, durante un periodo de veinticinco años. A estos metros cuadrados había que incluir los requisitos de aparcamiento y zonas comerciales. (18)

Por condicionantes aeronáuticos, Graham intentó reducir el programa en 100.000 m2, y construirlos a su vez en dos bloques según los esquemas que adjuntos. Así mismo, también planteó la construcción de tres bloques, de una dimensión de 50 pisos, a fin de que los costes estructurales no superaran la inversión prevista. Esta reducción de programa no fue aceptada por la compañía promotora, y los estudios se iniciaron como variación del esquema estructural del John Hancock.

La impronta que en la ciudad había tenido el edificio implicó, por parte de la compañía Sears, la imposición de que no debía existir semejanza visual alguna con el Hancok. Esta resolución supuso la búsqueda de una solución estructural radicalmente distinta.

En principio, la solución que se propuso -basada en el modelo estudiado de Melbourne- se partía de la construcción de muros de arriostramiento interior en hormigón y una estructura perimetral en acero.

La concentración de esfuerzos en la s plantas inferiores implicaba un sistema rígido de distribución, en contra de los deseos de la empresa de diafanidad de los espacios de acceso, así como una composición modular que permitiese la máxima variación de usos y distribuciones internas.

Basados en el esquema del BHP, Fazlur Khan evoluciona la idea al establecer que los sistema de rigidización interior se realizaría en base a soportes con una distancia de 15 pies (4,50 m), estableciendo dos líneas de estudio: por un lado, la partición del cuadrado de 3x3; por otro, la partición del cuadrado en 4x4.

Elegida la partición del cuadrado en 3X3, establece vigas de atado en distintos niveles en concreto entre los niveles 66-90, 64-66 y 88-90.

Vista general de Torre Sears,1970-1973. Chicago.
Fotografía tomada en junio 2010.

Torre Sears,1970-1973. Chicago.
Fotografía tomada en junio 2010.

Torre Sears,1970-1973. Chicago.
Módulo cerramiento tipo.
Fotografía tomada en junio 2010.

A continuación, se describe el sistema constructivo. Todas las determinaciones, como podemos comprobar en las fotografías adjuntas, se establecen en base a una estandarización.

La solución constructiva estipula soportes separados 15 pies (4,60 m) en forma de “I” de 39 pulgadas (991 mm) y vigas de 42 pulgadas de altura (1067 mm).

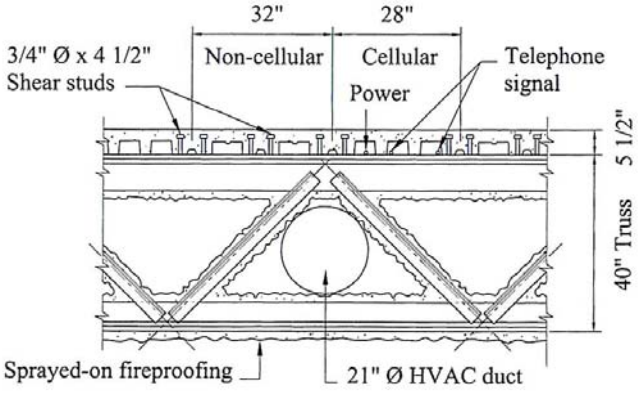
Los espacios, de 20 metros de vano, se resuelven mediante columnas trianguladas de 40 pulgadas (1200 mm), con conectores a la losa de hormigón superior.

Una de las cuestiones más importantes a resaltar es el sistema de construcción, organizado en la construcción en módulos de vigas y columnas en forma de cruz. Este sistema produjo la eliminación de un porcentaje muy elevado de soldaduras en obra, dado que las uniones entre módulos se realizaban en el centro de la viga, justamente donde los momentos por efectos del viento son nulos. A fin de absorber los momentos máximos de las cargas gravitatorias, las planchas de acero, de 25 pulgadas de longitud y 20 pulgadas de anchura, que materializaban la unión, se colocaban de forma descentrada -tal y como se aprecia en las figuras que se adjuntan-. 24 tornillos de anclaje garantizaban la rigidez del conjunto.

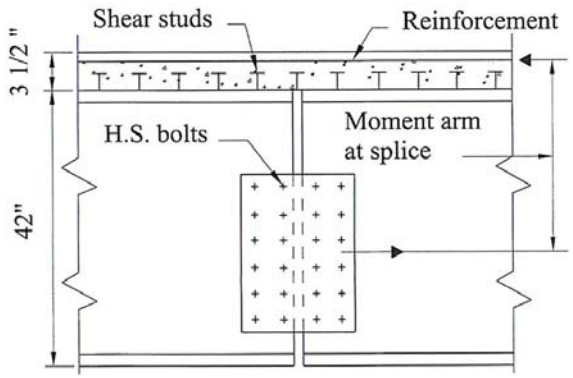
Este sistema modular - con un peso de 40 T por unidad- se implementaba en la obra cada 4 niveles y supuso la capacidad de montaje de 8 niveles por mes. Con la experiencia del John Hancock la estructura exterior fue aislada con un revestimiento de 4 pulgadas (102 mm). Del mismo modo, se hizo circular aire caliente, a fin de mantener constante la temperatura de la estructura, con una variación de 7 grados entre exterior e interior. La cimentación, también siguiendo la experiencia del John Hancock, se realizó con pilotes in-situ de diámetro variable entre 7 y 10 pies atándose a una profundidad de 55 pies (16,80 m), con pilotes diagonalizados, unidos a las vigas de atado, de un diámetro entre 20 y 36 pulgadas.

Torre Sears en construcción, 1970-1973. Chicago.

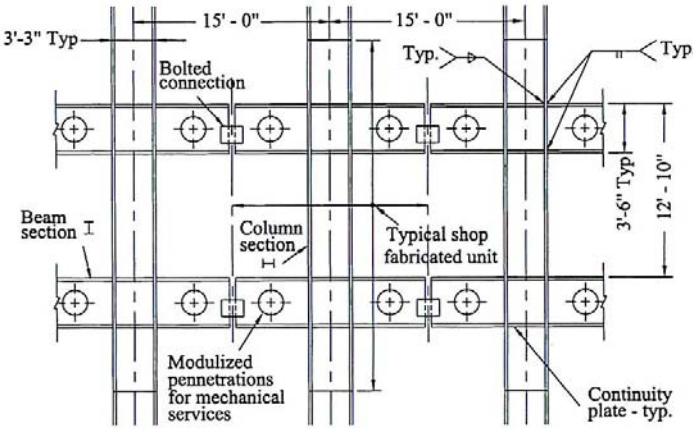
Montaje de los módulos prefabricados que conforman la estructura.
Torre Sears, 1970-1973. Chicago



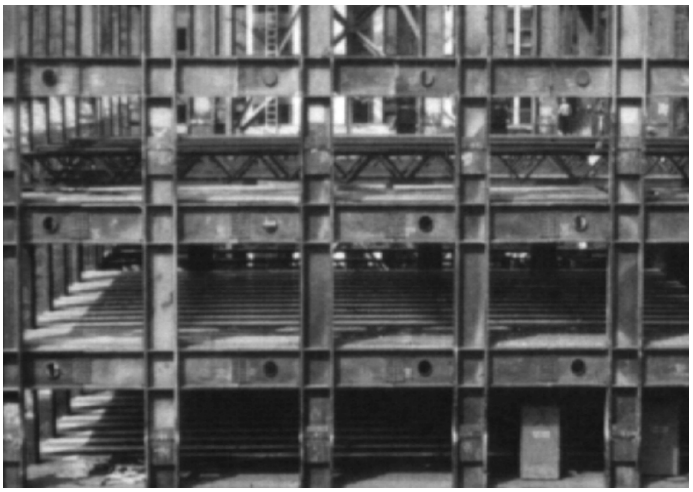
Chapa de acero sobre viga en celosía. Solución suelo técnico. Torres Sears.



Detalle de unión entre vigas. Torres Sears.



Módulos prefabricados “Viga-Soporte”. Torres Sears.



Estructura de la Torre Sears resuelta mediante módulos prefabricados.

Es necesario resaltar la existencia, en este periodo, de un espíritu de pioneros. Una de las aspiraciones, en este sentido, fue el diseño de estructuras que pudieran superar los cánones de esbeltez. En la década de 1960 se establecía que la relación máxima entre anchura de edificio y altura estaba en la relación 1/6, aceptándose hasta una relación 1/8. Los nuevos sistemas estructurales -y sobre todo el último concepto de Bundled Tube- superaría estos límites.

Asimismo, los efectos de viento a una altura superior a los 1200 pies no podían ser determinados más que a través de efectos dinámicos en túneles de viento. En el caso de las Torres Sears, dichos estudios se realizaron en la Universidad de Ontario, que demostraron una pérdida de estabilidad, por efecto de vibraciones y torsiones, entre las plantas cincuenta y sesenta y cinco. Estos datos invalidaban el sistema estructural propuesto por los S.O.M.. Estando el edificio en construcción, volvían a surgir las alarmas que ya se dieron en la cimentación del John Hancock. El constructor propuso a los S.O.M. una solución semejante a la que se estaba desarrollando en la construcción de World Trade Center, fundamentada en la asimilación de los efectos de viento por medio de la deformación del plano de fachada a través de un material viscoso-elástico. Esto implicaba la introducción de marcos diagonalizados en el plano de fachada. Mientras que en la oficina de los S.O.M. se modelizaba la nueva propuesta, Fazlur Khan estudiaba la garantía de durabilidad del material elástico, sin recibir por parte del fabricante una garantía de más de 20 años de seguridad estructural. Empezó a pensar que el problema residía, a falta de normativa de aplicación, en un cálculo excesivo de los esfuerzos de viento y analizó cuál sería la aceleración y la deformación máxima perceptible por el ser humano. Asimismo, estudiando las hipótesis de viento realizadas por la Universidad de Ontario, descubrió que los cálculos habían sido realizados para un periodo de mil años. Bajo su propia determinación hizo prevalecer el criterio de establecer la máxima presión del viento durante un periodo de cien años, concretándose los cálculos en una velocidad de viento de 100 mph y una deformación -para ese viento- de entre 32 y 36 pulgadas. En 1970, este modelo estructural se modelizó en un computador IBM-1130. Para hacer el cálculo modélico de una torre que tenía 10.000 nudos y 21.300 barras, se modelizó en 4.000 nudos y 9.000 barras agrupando diferentes pisos. Aún así, el tiempo necesario de cálculo del computador y su fiabilidad hizo imposible contar con esta comprobación. Medidas realizadas en la finalización de la construcción de la torre ratificaron la

veracidad de las predicciones de deformación realizadas por Fazlur Khan y el equipo de los S.O.M..

La concepción a efectos de viento, como hemos comentado al principio, haciendo asimilar las deformaciones de viento equivalentes a las deformaciones sísmicas, es la base de pensamiento que sustentó la hipótesis de Fazlur Khan. Esta síntesis, y el coraje para defenderla a ultranza, surgen en unas situaciones límites y como, él mismo afirmaba "*Which may malfunction just when it is needed most*".

Proponiendo como hipótesis:

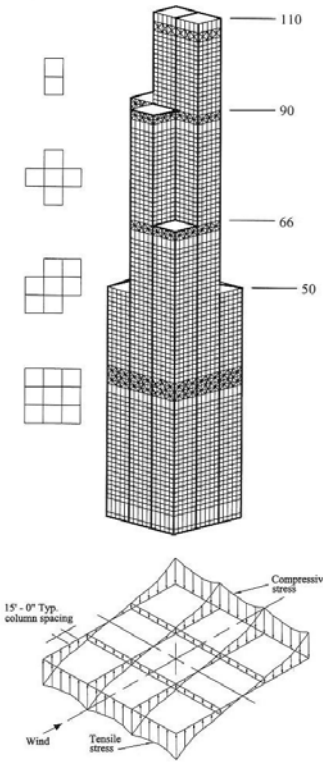
1. Que la energía de disipación, en edificios altos, depende de los esfuerzos en cada planta y de la amplitud de la deformación, tanto como las dimensiones de la base.

2. Que el rozamiento en los nudos y su deslizamiento son la primera fuente de amortiguación.

En base a estos principios, para mayores presiones de viento, la amplitud de la deformación solo crece un 5% respecto a presiones normales. Estos dos principios han sido la base de los estudios dinámicos de las estructuras, y que surgen de la intuición e interiorización realizada por el equipo de Fazlur Khan.

Hacia 1967, Fazlur Khan empezó a considerar de utilidad la introducción de los sistemas de computación para los análisis estructurales. Fruto, a su vez, de la relación de la firma S.O.M. con IBM, al haber realizado la sala de computerización de la Universidad de Yale en New Haven. El edificio del John Hancok fue el primero en los que se experimentó la capacidad de este instrumento de cálculo.

Sin poner en duda su utilidad -siendo validos para analizar y optimizar elementos o para una mejor comprensión de sistemas ya preestablecidos-, Fazlur Khan ya advertía de la incapacidad de los sistemas de computación de proponer modelos equilibrados, al no poder detectar errores de concepción o ser capaces de resolver estructuras ilógicas.



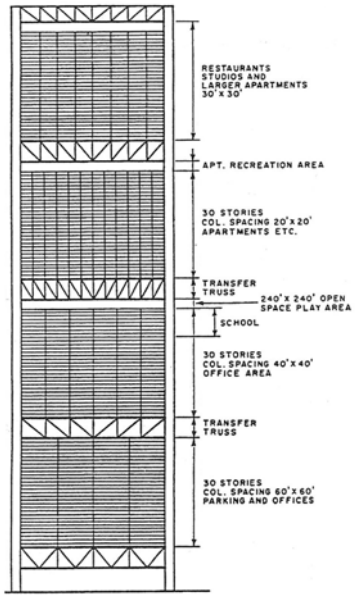
Bundled tube Torre Sears, Chicago.

5.6.4 Últimas nociones estructurales. (19)

A partir de 1972, con la finalización de las torres Sears, la atmósfera de la compañía varió. Debido al incremento exponencial de los encargos, así como del numero de personas de trabajo en la oficina, el desarrollo masivo de los proyectos alejó a Fazlur Khan de sus pretensiones investigadoras de nuevas soluciones estructurales.

Simultáneamente, las corrientes arquitectónicas estaban variando. Se empezó a efectuar, por parte de la crítica, una búsqueda mayor de imágenes y no tanto de coherencia estructural de los modelos. Durante esos años se produjo una corriente, en Estados Unidos, de negación de la ciudad. Se estableció, de forma rígida, un planeamiento que hacía de la clasificación de las zonas y su diferenciación -entre zona industriales, de comercio y de producción- el modelo de desarrollo urbanístico.

Fazlur Khan defendió un modelo de ciudad organizado por medio de edificaciones de usos mixtos, que ya habían experimentado, haciendo de esta variedad un bien para la ciudad.



La estructura envolvente de una supertrama permitiría el desarrollo de secciones de subtramas para usos diversos.

Dibujo de Khan, "Future of Highrise Structures",1972.

Frente a las críticas arrojadas sobre el sistema imperante de edificios en altura de que había llevado al límite sus posibilidades; a cierto agotamiento; y a la deshumanización de las ciudades por el incremento de su densidad, propiciando su desurbanizacion; sus estudios intentaron esgrimir el potencial carácter urbano de la civilización occidental.

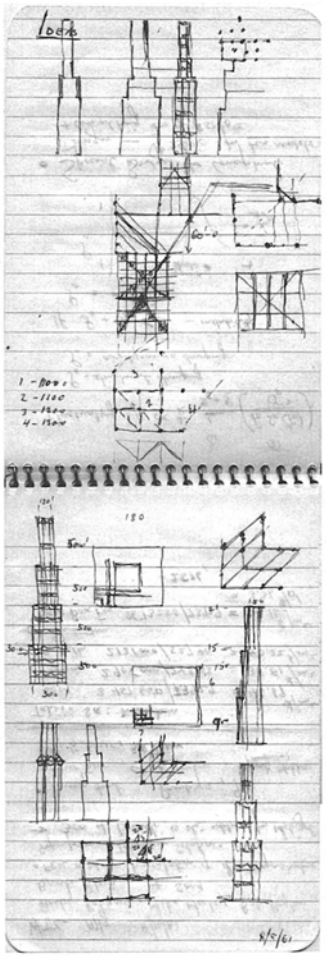
Estos posicionamientos no son ajenos al final de la guerra de Vietnam, y el descreimiento en la razón y la técnica, considerando que las bases de la Modernidad estaban agotadas. Los razonamientos posmodernos; el abandono de las ciudades, propiciado por el clima de enfrentamiento racial y de inseguridad; incidieron en el inicio de un periodo larga de confusión

Ello lleva a Fazlur Khan a alejarse de la órbita de Chicago, y buscar nuevas perspectivas y trabajos fuera de Estados Unidos; volviendo a establecer contactos con su país de origen.

El dilema de la esquina (20)

Uno de los problemas que intentó resolver Fazlur Khan, es la contradicción entre los esfuerzos de viento y los esfuerzos de gravedad en las esquinas de los edificios en altura. Mientras los esfuerzos de viento son máximos en los extremos, los esfuerzos de gravedad, que podrían contrarrestarlos, son mínimos. Esta contradicción, como ya hemos expresado anteriormente, surge en el desarrollo estructural del Hancock, que por efectos de rigidez y deformación estableció la misma dimensión de los pilares aunque sus solicitaciones y rigideces fueran distintas.

Retomando la tesis de 1953 de Myron Goldsmith, que de forma intuitiva, como hemos visto, desarrollaba esta problemática, F. Kahn establece un sistema mixto de acero y hormigón, con grandes vigas de atado cada 20-30 niveles. A fin de restringir las deformaciones frontales, establece una distancia de 50 pies (15 metros) entre los planos de fachada.



Estudios de Khan para un sistema etsructural tipo telescópico, apropiado par un edificio de 2.100 pies de altura.
(Cuaderno de notas de Khan agosto 1981)

Este sistema estructural propicia la posibilidad de disponer plantas libres intermedias, que permitiesen zonas de seguridad a efectos de protección contra la propagación de fuego así como la posibilidad de entrada de luz natural en el interior del edificio.

Los puntos de apoyo, en las cuatro esquinas, los concibe como un tubo estructural de hormigón armado de planta cuadrada o circular. Esta concepción la realiza entre los años 1970-1972. Siempre se alejó de la pugna por realizar la “la torre más alta”, detestando este reto. El suyo de carácter más intelectual, se refería a modelos nuevos de avance estructural de los edificios en altura (aquellos que superasen los veinticinco niveles).

Se reducía, igualmente, la presión del viento sobre el conjunto del edificio. Del estudio del edificio para el Hancock, Khan concretó que la máxima presión de viento se produce a una altura equivalente al 70 % de la altura total del edificio. Si en ciertos niveles se introducen huecos libres, la presión del viento se reduce considerablemente.

Esta optimización fue desarrollada en una estancia en Europa, a fin de dar una serie de conferencias. A su vuelta a Estados Unidos hace una

parada en Canadá, reuniéndose con su colaborador John Zils, que junto a Alan Davenport y Nick Isyumov analizaron los resultados del test de túnel de viento en la universidad de Ontario. Fruto de este estudio, Khan se entusiasmó con las posibilidades que este sistema podía producir. Así lo comunico a sus amistades, pudiendo generar estructuras con huecos que redujesen los efectos de viento canalizándolos. Todos estos estudios los realizó bajo el amparo del encargo del World Trade Center de Chicago.

En 1981 dicho proyecto, fruto de la depresión económica, se paralizó y con ello la cobertura que daba sustento a estos estudios de Khan y su equipo.

Después de una estancia en Seúl y Hong Kong, a fin de estudiar la posibilidad de desarrollar algunos proyectos, realizó una estancia en Yeddah. La mañana del sábado 27 de Marzo, después de una reunión para iniciar el anteproyecto de la Universidad Rey Abdul Aziz, se encontró mal con cierto dolor en el corazón. Sufrió un fuerte ataque y falleció una semana antes de su cincuenta y tres cumpleaños. (21)

Estos últimos estudios son los antecedentes, como veremos por los razonamientos que se expondrán, de dos proyectos construidos, relevantes en la historia de la arquitectura de finales del siglo XX, que se adjuntan:

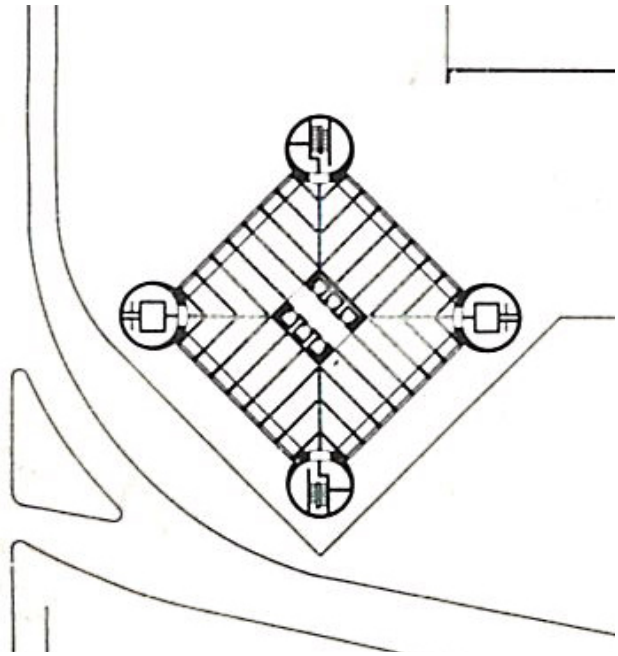
- Hong Kong y Shanghai Bank de Norman Foster, 1979-1986.
- Sede de los Caballeros de Colon, de Kevin Roche-J.Dinkeloo, 1966-1970

Sede de los caballeros de Colon, New Heaven, 1966-1970 (22)

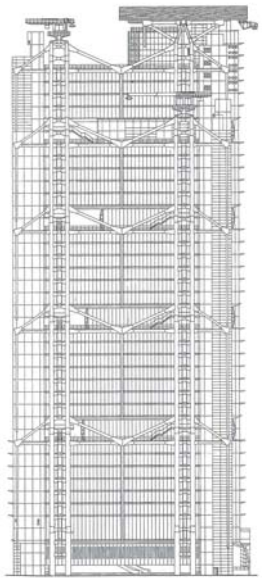
Una planta cuadrada de 70 pies de frente fachada; cuatro grandes pilares circulares de 6 metros de diámetro; y un núcleo central de ascensores a 40 pies de los planos de fachada de la torres conforman su orden estructural.

Toda la estructura se ejecuta en acero corten. si bien las cuatro torres no son del todo estructurales -dado que el apoyo se produce por medio de dos vigas de acero: una sobre el plano superior de las vigas secundarias y otra sobre el plano inferior de las mismas vigas- la rigidez del conjunto, tanto a torsión como a efectos de viento, se fundamenta en la inercia de estos núcleos circulares, en los que se ubican servicios y escaleras.

La diafanidad del conjunto viene interrumpida por la posición de los núcleos de comunicación centrales, aunque la fuerza formal del conjunto, por las fotografías que se adjuntan, es evidente.



Planta de la Torre de los Caballeros de Colón.

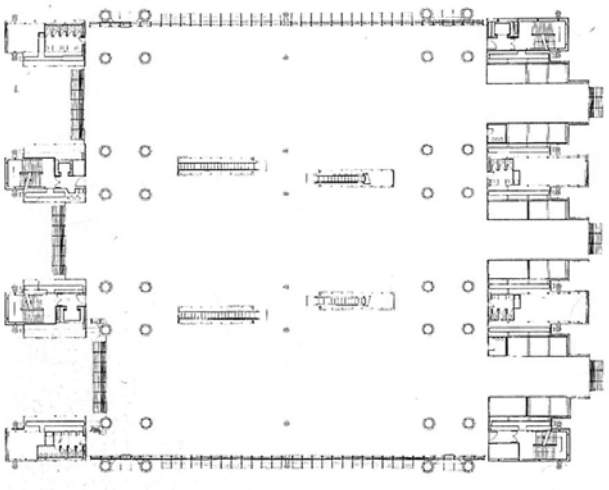


Alzado Norte a Statue Square. Sede de la Hong Kong y Shanghai Bank

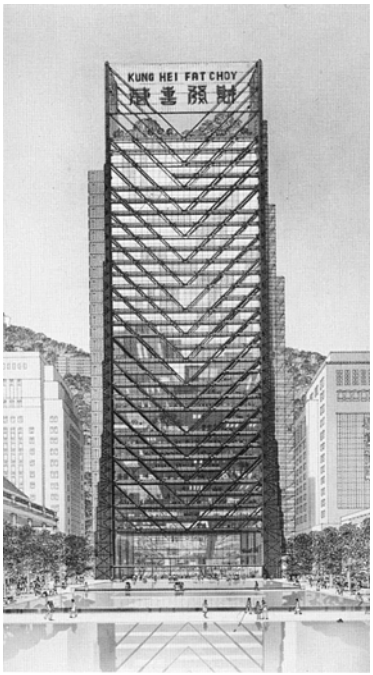
Kevin Roche nacido en Dublín en 1922. Ingresó en el despacho de Eero Saarinen en 1950 hasta que en 1960 se asoció con John Dinkeloo para continuar al frente de este despacho tras la muerte de Saarinen, en 1961.

Sede de la Hong Kong y Shanghai Bank

Con una planta cuadrada, de 45x55 metros, se resuelve por medio de tres volúmenes de 10 metros de anchura y 45 metros longitud. 4-5-6-7 niveles, decreciendo en proporción a la altura, quedan suspendidos de vigas de gran canto, separadas entre si 5 metros, que se sustentan por medio de tirantes a tracción en el centro del vano. Cada uno de los tres diferentes volúmenes tiene alturas distintas 28, 41 y 35 niveles, siendo el central el de mayor dimensión. Cuatro columnas circulares, con intereje de cinco metros, sirven de base de apoyo y arriostramiento de todo el conjunto.



Planta tipo en el 15 nivel.



Dibujo del primer proyecto de Norman Foster para el Hong Kong Bank & Shanghai Bank Building.

Si analizamos los dibujos con que Norman Foster ganó el concurso y la evolución del sistema estructural, comprobamos que vamos acercándonos cada vez más a las hipótesis que estableció Fazlur Kahn en sus últimos estudios de estructuras para edificios en altura. El concepto de espacio libre central; la posibilidad de entrada de luz natural al centro del edificio; la realización de espacios de entrada libres de elementos de apoyo; la distancia máxima de 50 pies entre elementos de arriostramiento; y vigas de atado trianguladas; se encuentran aplicadas en este edificio. La fuente directa de

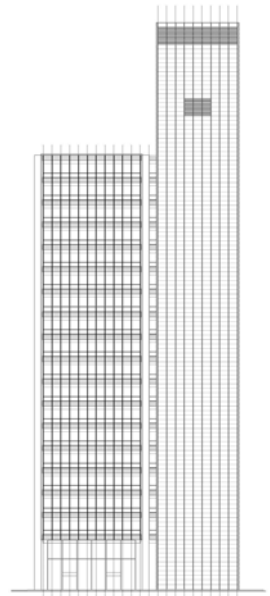
este edificio se encuentra en los bocetos que se han presentado, de la mano de Fazlur Kahn.

5.7 Inland Steal Company. Chase Manhattan Bank.

Gordon Bunshaft nació en 1909, en Buffalo, Nueva York. Se licenció en 1933 en MIT (Massachussets Institute of Technology). En 1935 obtuvo el grado de master en la misma escuela, e ingresó como arquitecto en la oficina de Nueva York de la empresa S.O.M. (Skidmore, Owings & Merrill).

Su historia está directamente ligada a la empresa norteamericana en la que desarrolló casi todos sus proyectos. En primer lugar como arquitecto y, posteriormente, como arquitecto y socio/director, donde trabajó durante 42 años, hasta 1979.

El éxito obtenido a lo largo de los años 50, muy marcado por el paradigmático Lever House, le proporcionó muchos encargos importantes. En los primeros años de la década 60, la empresa experimentó un crecimiento económico y comercial significativo. Bunshaft pasó a tener la responsabilidad de dirigir los encargos como proyectista y también como administrador, dominando todo el proceso. Estos cambios se reflejan en los edificios construidos, principalmente en aquellos institucionales con baja altura.



Alzado principal Inland Steel Company.

5.7.1 Chicago Inland Steel Company 1958.

Mucho se ha escrito sobre la influencia o la sombra de Mies sobre la obra de Gordon Bunshaft; pero más allá de las imágenes y de la semejanza, al estudiarlo con detalle se percibe que el grado y la forma de plantear la relación de estructura y cerramiento son muy distintas.

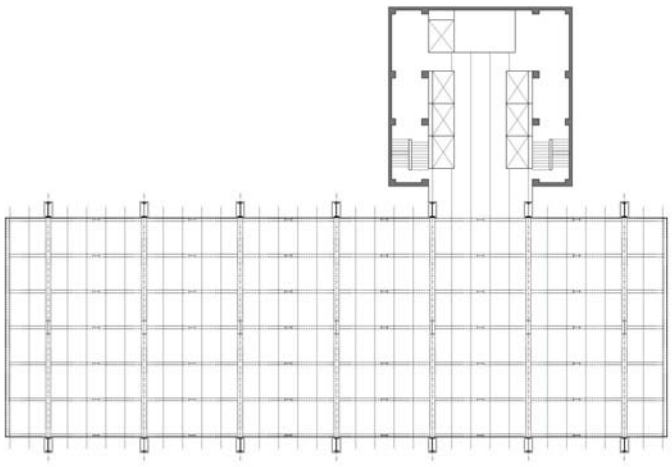
El Inland Steel Company es un caso aislado donde la posición del edifico, dentro de la trama del LOP de Chicago, determinó un tipo de edificio de oficinas único en su configuración.

El solar, de 58,50 x 36,50 m de anchura, se ubicaba junto a un edificio másico de la mejor arquitectura ecléctica de los años 20 en Chicago. La propuesta se compone de una torre de 15 x 15 m y 25 alturas, donde se alojan

los sistemas de instalaciones, ascensores y servicios, imponiéndose una compartimentación por planta en cada uno de ellos.

El cuerpo de oficinas, de 19 niveles, se desarrolla sobre una planta rectangular, libre de pilares, de 18 m de anchura y 54 m de longitud. La estructura la componen 7 pilares de igual dimensión que las jácenas perfil (1.100 x 400 x 499), situados a una distancia de 7,88 m y dos extremos en voladizo de 3,49 m. Como sistema secundario se sujeción, 7 jácenas de perfil (530 x 210 x 138) con un intereje de 3 m, conforman la retícula estructural del edificio. Todo ello generando un módulo base que, en orden de magnitud, será constante en el resto de edificios de oficinas. Esta composición arquitectónica permite la máxima libertad de distribución interior, situando la servidumbre de instalaciones en cada uno de los módulos de 1,57 m.

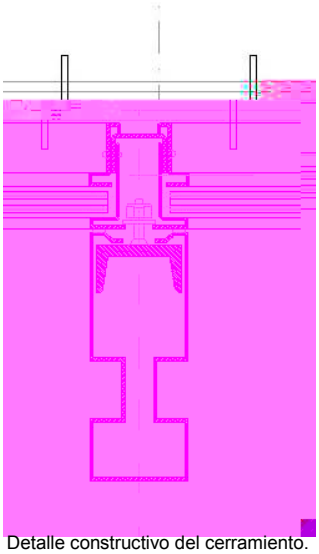
Según fotografías del proceso de construcción, la estructura de acero se revistió de hormigón en masa para mejorar la protección que, a su vez, fue protegido por un panel de acero inoxidable.



Esquema estructural planta tipo.
Inland Steel Company.

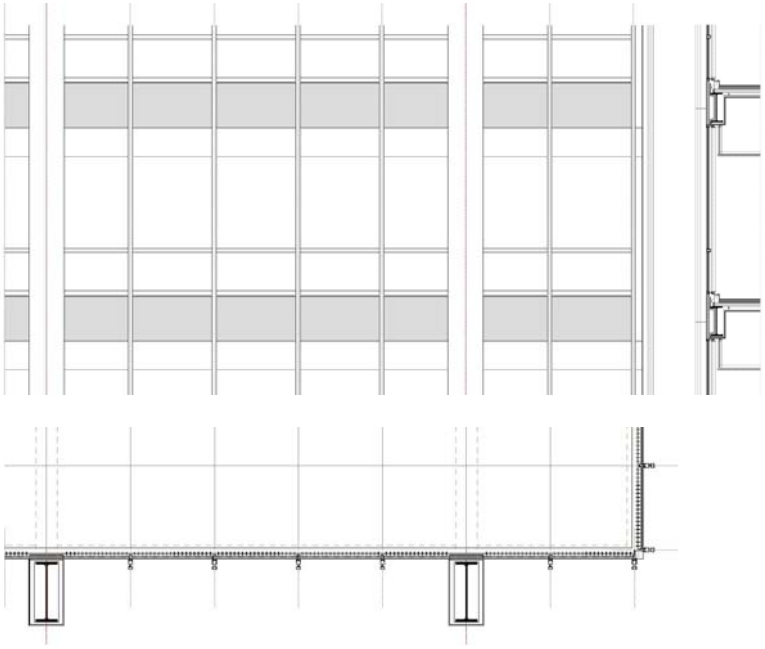
La base del cerramiento es un perfil de acero inoxidable (UPN de 70 mm), que sirve de soporte rígido a una chapa doblada de acero inoxidable de aproximadamente 5 mm de espesor que conforma las guías para las plataformas de limpieza de los ventanales. Como podemos ver en los detalles, todo el resto de la carpintería y del cerramiento se desarrolla siempre bajo la

técnica de la chapa plegada, en contraposición a lo que podría ser la construcción por medio de perfilería cuadradas o rectangulares. Es en este detalle, muy elaborado, donde podemos encontrar la distinta forma de trabajar el cerramiento de Gordon Bunshaft respecto a Mies.



Detalle constructivo del cerramiento.
Inland Steel Company.

A la manera clásica, la planta de acceso es vez y media de altura de la planta tipo, de 5,50 m de altura. Produciendo un espacio de vestíbulo a escala humana, de 9,00 m de altura. La altura libre entre plantas es de 4,00 m, dejando en su interior espacios de altura de 2,70 m, con un falso techo de panel acústico de metal perforado. Es destacable que todo el sistema de convección de aire se desarrolla a través de un rectángulo de 15 cm de altura por 10 cm de espesor. La posición del forjado celular metálico, por encima de la jácena secundaria, permite una continuidad transversal de toda la planta, convirtiéndose en los conductos de inducción de aire. Todo este sistema, le permite tener un antepecho -de la zona acristalada- bajo, produciendo el engaño visual de que el antepecho no es tal, sino el recubrimiento de la jácena secundaria.



Cerramiento, módulo tipo. Inland Steel Company.
Alzado, sección longitudinal y transversal.

Edificio U,S. Steel, One Liberty Plaza,
Nueva York.
Fotografía tomada en octubre 2010.

Edificio U,S. Steel, One Liberty Plaza,
Nueva York.
Vista general.
Fotografía tomada en octubre 2010.

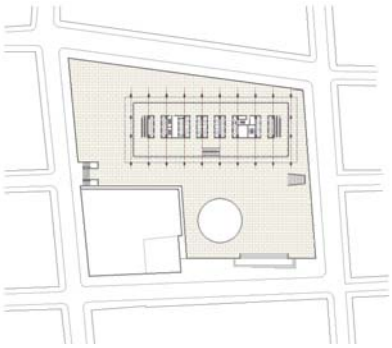
En sentido contrario, los S.O.M. emplearon esta solución cuando las jácenas de gran canto no están internas al edificio, sino que pasan al exterior. En este caso, no con 1,10 m de altura, sino incrementándola hasta 1,91 m a fin de que la proporción hueco vacío sea 1/1. Esta solución conlleva en el U.S. Steel One Liberty Plaza de New York, un intereje de los pies derechos del orden de 13,00 m, duplicando -como podemos comprobar- la distancia del intereje del Inland Steel Company.

Esta concepción estructural, así como la posterior evolución de los edificios desarrollados por los S.O.M. dirigidos por Gordon Bunshaft no puede entenderse sin la aportación de otros miembros de los S.O.M.: Bruce J. Graham, Myron Goldsmith y, sobre todo, Fazlur R. Khan.

Bruce J. Graham comentó, en una de sus últimas entrevistas, la distinta concepción que tenía, del acabado del edificio, con Gordon Bunshaft. En ese momento, Bunschaft estaba desarrollando el Chase Manhattan de Nueva York (1957-1961) -como se analizará a continuación- cuando propone una distinción cromática de los diversos planos. Fue Giedion quien convenció, a la oficina de Chicago de los S.O.M., de que el edificio debía desarrollase en un único material: el acero inoxidable en distintos acabados.

La solución estructural les llevó a establecer un estándar de aproximadamente120kg/m^2 de acero; estándar que redujeron posteriormente. (Jhon Hancock Center, Chicago 145 kg/m2)

5.7.2 Chase Manhattan Bank 1957-1961

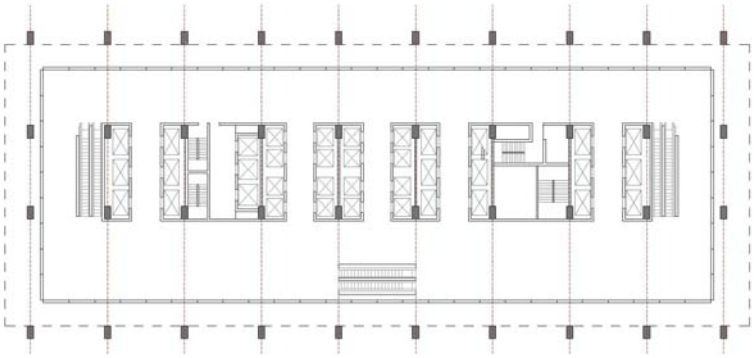


Planta general, plaza acceso.
Chase Manhattan Bank

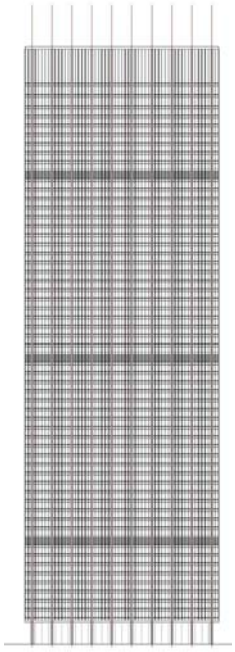
El edificio de 60 plantas, se desarrolla en planta con un rectángulo de 30 x 80 m. Se apoya sobre una plataforma, a modo de basamento, que resuelve los desniveles existentes en el solar, de compleja topografía. La situación y precisión de la cota de entreplanta inferior resuelve un problema funcional: las galerías comerciales, dejando libre un espacio público de gran calidad en la abigarrada trama urbana del South de Nueva York.

El edificio, de forma extraña, es heredero en parte de Inland Steel Company. Pero, como se verá, son muchas las diferencias de construcción y de planteamiento estructural.

Se resuelve por medio de 10 pórticos de 3 vanos de 13,00 m, 9,00 m y 10,00 m de luz a ejes de pilares; y 8,40 m de distancia entre pórticos. Este intereje, a su vez, se subdivide en 6 módulos de 1,40 m, base de la modulación de fachada.



Planta tipo,
Chase Manhattan Bank



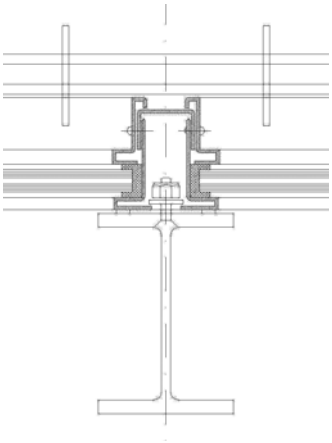
Alzado lateral desde plataforma.
Chase Manhattan Bank

Al igual que en Inland Steel Company de Chicago, las vigas principales son de 1,00 m de canto, situadas cada 8,40 m, con equivalencia de inercia de los pilares. Deducimos -de la documentación- que en esas vigas las alas son más reducidas, dado que han de permitir la subida de los montantes de instalaciones que se sitúan en el orden de los pilares. Aparece aquí la primera contradicción de la vinculación de instalaciones con pórtico estructural que no aparecía en el Inland Steel Company.

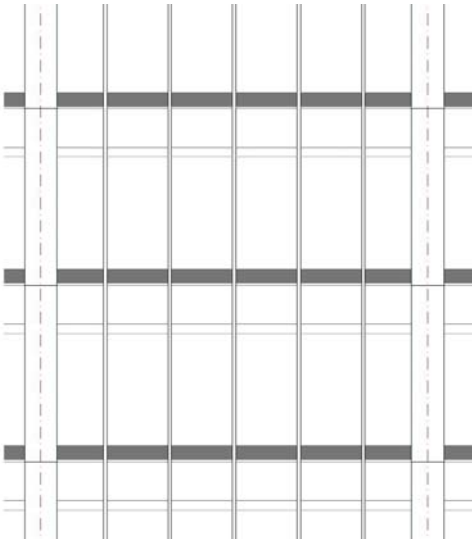
Podemos hacer la hipótesis, dado que los S.O.M. trabajaban, sobre todo, por orden geométrico, que mientras las vigas secundarias son de 480 x 10 mm y 2 mm de espesor, las vigas principales son de 90mm x 20 mm. Considerando que la anchura del ala del pilar es de 50 mm da origen -en sus bordes- al paso de los montantes de instalaciones. Mientras en el Inland Steel Company la rigidización se realizaba con UPN de acero inoxidable, recubiertos de planchas de acero inoxidable plegada; en el Chase Manhattan se resuelve a través de dobles T extrusionadas de aluminio, de 180 x 250 mm, con un espesor de 30 mm de ala. Esta doble T es el bastidor rigidizador de todo el

cerramiento ya sea con plancha de aluminio negro o plancha de aluminio lacada en blanco.

Toda la carpintería se resuelve a través de perfiles extrusionados de aluminio, tal y como se puede ver el la documentación adjunta.



Detalle constructivo del cerramiento.
Chase Manhattan Bank



Cerramiento, módulo tipo. Chase Manhattan Bank

Cabe recordar que el Seagram Administration fue realizado durante los años 1954-1958. Los perfiles en doble T, en bronce, de Mies tienen una dimensión de 140 x 180 mm y 6 mm de espesor.

Tanto en la dimensión como en la posición de la estructura -extraerla fuera del plano de fachada acentuando la verticalidad del conjunto- es la característica más importante que distingue la obra de los S.O.M. de la obra de Mies en edificios en altura.

Por hacer una metáfora, estaríamos por un lado resaltando un orden estructural más gótico -en el caso de Gordon Bunshaft- frente a un plano más uniforme, lleno de sutiles sombras, en forma de estrías de columnas.

Después de estas dos construcciones ni en Nueva York, ni en Chicago volvieron a ejecutar esta solución estructural de estructura de pilares continuo y fuera del plano de fachada.

Como dato que avala la concepción geométrica de las proporciones, se puede constatar que las dimensiones de los pilares de fachada en el Inland Steel Company son muy semejantes a las del Chase Manhattan Bank, mientras que las cargas que soportan cada uno de ellos están en la proporción 1/3. No se poseen datos concluyentes sobre la composición de esos pilares, pero puede suponerse que el espesor de las planchas de acero internas serán triples en uno que en otro. Es posible que este sistema de pórticos tenga su límite en altura, justamente en las 60 plantas del Chase Manhattan Bank.

Estos dos ejemplos -aparentemente iguales conceptualmente pero con sistemas de instalaciones; estructuras; composición en planta; y escalas distintas- tienen en común la forma moderna de resolver las entradas de los edificios: dos módulos base en voladizo que eliminan el problema del pilar de esquina, manteniendo en ambos una dimensión del plano de basamento de 9,00 m de altura.

Esto es, sin duda, herencia del análisis del desplazamiento del pilar en esquina y su problemática estudiado por Fazlur Khan.

Chase Manhattan Bank, 1957-1961.
Nueva York.
Imagen del basamento.
Fotografía tomada en octubre 2010.

6

La pervivencia de Beaux-Arts. Dos obras de Gordon Bunshaft

6. LA PERVIVENCIA DE BEAUX-ARTS. DOS OBRAS DE GORDON BUNSHAFT

BEINECKE RARE BOOK YALE UNIVERSITY NEW HAVEN Y THE LYNDON BAINES JOHNSON.

En el capítulo anterior hemos podido constatar que las experiencias realizadas en la construcción de la ciudad americana por parte de los S.O.M, y centrándose fundamentalmente en la tradición de la construcción de los edificios en altura, no puede deducirse que sea una trasposición directa de las ideas de Mies Van der Rohe, si bien hemos podido constatar que el espíritu que Mies estableció desde la Escuela del Illinois Institute de Chicago si que tiene una fuerte influencia en los trabajos de los S.O.M.

En este capítulo estudiaremos en detalle dos obras de Gordon Bunshaft que dentro de la firma de los S.O.M., por su escala y el carácter de sus edificios fundamentan un estudio pormenorizado de los mismos.

El valor poético de los mismos, su síntesis con la tradición de Beaux-Arts de la escuela americana, basados en la las enseñanzas de la Escuela de Harward en donde se formo G.Bunshaft hacen de estas obras y con mucha mayor intensidad la Beneicke Rare Lybrary de Yale como las obras fundamentales de la tradición Moderna construida.

Se desarrollarán los antecedentes de las hipótesis que llevaron a su construcción; de la toma de datos in situ se verá la precisión y la variedad de materiales así como la métrica que la acompaña su innovación de trazas, concepción estructural, materialidad; todo esto acerca a un concepto de grandiosidad o de una nueva monumentalidad de gran intensidad constructiva y emocional.

En la segunda parte de este capítulo coincidiendo con una de las últimas obras de G. Bunshaft, se constatará la métrica, orden, planimetría y sistema constructivo de la Lyndon B.Johnson viendo como ancla sus orígenes en las raíces mas ancestrales de la arquitectura. Este análisis se llevará desde la construcción más avanzada a la concepción más mística que proporciona una tradición de monumentalidad olvidada en nuestros días.

6.1 Beinecke Rare Book

Entre 1960-1961 Gordon Bunshaft desarrolló el Yale University Computer Center. Esta construcción tuvo dos implicaciones. Una de ellas, la introducción en la organización de los S.O.M. de la computerización de los cálculos de estructuras fomentada por Fazlur Khan y una segunda implicación que supuso entrar en contacto con la Yale University.

Entre 1960-1963 Bunshaft trabajó en un segundo edificio a Yale la Beinecke Rare Book Library.(1)

Los hermanos Beinecke propietarios de la empresa de construcción (Fuller Construction Company) coleccionaron libros raros y manuscritos que donaron a su vez para su mantenimiento a la Stirling Library. La falta de espacio para la exposición y archivo de los manuscritos implicó que los hermanos Beinecke hicieran la donación de un nuevo edificio.

El director de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Yale en ese momento era Paul Rudolph y concibió que el mejor sistema para la elección del arquitecto debiera ser el de un concurso restringido a cuatro conocidas firmas de arquitectura. La demanda de Rudolph, Gordon Bunshaft la rehuyó por completo. Las causas de este rechazo fueron esgrimidas a Paul Rudolph bajo el razonamiento de que su método de trabajo se fundamentaba en una relación directa con los propietarios. Siendo necesario para él el conocimiento del programa y el diálogo con los clientes; y que no se consideraba capaz de desarrollar las ideas de un edificio basadas estrictamente en cuatro folios de programa. El concurso se celebró sin la participación de Gordon Bunshaft y el ganador del concurso tuvo una triste relación con la propiedad y un diseño que la propiedad consideró inadecuado.

Si se consideran las propuestas arquitectónicas de Paul Rudolph y los planteamientos de Gordon Bunshaft, éste debió intuir que nunca sería el ganador del concurso, dado que las propuestas arquitectónicas de Paul Rudolph habían iniciado ya el camino desde la Escuela de Arquitectura de Yale de lo que, ya en esa época, se empezó a llamar movimiento “brutalista”.

Ante esta desavenencia, las autoridades de Yale propusieron a la Fuller Construction Company que se pusiera en contacto con Bunshaft para desarrollar el trabajo.

El programa del edificio era relativamente sencillo, necesitando exclusivamente espacio para unas necesidades de 800.000 libros, zonas de exposición, lectura y administración.

Comenta Carol Herselle Krinsky (2) en la monografía de Gordon Bunshaft, que el arquitecto tenía en mente desde el inicio la construcción de un conjunto de columnas de vidrio que en su interior alojasen los libros y de esta forma controlar su temperatura y grado de humedad y en segundo lugar, que estas columnas de libros fueran el centro de todo el espacio. El recuerdo de la biblioteca gótica de la catedral de Rouen en Francia con el efecto de una luz tamizada a través de vidrieras de colores a la manera gótica le hicieron cambiar la idea original de un edifico de acero y vidrio transparente por un edificio de atmósfera gótica. No tenía resuelta aún la técnica, ni el cómo pero sí expresó a los hermanos Beinecke esta idea.

Este edificio presenta una realización que tal vez será muy atrevido afirmar de final de época y experimentación en cambios de tipo, que es necesario pormenorizar en este recorrido de la tradición de Vanguardia construida. Subsiste en toda la Modernidad una búsqueda de la ingravidez, lo que en términos filosóficos sería la traslación de la construcción a la utopía conceptual. No es que en el campo de la arquitectura sea una necesidad establecer la experiencia, sino que debido a su intensidad, su traslación a conceptos no hace más que otorgar un empobrecimiento del contenido.

6.1.1 Doble volumen: El telar de fachada.

La Beneicke Rare Books, 1963, en New Haven, junto con el Memorial Lyndon B. Johnson, 1971, en Austin Texas, llevan sus últimos trabajos a un nivel de monumentalidad y evolución de los sistemas constructivos difícil de igualar al compaginar gravedad, espacialidad y atmósfera de manera hasta entonces no desarrollada.

Se debe recordar que los muros y la gravedad de los mismos desde la cultura egipcia y griega hasta nuestros días eran la base de la composición

del recinto, y en este caso G. Bunshaft desarrolla el recinto no solo en planta sino en sección.

En ambos edificios G.Bunshadt introduce el sistema del doble volumen, o el volumen en el interior de otro volumen.

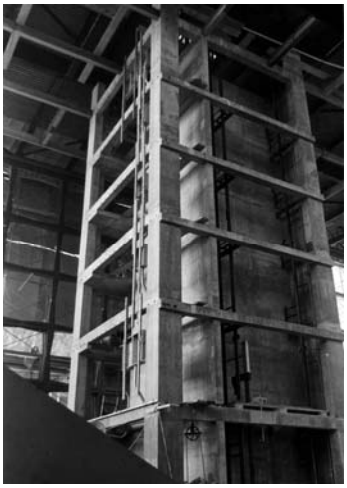
En New Haven (1963) el sistema se basa en malla estructural de acero, en el caso de Austin (1971) se realiza en estructura de hormigón in-situ y hormigón postesado sobre la base de testeros rígidos de hormigón. En sentido contrario, en la Rare Books el sistema gravita sobre cuatro basamentos de columnas troncocónicas de pequeña dimensión 2,60 x 2,60 m articulado sobre un cilindro de bronce de 7 cm de espesor y 30 cm de diámetro.

Dadas las características mecánicas del bronce esta pequeña articulación tiene una capacidad máxima en el periodo elástico de 1200 T, transmitiendo en el capitel de 27 cm de altura y en el basamento de 96 x 96 cm los esfuerzos a la columna de hormigón y acero revestida por dos sillares de granito. Esta es una solución estrictamente formal, dado que en el plano inferior la dimensión estructural de la misma es de 3 x 3 pies, es decir, la transmisión de esfuerzos se realiza directamente sobre la base de 96 x 96 cm, por lo que considerando el periodo elástico del hormigón, esta sección tiene una capacidad portante equivalente a la sección de bronce. La conformación del pilar en acero lleva implícita la compatibilidad de deformaciones de ambos materiales.

Fotografía de archivo.
Detalle del punto unión de estructura horizontal y el soporte.

Imagen de archivo.
Estructura interna de la columna troncocónica.

Fotografía de archivo.
Trabajos de cimentación y ejecución del patio enterrado de Beneicke Rare Books.(3)



Fotografía de archivo.
Fotografía muros de caja de ascensor.

Fotografía de archivo.
Perfiles de bronce del cerramiento del archivo de libros.

¿Por qué este revestimiento de la columna de hormigón con dos piezas de granito de 2 metros de altura y base de 2.60 metros?

Una respuesta probabilística estaría basada en la malla abstracta de todo el conjunto de losas de granito de 1,32 x 1,32 metros que establece todo el orden métrico del edificio, tanto en planta como sección.

No se puede afirmar en estas obras que se esté trabajando el espacio de gran dimensión, aunque las distancias de 39 x 26 metros no son cantidades que podamos minusvalorar pues ambas pueden interpretarse como el cofre que guarda un objeto precioso, transformando la acción de guardar en un objeto de culto.

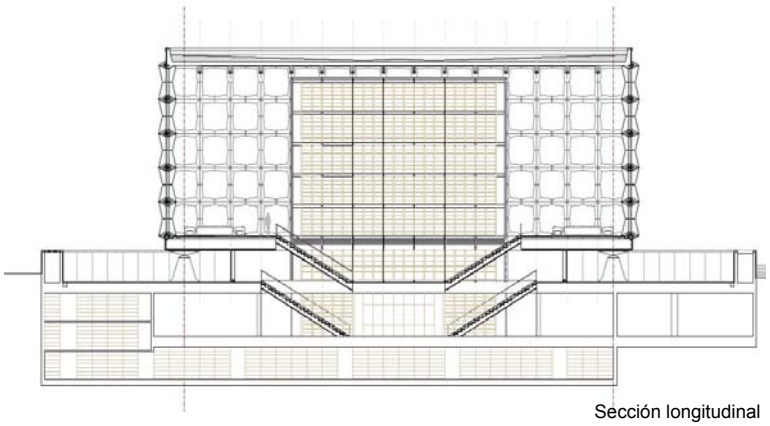
Sobre la planta.

La planta se desarrolla en un rectángulo de 10 x 15 módulos de 2,60 metros (26 x 39 m) y 5 módulos de altura, el prisma gravita sobre los cuatro apoyos descritos.

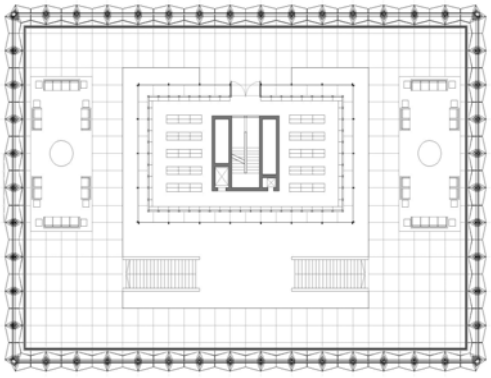
En el interior de este volumen se inserta, sin contacto con el contorno masivo, un prisma de 4 x 7 módulos en planta y 4,50 módulos de altura sustentado por perfiles de aleación de bronce extrusionado de 12 mm de espesor y de 10 x 80 cm de sección, aumentando la rigidez del ala externa mediante dos pequeñas alas de 12 x 2 mm. Con intereje de 2,60 metros en planta y 2,40 m en altura, se establece la dimensión del vidrio que transparenta la zona de los libros.

Dos escaleras de 2,60 metros de anchura simétricas siguiendo la malla modular acceden al plano principal y único de la sala.

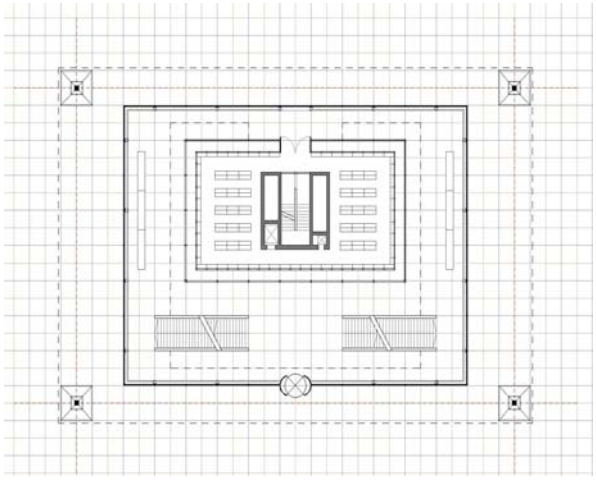
La sala es simétrica en todos sus aspectos, muebles y vitrinas de exposición de libros, éstas están apoyadas sobre peanas de acero, que sirven de paso de instalaciones para mantener las condiciones de exposición de los manuscritos centenarios. Está envuelta en un ambiente traslúcido de mármol blanco que otorga una atmósfera metafísica a todo el conjunto. Todo es concebido como una joya.



Sección longitudinal



Entreplanta



Planta de acceso

El telar de la fachada. La articulación.

La descripción que a continuación se expone, se basa en la observación in situ y toma de datos realizada en la visita al edificio en octubre de 2011. La observación en detalle de la misma y un trabajo de deducción planimétrica hace que se deba tomarla más como hipótesis probabilísticas que como una certeza basada en archivos.

Una malla de perfiles IPE 300 reforzados con 1/2 IPE 300 en los nudos, es el esqueleto al cual se anclan en su interior piezas de hormigón prefabricado abujardado de sección variable y articuladas en el centro del vano. Al exterior, anclada a la perfilería de acero, una cantería de granito en cuatro unidades es la base de una plementería de piezas de mármol translúcido que según los planos de proyecto, se proponía en cuatro piezas pero que, en la realidad, es de una sola unidad de 2,60 x 2,60 m de 4 cm de espesor, a ejes, enmarcado sin atornillamiento por pletina de bronce de 10 cm de anchura.

Fotografía de archivo.

Fotografía de archivo.
Montaje estructura de acero en cerramiento Beneicke Rare books.

En las publicaciones de esta obra se habla del cerramiento realizado con una malla de acero, pero no se debe descartar que en su inicio la misma estuviera también conformada tomando como base los perfiles de bronce que componen la estructura del almacén de libros, asegurando la no corrosión de los mismos, sabiendo que Gordon Bunshaft tal y como explica su compañero Bruce Graham, era más dado a convencer a los clientes de la idoneidad de las soluciones planteadas independientemente del coste, frente a las tesis de Bruce Graham de buscar soluciones atendiendo al coste de ejecución.

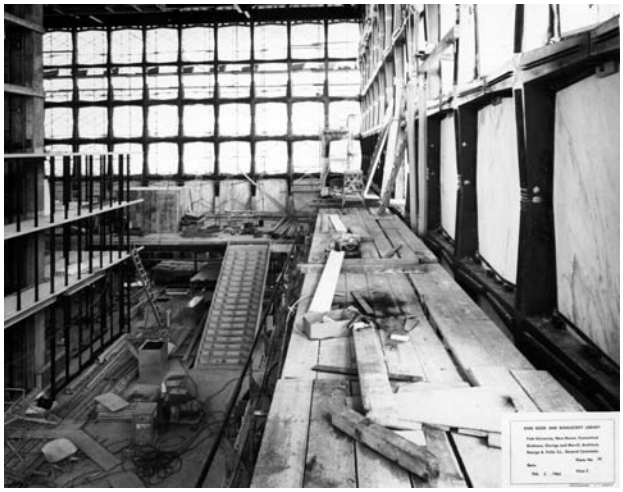
Se debe deducir por ello que el sistema de montaje debió implicar un esfuerzo de ejecución y manufactura considerable, como se puede comprobar en las fotos que se adjuntan.

¿Cuál es la razón posible de utilizar hormigón prefabricado acabado a la bujarda fina y en cambio al exterior revestir los perfiles con piezas de granito?

Se puede considerar que el sistema de hormigón prefabricado supone el grado necesario de rigidez de la malla estructural. Se empotran los nudos y articulan los centros de vano, siguiendo las enseñanzas de Maillart de la articulación de los nudos de hormigón, solución que desarrollarían posteriormente en el Banco de Bruselas.

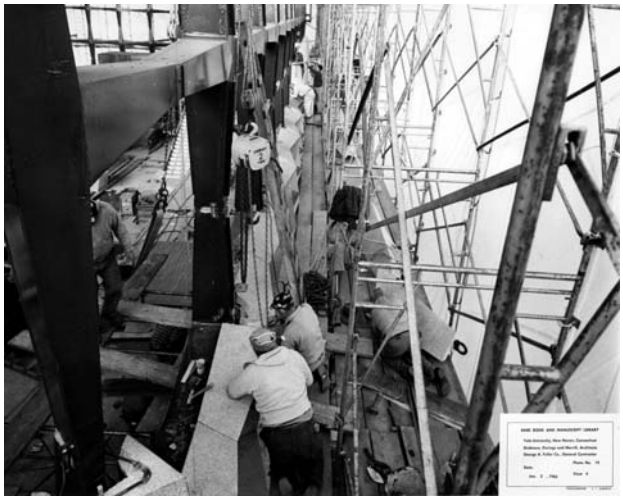
El exterior, de base triangular, se reviste de piezas de granito con piezas de canto interno de sección variable pero manteniendo una relación 1/2 entre la sección de hormigón y la de granito, así como las juntas de los nudos nos aclaran más aun el papel de revestimiento de cantería de estas unidades. Las fotos en construcción indican, que el recubrimiento está planteado como una solución a las medidas de protección contra incendios de la estructura de acero.

La plementería está realizada por una placa de 4 cm de mármol translúcido. Dadas las características térmicas de la zona, tan solo la disposición de los sistemas de inducción de aire en la base del cerramiento, genera una cortina de aire a lo largo del mismo, evitando la condensación que se produciría en su interior. Se debe recordar que una doble capa de mármol translúcido, aun siendo de placas semejantes, hubiera disminuido el efecto de transparencia.



Fotografía de archivo.
Montaje del cerramiento de Beneicke Rare Books.

Fotografía de archivo.
Colocación de piezas de mármol translúcido.



Fotografía de archivo.
Perfiles de acero van revistiéndose por piezas de hormigón prefabricado.

Esta solución de revestimiento de mármol fue el resultado de un largo proceso donde la primera elección fueron piezas de ónice procedentes del Perú con una dimensión de 54 x 54''. Si bien el grado de transparencia es mayor, las dimensiones a las cuales podía llegarse eran menores incluso que las establecidas en proyecto y hubiera necesitado otro orden de plementería para el edificio.

Se estudió asimismo la posibilidad de realizar el cerramiento por medio de piezas de alabastro. En este caso, el condicionante del tamaño y sobre todo la degradación del material a las fuertes condiciones climáticas de New Haven lo hacían no apropiado.

Podría ser que de su estancia en 1955 en Estambul para construcción del hotel Hilton, recordase los grandes mármoles translúcidos del complejo de Topkapi. Al final, casi de forma desesperada, un suministrador de Vermont le propuso un tipo de mármol que el propio Gordon Bunshaft describió "demasiado amarillo y negro" aunque sin duda dramático.

6.1.2 Instalaciones.

La inducción desde el perímetro tiene el retorno en el núcleo central de los libros. Como se puede apreciar en la planta, en el interior de este núcleo y con el fin de arriostrar todo el conjunto, se ubica una escalera interna y grandes conductos de instalaciones.

La racionalidad de esta composición se basa tanto en este rigor geométrico como en la necesidad de establecer unas condiciones de humedad y temperatura constante para el almacenamiento de dichos libros. En su momento se comentarán las semejanzas y divergencias con la biblioteca de Sep Ruf de Munich.

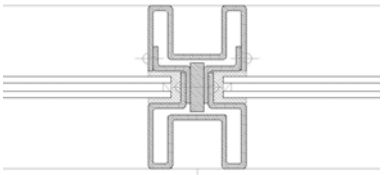
El bloque de archivo atraviesa el hall de entrada llegando hasta la zona de estudio de los investigadores que recae sobre el patio enterrado. Se debe apuntar que G.Bunshaft sitúa la maquinaria de climatización entre el basamento de la calle y en el muro que encierra el recinto en donde se apoya el conjunto. Valga a su vez informar que la calle tiene una pendiente reducida estableciendo, como gran arquitecto, la precisión del plano de basamento en

relación con la ciudad y los entornos de los edificios neoclásicos de esta parte del Campus de Yale.

Si se observa el plano de situación, se comprobará la fijación del eje entre las cuatro columnas y el cerramiento vidriado del basamento enmarcando la puerta de entrada del edificio central, ubicando con sutileza de simetría en el lado contrario una escultura de Calder.

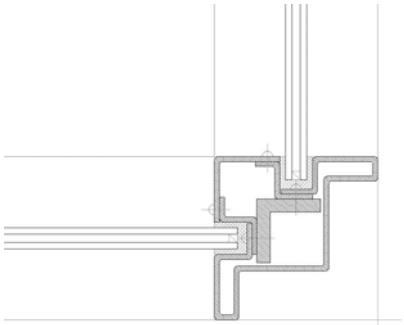
Tan solo un conocimiento muy interiorizado de la base de la arquitectura clásica: proporción, métrica, plano de basamento y construcción adquiere en este edificio una traslación a la Modernidad. La postmodernidad intentó soslayar y ocultar esta traslación de conceptos y formas atemporales de la arquitectura, sin la necesidad de la mimesis de imágenes derivadas de sistemas constructivos distintos, sacrificando la racionalidad y funcionalidad a un puro proceso de reproducción de imágenes.

6.1.3 Construcción: De la técnica del plegado de plancha.



Detalle carpintería, técnica plegado de chapa. Cerramiento planta acceso Beinecke Rare Library.

Se debe llamar la atención sobre el sistema de cierre por medio de plancha doblada de bronce. Enmarcando la modulación de 2,60 metros, 2.40 metros de altura, la superficie vidriada se engarza por medio de pletina de 30 x 8 mm por medio de un sistema de una sola plancha plegada, generando una estría de sombra 15-30-15 mm. Este mismo orden se reproduce en el interior.



Detalle de carpintería en esquina, técnica plegado de chapa. Cerramiento planta acceso Beinecke Rare Library.

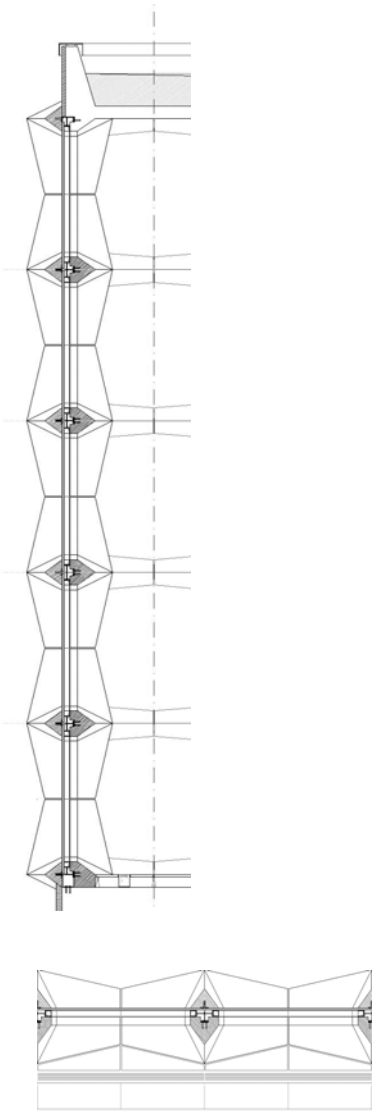
Este sistema de construcción implica no jalonar con el mismo orden el marco superior e inferior puesto que daría origen a un complicado sistema de unión, factible cuando se trabajan perfiles huecos o macizos de acero generando el marco habitual en la obra de Mies Van der Rohe. Pero no así, cuando se utiliza el plegado. Es por ello, que las líneas horizontales se cierran por medio de un tubular continuo de 30x15 mm.

Separados 4 cm del cerramiento y en un orden de métrica doble 5,20 metros se jalonan en conductos de chapa de bronce de 22,5 x 22,5 cm, la implementación de los conductos de instalaciones e inducción de la climatización.

Tal y como se comprueba en la documentación gráfica, la casuística de la esquina implica un grado de virtuosismo mayor.

En estos detalles se puede comprobar la afirmación de que la arquitectura “es la representación de la construcción”, principio enunciado por Alberti al analizar un palacio de Rosellino.

Este principio fue establecido en la arquitectura del renacimiento italiano. Esta obra tanto en su configuración, a escala mayor, como en su definición, a escala menor, está alimentada directamente por el mismo principio. Lo que se ve es una representación de métrica y proporción.



Detalle de cerramiento Beinecke Rare Library.

Reflexiones sobre la construcción

En los archivos fotográficos de la Beinecke Rare Library existen más de 500 fotografías de todo el proceso de construcción del edifico. Al acceder a los archivos virtuales, parte de las dudas que surgían de la observación y del análisis del edificio pueden quedar satisfechas.

1. De la observación, extrañaba la razón por la cual el revestimiento exterior de la estructura de acero estuviera desarrollado en granito y en cambio el revestimiento interior estuviera desarrollado en piezas en cruz de hormigón prefabricado. Se podía llegar a pensar que las estructuras de hormigón prefabricado son el complemento de rigidez de los nudos del plano de fachada colaborando en la intraslacionalidad de toda la estructura. Pero se puede observar por las fotografías que el grado de rigidez de la estructura de acero hace innecesario dicho elemento.

En cambio sí se puede deducir, dada la tradición constructiva americana de estructuras de acero embebidas en hormigón utilizándose; que el mismo, exclusivamente hiciese la función de protección al fuego (de hecho la estructura de la cubierta está así realizada), y por tanto, que el revestimiento de hormigón prefabricado abujardado fundamentalmente debe tener ese cometido funcional. Pero arquitectónicamente Gordon Bunshaft necesitaba conectar, en opinión, con la tradición de las grandes columnas de piedra de los apilastrados góticos y al mismo tiempo también se puede considerar el cerramiento de la Beinecke Rare Library como un experimento previo desarrollado en 1965 en Bruselas de la Banque Lambert.

Ambas soluciones derivadas de los estudios realizados por Fazlur Kahn sobre las frame tube structure y que se ha desarrollado en el capítulo anterior.

2. El bloque central de 35 x 60 pies se desarrolla por medio de unas estructuras muy finas de acero, que a su vez son la base de los estantes, rigidizadas por un núcleo central en hormigón donde se sitúan los conductos de instalaciones. Se resuelve el plano horizontal por medio de planchas de acero. El pilar de apoyo de sección cuadrada, que de los planos se dedujo una dimensión de 90 x 90 cm, se constata por las fotografías, que se trata de un perfil en doble T, rigidizadas las alas laterales y posteriormente revestido de hormigón.

Se puede plantear la pregunta de porqué razón tanto el revestimiento interior como el exterior de la estructura de acero, cumpliendo la función de material ignífugo, ha adoptado diferentes soluciones según su ubicación. Pensando en estos términos podemos deducir que el pensamiento de Bunshaft circulaba en la búsqueda de soluciones constructivas de una tradición moderna que hiciera compatible livianeidad y materialidad. La formación de Gordon Bunshaft en la tradición de la Escuela Beaux Arts surge en este edificio y en lo que desarrollaría siete años después (Lyndon Baines Johnson) de una forma nítida.

6.1.4 Nuevo tipo de los Espacios del Pensar

Tanto en la ampliación de la Bayerischen Staatsbibliothek de Munich como en la Benecke Rare Book se observa con precisión que se produce un cambio en el tipo tal y como se venía realizando en el siglo XIX, desde la evolución de la utopía de Boullee pasando por St Genevieve de Labrouste, al modelo de Viipuri de Alvar Aalto.

En todos ellos se produce una búsqueda de atmósfera que quedando invariablemente ciertas las proporciones, se adecua a la búsqueda de un ambiente que informe el tipo. Es el caso de Boullee que codifica Durand y se remite a las concepciones de la escuela de Beaux –Arts de París de la cual se traslada a América.

Cabe recordar que la formación académica de los arquitectos americanos en su mayoría se produjo en la Escuela de París y Harward con excepciones como en el caso de Sullivan y de Frank Lloyd Wright. Esa traslación se puede constatar en la biblioteca Pública de Nueva York.

Se da la circunstancia que la altura de la sala central de la biblioteca Pública de Nueva York (de Carrère & Hastings) es equivalente a los 50 pies de la sala central de la Beneicke Rare Books.

Fotografía de la Biblioteca Pública de Nueva York.

No es improbable pensar que G. Bunshaft de forma consciente o por efectos reflejos de la memoria adoptase esa solución. Al mismo tiempo desterró la solución de diversas salas conectadas según los tipos de libros, y en una solución radical arquitectónica establece un bloque central de 160.000 volúmenes, dejando los requerimientos del resto a la planta bajo rasante, hasta llegar a cumplimentar las necesidades de 800.000 volúmenes.

Esta gran superficie bajo rasante genera el espacio de plaza y basamento del volumen puro, organizando el espacio público que al final sería la base de la aceptación popular del edificio, no así de la crítica del momento, más obsesionada por otros valores y criterios.

Al establecer un patio central en donde se sitúan las salas de investigación y el staff administrativo, todos los conceptos básicos del

clasicismo: volumen y proporción, basamento y recinto quedan establecidos de una nueva forma y ahí radica uno de los valores esenciales del proyecto.

Los espacios del pensar.

Nietzsche en Die fröhliche Wissenschaft en su párrafo 280 nos dice:

"Se necesita de una vez la visión proyectiva de lo que ante todo falta a nuestras grandes ciudades: lugares silenciosos, amplios y dilatados para reflexionar, lugares con paseos largos y aporticados para el mal tiempo o para cuando el sol es excesivo, donde no llegue ningún ruido de vehículos ni de pregoneros; donde una correcta delicadeza vetaría hasta el rezo en voz alta del sacerdote. Construcciones y establecimientos que, en conjunto, den a entender la elevación de la reflexión y el apartamiento. Ha pasado ya el tiempo en que la Iglesia poseía el monopolio del pensamiento, cuando la vida contemplativa tenía que ser ante todo vida religiosa; y cuanto ha edificado la iglesia pone de manifiesto este pensamiento. No sabría cómo podríamos contentarnos con sus construcciones, aun en el caso de que las despojase de su destino eclesial. Estas construcciones como casa de Dios y lugares suntuosos para relaciones supramundanas hablan de un lenguaje grandemente patético y apocado, para que los sin Dios seamos capaces de pensar aquí nuestros pensamientos Queremos pasear por nosotros, cuando caminamos por estas galerías y estos jardines." (MARTÍ: 2005, 66)

Estas reflexiones de Nietzsche a finales del siglo XIX profetizan la necesaria desacralización de los espacios "del pensar". Todas las cualidades que Nietzsche establece se encuentran materializadas en la Beneicke Rare Library: los jardines que rodean el edificio, la plaza que conforma la edificación con las edificaciones existentes, el porche de entrada que protege de la lluvia y proporciona sombra en los días de sol; la luz tamizada por el mármol traslúcido que protege tanto los antiguos libros como reconcentra la mente en el pensamiento. Es el espacio sacro de los pensamientos "sin Dios". La presencia central de fría y distante transparencia de los libros, como antes nunca se había proyectado, reporta a unos espacios que tienen un grado de intensidad metafísica en el polo opuesto a como los genera Mies van der Rohe en la Neue National Galerie de Berlín (1962-1968). Son los dos edificios metafísicamente más abstractos de la arquitectura moderna y aquí se considera que deben ser los dos puntos de apoyo por donde el discurso

abstracto de la arquitectura se desarrolle. Como invita a la reflexión Carlos Martí Arís, no existe un acuerdo general sobre el concepto de abstracción en arquitectura,

"cuando se habla de pintura abstracta en contraposición a pintura figurativa todos entendemos que con ello se alude a las obras pictóricas que no se proponen como objetivo la representación de la realidad tal y como la percibimos a través de nuestros sentidos Muchos de ellos coinciden en considerar la abstracción como una operación intelectual que equivale a separar, mentalmente, lo que en la realidad resulta inseparable Cualquier operación analítica, en la medida en que comporta el desglose de un todo unitario de sus componentes básicos implica un cierto grado de abstracción En el lenguaje común estar abstraído significa separarse de la realidad, perder de vista la dimensión tangible de las cosas, para recluirse en un pensamiento ensimismado." (MARTÍ: 2005, 31)

Pero la arquitectura por su propia naturaleza implica rasgos perceptibles por la vista y una materialidad y una funcionalidad sin las cuales la arquitectura carece de sentido y significado. Es por ello, que se debería hablar de arquitectura abstracta en términos de relaciones geométricas entre elementos, relaciones de estructura, proporción, dimensión y materia. En el caso de la Neue National Galerie de Berlín el pilar cruciforme, la cubierta, el cerramiento de vidrio retranqueado 3,60 m, la dimensión del friso de 1,80 m, el basamento enlazan la arquitectura moderna con la abstracción de la arquitectura griega.

La materialidad blanca del cerramiento de mármol blanco encerrando un volumen puro, prismático, sutilmente apoyado en cuatro puntos abstrae hacia una espacialidad de un interior que niega cualquier visión desde el exterior y produce esa transformación del lenguaje y de la concepción arquitectónica, que desarrolló Brunelleschi en la iglesia de San Lorenzo de Florencia, donde la experimentación de un nuevo orden arquitectónico se desarrolla en el interior antes de pasar en el Hospital de los inocentes y a poder ser establecido como un orden del espacio de la ciudad.

El poema. (4)

Pocas veces se ha dado una relación directa entre poesía y arquitectura contemporánea, no así en la literatura del XIX y principios del veinte y más si se recuerdan las descripciones precisas de Marcel Proust. Czeslaw Milosz Poeta y escritor polaco, del que ya se ha hablado, con décadas de exilio en Estados Unidos, después de la 2ª Guerra Mundial, por sus discrepancias con el aparato burocrático del Gobierno comunista de Polonia, dejó sus manuscritos depositados en el edificio de Yale. Se trata de un compendio tanto de su obra poética como de sus traducciones al inglés de la literatura poética polaca. Esto supuso una labor de difusión de su cultura en las universidades americanas, como de sus traducciones de antiguos manuscritos bíblicos del griego y yidiish al inglés y al polaco. Premio Nóbel de Literatura en el año 1980, amante de las letras describe así la atmósfera y el recinto de la Rare Library de Yale.

BEINECKE LIBRARY Czeslaw Milosz
He had his home, posthumous, in the town of New Haven
In a white building, behind walls
Of translucent marble like turtle shell
Which seep yellowish light on ranges book
Portraits and busts in bronze. There precisely
He decide to dwell when nothing any more
Would be revealed by his ashes. Though there, too,
Had he been able to touch his manuscripts
He would have been surprised by the destiny
Of such a complete change into letters, that no one
Could guess who he really was. He rebelled, scrammed
And faithfully fulfilled what had been preordained,
Discovering empirically that his biography
Had been carefully arranged against his will
By powers with whom it´s hard to conclude an alliance
Has he done more evil or more good? This only
Must be important. The res, artistry,
Does not count anyway, as they, our posterity, know
Any time the pulse is normal, breathing easy,
The day sunny, and a rosy tongue
Checks in a little mirror the dense carmine of the lip

Tenía su casa, póstuma, en la ciudad de Newhaven,
en un edificio blanco, detrás de unos muros,
de mármol traslúcido como el caparazón de una tortuga
que rezumaba una luz amarillenta sobre colecciones de libros
retratos y bustos de bronce. allí precisamente
decidió quedarse cuanto nada más fuese revelado
por sus cenizas. Aunque allí también
si hubiese podido tocar sus manuscritos
se hubiese sorprendido por el destino
de una transformación tan completa de sus escritos, que nadie
podría adivinar quien era él en realidad. El se rebeló, gritó
y fehacientemente cumplió lo que había sido predeterminado
descubriendo empíricamente que su biografía
había sido ordenada con cuidado en contra de su voluntad
por los poderes con quienes es difícil llegar a una alianza
¿el ha hecho más mal o más bien? solo esto
debe ser lo importante. lo demás, maestría,
no cuenta de todas maneras, ya que ellos, nuestra posteridad, saben
en cualquier momento que el pulso es normal, la respiración fácil,
el día soleado y una lengua de color rosa
comprueba en un espejo pequeño el carmesí denso del labio.

Blanco edificio de Mármol traslúcido semejante al caparazón de tortuga. El lugar donde dejar aquello que nos define y dice lo que fuimos cuando nuestras cenizas no revelen ya nada, en un sitio de retratos de bronce.

Más allá de las imágenes la arquitectura adquiere sin retórica alguna un sentido metafísico, el deseo de todo ser humano de aprender, con que inicia Aristóteles su texto sobre la Metafísica.

Da la sensación que el tiempo en su interior se detiene, al igual que se ha detenido en los libros más allá del recuerdo u olvido de sus autores.

Finalizado el edificio, las relaciones con la crítica y la Escuela de Arquitectura de Yale no mejoraron. Vincent Scully criticó el edificio como una atmósfera de ningún sitio, de ningún momento y de nadie, marcado simplemente por las imágenes de la extrañeza humana de Chirico. Otros

críticos establecieron que el edificio no era más que una escultura moderna. Frente a la crítica, el edificio desde el primer momento, recibió una gran acogida entre los estudiantes de Yale. El propio Gordon Bunsahft afirmó que *"era uno de los seis mejores edificios que había hecho, pero es el único edifico en que me he visto involucrado emocionalmente".(5)*

6.2 The Lyndon Baines Johnson Library

Austin Texas 1971.

The Lyndon Baines Johnson Library, 1971, Austin, Texas.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Es una de las últimas obras de Gordon Bunshaft que, como contrapunto a la Rare Beneicke Library de Yale, se va a desarrollar sucintamente. El fin es constatar más la evolución dentro de la obra de esta modernidad americana, que sin llegar a los grados de perfección de la obra de New Haven, tiene puntos en común y facetas totalmente distintas.

Tal vez sea por el cliente en cuestión y las relaciones no excesivamente afectuosas que ya desde los inicios marcan una cierta distancia del autor con la misma, sin embargo, denota detalles y proporciones de un arquitecto en la madurez de su obra.

6.2.1 Desarrollo de la obra.

Vista general del Lyndon B. Johnson Library.
Fotografía tomada en octubre 2011.

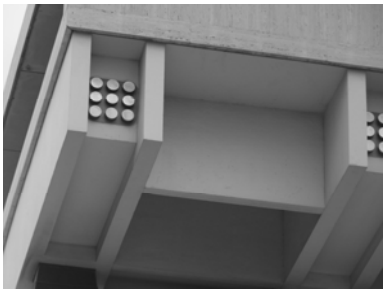
Dos grandes muros paralelos de 200 pies (61 m) y 65 pies (19,80 m) de altura y separados 90 pies (27,50 m) definen el volumen de la biblioteca.

Un cuerpo longitudinal, en hormigón abujardado, de 216 metros de longitud y 21 metros de anchura conforma el lugar de las aulas.

Ambos edificios están conectados en el nivel inferior dando origen en su cubierta a una plaza que relaciona ambos volúmenes.

El contenido del programa es sencillo. Establece el lugar donde se depositarán los documentos principales de la presidencia de Lyndon B. Jonson, así como una zona de exposición y una réplica del Salón Oval de la Casa Blanca con sus muebles.

Exterior del Lyndon Baines Johnson.
Fotografía tomada en octubre 2011.



Detalle anclajes de postesado.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Voladizo de módulo y medio del Lyndon Baines Johnson Library.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Vista de las vigas postesadas del Lyndon Baines Johnson Library.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Retícula compuesta por nervios de hormigón postesado
Fotografía tomada en octubre 2011.

Interior del Lyndon Baines Johnson.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Situada en el borde de una colina de la Universidad de Austin, a modo de Acrópolis. Un plano de referencia como plaza, da acceso a una planta de recepción que, por medio de una ampulosa escalera, da acceso a un gran hall de 15 metros de altura. En el interior se descubre un volumen independiente que trasluce los documentos archivados de la presidencia de Johnson.

En esta planta una apretada zona de exposición relata los dramáticos acontecimientos de la presidencia, que compaginan imágenes de la guerra de Vietman con el asesinato de John F. Kennedy y de su hermano Robert así como del líder de los derechos civiles Martin Luther King.

Estos acontecimientos junto con el avance en los derechos civiles, promulgados por Lyndon Johnson bajo la inercia del programa de renovación de los hermanos Kennedy da lugar a una sociedad que no tiene confianza en los principios del “Way of life in América” ni en los progresos de la técnica y la ciencia.

Esta falta de convencimiento en una atmósfera de conocimiento marca el edificio. Aun con esas carencias, el edificio denota valores que se pasa a resaltar.

6.2.2 Modulación.

Gran escalera central. Sala principal.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Todo el edificio se encuentra modulado en base a una placa de travertino romano de 76 X 256 cm.

El espacio central, de 36 x 34 módulos (27,36 x 25,84 m) y 17 metros de altura, se encuentra cubierto por cinco vigas cajón de 1,56 metros de anchura, separadas 3,04 metros entre ellas y con la relación de 2 módulos de anchura y 4 módulos de separación.

Esta misma proporción 1/2 entre los vanos se establece en la forma de la viga con 1,56 metros de anchura y 3,12 metros de altura.

Los 36 módulos de anchura se subdividen en 9 particiones de 4 módulos (3,04 m) de longitud por 2,56 metros de altura, generando la retícula de conformación del volumen central. Dicho volumen, en este caso, no se presenta como un cuerpo aislado en el interior de otro, dado que al exterior se ciega en su totalidad.

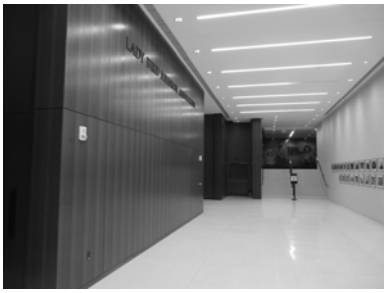
Vista a los archivos distribuido en 4 niveles.
Fotografía tomada en octubre 2011.

6.2.3 Ordenación de la planta.

Salón de actos Lyndon B. Johnson Library
Fotografía tomada en octubre 2011.

La métrica de la planta desarrolla leyes internas de partición y de composición que muestran el rigor de su planteamiento. Se debe considerar conveniente un estudio de esta métrica a fin de poder comprender sus leyes internas. La planta de 204 pies (61,2 m) de longitud se subdivide en dos partes de 102 pies (30,6 m). El plano de cerramiento macizo se retranquea respecto al límite de los muros 14 pies (4,20 m) dando lugar a un interior de 11 módulos de 4,20 coincidente con los ejes de las vigas cajón de la cubierta.

Estos 11 módulos se reparten en 5 módulos de anchura el cuerpo de archivo y 6 módulos de 4,20 m de longitud el gran espacio vacío interno. Los cinco módulos del cuerpo de archivos, desarrollan cuatro niveles con una estructura interna propia, formada por 3 vanos de 8,40 metros en ambos sentidos con una triple crujía de 8,40-4,20-8,40 m, ello implica la materialización de 8 pilares en el vano central. Cada uno de estos vanos se subdivide en tres módulos así mismo de 2,80 metros.



Hall acceso a salón de actos Lyndon B. Johnson Library.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Contradicciones de la planta.

La pregunta que subyace es la razón del retranqueo de los planos transversales respecto a los muros. Cierto es que el mismo acentúa la significación de los muros pero entra en contracción al darles una masicidad y revestimiento equivalentes. Si se hubiera mantenido el volumen del prisma, hubiera implicado establecer el cuerpo de archivo con una doble frontalidad, con la contradicción de recaer a dos espacios de proporciones totalmente distintas.

Hall acceso a salón de actos Lyndon B. Johnson Library.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Se puede considerar que influye de forma más relevante, la masicidad del conjunto, la entrada de luz a través de los puntos de apoyo y la complacencia, con cierta extrañeza, de la forma y sobre todo las contradicciones de tectónica. Esta contradicción técnica puede observarse en el cuerpo interior del archivo con la retícula del plano de fachada y su espesor que podía haberse considerado como malla autoportante, tal y como había establecido en el cuerpo de Yale.

Puede pensarse a su vez que G. Bunshaft asume estas contradicciones desarrollando con los mismos principios la solución que había empleado en el edificio de la American Republican Insurance Company en Iowa.

Interior del Lyndon B. Johnson. Vista de los archivos y lucernerios entre vigas de hormigón postesado.
Fotografía tomada en octubre 2011.

Detalle de lucerario del Lyndon Baines Johnson Library.
Fotografía tomada en octubre 2011.

6.2.4 Reflexiones sobre la construcción. Las vigas cajón postesadas.

Una de las características constructivas que más curiosidad crea en este edificio, es la construcción de vigas postesadas cuyos anclajes se ven reflejados en el exterior y que dan al conjunto un carácter tectónico ya existente en otras obras de los S.O.M.

Estas vigas cajón de 1,56 m de anchura y 3,12 m de altura se encuentran separadas 3,44 m siguiendo la modulación base que puede leerse a través del revestimiento de las placas de traventino de 76 x 2,56 m y que se encuentran trabadas en sentido transversal cada 3,04 m. Siguiendo el orden métrico de las nueve particiones de la sala principal que anteriormente se ha comentado, debió de estar construida no por medio de vigas prefabricadas sino encofradas in situ.

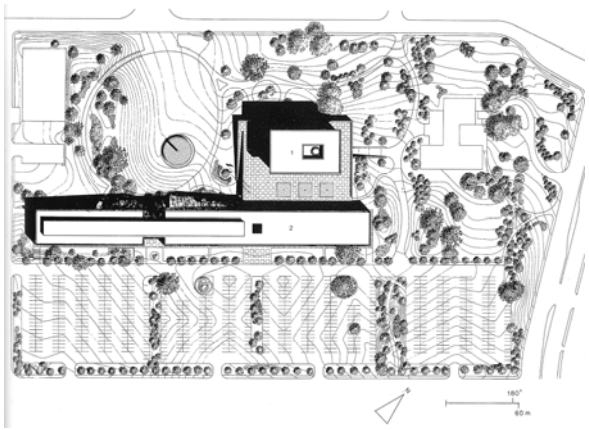
Varias son las reflexiones que deberían realizarse en base a esta solución y que deben hacer reflexionar sobre la necesidad de las relaciones intrínsecas entre los distintos elementos de la construcción haciendo del objeto un modelo no vinculado a su repetición.

Por el dimensionamiento de las vigas, el intereje entre las mismas y el canto, en principio no hubiera sido necesaria la realización de los nueve anclajes de postesado de las mismas. Casi incluso podría afirmarse por la relación canto-luz y las cargas que tiene que soportar cada una de ellas que un canto de 1,50 m de altura hubiera sido suficiente. Pero de ello no puede deducirse que la solución sea incoherente. Para atender a esta coherencia se debe pensar en los procesos de deformación. Por la relación entre el vano central y el vuelo de las vigas de módulo y medio (4,74 m), se hubiera producido una deformación que hubiera necesitado de un revestimiento para ser ocultada. La introducción de los nueve puntos de postesado es el método constructivo que garantiza la indeformabilidad de dicho vuelo pudiéndose presentarse con el carácter tectónico de gran cubierta suspendida sobre los muros de hormigón. La perfección se acentúa a través de los puntos de apoyo de 90 cm de altura y una base de 90 x 90 cm produciendo un ensamblaje perfecto en el apoyo mostrando las posibilidades de cubrición de grandes espacios por medio de estructuras de hormigón con directrices no curvilíneas.

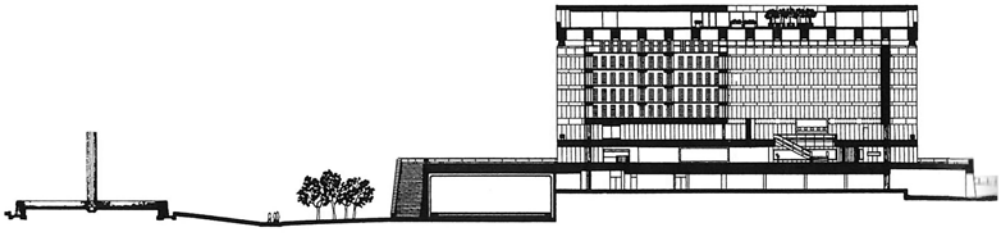
Este carácter tectónico es llevado incluso al marco de acero de sujeción de los vidrios. En contraposición al sistema de plegado de plancha de bronce que había desarrollado en la Beineke Rare Library; los montantes verticales de esta carpintería se componen de dos **U** de acero calibrado de 12 mm de espesor con una apertura de 40 mm y una anchura de 50 mm. Este marco recoge una sola pieza de vidrio de 2,66 m de altura por 2,28 m de longitud.

Carpintería de U de acero calibrado de 12 mm de espesor.
Fotografía tomada en octubre 2011.

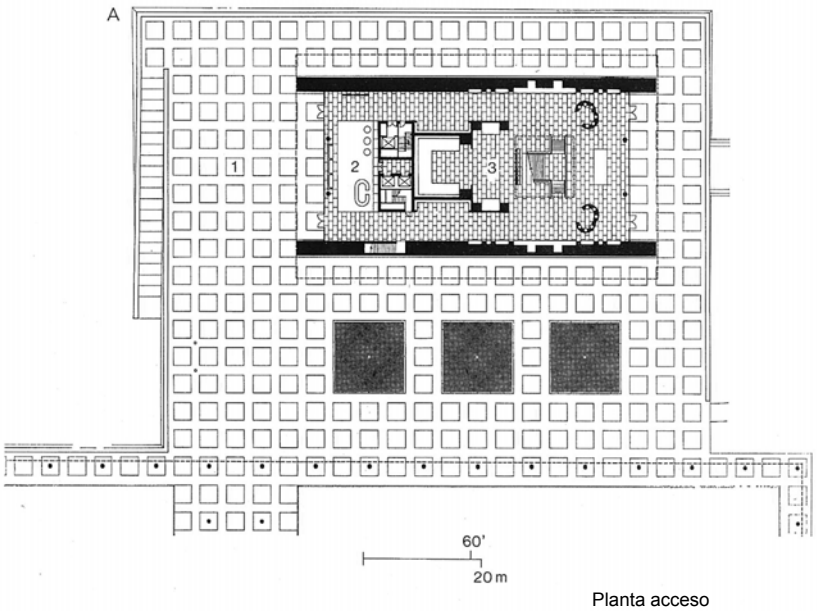
Lyndon B. Johnson Library, 1971, Austin, Texas.
Fotografía tomada en octubre 2011.



Plano situación



Sección transversal



Planta acceso

7

Sep Ruf y la Escuela de Munich.
La tradición germánica olvidada

7. SEP RUF Y LA ESCUELA DE MUNICH. LA TRADICIÓN GERMÁNICA OLVIDADA

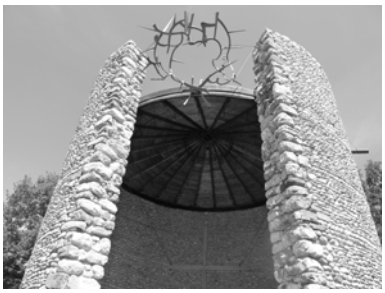
El círculo con el que se ha iniciado el presente estudio con la Industrialización de la Cuenca del Rhur, la Industrialización Americana se cierra con las consecuencias del exilio de las vanguardias europeas en tierras americanas. En este capítulo estudiaremos la tradición heredada en la reconstrucción de un país desvastado por la guerra, Alemania.

Olvidados por la historiografía Moderna y centrados en la ciudad de Munich, se realizará un estudio sucinto de la variedad de trabajos, la concepción ética y moral de reconstrucción de una sociedad destruida, centrando la perspectiva en la persona de Sep Ruf y en la obra de la Biblioteca del Estado de Baviera. El estudio y problemática de esta obra, mostrará las labores de reconstrucción de la ciudad de Munich y de su legado cultural histórico destruido olvidado en la historiografía Moderna.

Se analizará la Manufactura que sustentó estos trabajos de los arquitectos apartados, deportados o sobrevivientes de la Segunda Guerra Mundial. Los fríos datos técnicos y de planteamientos no deben hacer olvidar las condiciones en las cuales se produjeron. La heterodoxia de sus soluciones y la falta de uniformidad en sus construcciones no deben considerarse un demérito.

Los cinco arquitectos que componen esta escuela con biografías particulares distintas, fueron el germen en el que se fundamentó la regeneración arquitectónica alemana después de la pérdida moral que supuso el Nazismo. Esta regeneración se basa en la recuperación de la manufactura en los términos que se expuso en el primer capítulo, pero con una transformación intensa que lo muestra como innovación. Su síntesis final nos acercará a un nuevo concepto de retícula en los términos expresados en el capítulo segundo.

7.1 Antecedentes.

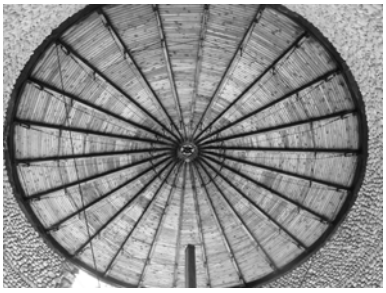


Capilla en el Campo de concentración de Dachau.
Arquitecto: Josef Wiedemann.
Fotografía tomada en julio 2011.

Con demasiada frecuencia, en la historia se tiende a valorar las obras, en la búsqueda de un nuevo lenguaje no codificado, con la consiguiente banalización del mismo.

En este recorrido por obras de arquitectura, en un camino que se puede seguir de la gravedad a lo leve, se detendrá la mirada sobre la ampliación de la Biblioteca del Estado de Baviera, en Munich.

De la Arquitectura Moderna, se puede afirmar que, una de sus aportaciones, supone una traslación de los tipos del Neoclasicismo que, desde los esquemas de Durand prácticamente no se alteran, tanto en la enseñanza como en su realización. En la Modernidad, es condición de las leyes internas del objeto que esa transformación pueda originar una variación o -mejor dicho- una traslación del tipo.



Cubierta de la Capilla en el Campo de concentración de Dachau.
Arquitecto: Josef Wiedemann.
Fotografía tomada en julio 2011.

Se puede afirmar que uno de los grandes cambios, entre el Neoclasicismo del siglo XIX y la Modernidad, es la traslación de los tipos. No es del todo aventurado afirmar que este grado de libertad y de liviandad nos acerca a un cierto sentido de sutil espíritu romántico dentro de la Modernidad.

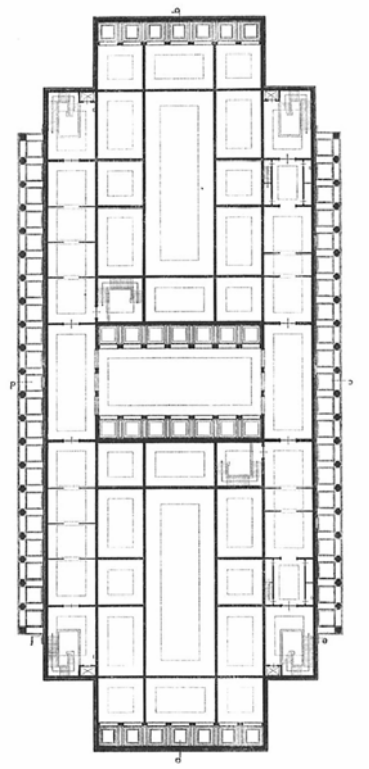
Se puede observar en las sombras de los planos, no definidas sobre planos transparentes, alejadas de la intensidad de las sombras de las columnas sobre los muros masivos neoclásicos. Al difuminar estos límites encontramos la disolución de los planos de sombras, diluyendo en su apariencia visual los límites de la forma del propio objeto.

Campo de concentración de Dachau.
Arquitecto: Josef Wiedemann.
Fotografía tomada en julio 2011.

La sutil sombra de las pasarelas de la Biblioteca de Sep Ruf, los brillos y reflejos de las barandillas de acero cromado, en contraste con las guías de las persianas de aluminio, transforma el plano en una tenue profundidad y complejidad, dotándolo de un significado y funcionalidad que resulta necesario reflejar en este estudio de búsqueda de una tradición construida.

Parte del estudio que se desarrollará en el presente capítulo profundiza, a través de la arquitectura, en las complejidades del pensamiento

alemán en el periodo entre guerras y sus consecuencias en las reconstrucciones de las décadas de los años cincuenta y sesenta.



Planta Casa de la Cultura Alemana.

Siguiendo las reflexiones de Nietzsche, estamos ante una Modernidad apolínea, armónica, medida, dúctil y siempre alejada de esa otra visión, tan apreciada en parte de la cultura Germánica, de extracción dionisíaca como base de una fuerza creativa en la que se basaría la evolución del mundo del Pensamiento y de la Técnica y su visón en los años finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

Esta corriente dionisíaca, aventura el inicio de la Metafísica de Heidegger y la dudosa utilización, que por su teórica abstracción, se realiza del clasicismo grecorromano por parte de la sociedad germánica, en el triste periodo del Nacional Socialismo.

Frente a la Arquitectura de Poelzing y Tessenov, con el ejemplo del arquitecto de Munich Troost, bajo la protección del joven Albert Speer; arquitectos silenciados por el Nacional-socialismo como Schwarz, que con sus trayectorias, ejemplifican las contradicciones y eufemismos que rodeó la cultura germánica durante este periodo.

La ciencia, la técnica y el valor social de la misma, fue un debate que surgió en Alemania a principios del siglo XX y que arrojó sombras sobre las mismas. Estas sombras, nacieron en las corrientes tardo románticas del siglo XIX, con el sueño de unos valores medievalistas donde la evolución de la técnica se percibía como un valor que menoscababa los cimientos de la cultura germánica.

Edificio Casa de la Cultura Alemana (1933).
Paul Ludwing Troost

La propia introducción de la Metafísica, por parte de Heidegger, con base en los filósofos presocráticos, y sus reflexiones sobre los restos de los escritos de Parménides, enmarcan las bases débiles de ese debate, con el fin de enturbiar los principios Kantianos de la Crítica de la Razón.

En el caso de Sep Ruf es probable que, con la fuerza y el impulso obtenido por la necesidad y la precariedad, la vuelta de una Modernidad Apolínea nos pueden ayudar a ver esta transformación de la cultura germánica en la postguerra, ejemplificando, se entiende, las contradicciones y las virtudes de este periodo olvidado por la historiografía contemporánea.

En capítulos anteriores se ha profundizado en las realizaciones industriales de la Cuenca del Ruhr y su influencia en el desarrollo de la Modernidad en Alemania. En este capítulo se verán las implicaciones en el periodo de postguerra. Las realizaciones de ambos periodos no tuvieron su reflejo en la historiografía Moderna.

Si es cierto que la obra auténtica, es aquélla que transforma o ancla su cambio en los fundamentos; para ser considerada auténtica, tal y como afirma Hanna Arendt, la obra que Sep Ruf realiza reflexiona, al mismo tiempo, sobre el cerramiento, la estructura y el espacio; estas reflexiones y construcciones transforman, de raíz, los fundamentos de la arquitectura Moderna.

Podría hablare de la disolución o separación de los elementos, tal como el clasicismo había establecido.

La descomposición de los elementos de fachada, carpintería y estructura, con la liviandad de las sombras y los brillos, con una métrica básica y su subdivisión; nos habla ya de un elegante manierismo. Se trata de una grácil manufactura, con una silenciosa y precisa exaltación de la técnica.

Esta transformación se ejemplifica en las columnas de acero que se conciben, no como elementos a comprensión, sino que adquieren su ligereza al estar trabajando a tracción, precomprimiendo y evitando la deformación de la gran viga superior. Esta solución, experimentada por Sep Ruf en la sala de reuniones del Instituto Max Planck; en la iglesia de St Johann von Capistran; o en el Cinema, obra alterada en la actualidad; todas ellas en la ciudad de Munich.

Desde la planeidad y racionalidad de Martin Kremmer, el entramado va diluyéndose, difuminándose y descomponiéndose como un acorde musical del clasicismo al romanticismo, finalizando en el “descarnado clasicismo” donde notas de enlace van dando la atmósfera del edificio. Todo ello, desde una actitud visual, retroalimentando la experiencia y la intuición.

Si se compara esta evolución con la de su compañero, Egon Eiermann en el Pabellón alemán de Bruselas, las construcciones de la

embajada alemana en Washington, los edificios de la IBM en Alemania o la Torre del parlamento de la República Federal en Bonn, se distinguirán -por comparación- grados de evolución distintos. Dado que la obra de Eiermann ha tenido difusión, se focaliza en la obra de su compañero Sep Ruf, no de menor intensidad y calidad.

Sep Ruf alcanza notoriedad en la Alemania de Posguerra, después de haber combatido en el Frente del Este en la Segunda Guerra Mundial, por el Pabellón de Alemania en la Exposición de Bruselas de 1958, junto con Egon Eiermann.

Se pormenorizará dos de sus posteriores obras, la ampliación de la Biblioteca del Estado de Baviera en Munich, tras la reconstrucción realizada junto con Hans Döllgast y Georg Werner y la del Banco de Baviera, proyectos de los años 1960 y 1970.

7.2 Apuntes biográficos de Sep Ruf. (1)

Sep Ruf nace en Munich el 9-3-1908. En 1926 inicia sus estudios de Arquitectura en la Escuela Técnica Superior de Munich, y el ejercicio libre de la profesión en 1931, en colaboración con su hermano Franz, hasta 1933.

En 1938 contrae matrimonio con la pianista Louise Mayer. Durante el periodo de 1939-1945, interviene en los acontecimientos de la Segunda Guerra Mundial encontrándose en la reserva entre 1940 y 1942 y prosiguiendo como oficial de cartografía hasta 1945.

Entre 1947 y 1953, realiza actividades docentes como Profesor de Arquitectura y Urbanismo en la Academia de Artes Aplicadas de Nuremberg. Ya desde los inicios de su trayectoria, va recibiendo el reconocimiento de la profesión como atestiguan los primeros premios obtenidos. En 1947 consigue el premio para la construcción del complejo Maxburg en la ciudad de Munich en 1952. En 1953 es galardonado con el premio de cultura de la ciudad de Nuremberg.

Durante el bienio 1954-1956 es Miembro de la Presidencia de la Federación de Arquitectos Alemanes y Director del Werkbund en Baviera hasta 1958. Esta intensa actividad de gestión y presencia en el mundo cultural,

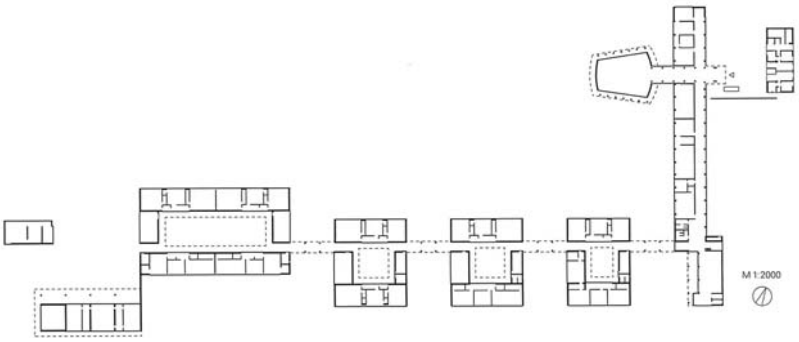
aparte de sus realizaciones arquitectónicas, le lleva, en 1955, a ser Miembro Fundador de la Academia de las Artes de Berlín. En 1958 es nombrado Presidente de la Academia de Artes aplicadas de Munich, cargo que desempeña hasta 1961.

Durante un viaje a Grecia enferma gravemente de poliomielitis, reduciendo su actividad docente y de gestión, aunque no así su actividad profesional: ese año gana el concurso de Reordenación del Entorno de la Pinakothek al mismo tiempo que realiza la Ampliación de la Bayerische Staatsbibliothek.

En 1966 realiza un viaje a los Estados Unidos, entrando en contacto con Mies Van der Rohe.En 1970 adquiere y reforma la Hacienda vinícola Que rce Sola en Castellina, Italia, donde pasa largas temporadas alejándose de la práctica profesional. Fallece en Munich el 29 de Julio de 1982.

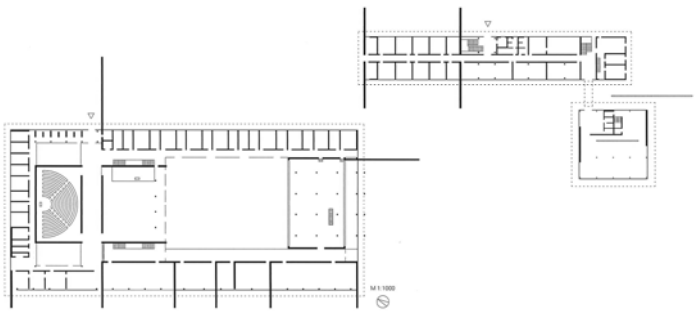
Resumen de ilustraciones de la obra de Sep Ruf

Academia de Bellas Artes, Nuremberg
(1950-1954)

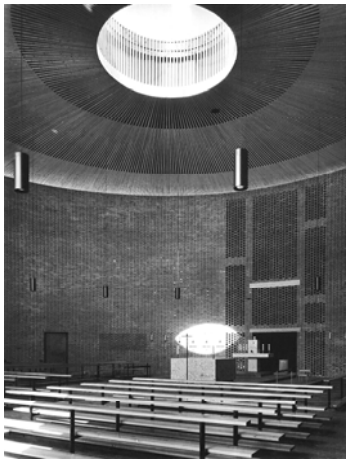


Planta Academia de Bellas Artes, Nuremberg
(1950-1954)

Universidad de Ciencias Administrativas,
Speyer (1957-1960)

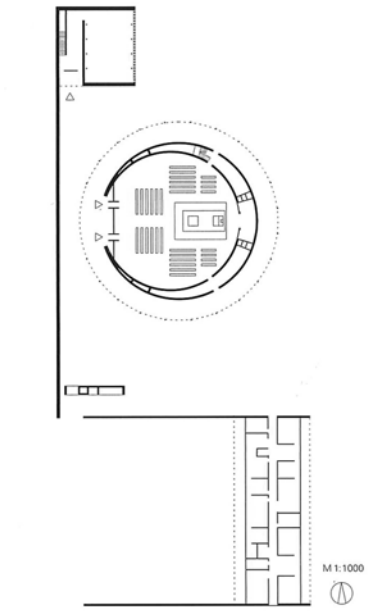


Planta Universidad de Ciencias Administrativas, Speyer
(1957-1960)



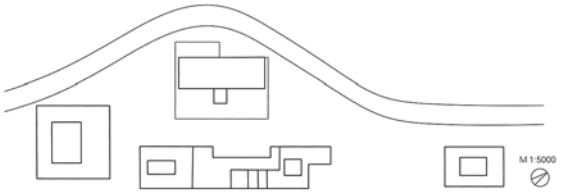
Iglesia St Johann von Capistran, Munich (1957-1960)

Iglesia St Johann von Capistran, Munich (1957-1960).
Fotografía tomada agosto 2006



Planta Iglesia St Johann von Capistran, Munich (1957-1960)

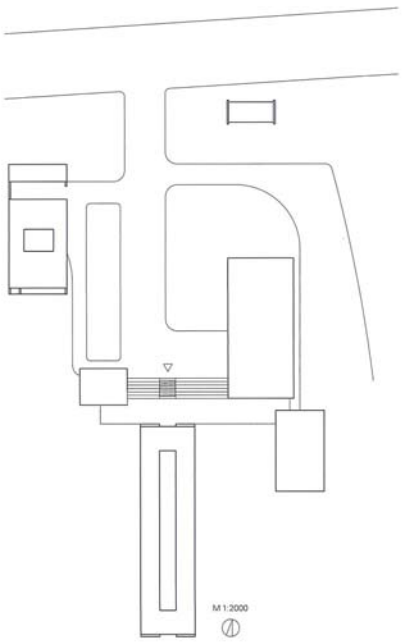
Bayerischen Vereinbank Munich, (1964-1967).



Planta Bayerischen Vereinbank Munich, (1964-1967).

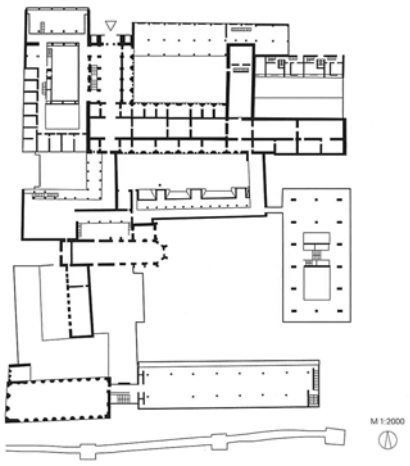
Max-Planck-Instituto de Física y Astrofísica Munich, (1957-1960). Fotografía tomada agosto 2006

Max-Planck-Instituto de Física y Astrofísica Munich, (1957-1960).



Planta Max-Planck-Instituto de Física y Astrofísica Munich, (1957-1960).

Museo Nacional Germánico, Nuremberg, (1953-1976).



Planta Museo Nacional Germánico Nuremberg, (1953-1976).

7.3 Apuntes biográficos sobre los arquitectos de la Escuela de Munich (2)

Robert Vorhoelzer (1884-1954)

Sep Ruf (1908-1982)

Josef Wiedemann (1910-2001)

Robert Vorhoelzer, Hans Döllgast, Sep Ruf, Josef Wiedemann y Uwe Kiessler son los arquitectos de la llamada escuela de Munich conocidos por el autor de esta tesis. El trasvase de conocimiento se produjo, fruto del azar, a través de una exposición en Sevilla patrocinada por la Junta de Andalucía, denominada **München 5 Architekten** en 1994.

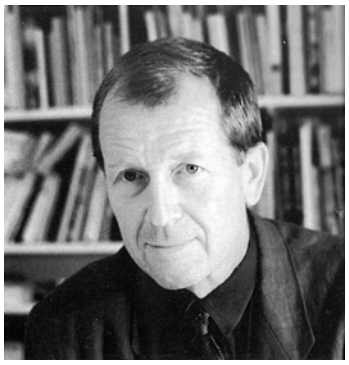
No se puede hablar de una uniformidad en los planteamientos, tampoco de elaboración conjunta de lenguajes, sino que se trata de soluciones y resultados diversos, aplicados a planteamientos y circunstancias idénticas.

Circunstancias que sobrevienen por las dificultades de trabajo que acontecen en Alemania en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial y la ingente tarea de reconstrucción del país. El periodo supera las dos décadas de trabajo. La Alta Pinacoteca, de Leon Von Kleze, reataurada por Hans Döllgast se desarrolla entre los años 1946 y 1957, la ampliación y restauración de la Bayerische Staatsbibliothek se realiza entre los años 1959 y 1966.

Esta escuela abarca las propuestas protoracionalistas de Robert Vorhoelzer (1884-1954), acusado de bolchevismo arquitectónico, en 1933, debido a la construcción de la oficina Postal y viviendas en la Tegernseer Landstraβe en Munich y la Oficina Postal y viviendas en la Goetheplatz de la misma ciudad. Aun hoy en día destacan por su solidez constructiva, sencillez y elegancia.

Josef Wiedeman (1910) sobresale por la rehabilitación de la Glypothek de Leo Von Kleze (1967-1972) en la que se acomete, después de agrias discusiones, la reconstrucción de la ruina. Como base de la transformación, como decía el propio Wiedeman:

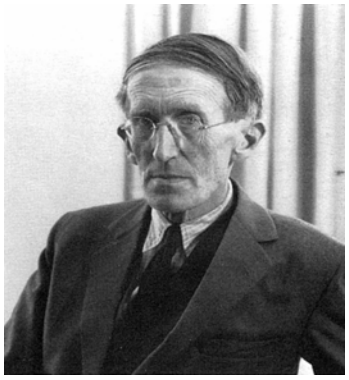
"*esto solo es válido para la construcción de ladrillo A pesar de tanto como se pudo hablar de estas soluciones radicales, a mi me parecía, sin embargo que la mía primitiva era la correcta; a saber, el partir de lo que existía una sucesión de espacios especialmente armónicos y el mejor trabajo artesanal*". (AA.VV.: 1975, 59)



Uwe Kiessler (1937)

Este aprecio por la manufactura y el trabajo artesano se deduce de la precisión con que describe el tratamiento de reconstrucción de los muros de ladrillo.

"*La mampostería fue en parte picada, en parte renovada, en parte rellena con mortero coloreado con polvo de ladrillo; los trozos de cornisa fueron completados, las juntas se limpiaron hasta 4 cms de profundidad, se aspiraron y se recubrieron sus superficies con Kompakta 1/10; el relleno de las juntas (4/10 partes de arena natural lavada, 2/10 partes de cal blanca, 4/10 de cemento blanco) se realizó simplemente prensando con espátula de madera y, tras el secado, lavado abundantemente con agua. Esto aportó una tenue película clara sobre el ladrillo rojo....*" (AA.VV.: 1975, 67)



Hans Döllgast (1891-1974)

De toda la escuela, se debe destacar las figuras de Hans Döllgast y de Sep Ruf, no tanto por haber trabajado juntos en la reconstrucción de la biblioteca estatal de Baviera, sino por ser, los dos, polos sobre los que bascula esta denominada Escuela de Munich. Esta escuela que presenta toda la complejidad de los trabajos de reconstrucción en toda su amplia concepción, que se desarrollaron en Baviera en la década de los años 50 y 60 del siglo XX.

Hans Döllgast nació en 1891. Catedrático en la Tecnische Hochschule de Munich entre 1939 y1956. Dedicado a asignaturas como Dibujo Artístico, Representación Arquitectónica o Geometría Descriptiva, se convirtió en profesor de generaciones enteras de arquitectos muniqueses.

Su formación y entendimiento de la arquitectura se fundamentaba en un conocimiento, amplio y preciso, de la historia de la cultura arquitectónica.

Pinacoteca de Munich.
Fotografía tomada en agosto 2006.

La Antigua Pinacoteca de Munich recibió, en Febrero de 1944 un ataque aéreo que destruyo la parte central del inmueble.

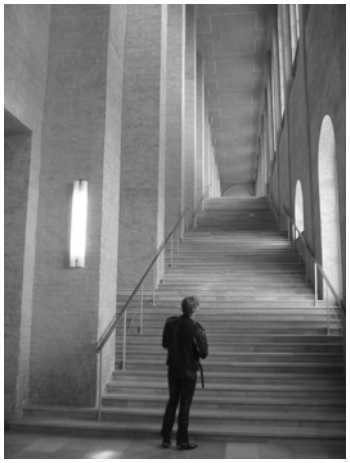
Döllgast realiza la reconstrucción con los pocos medios que existían en la postguerra: reutilizando los ladrillos existentes -fruto de la destrucción- en la reconstrucción los muros de fábrica y dejando la huella de las cicatrices de la devastación.

Es justamente en estos límites, entre la permanencia y la restauración, donde el edificio asume su propia historia, sin borrarla y cerrando

Pinacoteca de Munich.
Fotografía tomada en julio 2011.

en silencio el debate sobre los procesos de reconstrucción. Döllgast hace suyas las palabras de John Ruskin de 1890_

"*El verdadero significado del término restauración no es comprendido ni por el público, ni por aquellos a cuya tutela están confiados los monumentos arquitectónicos públicos. No nos engañemos sobre este importantísimo punto: es completamente imposible, tan imposible como resucitar a los muertos, restaurar algo que alguna vez haya sido grande o bello en la arquitectura...Otros tiempos aportan un espíritu distinto y entonces se trata de un nuevo edificio...*" (NERDINGER:2008, 19-24)



Interior Pinacoteca de Munich.
Fotografía tomada en agosto 2006.

Döllgast se muestra como un maestro de la sutura, de la unión entre lo viejo y lo nuevo, siendo esto último construido con los mismos elementos que lo antiguo. Fruto de este razonamiento, o de las circunstancias de escasez de la postguerra, la realidad es que las realizaciones de Döllgast -así como del resto de obras de la escuela de Munich- demuestran. una vez más, la paradoja de la civilización humana de extraer lo mejor de sí misma en los momentos de mayor dificultad.

"*¿A qué vienen las gentes de la construcción con sus molduras de coronación, sus aleros en tejados, sus cenefas, bandas, hornacinas, motivos rústicos y ménsulas, sobre las cuales se deposita la nieve y el polvo, en las que no se ve utilidad alguna?*

¿Para qué los múltiples listones, remaches y rosetas en las puertas, perfiles de estuco en los techos de las habitaciones, o las profundas ranuras en las columnas?....Es conocida la tragicómica historia de Peter Schlehmihl, que se desprendió de su sombra a cambio de la bolsa mágica y desde entonces no encuentra la paz" (AA.VV.: 1975, 35)

Gliptoteca de Munich.
Fotografía tomada en agosto 2006.

Döllgast representa la continuidad con la tradición clásico-romántica de la arquitectura germánica. Sep Ruf recuerda la evolución de esta arquitectura de postguerra intentando mantener distancia con la tragedia que, tanto personal como socialmente, sufrió la sociedad germánica en todos sus niveles. La arquitectura no fue ajena a esta tragedia, no solo por la destrucción del patrimonio, sino también por la aplicación de la máxima coherencia intelectual en la titánica reconstrucción.

La situación, en 1945, de Alemania era de destrucción absoluta, unos pequeños datos nos aproximarán a la dimensión del desastre. Los habitantes de las ciudades habían sido evacuados por efectos de los bombardeos. La ciudad de Colonia, por ejemplo, contaba con unapoblación de 500.000 hab. en 1939; al final de la guerra no transitaban por sus calles destruidas más de 45.000 personas.

Se calcula en más de 10 millones las personas que se desplazaron del este de Alemania al Oeste, en condición de refugiados. Solo en la Alemania Occidental, más del 25% del total de las viviendas existentes habían sido destruidas, siendo mayor el porcentaje en complejos industriales y edificios públicos. La exposición de los crímenes realizados por el régimen Nazi supuso, además, la constatación de la destrucción moral de una sociedad que por acción u omisión, fue cómplice de las atrocidades producidas durante el régimen del Nacional Socialismo.

En 1958 Sep Ruf (3), junto con Egon Eierman, profesor en la Tenische Hochschule de Karlsruhe, desarrollan una obra maestra de la Arquitectura Moderna: el pabellón Alemán en la exposición de Bruselas de 1958.

Sería difícil y estéril intentar discernir cuál de las dos mentalidades influyó en la otra, a tenor de la evolución de las obras de estos dos grandes arquitectos. Más bien podríamos establecer que fue el logro de la obra; la experiencia común de este nuevo clasicismo alemán representado en el Pabellón de Bruselas se influyó en la obra de ambos, dado que a partir del año 1958 sus trayectorias ya no fueron igual, profundizando en aspectos distintos, parte de los cuales veremos en el presente estudio

Como síntoma de esta nueva orientación clásica de la arquitectura, Sep Ruf mandó escribir en cada uno de los pabellones que componían el conjunto clásico del Pabellón Alemán, el salmo de la Biblia:

"**Y si supiera que el mundo fuera a desaparecer mañana**
no por ello dejaría hoy de plantar mi pequeño manzano.

Y si supiera que el mundo fuera a desaparecer mañana,
no por ello dejaría hoy de enganchar mi caballo y de arar mi huerto

Y si supiera que el mundo fuera a desaparecer mañana,
no por ello dejaría hoy de empezar a construir mi casa."

El pabellón encierra una profundidad de pensamiento que dio -no solo- una imagen en la que se reconoció la nueva sociedad alemana, que intenta superar las tragedias acaecidas. En el aspecto puramente arquitectónico representa el mayor logro de transparencia y manufactura constructiva, sobre una raíz de plantas clásicas, que aún hoy es objeto de reflexión.

Debe afirmarse que estos logros del pabellón, y las circunstancias que lo hicieron factible, no fueron tampoco las mismas que en el mundo privado de la construcción. Con la banalización de soluciones, según las propias reflexiones del autor, durante la década de los años setenta, en Alemania, perdieron intensidad las propuestas arquitectónicas.

Su colaborador, Peter Petzold, hace entrever qué fue ese proceso de banalización de la Arquitectura que a partir de 1970:

"*Él descubre un nuevo paisaje (quizás incluso una nueva vida): La Toscana en Italia. Allí compra una casa con viñedos, la reforma, e intenta restablecer toda la fuerza de estas casas de campo ¿Nos sorprende esta actitud?. Simplemente era sensible a la Arquitectura."* (AA.VV.: 1975, 55)

Pabellón alemán, 1958, Bruselas.
Vista de la plataforma, puente de acceso y pasarelas de unión entre los distintos pabellones.

Antes de analizar en profundidad la ampliación de la Biblioteca de Munich, debemos recalar sobre dos obras que marcan toda la trayectoria de la escuela de Munich y la obra de este arquitecto, al ser los puntos de referencia de la transformación de la tradición construida de la escuela germanica: El pabellón de Bruselas de 1958 y el KanzlerBungalow.

7.4 La obra de Sep-Ruf.

7.4.1 El pabellón alemán de Bruselas de 1958. El reconocimiento internacional.

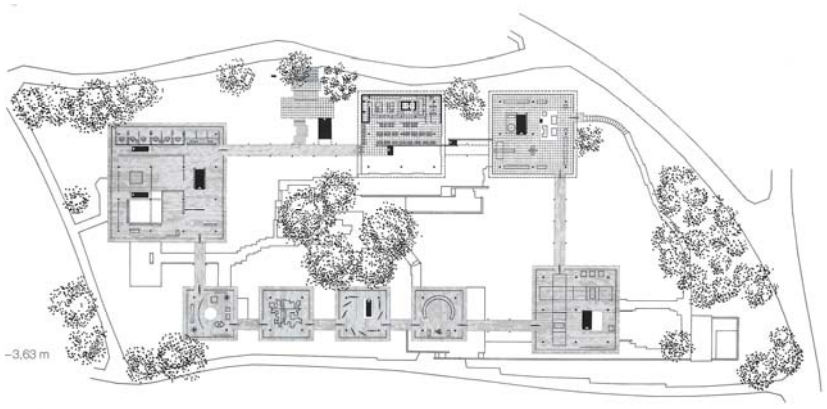
El Times escribió:

"*El pabellón alemán es el más elegante, finura y transparencia conjuntamente...La estructura es un milagro de refinamiento y precisión...es un trabajo maduro de arquitectura de poética simplicidad*".

"*Refinada sencillez los ocho pabellones crean una sensación de distinción y calma dentro del ruido que lo envuelve alrededor* "

Con estos calificativos recibió la prensa internacional el Pabellón de Alemania en la exposición universal de Bruselas, que supuso un punto de no retorno en la trayectoria de Sep Ruf.

El Pabellón se compone de ocho unidades, de tres distintos tamaños bajo un orden sencillo, como posteriormente veremos. Cada uno de estas unidades representaba cada una de las facetas de la cultura alemana: la agricultura, oficios, trabajos industriales, ciudad y vivienda, necesidades del ser humano, educación, investigación, música; así como una sala de cine para cines y conciertos.



Planta del Pabellón Alemán de Bruselas.

La idea básica se fundamentaba en hacer de la escala de la vivienda y de los objetos entorno a la vivienda, la nueva imagen de la Alemania de después de la Segunda Guerra Mundial. En este aspecto, intenta volver a continuar el discurso que había desarrollado el Werkbund a principios del siglo XX.

Esta ordenación básica, a través de pabellones, había sido experimentada, de una forma brillante y que no desarrollaremos, en la construcción, en 1952-1954 en Nuremberg, de la Akademie der Bildenden Künste.

El acceso al conjunto se desarrollaba a través de una pasarela de 55 metros de longitud, apoyada en un solo mástil con viga de acero atirantada.

Un pabellón central, de 36,00 x 36,00 m, y ordenado sobre una estructura reticular, base de todo el conjunto de pilares con un intereje de 10,00 m. En correlación con este intereje cuadrado de 10,00 m se conforman cuatro pabellones de un solo módulo, tres pabellones de dos módulos y el pabellón central de tres por tres módulos.

A una distancia de un tercio del módulo (3,30 m) y en voladizo, se sitúa el primer plano de cerramiento. A 1,10 metros se situará el cerramiento de vidrio, soportado por montantes cada 3,33 m. Los planos de vidrio no llegan hasta el plano superior, dejando un espacio de 50 cm a fin de permitir la ventilación natural de la sala.

La estructura es un sistema mixto de acero y madera, de muy poco peso, realizada a través de vigas principales HEB-400 y vigas secundarias HEB-150 situadas a un tercio. Completando la estructura, listones de madera de 20 cm de altura por 7,5 cm de espesor, situados a interejes variables, según sea el plano de cubierta en la proporción de un séptimo de la luz y el plano intermedio un noveno de la misma.

Los cantos de borde de forjado que cierran los planos horizontales estructurales, se conforman con IPN-400; separados 20 cm se sitúa persianas

graduables de aluminio motorizadas, de 3,33 m de anchura, con guías finas de cable de acero situadas a un tercio de esta luz.

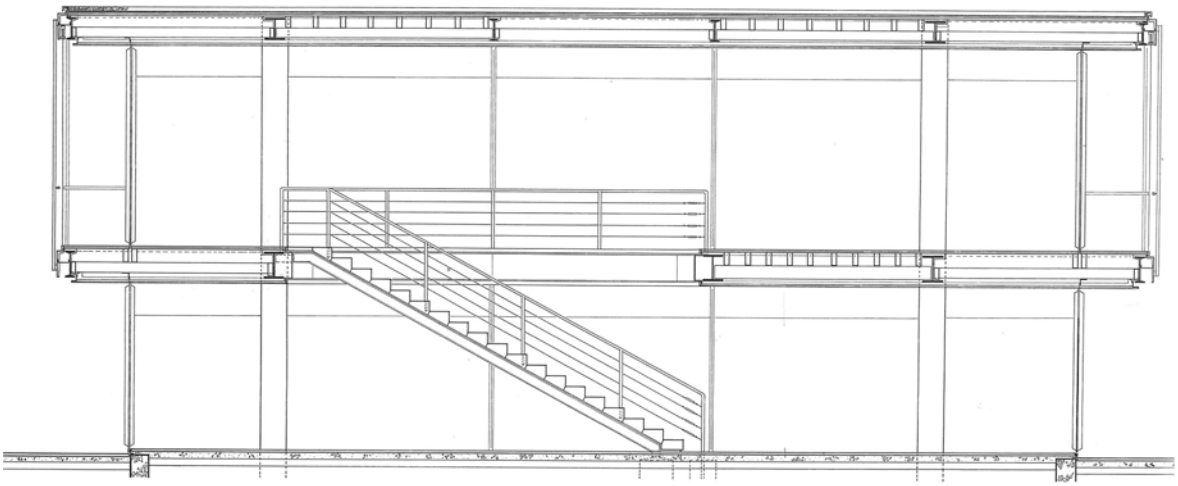
En contraste con el color negro de la chapa de acero que protege la persiana de aluminio, se realiza una estructura de perfiles de acero en color blanco, bajo la métrica del módulo base de 10,00 m.

Las plantas e interejes que acompañan la presente descripción muestran cómo, con una métrica sencilla y elemental; con una forma básica en planta de un cuadrado; y con un orden métrico, que representa a su vez un orden estructural tan sencillo como el construido en este pabellón; se consiguen, por variaciones de sección y tamaño de planta, espacialidades hasta entonces no vistas.

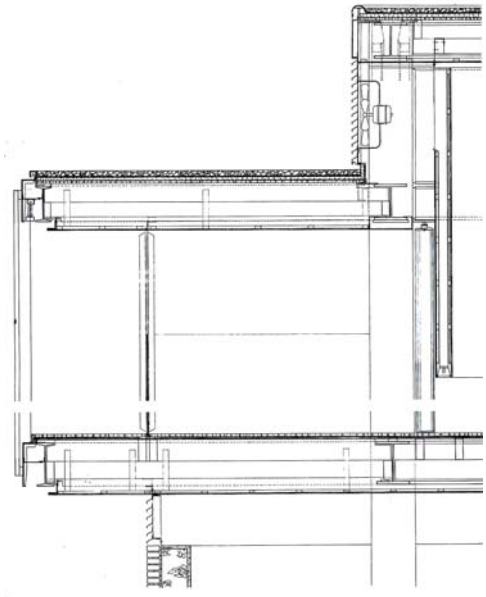
Cuando, de forma sucinta, se trate la Bayerisken de Munich, podrá comprobarse que la distancia del plano de fachada al plano de soporte está en la misma proporción que en el Pabellón de Bruselas.

Pabellón alemán, 1958, Bruselas.
Vista hacia los niveles superiores e inferiores de las pasarelas situadas debajo de la plataforma.

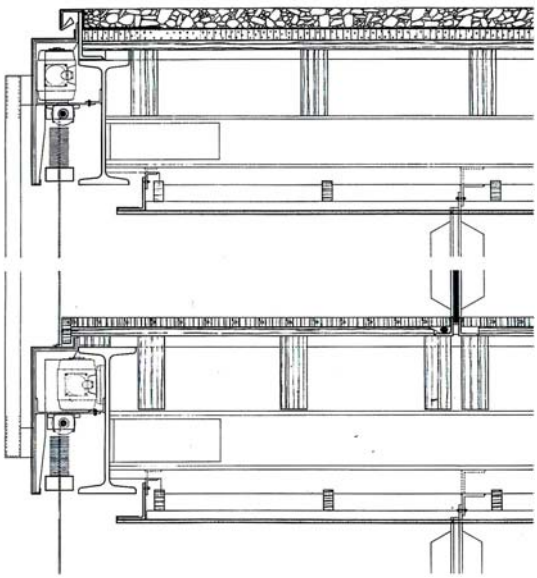
Pabellón alemán, 1958, Bruselas.
Vista del nivel 0, 00 m del gran pabellón situado al NO, con una destinada a sala de congresos.



Sección de uno de los cuatro pabellones pequeños. Pabellón Alemán de Bruselas.



Detalle sección del Pabellón grande con la sala de congresos.
Pabellón Alemán de Bruselas.



Detalle tipo de los cuatro pequeños y tres grandes pabellones.
Planta del Pabellón Alemán de Bruselas.

7.4.2 Kanzlerbungalow 1963-64. La recuperación de la modernidad (4)

Vista SE de Kanzlerbungalow, 1963-64, Bonn.

En octubre 1963 Adenauer dejó la presidencia de la Republica Federal Alemana y el Palacio de Schaumburg; fue sustituido por su Ministro de Economía Ludwig Erhard, iniciándose el largo proceso de construcción de Kanzlerbungalow (residencia oficial del Canciller). La hostilidad con que fue recibida, tanto la construcción como la polémica producida durante el proceso, nos ayudará a comprender el proceso cultural que se vivió en Alemania después de la Segunda Guerra Mundial.(5)

No era, en principio, necesaria la realización de la residencia oficial del canciller fuera del palacio del siglo XIX, pero con la excusa de un mejor orden funcional, el nuevo canciller decidió la construcción de esta residencia. En el fondo pretendía marcar distancias con el largo periodo de presidencia de Konrad Adenauer, más afín en mantener la representatividad de los modelos del siglo XIX.

Se estableció una polémica entre tradición y modernidad y en el centro de esta polémica se encontró Sep Ruf. El valor significativo de la

construcción y todo el diseño del mobiliario interior marcarían el nivel de la cultura arquitectónica alemana del periodo de postguerra.

A partir de 1947, se volvió a publicar la revista Baukunst und Werkform, que en los primeros años publicó artículos sobre la construcción industrial y una monografía de los trabajos de Mies van der Rohe.

En 1958, en una carta abierta, el arquitecto y crítico Alfons Leitl reflexiona sobre la necesidad de retomar la tradición moderna de la arquitectura alemana, siguiendo las enseñanzas previas al periodo nazi. Los primeros trabajos de Sep-Ruf fueron publicados en dicha revista y como comenta Joaquín Medina Warmburg en su texto Transatlantic bungalow (5) era necesaria la continuidad de la modernidad, incluso durante el periodo del Nacional Socialismo. Leitl afirmaba que no había nada en la obra de Sep Ruf que no estuviera ya en los edificios antiguos de la región de Baviera.

Sep Ruf fue uno de los impulsores de la publicación, en Munich, de la revista Bauen + Wohnen. El interés de esta revista de Munich en sus primeros años, fue la publicación de las Southern Californian Case Study Houses. En 1954, bajo el interés de Sep Ruf, la academia de Munich, de la cual Sep Ruf era profesor, invitó a una conferencia a Richard Neutra. Esta versó sobre las casas californianas y, en esta revista, se publicaron los trabajos, a parte de los de Neutra, los de Ray Eames, Raphael Soriano, Craig Ellwood y Pierre Koenig.

Vista de la terraza “este” con las habitaciones de invitados al fondo.

Estos datos confirman la vinculación con la cultura americana de estos arquitectos de la Escuela de Munich allanó el camino para la superación de la tragedia de la guerra y la recuperación del internacionalismo de la modernidad.

Vista del salón comedor, patio interior y gran área de recepción de la Kanzlerbungalow.

Las críticas al Kanzlerbungalow vinieron por el aparente carácter antigermánico de estas construcciones, llegando a desvelar que era una importación cultural de los vencedores de la guerra y una ofensiva frente a las tradiciones germánicas.

Estas críticas se apoyaban en el hecho que, en 1952, en la Marshall House, en Berlín y Stuttgart, se realizó una inusual exhibición de muebles e instrumentos domésticos, entre ellos muebles de Eames, representativo de **“Lifestyle for the free peoples”**.

El comisario de la exposición era el arquitecto Peter Harnden, vinculado a la cultura moderna de California. Durante el periodo de guerra, trabajó para servicios secretos americanos desde Alemania. A partir de 1947, desarrolló todo un programa de exposiciones y de control de información desde unas oficinas abiertas en Munich.

En este contexto puede entenderse los recelos sobre las intenciones que enmascaran el debate cultural.

No es la primera vez que se comenta la vinculación entre modernidad y servicios de inteligencia americanos, como forma de propaganda dentro del periodo de la Guerra Fría. Estas exposiciones, vinculadas al eslogan **"Lifestyle for the free peoples"** fueron llevadas, incluso, a la propia ciudad de Moscú e inauguradas por el entones vicepresidente americano Richard Nixon, a finales de los años 50,. Allí se produjo la famosa pregunta de Nixon a Nikita Khrushchev *"¿No sería mejor competir en relación a la calidad de las lavadoras que en la resistencia de los cohetes?*" a lo que contestó con ironía el Primer Ministro soviético *"¿Es éste el tipo de competencia que usted quiere?*".

Más allá del efecto de propaganda, lo que refleja es el debate interno que se produjo en Alemania después de la Segunda Guerra Mundial. Este proceso no fue uniforme en cuanto a los criterios y si en algún lugar de Alemania la densidad y la complejidad fue mayor, es en Munich, tanto por la necesidad de información, como por la transmisión a través de la revista Bauen + Wohnen.

Sin embargo, el valor representativo y la belleza de proporciones del Kanzlerbungalow, el diseño y fabricación de todos los objetos internos por parte de Sep Ruf (lámparas, mesas, sillas…) debe leerse con la necesidad de la revincular con a la cultura germánica que había salido de Alemania a mediados de la década de los años 30 a causa de la irrupción del Nacional Socialismo.

Esta necesidad de conectar de nuevo con la cultura arquitectónica de los años 30, tiene la intención de restituir los vínculos con el pasado. No deben olvidarse las planimetrías de las plantas, pues en ellas se resuelven, hasta el mínimo detalle, el nuevo concepto confort doméstico. Puede comprobarse, en

la evolución de esta planimetría, un sentido neoclásico de ordenación del espacio que hace que las propuestas de Sep Ruf sean una de las mejores herencias de la tradición moderna construida.

Estructura de Kanzlerbungalow.

La composición del Kanzlerbungalow se articulaa partir de dos cuadrados, de 24 x 24 m y 20 x 20 m, unidos por medio de los ejes de simetría. En el interior de cada uno de los cuadrados, se insertan dos patios del mismo tamaño, 8 x 8 m, pero en posiciones distintas: uno ocupando una partición a tercios, en el cuadrado mayor; y el otro situando un vértice en el centro de la planta y el resto de los vértices en un cuadrante del mismo.

En el cuadrado mayor se despliega todo el programa de recepción, biblioteca, estudio y cocina. El inferior acoge las habitaciones de invitados, así como las dependencias privadas del canciller.

La modulación de todo el conjunto se jerarquiza a partir de la unidad de carpintería fija y deslizante; de 2,00 m de anchura y 2,66 m de altura en el cuadrado menor; y 2,00 m de anchura por 3,20 m de altura en el cuadrado mayor. Este orden implica, en el cuadrado menor, una quíntuple partición de 4,00 m en tres de sus lados -con una pequeña variación en el lado noroeste- manteniendo el siguiente orden de intervalos: 3-4-4-3-6 m.

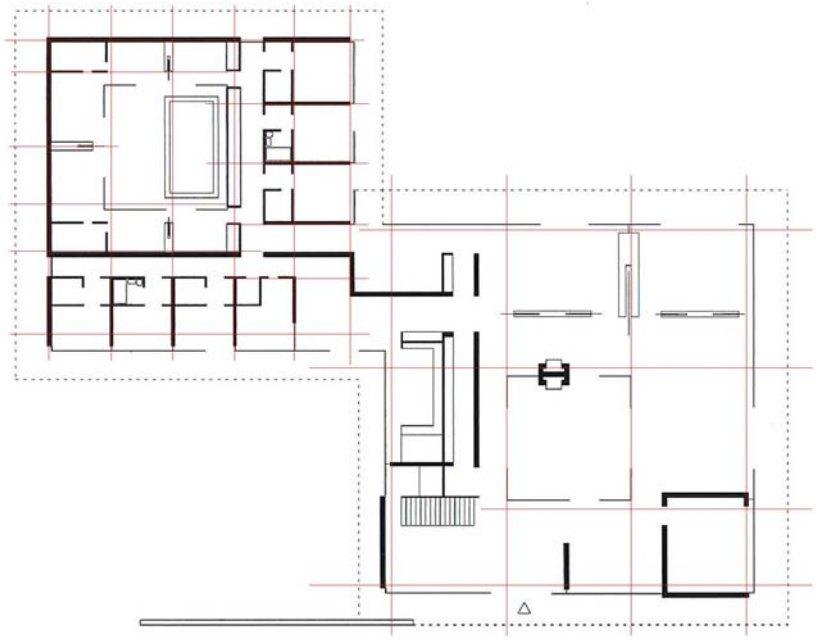
En el cuadrado mayor, de 24 x 24 m, se realiza una triple partición diferente en sentido longitudinal y en sentido transversal. En los planos de entrada (con orientación suroeste) y en la fachada noroeste, se establece una división en tres crujías de ocho metros; en sentido perpendicular (la fachada sureste) se establece un intervalo variable con la cadencia 9-9-6 m.

En una anchura de 60cm se resuelve la cubierta con plancha colaborante, apoyada sobre vigas IPE. Los bordes se rematan con perfiles UPN, a su vez, revestidos con plancha de acero lacada en negro. El plano de cubierta vuela 1,50 m sobre el plano de cerramiento en todo el perímetro.

Los pilares se retrasan 80 cm respecto al plano de cerramiento. De sección cuadrada y revestidos con plancha de acero, también lacada en negro, contrastan con los planos divisorios internos de madera.

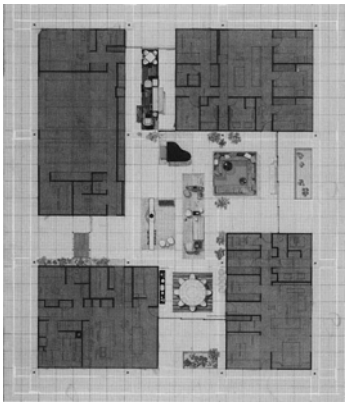
Todo el sistema de calefacción y climatización se realiza a través de canales de instalaciones y radiación, situados en el plano del suelo.

Debe concluirse que, en el concepto de las viviendas de las casas con patio, la forma de trabajar de Sep Ruf -en sus planteamientos tanto de distribución como de ordenación- es muy distinta a la de Mies, quien nunca introduce el patio en una posición central. Sep Ruf se acerca más al concepto clásico del patio en la tradición greco-romana; pero si bien en esta tradición el patio era un recurso de aislamiento con relación al entorno; en la modernidad de Sep Ruf, al introducir las trasparencias, el patio adquiere un grado de plasticidad nuevo.



Planta de la Kanzlerbungalow 1963-64, Bonn, Sep-Ruf.

Se ha comentado la influencia americana respecto a la concepción de la vivienda, y por ello se estima interesante compararla con la Casa Irwin Miller (1953-1957) de Eero Saarinen. Esta se organiza sobre una planta rectangular de 30,50 x 24,50 m, volando el plano de cubierta, también 1,50 m sobre los planos de cerramiento. Tiene un orden reticular exacto de 8 x 10 m, es decir, una triple partición de cada uno de los lados del rectángulo.



Planta. Las cuatro alas privadas están dispuestas a modo de aspas alrededor del centro abierto y determinan la circulación en la casa en torno a este núcleo público.

La forma de distribuir el programa, por medio de bloques funcionales distintos, genera un espacio central de la vivienda a la manera de una plaza interna dentro de estas unidades funcionales. Si bien la concepción aparentemente es semejante, la forma generada a través de la ordenación de la planta es totalmente distinta.

Casa Irwin Miller 1953-57, Columbus, Indiana.
Eero Saarinen

7.5 Bayerische Staats –Bibliothek Munich 1959-1966.

7.5.1 Planteamiento general. (6)

Existe poca documentación planimétrica sobre la Bayerische Staats Bibliothek. Aún así, la constatación in situ ha permitido establecer una serie de hipótesis que ayudan a desmenuzar las características de esta realización.

Es sabido que la reconstrucción y restauración del edificio histórico fue realizada por el arquitecto Hans Döllgast; y la ampliación que con más detenimiento desarrollaremos, por el arquitecto Sep Ruf.

La antigua biblioteca ocupa una planta de 150 metros de longitud y 82 metros de anchura. Organizada a través de dos patios simétricos, de 43x42 metros, que sitúan, en el cuerpo central, la gran escalera de acceso a la planta noble. Esta escalera central, de 6 metros de anchura, se abre a un espacio de 17 metros de altura, salvando un desnivel de 8 metros.

La restauración mantuvo la escala de la planta de acceso, de 7,50 metros de altura, siendo de la misma altura las salas de la planta noble. Estas salas, de estructura tripartita 7-5-7 metros, son espacios de archivo y administración del edificio, habiéndose eliminado su uso como sala de lectura. Esta se sitúa en la planta superior y utiliza el espacio de la cubierta como lugar de archivo de libros. Esta transformación del edificio histórico es la clave de la ampliación de la sala de lectura acometida por Sep Ruf.

Sin este cambio funcional en el edificio histórico, la organización del conjunto seria confusa. Es por ello que puede deducirse que, ya en la elaboración del proyecto, Döllgast y Ruf trabajaron conjuntamente, a fin de establecer con orden la planta, la sección y los patrones básicos de rehabilitación de la biblioteca. Se puede considerar, por ello, que la heterodoxia de situar los archivos en las plantas superiores y no en el mismo nivel de la sala de lectura, procede de la racionalidad de no ubicarlos en las plantas de acceso por los inconvenientes de humedad para su conservación: será una de las decisiones determinantes de la restauración.

7.5.2 Sala de lectura y ampliación.

Extraída la zona de lectura de la edificación histórica, la ampliación significará la conformación de la misma, con acceso desde la preexistencia.

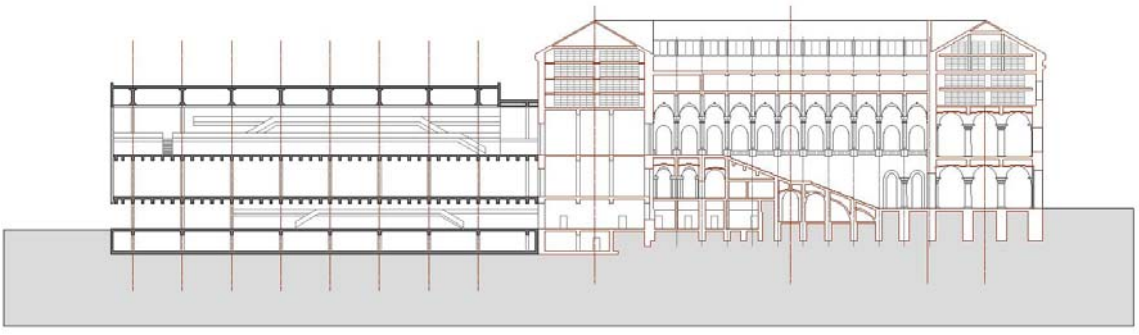
La sala se desarrolla con una plata de 58,00 x 42,00 m, mediante 8 módulos de 7,50 x 11,50 m entre ejes. Esta modulación base (7,50 x 11,50 m), es la retícula que sustenta la estructura de hormigón de las dos salas inferiores, de usos administrativos y de investigación, de 4,00 m la planta inferior y 6,00 m en primera planta. Las luces se salvan mediante forjado de 1,00 m de canto, sin haberse podido concretar si se trata de una estructura de hormigón o de acero; si bien, por la disposición de los nervios secundarios y su canto, se puede deducir -sin miedo a caer en error- que es una estructura de acero revestida de hormigón. De la misma forma que, tal como se ha visto se ejecutaban los edificios realizados por los S.O.M. en Chicago y Nueva York.

Estas dos salas, de 11,50 m de altura, atienden a las cotas del terreno y su correlación con el edificio histórico; permitiendo el acceso a la gran sala de lectura, situada en la última planta de este anexo.

La sala de lectura, de 7,50 m de altura, se conforma en dos niveles con una entreplanta a 2,50 m que, a su vez, establece dos entreplantas de archivos de libros a esa misma cota, accesibles directamente desde la sala principal. El sistema de archivos, con este decalaje, llega hasta las plantas inferiores, situando en su interior montacargas y escaleras de evacuación con el mismo concepto, pero con forma distinta al que hemos podido apreciar en la Beinecke Rare Library.

La luz, de 35,00 m entre soportes, se resuelve con unas vigas de acero Vierendel de 3,00 m de canto. Esto permite la ubicación de las instalaciones, como una planta técnica, en la cubierta de la sala de lectura.

Sin seguir la modulación de 7,50 m, Sep Ruf introduce una estructura, cada 4,50 m, de pilares IPE-240 cuyas alas, que trabajan a tracción, se refuerzan impidiendo la deformación de las vigas Vierendel, de 35,00 m, y vuelo respecto del apoyo de 3,50 m. En la documentación gráfica adjunta, puede constatarse la finura del detalle en la resolución de la problemática que supone el diálogo entre estas dos métricas de 7,50 y 4,50 m. Su único valor común es el módulo de 1,50 m, con el que está proporcionada la métrica del cerramiento que desarrollaremos posteriormente.

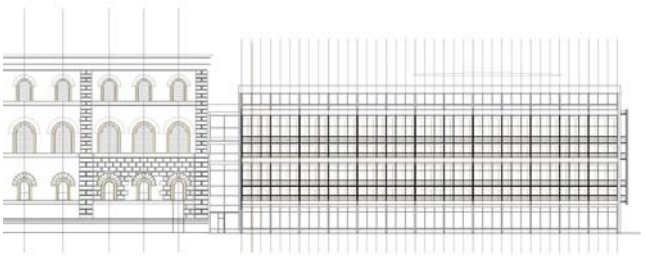


Sección Bayerische Staats –Bibliothek Munich.

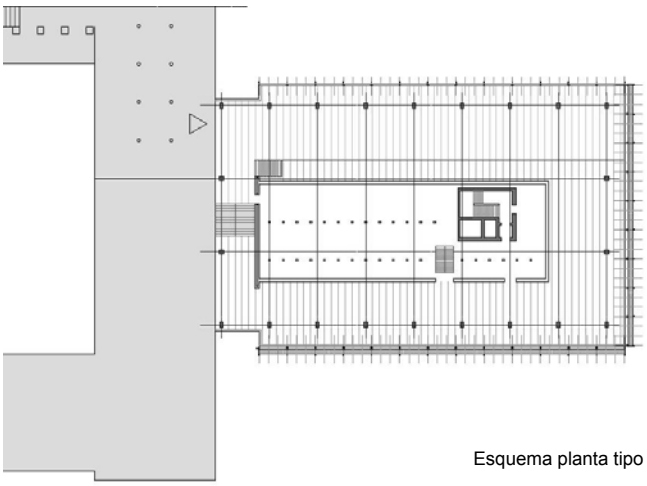
7.5.3 Desarrollo en planta.

Los estantes de los libros de consulta se acomodan en dos niveles de 7,50 m y 5,00 m de altura, situándose por medio de un rectángulo de 45,00 x 15,00 m y 2,50 m de altura.

Este cambio de ubicación de las estanterías de almacenamiento de los libros de la sala supone la mayor aportación al concepto de biblioteca en la modernidad. Tan solo la Rare Library, de Gordon Bushaft, y la Biblioteca de Munich aplicaron este cambio tipológico. Ello conlleva un cambio sustancial en la atmósfera del tipo biblioteca y sala de lectura, eliminando las luces cenitales que venían avaladas desde los prototipos de biblioteca del siglo XIX.



Alzado fachada sur



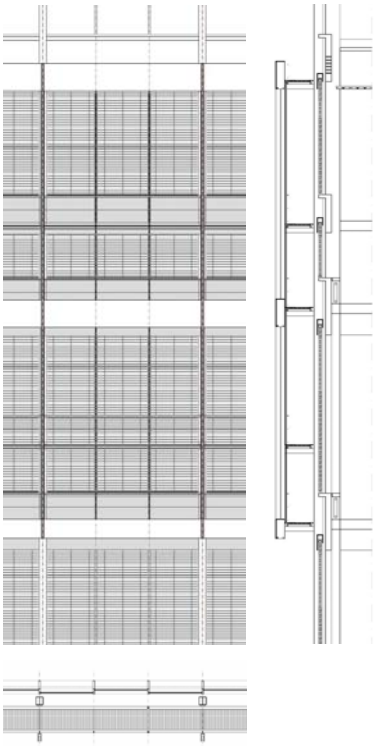
Esquema planta tipo

De las consecuencias de este cambio fue consciente, en el transcurso de la ejecución de la obra, puesto que suponía unos requerimientos muy altos de control lumínico del plano de fachada. Esto le llevará hacia un sofisticado y complejo sistema, después de una primera solución fallida

Este sistema se desarrolla en dos fases. Por fotografías de reciente finalización de obra, se constata que el grado de confort interior y de mantenimiento no fueron los adecuados; con transformaciones del propio Sep Ruf en la obra ya finalizada: cortes de acero en el intradós de la fachada confirman estas operaciones a posteriori.

Esta transformación del plano de fachada tuvo su repercusión en una de sus últimas obras la, Bayerische Vereinsbank, Munich (1970-1975), con influencia dentro de la arquitectura alemana de postguerra.

7.5.4 Modulación del plano de fachada.



Cerramiento, módulo tipo. Bayerische Staats Bibliothek
Alzado, sección longitudinal y transversal.

Con una modulación de 4,50 m, y una profundidad de 1,40 m, los 23 metros de altura de la ampliación de la biblioteca se componen de: un módulo basamental de 4,50 m; dos cuerpos iguales, de 7,20 m de altura; y cuerpo de remate de 4,00 m, correspondiente a la sala de instalaciones.

Esta división del cuerpo de 14,40 m en dos unidades de 7,20 m tiene una forma más sutil de partición, que se puede resumir en considerar la parte vacía y subdividirla a tercios.

Sep Ruf según comentarios de sus colaboradores, sentía fascinación por la métrica y las líneas de fachada a la forma clásica.

Dos son las métricas que deberían ser confrontadas. Por un lado la métrica de planta conformada por cuatro elementos:

1. Pilares de perfiles de acero de 220 x220 mm separados 4,50 m.

2. Pasarela de mantenimiento, conformada por perfilería de acero que apoya una rejilla de acero galvanizado. Dicha pasarela, a su vez se rigidiza con montantes verticales de acero inoxidable cada 1,50 m, a los que, de forma sutil

Bayerische Vereinsbank Munich.

Bayerische Vereinsbank Munich.

Bayerische Vereinsbank Munich.
Fotografía tomada en julio de 2011.

Bayerische Vereinsbank Munich.
Cerramiento compuesto por perfiles de aluminio anodizado.
Fotografía tomada en julio 2011.

y a una distancia de 10 mm, se atornilla la barandilla de protección, de color negro.

3. Montantes de perfiles extrusionados de aluminio, de 9 cm de anchura y 20 cm de profundidad, que se rigidizan cada 6, 00 m por medio de unos perfiles de U de aluminio anodizado, de 85 cm de altura y 20cm de espesor. Estas U alojan en su interior las persianas autorregulables motorizadas de aluminio, de 4, 50 m de anchura y 6,00 m de desarrollo.

4. Por último, el cuarto elemento es el plano de vidrio. Conformado por tubulares de aluminio de 400 x 60 mm cada 1,50 m, alojan en las plantas inferiores persianas autorregulables de lamas oscuras de aluminio.

Por otro lado, la métrica del alzado -que trabaja a módulos de 1/3 y 2/3 de los vanos- que permite variaciones en sección por medio de la utilización de entreplantas. Así, las variaciones de métrica interior, uno de los edificios con mayor complejidad de sección, no representan variaciones de la métrica de fachada. (7)

Una transformación y simplificación de este sistema de cerramiento es el realizado en el Bayerische Vereinsbank entre 1964-1967, por medio de una modulación base de 9,40 x 9, 40 m, desplazando el plano de fachada a mitad de módulo.

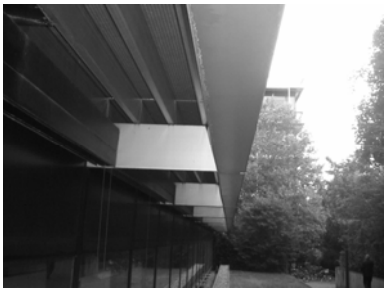
No ha sido posible, por condiciones de seguridad poder acceder a los planos. Pero desde la toma de datos in situ, constatamos que el módulo base que había trabajado Sep Ruf era de 2,96 m, subdividido a su vez en el plano de carpintería -de anodizado en aluminio oscuro- en módulo de 1,48 m. El espacio vacío es de proporción cuadrada. Las jambas horizontales de aluminio son de 19 pulgadas de altura por 7 pulgadas de espesor, separadas del plano de cerramiento en 44 pulgadas.

Toda la subestructura, de aluminio, se realiza por medio de perfiles huecos, de 2 pulgadas de espesor por 7 pulgadas de altura, separados entre ellos por 9 pulgadas. En cada módulo de 2,96 m, las guías verticales, de 3 3/4 pulgadas de espesor, son sustentadas por pletinas macizas de aluminio de media pulgada de espesor y 12 pulgadas de canto; arriostrándose con el plano

de carpintería inferior, de anodizado color oscuro, que a su vez lleva un segundo plano de protección contra la radiación solar.

Bayerische Vereinsbank Munich
Perfil de aluminio en cerramiento.
Fotografía tomada en julio 2011.

Por pequeño que parezca, hay un detalle que considero importante en esta evolución del cerramiento de fachada en aluminio. Procede de la forma de los montantes verticales y se basa en la descomposición del montante vertical en dos elementos independientes. Mientras el montante de la biblioteca asume en una anchura 3 3/4, de pulgada, por medio de una tripartición de 1 1/2 de pulgada; en el Bayerische Vereinsbank se conforma por medio de dos rectangulares de aluminio, de 9 x 2 pulgadas, dejando un espacio vacío entre ambas guías de 1 1/2 de pulgada. Es decir, mientras en la biblioteca el montante vertical es un perfil extrusionado único, en la banca se descompone en una manufactura de tres elementos, haciendo en este último caso una continuidad geométricamente concordante entre los planos horizontales y verticales, según podemos apreciar en las fotografías y croquis que se adjuntan. (8)



Bayerische Vereinsbank Munich
1970-1975.
Detalle de la pasarela de mantenimiento.
Fotografía tomada en julio 2011.

Este sistema permite la transparencia entre los distintos niveles horizontales, acentuando la inmaterialidad del plano. Como se ha visto en capítulos anteriores, cuando analizamos la retícula en procesos de evolución totalmente distintos, Sep Ruf llega a efectos visuales de composición que, una mirada distraída podría hacer pensar que son semejantes, pero como se ha podido constatar, son totalmente distintos.

En el campo de la inmaterialidad, por medio del aluminio, estos ejemplos muestran el grado de perfección y la casuística que Sep Ruf desarrolló en sus últimas obras.

Hotel Hilton, Munich.
Fotografía tomada en julio 2011.

Entre 1970 y 1972, dentro del mismo complejo, Sep Ruf proyectó el hotel Hilton, con técnicas totalmente distintas. La reducción del canto del forjado de las terrazas de las habitaciones y un sutil perfil de aluminio, como podemos ver en las fotografías va delineando la fachada y proporcionándola con una etérea elegancia. Entre 1970 y 1975, amplia el complejo, utilizando el mismo lenguaje que había empleado 8 años antes, pero incrementando el módulo- en una proporción doble al realizado anteriormente- y conformando y experimentando los complejos de forma escalonada.

Edificio de la Ciudad Olímpica de Munich.
Fotografía tomada en julio 2011.

La irrupción de este sistema de composición, por autores distintos se trabajó en un cambio en materiales: el hormigón prefabricado utilizado en las edificaciones del complejo de la Ciudad Olímpica de Munich. Como podemos constar en las fotografías que se adjuntan, la visión cercana así como el deterioro de los materiales deben de hacer reflexionar sobre la translación de conceptos equivalentes pero materializados de forma distinta. La livianeidad, sutileza y perfección de los cerramientos de aluminio que hemos visto en las obras de Sep Ruf deben entenderse dentro de un proceso, cada vez más elaborado, de las posibilidades de la manufactura con perfiles de aluminio extrusionado.(9)

8

Consideraciones finales

8. CONSIDERACIONES FINALES

Una vez realizada la exposición del análisis de los diversos edificios y la relación historiográfica de los mismos se pueden comentar las siguientes conclusiones con respecto a:

La transformación de los sistemas constructivos a partir de experiencias. Estas transformaciones debemos entenderlas, más allá de un vínculo de referencia, como una conexión con la tradición a veces olvidada.

La búsqueda de esta tradición construida es el eje que vertebra los distintos sucesos, pasajes y acontecimientos que se han enumerado y ratifica la afirmación de Mies van der Rohe:

"No tenemos problemas de forma, sino de construcción".

En el fondo Mies estaba diciendo que solo a través de la construcción, en planta y en sección, y de la métrica puede llegarse a una arquitectura que en su sinceridad refleje la belleza.

Estableciéndose como hipótesis que la búsqueda de esta nueva tradición construida, se materializa en el concepto de la manufactura del cerramiento. Todo el desarrollo del trabajo ha ido aproximando, bajo análisis de distintos modelos, a la transformación y evolución del mismo desde los primeros experimentos del siglo XX, hasta las últimas realizaciones de los S.O.M. Se ha comprobado a partir de los materiales y se ha constando la importancia que en su evolución ha tenido la implementación de las instalaciones, en un proceso evolutivo no muy dilatado en el tiempo pero sí de gran intensidad.

8.1 En la obra de Mies.

Se ha podido constatar que la construcción de entramado y estructura de acero y fábrica de ladrillo de los edificios fabriles de la Cuenca del Ruhr, son el modelo preeminente en la construcción del Illinois Institute de Chicago realizado por Mies van der Rohe. Esta transposición no se desarrolla de forma literal, ni con imágenes que pudieran identificarse sino, tan solo, por medio del

análisis del sistema constructivo y su transformación según casuísticas distintas.

En los diversos edificios del Illinois Institute de Chicago, Mies va desarrollando el germen original que se había probado en la Cuenca del Ruhr. Con sencillez, realizó un cambio de escala y función totalmente alejado de la fuente de origen. También es probable que la evolución fuera una síntesis entre las realizaciones genuinas de la Escuela de Chicago y la liviandad de los cerramientos de la Cuenca del Ruhr.

Un avance de esta síntesis, ya fue anunciada en la propuesta del concurso del Reichs-Bank (1935), a partir del concepto textil de cerramiento. Preconizado por Goffied Semper; por la Escuela del Romanticismo alemán del siglo XIX; por Schinkel y por la nueva objetividad, establecida por las vanguardias europeas de principio de siglo.

Se produce la paradoja de que obras de carácter universal, con soluciones constructivas genéricas y con un grado elevado de manufactura de reducido coste son, al mismo tiempo, difícilmente repetibles a causa de su potente impronta personal. De este modo, a partir de la obra de Mies, se puede reflexionar desde los distintos campos de la construcción de la estructura y de la ciudad.

8.2 En la obra de Martin Kremmer y Fritz Schupp.

A partir de la documentación analizada, se puede concluir que por su nivel de abstracción, síntesis constructiva, claridad de implantación y escala, la obra de estos dos arquitectos, anclada en la tradición académica germánica, debería ser considerada como un punto de referencia en la evolución de la arquitectura moderna en Europa.

La arquitectura Moderna y su transformación constructiva no deberían entenderse sin observar, en profundidad, la industrialización producida a finales del siglo XIX y principios del XX, en Europa. Este tipo de construcción conllevó, fundamentalmente, la fabricación industrial de sus componentes e implicó una forma de pensar totalmente distinta por parte de ciertos arquitectos de las vanguardias europeas. La normalización y estandarización de

elementos no implicaron la normalización y estandarización de esta arquitectura.

La obra de Martin Kremmer y Fritz Schupp es un ejemplo para comprender que pequeñas transformaciones constructivas, surgidas de la evolución industrial de la sociedad, suponen el origen de la arquitectura a principios del siglo XX en Europa.

Puede ser que parte de la confusión actual resida, en haber, erróneamente, calificado de postindustrial esta sociedad. Sus características y sus necesidades están aún por clarificar, y se ve ahora, con cierta nostalgia, la claridad y funcionalidad entendidas como adecuación de medios con un fin determinado. Martin Kremmer y Fritz Schupp desarrollaron durante más de 50 años el mismo criterio de construcción y de asentamiento de edificios industriales.

En este trabajo se ha puesto en valor, de una forma reiterada, la importancia de la construcción de los edificios industriales en la evolución y percepción de la arquitectura. La historiografía ha resaltado las construcciones industriales como un hecho puntual y experimental pero, paradójicamente, ha pasado por alto a Martin Kremmer y Fritz Schupp, a pesar de que toda su producción se concentra en esta casuística.

Se debería considerar un error convertir los edificios de la Cuenca del Ruhr en unas ruinas o artefactos carentes de uso, como símbolos del pasado. Es posible que la ciencia y las nuevas tecnologías apunten hacia la posibilidad de una transformación más coherente con la racionalidad con que se iniciaron las construcciones industriales; las mismas son fruto de un desarrollo de más de 150 años.

A raíz del estudio de la obra de Martin Kremmer y Fritz Schupp se puede constatar que la construcción de edificios industriales se produce simultáneamente en Estados Unidos y la Unión Soviética, y los autores y personajes que construyeron estos complejos estaban relacionados entre sí. Además existe un contacto directo entre los componentes de las distintas vanguardias europeas. Ello conduce a la conclusión de que se produjo una transmisión de conocimientos, experiencias y soluciones técnicas entre dichos autores y que esta influencia fue dilatada en el tiempo. Las semejanzas y

transformaciones de distintas soluciones técnicas en hormigón armado y acero que se han visto tuvieron mayor trascendencia y repercusión de la que en principio pudiera pensarse.

8.3 Le Corbusier y la influencia americana.

Se puede constatar un punto de vista que no quiere ser excluyente con otras influencias o apreciaciones sobre la obra de Le Corbusier. En los inicios de su trayectoria profesional, el conocimiento de las experiencias americanas de la Escuela de Chicago y su evolución constructiva así como la imagen de los edificios fabriles desarrollados por Albert Kahn a principios de siglo, inspiran una de las obras fundamentales de la Modernidad europea, el Pabellón Suizo en la Ciudad Universitaria de París.

Esta conclusión se confirma por el sistema constructivo desarrollado que, alejado de las tradiciones constructivas más recientes, en el ámbito del país, tan solo tiene continuidad en la Maison Clarté en Ginebra.

La influencia de la Escuela de Chicago es determinante en la trayectoria y en la conformación del lenguaje de Le Corbusier, principalmente en sus edificios de estructura de acero. Se puede constatar esta afirmación en la concepción de los interiores de los Brewster Apartments 1893 R.H. Turnock.

La influencia de Albert Kahn también debería ser otro de los puntos de referencia para una comprensión de las vanguardias europeas atendiendo a la importación de experiencias constructivas, desarrolladas por la introducción del hormigón durante la última década del siglo XIX.

Por otro lado, también ha podido constatarse que la obra Gewerbeschule und Lehrwrkstätten, Berna 1935-1939, como una transformación de los sistemas constructivos, métricos y de organización del Pabellón Suizo de la Ciudad Universitaria de París por parte del joven arquitecto Brechbühler.

8.4 En la obra de Jacobsen.

Se ha constatado, en el estudio preciso de los cerramientos de Jacobsen, en la obra del Ayuntamiento de Rodovre (1954-1956), en las

oficinas Jespersen en Copenhague (1953-1955) y en el Edificio SAS Copenhague (1956-1961) dos cuestiones:

1. Situar los elementos portantes en las crujías centrales de los edificios y liberalizar los planos de fachada de la estructura, al disponerlos en voladizo, transporta la coherencia de los cerramientos ligeros a su máxima expresión. Se podría afirma que el concepto liviano del cerramiento y la metáfora de los cerramientos textiles que establecía Semper en el siglo XIX, adquieren en estas obras un alto nivel de coherencia.

Para ello Jacobsen, en estas tres obras, elimina toda capacidad portante al cerramiento, incluso en los elementos secundarios, dejando a los maineles verticales tan solo la función de absorción de las pequeñas deformaciones entre los distintos niveles de forjado.

2. En los cerramientos ligeros de madera, aluminio extrusionado y acero calibrado, la métrica de su construcción conlleva variaciones dimensionales relevantes para la percepción visual del objeto. Así, mientras que las variaciones entre madera y acero son del orden del 10%, entre aluminio y madera son del 50%, si establecemos como base el mainel de acero, el de madera precisa de una dimensión 3 veces superior y el de aluminio de 2 veces. Jacobsen nos muestra una vía, en la manufactura del aluminio en cerramientos no estancos, sino con apertura, que no ha tenido continuidad en los últimos cuarenta años. Los actuales cerramientos de perfilería rectangular de aluminio, han unificado tanto las dimensiones como la forma constructiva uniformizando las solución constructiva en toda la producción arquitectónica actual, llevando a reflexionar sobre la influencia de la “manufactura” a partir de la utilización de elementos y componentes producidos industrialmente.

La industria de la construcción, actualmente, se encuentra en un proceso de estandarización y homogeneización de los elementos manufacturando soluciones generales y no tanto industrializando soluciones particulares. Sin embargo, los cambios que se están produciendo en la industrialización, por medio de la automatización de los procesos mecánicos de corte y manufactura, abren un campo para que, con esfuerzo, la arquitectura pueda avanzar en el camino emprendido por Jacobsen.

Por otro lado, en la medida que se ha profundizado, detallado y definido tanto la estructura como las soluciones constructivas, sorprende la capacidad de Jacobsen de hacer aparentar sencillo y elemental, soluciones complejas. Se trata de una arquitectura que como decía Carlos Martí Arís:

"*No quieren impresionar al espectador ni presentarse ante él como episodios singulares o emblemáticos. Suelen disponerse en el terreno con naturalidad, siguiendo formas geométricas elementales y prescindiendo de todo énfasis retórico. Parecen haber sido construidas y concebidas sin esfuerzo, con esa aparente facilidad a la que solo puede llegarse tras un arduo y prolongado entrenamiento. Son obras en las que el trabajo ha sido capaz de borrar sus propias huellas: de ahí su levedad, su falta de dramatismo.*"

8.5 En la obra de Gordon Bunshaft.

La idea generalizada de que la obra de los S.O.M. deriva exclusivamente de las experiencias de Mies en América, no es tan evidente. Las fuentes en que bebieron y reflexionaron son bastante diversas.

La obra de los S.O.M. recompone los lazos de unión con la tradición americana, de William Le Baron Jenney, Adler and Sullivan, Holabird and Roche y Burham and Root, con un grado de transformación y de influencia más intensa auqnue no tan directa con la de Mies van der Rohe. Esta afirmación que cuanto menos puede ser controvertida, sería corroborada en la vivienda que el propio Gordon Bunshaft construyó para él y su mujer en Long Inland. Este es un tema que se plantea dejar abierto.

La influencia de Mies, si se atiende a la concepción, casi metafísica, arraigada en sus primeras propuestas (rascacielos de vidrio 1920-1921), se puede comprobar que este valor no le es ajeno a Gordon Bunshaft aunque con parámetros totalmente distintos. Los dos espacios más introvertidos, más aislados del exterior: la Biblioteca de Austin y la Rare Books de New Haven, conducen a unos espacios que se podría hacer extensiva la afirmación de que son espacios "para pensar". Espacios "sintéticos" alejados de cualquier valor semántico, es decir con todo el significado que las edificaciones americanas, como un último canto de cisne, habían dado a los estilos "por medio del lenguaje histórico de la arquitectura".

A partir de las obras estudiadas de Gordon Bunshaft, con tres escalas totalmente distintas de edificación, con tres implementaciones diversas, se observa que la construcción americana de postguerra, además de su influencia en la obra de los arquitectos de las vanguardias europeas, también recompone los vínculos con la tradición americana de finales del siglo XIX. Si bien esta influencia es más evidente en la obra del arquitecto americano Louis Kahn, también se puede concluir que detrás de los edificios de New Haven y del Memorial Lyndon B. Johnson de Austin, Texas, está la tradición americana de los edificios desarrollados en la década 1930-1940 en los Estados Unidos.

La obra de Gordon Bunshaft ejemplifica la enorme complejidad y riqueza de la arquitectura moderna, sobre todo porque no puede englobarse en el concepto de nuevo estilo, sino más bien en la búsqueda de nuevos vínculos de conexión con una tradición construida.

8.6 Sep Ruf y la Escuela alemana.

Podría concluirse del estudio de la obra de Sep Ruf, que la misma traslación y transformación de conceptos que desarrolla la obra de Gordon Bunshaft, vinculada a tradición americana, se produce en la obra de Sep Ruf en relación a la tradición germánica. Esta tradición moderna germánica que subrayaba y sobrevaloraba la obra de Gropius silenciaba, por otro lado, una mayor complejidad en la reconstrucción del periodo de postguerra.

En esta otra tradición germánica, se producen de forma silenciosa también cambios significativos en la manufactura de los edificios, lo que conllevará a un estricto rigor en la producción industrializada de los componentes de la arquitectura.

En la obra de Sep Ruf las relaciones entre la industria y manufactura generan edificios de una alta cualidad, más allá de una banal repetición de soluciones estereotipadas. Como se observa en la ampliación de la Biblioteca Estatal de Munich.

En el presente estudio, tan solo se ha hecho referencia a una obra que se refleja en todas las construcciones de la llamada Escuela de Munich, pero cabría comentar que la personalidad y la individualidad de la obra de Sep Ruf destaca sobre el resto. Se trata de una obra que importa registros muy

distintos y que abarca, por casualidades del destino, diversidad de planteamientos de mucha calidad.

Mediante este trabajo se ha podido ponerse de relieve la construcción y posterior transformación, realizadas por el mismo autor, del cerramiento de la ampliación de la Biblioteca de Munich. La métrica, las proporciones y "la delineación" de los distintos planos de fachada dotan al cerramiento de una complejidad, manufactura y poética difícilmente clasificables. También se ha podido significarse, como esa manufactura va delineando según los tonos del acero cromado, acero negro y aluminio anodizado, reflejos cromáticos y tonalidades que expresan una particular sensibilidad. Uno de los cometidos de este trabajo es sacar a la luz estos valores a través de las hipótesis planimétricas.

Sep Ruf, a mi entender, de forma no explícita apunta soluciones que se fundamentan en introducir en el plano de cerramiento mayores demandas. Introduce un concepto que podría denominarse "de espesor vacío".

La superposición de estos planos atiende a un orden jerárquico y se materializa a través de planos de proyección. Esta solución innovadora en su concepción y experimentación, lleva en su génesis los principios clásicos del orden arquitectónico.

Este cambio del orden implica necesariamente modificaciones espaciales y cambios en el tipo, generando un nuevo concepto de monumentalidad que se desvincula del tamaño. Es una monumentalidad más sutil, más humanizada y también más sensorial. Fundamentalmente es una monumentalidad no retórica, basada en la sutileza de la manufactura haciéndola trascender más allá de lo "correctamente bien hecho".

8.7 Nuevas líneas de investigación

Sep Ruf

Una sistematización de la obra de Sep Ruf, desconocido en la historiografía más divulgada, queda para posteriores estudios. La profundidad de su pensamiento revelada desde la obra construida es un continuo motivo de reflexión que se anticipa desde la espacialidad centralizada de St. Johann von

Capistran, Munich (1957-1960), la elegancia del Bundeskanzlers, Bonn (1963-1964), el clasicismo de la Hochschule, Speyer (1957-1960), la racionalidad del Max-Planck-institut für Physik und Astrophysik, Munich (1957-1960), la metafísica transparencia del Deutsche Pavillongruppe, Bruselas (1956-1958), la reconstrucción del pasado de Germanisches Nationalmuseum, Nurembeg (1953-1976) y la sensibilidad de la Akademie der Bildenden Künste, Nuremberg (1950-1954).

En el orden estrictamente arquitectónico y de forma monográfica se considera necesario estudiar en profundidad:

1. La Universidad de Ciencias Administrativas de Speyer 1957-1960
2. La Academia de Bellas Artes de Nuremberg (1950-1954)
3. El Instituto Max Planck de física y Astrofísica (1957-1960), del cual ya hay una primera toma de datos realizada
4. El Museo Nacional Germánico de Nuremberg (1953-1976)

Albert Khan

Asimismo la obra de Albert Khan esta pendiente de una monografía exhaustiva de planimetrías y de detalles. Lo aquí presentado no es mas que un esbozo de modelos industriales que todavía pueden utilizarse como punto de partida para nuevas propuestas.

La contraposición de la obra de Albert Khan y Sir Owen Williams, formado en la oficina de la compañía de Kahn en el Reino Unido, puede usarse para establecer relaciones entre los edificios fabriles de hormigón realizados con la misma patente pero con modelos de desarrollo totalmente distintos. En concrteo la Boots Wets Factory, en Beeston Nottingham (1930-1932), y la Boots Drys Factory (1935-1938) y la Boac Maintenance Headquarters Heathrow Airport, en Londres.

Fazlur Kahn

Un estudio comparativo entre la concepción de los edificios en altura de Louis I. Kahn, con ayuda de los escritos y libros de Kommendant, y por Fazlur Khancon ayuda de los escritos, dibujos y detalles depositados en el Art Institute de Chicago. Si se analizan las posibilidades de las estructuras de

hormigón prefabricadas y postesadas tanto de pilares y vigas de los laboratorios Richards y los esbozos de los edificios en altura de Philadelphia pueden dar fundamentos a conceptos estructurales distintos al entramado. La contraposición de estas dos formas distintas de establecer la construcción enriquecerán los conocimientos en la utilización conjunta del acero y del hormigón prefabricado o in situ en su caso. Seria de interés establecer un tercer vértice de comparación con la concepción técnica y estructural de Pier Luigi Nervi y Eduardo Torroja

Por otro lado y también relacionado con Fazlur Khan, sería de interés realizar un estudio de las influencias de la tradición constructiva hindú del a región de Rajastán y la ciudad de Jaipur a partir de las raíces geométricas y planimétricas de su obra.

9

Notas por capítulos

9. NOTAS POR CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1. Karl Marx establece en el Capital el concepto de Manufactura en los siguientes términos:

"*El origen de la manufactura, su procedencia del oficio presenta, pues, doble aspecto. Por un lado, tiene como punto de partida la combinación de oficios diversos e independientes, la cual se simplifica hasta reducirlas a la categoría de operaciones parciales y complementarias en la producción de misma mercancía. Por otro lado, se apodera de la cooperación de artesanos del mismo genero, descompone su oficio en sus diferentes operaciones, las aísla y las hace independientes, de tal manera, de tal manera que cada una de ellas llega a ser la función exclusiva de un trabajador, el cual, elaborando solo una parte de un producto, no es mas que un trabajador fraccionario. Así pues tan pronto combina oficios distintos cuyo producto es la obra, como desarrolla la división del trabajo en un oficio El artesano que tiene que efectuar operaciones diferentes debe cambiar de lugar o de instrumentos. El paso de una operación a otra ocasiona interrupciones en el trabajo, intervalos improductivos, los cuales desaparecen, dejando más tiempo a la producción a medida que disminuye para cada trabajador el número de cambios de operaciones, en virtud de la división del trabajo* "

Esta visión marxista de los cambios de los sistemas de producción, ha tenido una gran incidencia en la creación del objeto arquitectónico y de ello es un ejemplo paradigmático la obra de Albert Kahn.

2. Octavio Paz realiza esta comparación asimilándolo a la técnica de la producción poética. En su estudio sobre la obra de Rimbaud y Mallarmé escribe:

"La historia de la poesía moderna es la de una desmesura. Todos sus grandes protagonistas, después de trazar un signo breve y enigmático, se han estrellado contra la roca."

En un desarrollo posterior afirma con claridad la cuestión social de la poesía "*No hay poesía sin sociedad pero la manera de ser social de la poesía es contradictoria: afirma y niega simultáneamente al habla, que es palabra social; no hay sociedad sin poesía, pero la sociedad no puede realizarse nunca como poesía, nunca es poética.".*

3. El Ayuntamiento de Aquisgrán presenta una fachada estructurada en módulos donde se van insertando cada una de las simbologías. El modelo de este Ayuntamiento, que en principio fue sede de los gremios, puede asimilarse al tipo con el que Mies desarrolló el Crown Hall.

CAPÍTULO 2 LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RUHR

1. Banham, Reyner. *Teoría y diseño en la primera era de la máquina*" Paidós, Barcelona, 1985.

2. Seifent, Thorsten. *Zollverein World Heritage Site.The past and present history of the Zollverein mining complex and coking plant*". Klartext Verlag, Essen, 2008, pp. 13-47.

3. En el artículo Construcción industrial, publicado en 1924 tiene importancia para comprender la atmósfera intelectual del debate, en el Mies expresa:
"Hasta hace poco tiempo, la necesidad de industrializar la construcción aun se cuestionaba en casi todos los círculos involucrados. Considero un adelanto que ahora esta pregunta ya se plantee en serio en un círculo más amplio, aun cuando sólo unos pocos estén realmente convencidos de ello...Creo que la industrialización de la construcción es el problema central de la arquitectura de nuestro tiempo. Si conseguimos llevar adelante esta industrialización las cuestiones sociales, económicas, técnicas y también artísticas se resolverán automáticamente".

4. Seifent, Thorsten. *Zollverein World Heritage Site.The past and present history of the Zollverein mining complex and coking plant*". Klartext Verlag, Essen, 2008*,* págs. 47-77.

5. La orden del Congreso americano de repatriar los capitales fue una iniciativa del Secretario del Tesoro Melon, que puposo las descapitalización de Alemania, con la devolución del capital en lingotes de oro. En esa época todo el sistema monetario se fundamentaba en el patrón oro. Este fue el inicio de la hiperinflación germánica. Otras medidas que propuso el secretario de Estado Melon fue la venta de todas las propiedades del Estado a fin de eliminar el concepto de deuda pública. Todas estas medidas acentuaron más aún el periodo de depresión económica y como consecuencia la devastación del orden social.

6. Guinzburg Moisei, *Escritos 1923-1930.* Colección Biblioteca de Arquitectura, El Croquis, Madrid, 2007.

7. Datos obtenidos del estudio y dibujo in situ.

8. Stiens, Claus, *Coking Plant*, pág. 41-43.

9. Datos que se pueden constatar en los croquis anexos.

CAPITULO 3 LA RETÍCULA DEL PLANO DE FACHADA

1. Giedion Sigfried. *Escritos Escogidos. Maillart, der Konstructkteur der pilzdecken. -Maillart, el constructor de los forjados fungiformes-*, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos técnicos de Murcia, 1997.

2. Serna García-Conde, José. *Los puentes del tren,* Ed. Fundación Esteyco, 2006, págs. 142-145.

3. Bucci, Federico. *Albert Kahn, Architect of Ford,* Princeton Architectural Press, New York, 2002, págs. 35-37.

4. Hildebrand, Grant. *Designing for industry, The architecture of Albert Kahn,* The Massachussets Institute of Technology, 1974, págs. 92-93.

5. Zbinden Ueli. *Hans Brechbühler 1907-1989*, Gta, Verlag, Zürich, 1991, págs. 5-7.

6. La cita de Oscar Wilde que se comenta:

"*Un poco de sinceridad es ya peligrosa,pero mucha sinceridad es absolutamente fatal."*

Procede de "El crítico como artista", con alguna observación sobre la importancia de discutirlo todo. Diálogo, 2ª parte (p. 112) incluido en el libro "Intenciones" Ed. Grupo Santillana de Ediciones, Madrid 2000. La versión inglesa original de esta segunda parte fue publicada en septiembre de 1890. Información de Juan Calduch.

7. Ines Lamuniere-Patrick. *La Construzione dell inmueble Clarté*. Devanthery págs. 100-107.

CAPITULO 4 LA TRADICIÓN NÓRDICA DEL CERRAMIENTO LIGERO

1. Millech Knud, Fisker Kay. *Danske arkitekturstromninger* 1850-1950, 1951, págs. 125-137.

2. Román, Antonio. *Eero Saarinen An Architecture of Multiplicity*, Princeton Architectural Press New York, 2003, págs. 162-169.

3. Dahl, Torben & wedebrunn, Ola. *Modernismens Bygninger Anvendt teknologi*, Kunstakademiets Arkitektskole Denmark, 2000, págs. 52-57.

4. Los edificios fabriles, cuyas imágenes en construcción se adjuntan, provienen del libro catálogo de la ingeniería con la que trabajaba Jacobsen.

De ello se puede deducir que la evolución de la arquitectura de Jacobsen, que tiene influencia en los edificios residenciales y educativos, se fundamenta en sistemas constructivos y soluciones experimentadas en la construcción de edificaciones industriales.

La distinción de los diversos tipos de cerramientos es algo que irá compaginando Jacobsen a lo largo de toda su obra. No se trata tanto del logro de una solución que recoja el óptimo resultado sino la adecuación de cada una de ellas a las obras concretas y supone en la parte final de su obra una aplicación de los sistemas de prefabricación. Como se puede constatar, este sistema producción no realiza cambios sustanciales en la manufactura y lenguaje que Jacobsen utiliza.

Sorprende la utilización de estructuras de hormigón prefabricadas y cerramientos cerámicos que se muestran en el complejo industrial NOVO de 1968.

5. La propuesta sobre el Radiohusset, construido entre los años 1936 y 1941, pero inaugurado a finales del año 1945 por el coraje del arquitecto Lauritzen, desarrolla una sección de auditorio, con proporciones y formas que es la base posterior de los proyectos de salas auditorio de Alvar Aalto.

Si se comparan las secciones de esta sala, que se pueden ver en los croquis que se adjuntan, se constata esta afirmación. Incluso parte de los detalles formales acústicos de la sala son los antecedentes que incluso pueden verse en los detalles de la Opera de Essen, obra póstuma de Alvar Aalto.

CAPITULO 5 LA TRADICIÓN AMERICANA DE LOS EDIFICIOS EN ALTURA

1. Skidmore, Owings And Merril. *SOM 1963-1973,* 1956-1961*,* Architectural Book Publishing Co, New York, 1974.

2. Entrevista a Bruce Graham. El País.

3. Sullivan Louis H. *The Autobiography of an idea,* Dover Publications, reedición 1956 de la edición 1924.

4. Giedion Sigfried. *Espacio, Tiempo y Arquitectura. Origen y desarrollo de una nueva tradición*, Reverté, Barcelona, 2009, págs. 350-357.

5. Condit, Carl W. *Chicago School of Architecture. A History of Comercial and Public Building in the Chicago Area, 1875-1925*, The University of Chicago Press 1964, págs. 91-111.

6. Banham Reyner. *La arquitectura del entorno bien climatizado*, Colección Biblioteca de Arquitectura, Vol.12, Infinito, Buenos Aires, 1975, págs.223-239.

7. Tesis de Myron Goldsmisht IIT de Chicago Fondos.

8. Khan, Yasmina Sabina. *Engineering Architecture, The vision of Fazlur R. Kahn,* W.W. Norton and Company, 2004, págs. 192-197.

9. Ali, Mir M. *Art of the skyscraper, The Genius of Fazlur Kahn,* Rizzioli Intrernational Publications, Inc., 2001, pág. 55.

10. Ali, Mir M. *Art of the skyscraper, The Genius of Fazlur Kahn,* Rizzioli Intrernational Publications, Inc., 2001, págs. 42-43.

11. Ali, Mir M. *Art of the skyscraper, The Genius of Fazlur Kahn,* Rizzioli Intrernational Publications, Inc., 2001, págs. 63-63.

12. Los antecedentes de normativa americana se establecieron en el SEAOC (Structural Engineering Association of California) que no establece los esfuerzos laterales en cada nivel, pero si que establecía la fuerza total del sismo en la base de la estructura.

$$V=ZKCW$$

Z es un factor de zona que varia en un valor entre 1 y 0,25 según una clasificación en tres zonas.
C es un coeficiente numérico en función del periodo de la estructura.

$$C = \frac{0,05}{\sqrt[3]{T}}$$

a su vez el periodo

$$T = \frac{0,05H}{\sqrt{D}}$$

Siendo **H** la altura del edificio y **D** la anchura de su base, su valor varía entre 0,67 hasta 1,33.

W es el peso total del edificio.

La fuerza lateral en cada nivel es

$$F_z = V\frac{W_Z h_z}{\sum W_Z h_z}$$

La normativa americana tiende por el ejemplo anterior a establecer valores empíricos así como estimación de valores de magnitud. August E. Komendant establecía un estudio riguroso de cada elemento, siendo más intuitiva la forma de trabajar de Fazlur Kahn aun así ambos afirman que los daños causados por el sismo pueden establecerse directamente en base al peso del edificio, su factor de forma en función de la relación entre la altura y la base.

13. Komendant consideraba el sistema Rigide Frame con estructuras de Hormigón, un sistema excesivamente pesado y antieconómico confiando hasta una altura de 60 plantas, en la capacidad portante del núcleo central trabajando en ménsula, en su estudio “Contemporary Concrete Structures”. Ambos autores tienen en común el estudio de las capacidades máximas a las que podían llegar las construcciones de Hormigón Armado frente a la tradición de las estructuras de Acero en la costa Este de los Estados Unidos.

El cambio estructural más importante entre un solo vano y tres vanos a esfuerzos horizontales en el sistema de entramados rígidos, las

reacciones a los esfuerzos horizontales son inversamente proporcionales a la suma de las distancias de los vanos, y es por ello que podemos deducir que el incremento de altura del Chase Manhattan Bank respecto al Inland Steel puede mantener las proporciones de sección a esfuerzos horizontales en ambos objetos.

14. Khan, Yasmina Sabina. *Engineering Architecture, The vision of Fazlur R. Kahn,* W.W. Norton and Company, 2004, págs. 106-107.

15. Ali, Mir M. *Art of the skyscraper, The Genius of Fazlur Kahn,* Rizzioli Intrernational Publications, Inc., 2001, págs. 116-120.

16. Khan, Yasmina Sabina. *Engineering Architecture, The vision of Fazlur R. Kahn,* W.W. Norton and Company, 2004, 199-221.

17. August Komendant difiere de los análisis de Fazlur Khan Considera que dado que las instalaciones y elementos mecánicos en la construcción de los edificios en altura suponen un 35% del coste del edificio, considera que una implementación de las instalaciones con estructuras de hormigón puede reducir el coste de construcción si se consideran conjuntamente.

18. Ali, Mir M. *Art of the skyscraper, The Genius of Fazlur Kahn,* Rizzioli Intrernational Publications, Inc., 2001, págs. 126-130.

19. En base a planimetría de L.Kahn en la propuesta para un edificio en altura en Philadelpia, establece un sistema de forjados de hormigón de de 3 pulgadas y nervios separados 30 pies suspendidos de vigas de atado situadas cada nueve plantas en donde se situarían las instalaciones.

Estos nervios se desarrollarían con armaduras postesadas, y ello implica que los forjadas con instalaciones incorporadas tendría una anchura de 1 pies y 8 pulgadas, reduciendo la dimensión de los forjados de las estructuras de acero en mas de un pie.

Esta transformación inducida en los Laboratorios Richards era la línea de investigación de L.Kahn junto con Komendant, para reducir el tamaño de techos de instalaciones.

Yantra o gráficos sagrados sobre la cosmología de la India.

20. Carácter hindú de Fazlur Kahn. Formado en la universidad de Calcuta, con profundas raíces de conocimiento de al arquitectura Hindú, este es un aspecto que deberíamos resaltar. Charles Correa en "Un lugar a la Sombra" "*En la India, las creencias míticas que generan la estructura profunda de una forma arquitectónica se remonta a miles de años atrás. De acuerdo con el pensamiento védico, dado que el mundo que vemos es solo parte de nuestra existencia, las formas y los sucesos que percibimos son significativos sólo en la medida en que nos ayudan a comprender los estratos no manifiestos subyacentes. De ahí los diagramas mágicos, los yantaras que explican la verdadera naturaleza del cosmos. Entre ellas, los vastu-purush mandalas constituyen la base de la arquitectura."*

Schopenhauer como bien sabemos es el primer filósofo que introduce los conceptos de la Filosofía Hindú, en el periodo postkantino habiendo realizado una primera aproximación de conexión entra la escuela Aristotélica y la Hindú en la campaña de Alejandro Magno en el 334 A.C. y en concreto los textos de Anasarco y Pirron.

Cada vastu-purush mandala es un cuadrado perfecto subdividido en cuadrados idénticos, que crean una serie que va del 1 al 4, 9, 16, 25....hasta llegar al 1024. En la arquitectura de los Templos, los mandalas o modelos simbólicos del universo más comúnmente utilizados son los de 64 y 81 cuadrados

La intuición de Fazlur de Khan puede tener reminiscencias de este valor mítico de la geometría en la Arquitectura ancestral de su país de origen Correa expone la fascinación que en siglo XIX supuso en la India la fascinación por los logros científicos y tecnológicos de la sociedad occidental..." *De repente surgió una nueva percepción: éramos más fuertes si no prejuzgábamos ninguna opción, si no llevábamos ninguna clase de equipaje, si nuestra mente era una tabula rasa".*

Este mensaje de la razón prende en Asia y se produce una fascinación por el racionalismo y la ciencia.

21. Khan, Yasmina Sabina. *Engineering Architecture, The vision of Fazlur R. Kahn,* W.W. Norton and Company, 2004, págs. 359-363.

22. Es necesario hacer referencia a la propuesta de Loui Kahn respecto a las últimas propuestas del edificio de Philadelpia. Supuso el

enfrentamiento con Komendant por no coincidir con las intuiciones de Kahn. Esta propuesta se fundamentaba en cuatro pilares de esquina, a su vez conformador por dos pilares cuadrados cada uno de los cuales en proceso inverso desde la planta superior se iban construyendo las plantas inferiores sustentadas desde unas vigas de gran rigidez en la última planta.

Esta solución no desarrollada va en la misma línea que los últimos bocetos del problema de la esquina.

CAPITULO 6 LA PERVIVENCIA DE BEAUX-ARTS

1. Herselle Krinsky, Carol. *Gordon Bunshaft of Skidmore, Owings and Merril*, The Mit Press, Cambridge Massachussets, 1988, págs. 4-7.

2. Herselle Krinsky, Carol. *Gordon Bunshaft of Skidmore, Owings and Merril*, The Mit Press, Cambridge Massachussets, 1988, págs. 142-146.

3. Archivo fotográfico de la Yale University.

4. Catálogo de la exposición “Exile as Destiny Czeslaw Milosz and America” celebrada desde Octubre a Diciembre de 2011 en la Yale University.

5. Herselle Krinsky, Carol. *Gordon Bunshaft of Skidmore, Owings and Merril*, The Mit Press, Cambridge Massachussets, 1988, págs.239-253.

CAPITULO 7 SEP RUF Y LA ESCUELA DE MUNICH

1. AA.VV. *Egon Eiermann/ Sep Ruf Deutsche Pavillons, Brüssel 1958*, Axel Menges, Suttgart/London, 2007.

2. AA.VV. *München 5 Architekten – Robert Vorhoelzer, Hans Döllgast, Sep Ruf, Josef Wiedemann, Uwe Kiessler*, JUNTA DE ANDALUCIA Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 2004.

3. AA.VV. *Egon Eiermann/Sep Ruf Deutsche Pavillions. Brüssel 1958*, Axel Menges, Sttutgart/London, 2007.

4. AA.VV. *Sep Ruf, Kanzlerbungalow, Bonn,* Axel Menges, Stuttgart/London, 2009.

5. Joaquín Medina. *Sep Ruf, Kanzlerbungalow, Bonn,* Axel Menges, Stuttgart/London, 2009, págs. 17/25.

6. El encargo fue fruto de un concurso cuyo jurado estaba dirigido por Hans Scharoun en 1953, y la propuesta ganadora estaba firmada por Sep Ruf y Hans Döllgast junto con Helmut Kirsten.

7. La Biblioteca sufrió una transformación en el año 1990, que supuso la retirada de amianto de todo el edificio. Esta transformación, aunque es cierto que supone un cambio sobre el proyecto original, al introducir las galerías y escaleras en fachada con la función de servir de vía de evacuación de la sala de lectura, enriquece, a mi entender, la solución original, al introducir un grado más de complejidad al conjunto.

Esta transformación también supuso la implementación de instalaciones, pero tiene la virtud de la reutilización de los elementos de fachada existentes.

8. Datos obtenidos de la toma de datos in situ, con análisis en base los datos de observación.

9. Fue miembro del jurado Egon Eiermann, que dio el premio a las estructuras de Frei Otto así como al desarrollo de la villa Olímpica a diversos arquitectos de Munich, en Hormigón Prefabricado.

10

Bibliografía

10. BIBLIOGRAFÍA.

AA.VV *"Egon Eiermann/ Sep Ruf Deutsche Pavillons, Brüssel 1958"*, Axel Menges, Suttgart/ London, 2007, ISBN 978-3-932565-62-5.

AA.VV, *"Le Corbusier. La Construzione del Inmueble Clarté"*, Universita della Svizzera italiana CH Lugano,1999, ISBN 88-88624-00-3.

AA.VV, *"Zollverein World Heritage Site.The past and present history of the Zollverein mining complex and coking plant*", Klartext Verlag, Essen, 2008, ISBN 978-3-89861-844-1.

AA.VV,*"Sep Ruf, Kanzlerbungalow, Bonn",* Axel Menges, Stuttgart/London, 2009, ISBN 978-3-932565-72-4.

AA.VV., *"La ciudad Americana"* Colección Biblioteca Americana, Gustavo Gili, Barcelona, 1975, ISBN 84-252-0859-9.

AA.VV., *"München 5 Architekten – Robert Vorhoelzer, Hans Döllgast, Sep Ruf, Josef Wiedemann, Uwe Kiessler"*, JUNTA DE ANDALUCIA Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 2004.

AA.VV., *"Symmetrie und Symbol. Die Industriearchitektur von Fritz Schupp und Martin Kremmer*", Stiftung Zollverein, Essen, 2002, ISBN 3-88375-616-4.

AA.VV., *"Torres y Rascacielos. De Babel a Dubai"*, Obra Social La Caixa 2012, ISBN 978-84-9900-063-3.

AA.VV.,*"Teoría de la Arquitectura. Del renacimiento a la actualidad",* Taschen, 2003, ISBN 978-3-8365-3200-6.

ALI Mir M., *"Art of the skyscraper, The Genius of Fazlur Khan",* Rizzioli Intrernational Publications, Inc., 2001, ISBN 0847823709.

BANHAM Reyner "*La Atlántida de Hormigón"*, Nerea, Madrid, 1989, ISBN 84-86763-11-8.

BANHAM Reyner, *"La arquitectura del entorno bien climatizado"*, Colección Biblioteca de Arquitectura, Vol.12, Infinito, Buenos Aires, 1975.

BANHAM Reyner, *"Teoría y diseño en la primera era de la máquina*", Paidós, Barcelona, 1985, ISBN 84-7509-347-7.

BENEDETTI Aldo, "*Norman Foster. Obras y proyectos (Works and proyects)"* Gustavo Gili, Barcelona, 1995, ISBN 84-252-1624-9.

BLAZER Werner, *"Mies van der Rohe"*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1997, ISBN 3-7643-5619-7.

BLOOM Harold, *"La ansiedad de la influencia. Una teoría de la poesía.",* Trotta, 1973, ISBN 978-84-9879-040-5.

BOESIGER W.- GIRSBERGER H., "*Le Corbusier 1910-1965*", Gustavo Gili, Barcelona, 1971, ISBN 84-252-1316-9.

BUCCI Federico, "*Albert Kahn, Architect of Ford",* Princeton Architectural Press, New York, 2002, ISBN 1-56898-343-3.

BÜRKLE J. Christoph, "*El Lissitzky der traum vom Wolkenbügel, El Lissitzky-Emil Roth-Mar Staml"* Gta, Zurich, 1991, ISBN 3.85676-034-02.

CALDUCH-CERVERA Juan, *"La Arquitectura moderna nacional. De 1927 a 1935: la crisis del internacionalismo"*, Universidad de Alicante, 2003, ISBN 84-7908-735-8.

CAPRA Fritjob, "*La ciencia de Leonardo. La naturaleza profunda de la mente del gran genio del Renacimiento",* Anagrama, Barcelona, 2008, ISBN 978-84-339-6278-2.

CARTER Peter*, "Mies van der Rohe at work",* Phaidon London, 1999*,* ISBN 0 7148- 3896-9.

CENICACELAYA Javier, SALOÑA Iñigo, "*Continuidad de la tradición en la modernidad",* ACAM, 2012, Bilbao, ISBN 978-84-616-0946-8.

COLLINS Peter, "*Los ideales de la Arquitectura Moderna; su evolución 1750-1959"*, Colección Arquitectura y Crítica, Gustavo Gili, Barcelona, 1998, ISBN 84-252-1757-1.

COLQUHOUN Alan, *"Collected essays in architectural criticism*", Black dog publishing, London, 2009, ISBN 978-1-906155-20-9.

COLQUHOUN Alan, "*La arquitectura moderna una historia desapasionada"* G.G, 2005, ISBN 84-252-1988-4.

CONDIT, Carl W., *"Chicago School of Architecture. A History of Comercial and Public Building in the Chicago Area, 1875-1925"*, The University of Chicago Press 1964, ISBN 0-226-11455-4.

CORREA Charles, "*Un lugar a la sombra",* Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona, 2008, ISBN 978-84-935929-6-7

CURTIS William J.R., *"La Arquitectura Moderna desde 1900"*,Phaidon, 2006, ISBN 978-0-7148-6417-4.

DAHL Torben & WEDEBRUNN Ola, *"Modernismens Bygninger Anvendt teknologi"*, Kunstakademiets Arkitektskole Denmark, 2000, ISBN 87-7279-289-2.

DANZ Ernest y MENGES Axel, *"La Arquitectura de Skidmore, Owings & Merril. 1959-1973",* Gustavo Gili, Barcelona, 1975, ISBN 84-252-0838-6.

DANZ Ernest, (Introducción Henry-Russell Hitchock) "*SOM 1950-1962",* Monacelli Press, 1962, ISBN 978-1-58093-220-2.

DE LLANO Pedro (Catálogo Exposición), "*Le Corbusier. Viaxe ó mundo dun creador a través de vintecinco arquitecturas",* Fundación Pedro Barrié de la Maza, A Coruña, 1997.

DE MAGISTRIS Alessandro, KOROB'INA Irina, "*Ivan Leonidov 1902-1959"*, Electa architettura, 2009, ISBN 978-88-370-5761-9.

DEPLAZES Andrea, "*Constructing Architecture Materials Processes Structures",* Birkhäuser, 2009, ISBN 978-3-7643-8631-3.

EISINGER Angelus, "*Städte Bauen, Städtebau und Stadtentwicklung in der Schweiz 1940-1970",* Gta Verlag, 2004, ISBN 3-85676-148-9.

FANNELLI Giovanni, GARGIANI Roberto, "El Principio del Revestimiento Prolegómenos a una historia de la Arquitectura Contemporánea", Akal,Madrid, 1999, ISBN 84-460-1180-8.

FERRATER MORA José, "*Diccionario de la filosofía de bolsillo A-H",* Alianza Editorial, Madrid, 1983, ISBN 84-206-1944-2.

FOERSTER M, *"Manual del Ingeniero constructor y del Arquitecto"*, 2 Vol., Espasa Calpe, 1926.

FOX WEBER Nicholas, "*Le Corbusier. A life*", Alfred A. Knopf, 2008, ISBN 978-0-375-41043-7.

FRAMPTON Kenneth, *"Estudios sobre cultura tectónica. Poéticas de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX"* Akal, Madrid, 1999, ISBN 84-460-1187-5.

FRAMPTON Kenneth, *"Historia crítica de Arquitectura Moderna*", Gustavo Gili, 1998, ISBN 978-84-252-2274-0.

FRAMPTON Kenneth, *"Labour, Work and Architecture. Collected essays on architecture and design"*, Phaidon Press Limited, 2002, ISBN 0-7148-40807.

GASTON GUIRAO Cristina, *"Mies: El Proyecto como revelación del lugar"*, Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona, 2005, ISBN 84-933701-7-7.

GIEDION Sigfried, *"Escritos Escogidos. Maillart, el constructor de los forjados fungiformes*", Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos técnicos de Murcia, 1997, ISBN 84-920177-9-1.

GIEDION Sigfried, *"Espacio, Tiempo y Arquitectura. Origen y desarrollo de una nueva tradición"*, Reverté, Barcelona, 2009, ISBN 978-84-291-2091-2.

GÍNZBURG Moisei, *"Escritos 1923-1930",* Colección Biblioteca de Arquitectura, El Croquis, Madrid, 2007, ISBN 878-84-88386-43-4.

GOLDBERGER Paul, *"Por qué importa La Arquitectura"*, Essential Ivorypress, Madrid, 2012, ISBN 978-84-939498-7-7.

HAWKING Stephen, "*A hombros de gigantes. Las grandes obras de la Física y la Astronomía",* Crítica, Barcelona, 2003, ISBN 84-8432-435-4.

HERSELLE KRINSKY Carol, *"Gordon Bunshaft of Skidmore, Owings and Merril"*, The Mit Press, Cambridge Massachussets, 1988, ISBN 0-262-11130-6.

HILBERSEIMER Ludwig, *"La Arquitectura de la Gran Ciudad*", Gustavo Gili 1979, ISBN 84-252-1798-9.

HILDEBRAND Grant, "*Designing for industry, The architecture of Albert Kahn",* The Massachussets Institute of Technology, 1974, ISBN 0-262-08054-0.

HOFFMANN, GRIESE, MEYER-BOHE, *"Fachadas. Forma y detalle de paredes y revestimientos exteriores"*, Blume-Labor, Barcelona, 1973, ISBN 84-7031-193-X, ISBN 84-335-6932-5.

JIMÉNEZ-GÓMEZ Eva, *"El Pilar en Mies Van der Rohe El lèxic de l'acer"*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Barcelona, 2012, Tesis doctoral inédita.

JORDÁ SUCH Carmen (ed) "*Eduardo Torroja. La vigencia de un legado",* Univeridad Politécnica de Valencia, 2002, ISBN 84-7721-97-12.

KARL Jost, *"Hans Fischli- Architekt, Maler, Bildhauer 1909-1989"* Gta Verlag Zurich, 1992, ISBN 3-85676-043-1.

KEUNE Eric, *"Paffard Keatinge-Clay, Modern Architect(ure) / Modern(s)",* SCI-Arc Press, 2006, ISBN 0-9760079-5-9.

KHAN Yasmina Sabina, "*Engineering Architecture, The vision of Fazlur R. Khan",* W.W. Norton and Company, 2004, ISBN 0-393-73107-3.

KOMENDANT August E., "*Contemporary Concrete Structures",* McGraw-Hill Book Company, 1972, ISBN 0-07-035328-X.

KOMENDANT August E., "*Practical Structural análisis for Architectural Engineering",* Prentice-Hall, Inc. 1987, ISBN 0-13-693961-9,

LE CORBUSIER (A cura di Pierluigi Cerri e Pierluigi Nicolin), *"Verso una Architettura",* (1º ed) Longanesi,1984, ISBN 978-88-304-2112-7.

LE CORBUSIER *"Precisiones Respecto a un estado actual de la arquitectura y el urbanismo*", Apostrofe, Barcelona, 1999, ISBN 84-455-0183-6.

LE CORBUSIER, *"Conférences de Rio, 1936"*, Flammarion, París, 2006, ISBN 978-2-0801-1610-9.

LE CORBUSIER, *"Cuando las catedrales eran blancas",* Apostrofe, Barcelona, 1999, ISBN 84-445-0208-5.

LE CORBUSIER, *"La casa del hombre"*, Apostrofe, Barcelona, 1999, ISBN 84-455-0184-4.

LE CORBUSIER, *"Le Corbusier et Pierre Jeanneret. Ouvre complète de 1910-29",* 2 Vol., Les Editions d'Architecture Artemis, Zurich, 1964, ISBN 3-7608-8012-6.

LLOBET I RIBEIRO Xavier, "*Hilberseimer y Mies. La Metrópoli como ciudad jardín"*, Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona, 2007, ISBN 978-84-935929-3-6.

MARTI ARIS Carlos, "*La cimbra y el arco*", Fundación Caja de Arquitectos, 2005, ISBN 84-933701-8-5.

MARX Karl, *"El manifiesto comunista, El capital"*, Prisa Innova, Madrid, 2009, ISBN 978-84-92482-21-4.

MAS Vicente, "*En principio. El marco ético en la arquitectura moderna",* Ediciones Generales de la Construcción, Valencia, 2004, ISBN 978-84-933-5400-8

MAYER Hartmut, *"Paul Ludwig Troost, Germanische Tektonik für München"*, Ernst Wasmuth Verlag Tübingen. Berlin, Berlin, 2007, ISBN 978-3-8030-0678-3.

MC CARTER, Robert, *"Louis I Kahn",* Phaidon, 2005, ISBN 978-0-7148-4971-3.

MENDELSOHN Erich, *"*Amerika livre *dïmages d'un architecte"*, Les Éditions du demi-cercle, París, reedición 1990 de la edición 1926, ISBN 2-907757-38-5.

MILLECH Knud, FISKER Kay*,"Danske arkitekturstromninger 1850-1950"*, 1951, ISBN 87-88-656-047.

MILOSZ Czeslaw, "*El valle de Issa",* Fábula, Barcelona, 1999, ISBN 84-8310-634-5.

MILOSZ Czeslaw,, "*Otra Europa*", Fábula, Barcelona, 2005, ISBN 84-8310-416-4.

NERDINGER Winfried, *"Sep Ruf – Moderne mit Tradition",* Catálogo Exposición, Prestel Verlag, Munich, 2008, ISBN 978-3-7913-4143-9.

NERVI Pier Luigi, *"Dai primi brevetti al Palazzo delle esposizioni di Torino 1917-1948"*, Quart Edizioni, Lucerna, 2008, ISBN 978-3-907631-46-1.

NEUMEYER Fritz, *"Mies van der Rohe. La palabra sin artificio. Reflexiones sobre arquitectura 1922/1968"*, El Croquis, 1995, ISBN 84-88386-08-7.

OECHSLIN Werner, *"Le radici tedesche dell' architettura moderna. Gli esordi del Werkbund e di Mies"*, Umberto Allemandi & C. Torino, 2008, ISBN 978-88-422-1571-4.

OECHSLIN Werner, *"Mart Stam Eine Reise in die Schweiz 1923-1925",* Gta Verlag, Zurich,1991, ISBN 3-85676-041-5.

OECHSLIN Werner*, "Peter Steiger, Chancen und Widerstände auf dem Weg zum nachhaltigen Planen und Bauen",* Gta Verlag, 2009, ISBN 978-3-85676-242-1.

PARICIO Ignacio, *"La construcción de la Arquitectura"*, 2 Vol, Institut de Tecnología de la Construcció de Catalunya, Barcelona, 1995, ISBN 84-7853-291-9.

PAZ Octavio, *"Los signos en rotación y otros ensayos"*, Alianza Tres, 1971, ISBN 84-206-3117-5

PEHNT Wolfgang, STROHL Hilde, *"Rudolf Schwarz 1897-1961"*, Electa, Milan, 2000.

RENTSCH Verena, REBLE Christina, STEINMANN Martin, *"O.R SALVISBERG. DIE ANDERE MODERNE",* Gta, Zurich, 1995, ISBN 3-85676-054-7.

ROMÁN Antonio, *"Eero Saarinen An Architecture of Multiplicity"*, Princeton Architectural Press New York, 2003, ISBN 1-56898-340-9.

RUCHAT-RONCATI Flora, OECHSLIN Werner, *"Werner Stücheli 1916-1983",* Gta Verlag, Zurich, 2002, ISBN 3-85676-111-X.

RÜEGG Arthur, KRUCKER Bruno, *"Konstruktive Konzepte der Moderne",* Verlag Niggli AG, Sulgen, Zurich, 2001, ISBN 5-7212-0416-6.

SCHIRMER Wolf, *"Egon Eiermann 1904-1970",* DVA Deutsche Verlags-Anstalt, 2002, ISBN 3-421-02805-2.

SCHLEICHER Ferdinand, "*Manual del Ingeniero constructor"*, 2 Vol., Labor, 1948.

SCHUPP Fritz, KREMMER Martin, "Mit einer Einleitun von Kurt Wilhelm-Kastner", ED Gebr. Mann Verlag-Berlin, Neue Werkkunst,1997, ISBN 3-7861-1938-4.

SERNA GARCÍA-CONDE José, *"Los puentes del tren",* ED Fundación Esteyco, 2006, ISBN 84-933553-1-3.

SERRAINO Pierluigi, "*Eero Saarinen 1910-1961. Un expresionista estructural*", Taschen, Köln, 2009, ISBN 978-3-8365-1331-9.

SKIDMORE, OWINGS AND MERRIL,*"SOM 1963-1973",* Architectural Book Publishing Co, New York,1974*,* ISBN 978-1-58093-221-9.

SKRIVER Poul Erik, *"Mfolmerandersen"*, Leif Thomsens Bogtrykkeri A/S, Copenhagen, 1969.

SOLAGUREN-BEASCOA Félix, *"Arne Jacobsen. Aproximación a la obra completa 1950-1971",* 3 Vols, Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona, 2001, ISBN 84-931388-4-3.

SOLAGUREN-BEASCOA Félix, "*Arne Jacobsen. Edificios Públicos*", Revista 2G, nº4, Barcelona, 1997.

STIERLIN Henri, "*La India Hinduista. Templos y santuarios de Kajuraho a Madurai",* Taschen Verlag, Colonia, 1999, ISBN3-8228-6799-3.

SULLIVAN Louis H., *"The Autobiography of an idea",* Dover Publications, reedición 1956 de la edición 1924, ISBN 978-0-486-20281-5.

SUTER Ursula, OECHSLIN Werner, *"Hans Schmidt 1893-1972, Architekt in Basel Moskau Berlin-Ost*", Gta Verlag, Zurich, 1993, ISBN 3-85676-050-4.

THAU Carsten, VINDUM Kjeld, "*Arne Jacobsen*", Danish Architectural Press, Copenhagen, 2001, ISBN 87-4707-230-7.

TIGERMAN Stanley, "*Bruce Graham of SOM*", Rizzoli International Publications Inc, 1989, ISBN 0-8478-1088-7.

TORRES CUECO Jorge, *"Le corbusier: visiones de la técnica en cinco tiempos",* Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona, 2004, ISBN 84-933701-1-8.

TORROJA MIRET Eduardo,*"Razón y Ser de los tipos estructurales",* Colección Textos Universitarios, núm. 13, Consejo Superior de Investigaciones científicas, Madrid, 1991, ISBN 84-00-07186-7.

VITRUVIO POLION Marco, *"Los Diez Libros de Arquitectura",* Akal, Madrid, 1987, ISBN 84-460-0150-0.

WILDE Jürgen and Ann, WESKI Thomas, *"*Photografer of objectivity Albert Renger Patzsch*"*, Mit Press Cambridge, Massachussets, 1998, ISBN 0-262-18189-4.

ZBINDEN Ueli, *"Hans Brechbühler 1907-1989"*, Gta, Verlag, Zürich, 1991, ISBN 3-85676-027-X.

ZEVI Bruno, "*El lenguaje moderno de la arquitectura*", Poseidón, Barcelona, 1978, ISBN 84-85083-12-1.

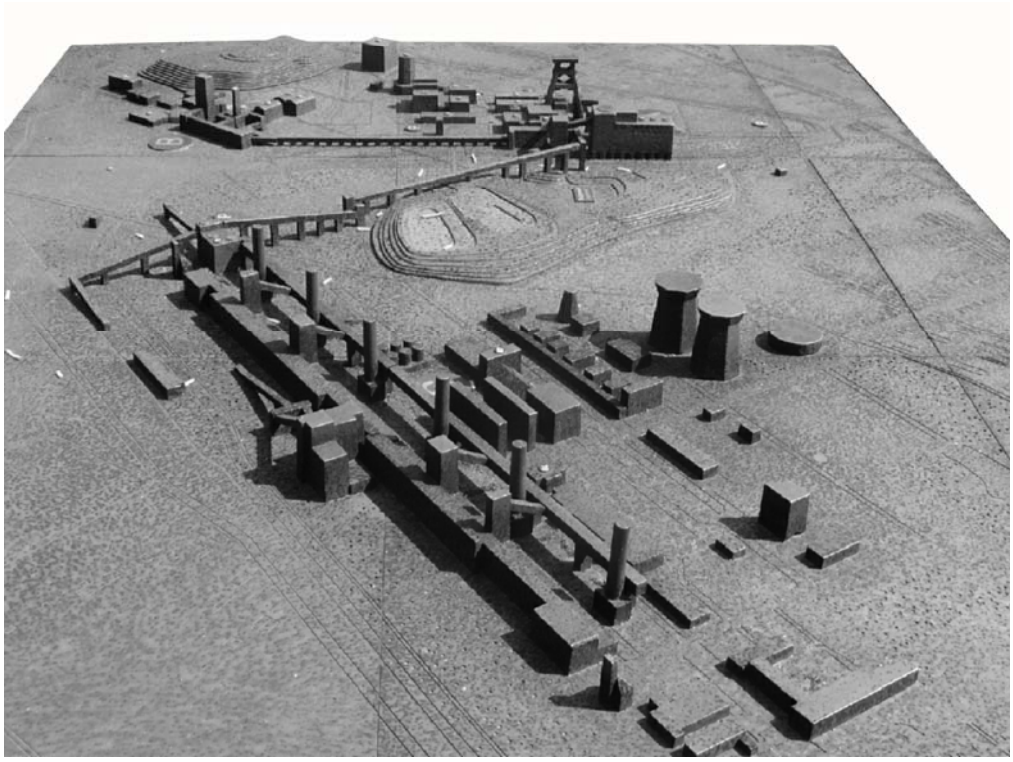
ZEVI Bruno, *"Espacios de la Arquitectura Moderna"*, Poseidón, Barcelona, 1980, ISBN 84-85083-17-2.

11

Anexos

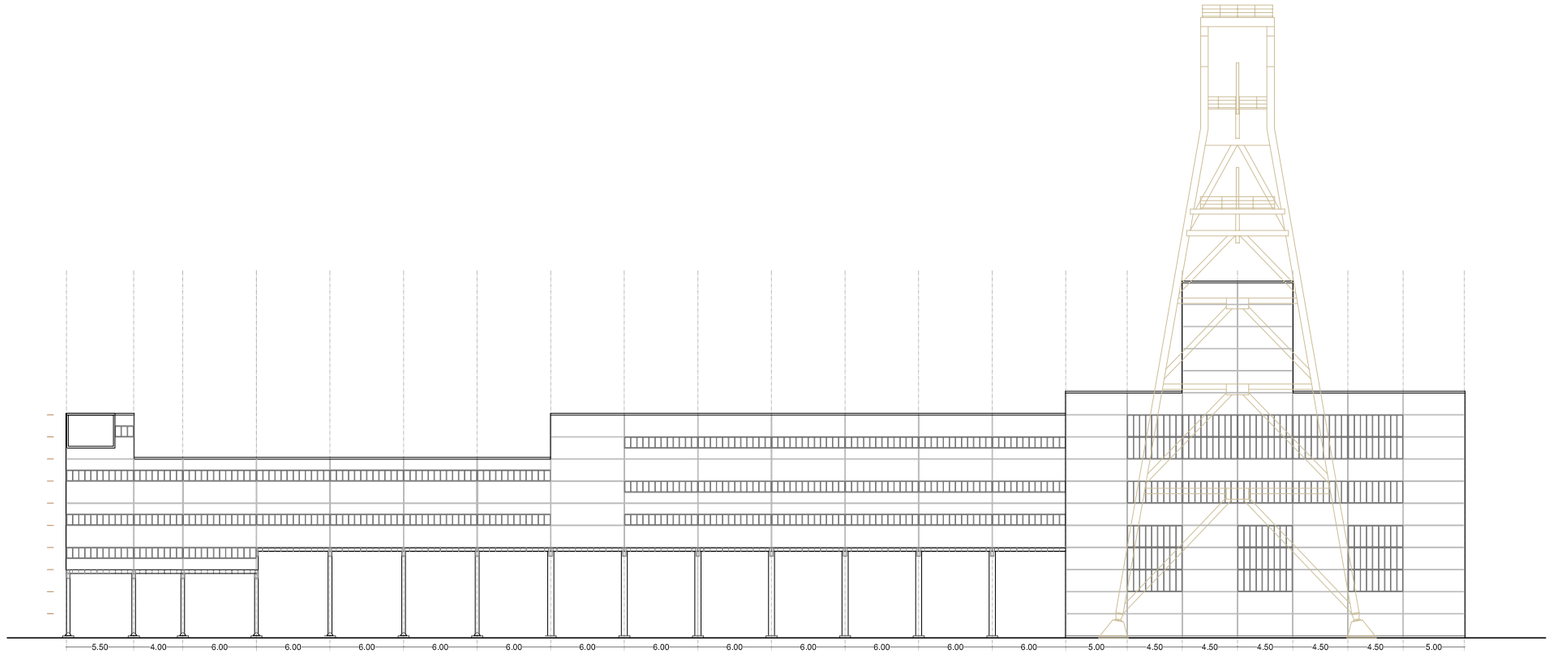
Anexo 1

Fotografías y planimetría

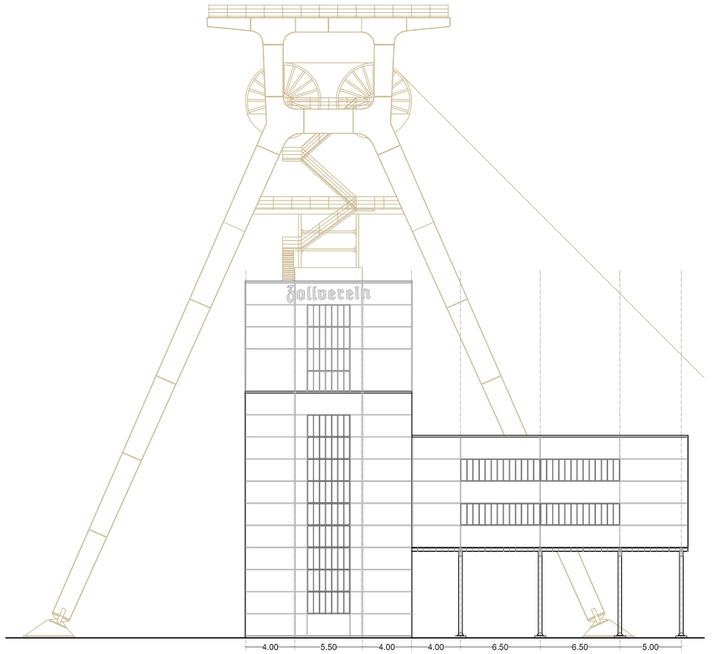


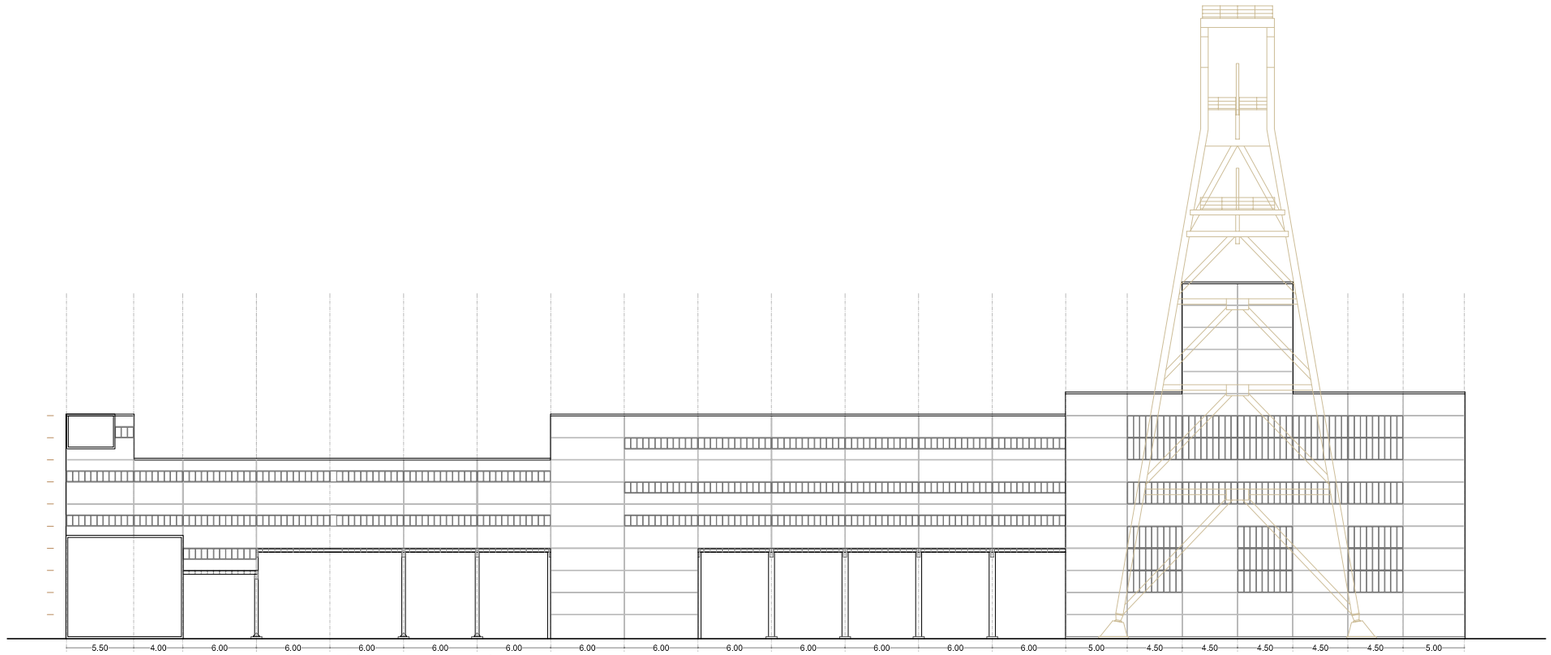
Zollverein

Willkommen in
Europas RUHR
Welcome to the European Capita
Bienvenue dans la capitale cultu
Benvenuti

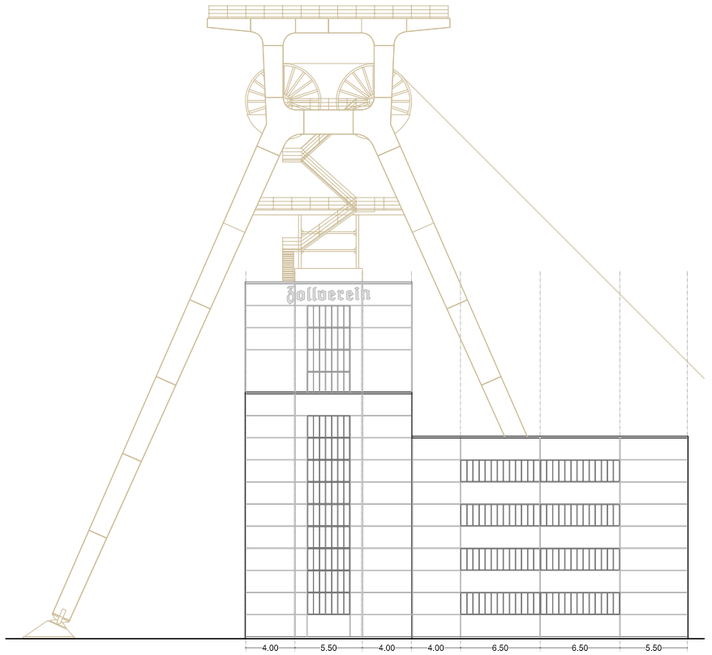


Alzado original según documentación fotografica del 1930 del edificio principal Shaft Site 12 Módulo vertical =1,8 metros

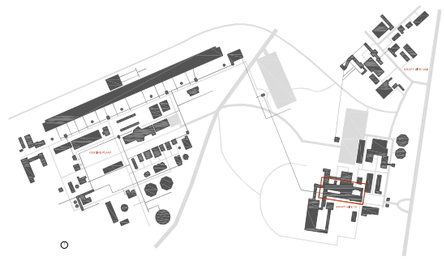


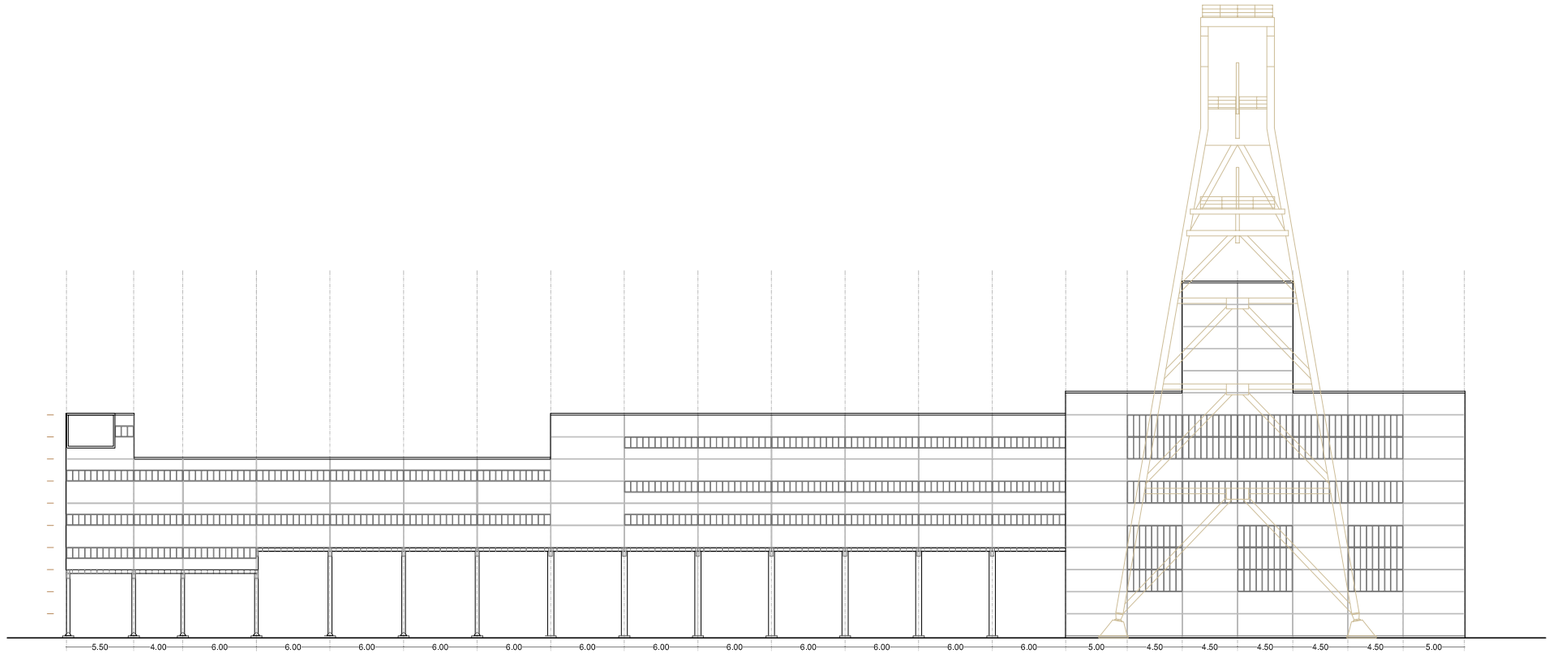


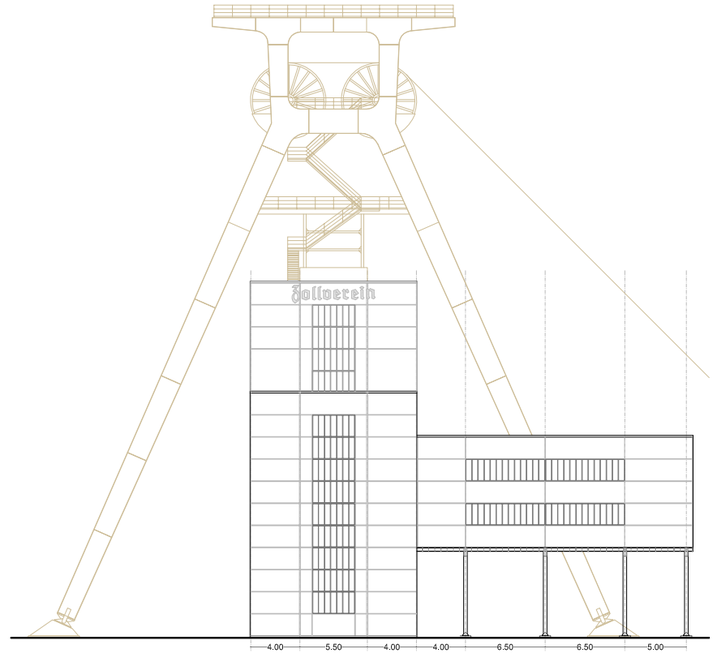
Alzado actual edificio principal Shaft Site 12 Módulo vertical =1,8 metros



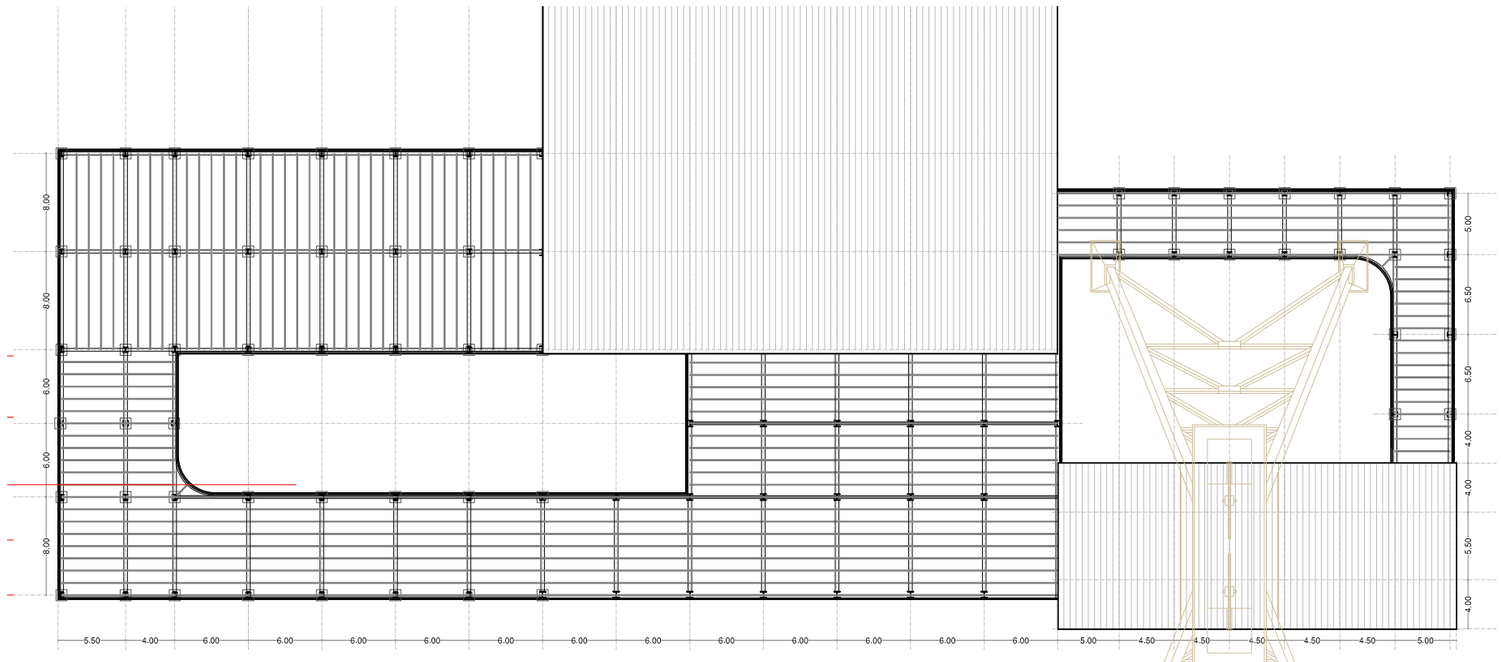
E=1:500 0 5 10 20 30





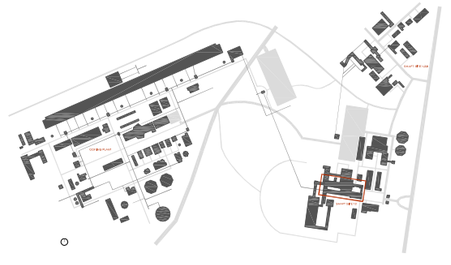


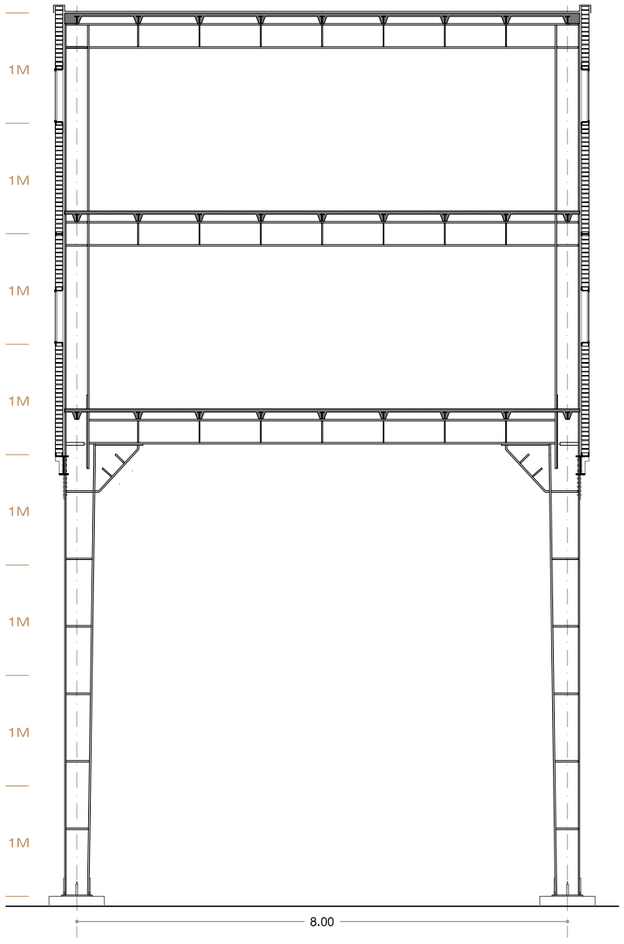
Alzados originales según documentación fotografica del 1930 del edificio principal Shaft Site 12 Módulo vertical =1,8 metros



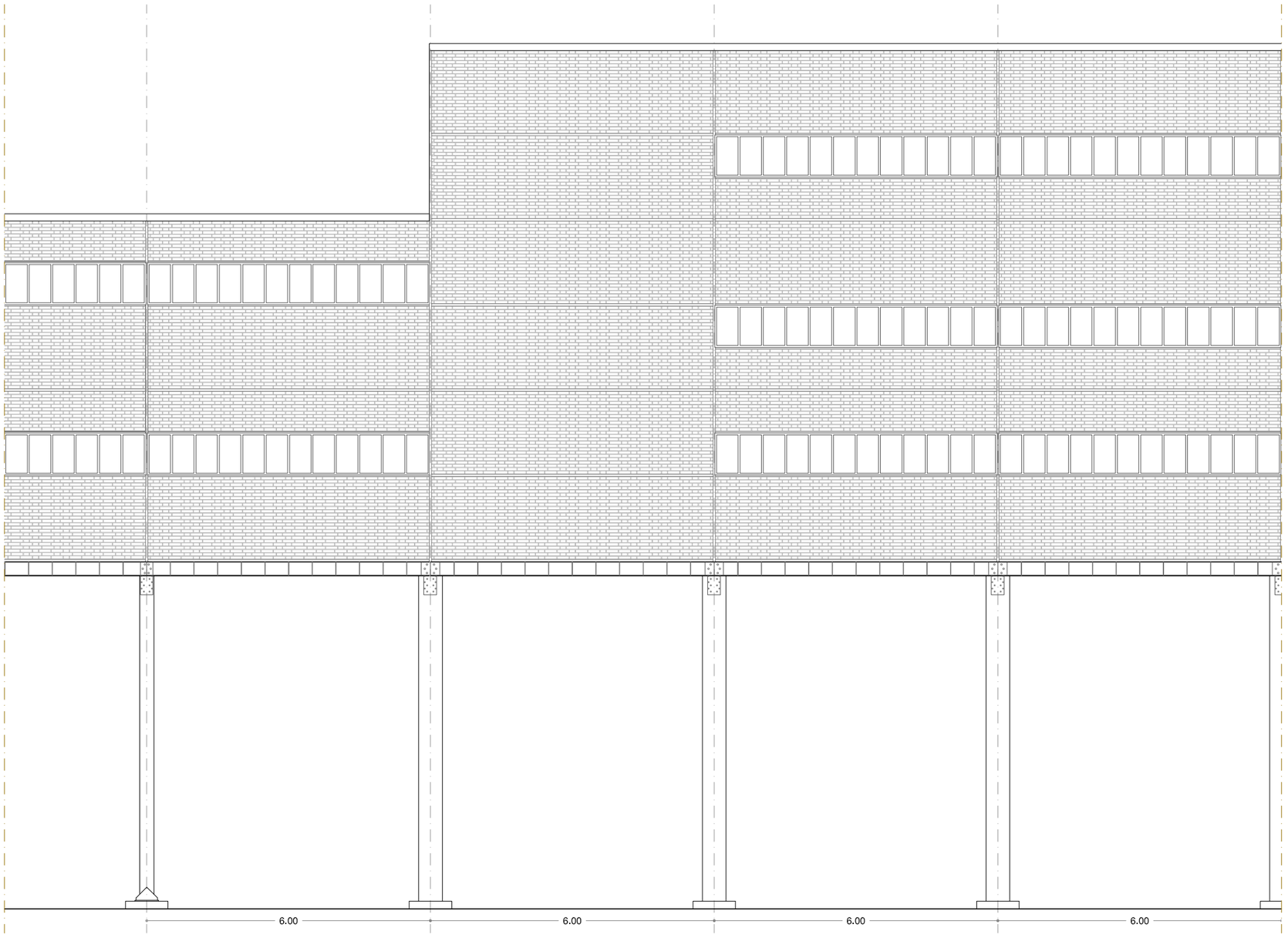
Esquema de planta del edificio principal Shaft Site 12

E=1:500 0 5 10 20 30



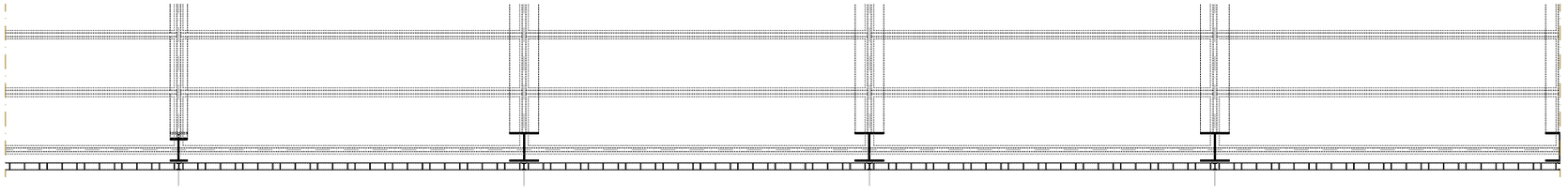


Detalle Sección transversal edificio principal Shaft Site 12

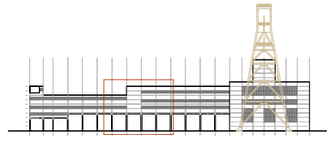


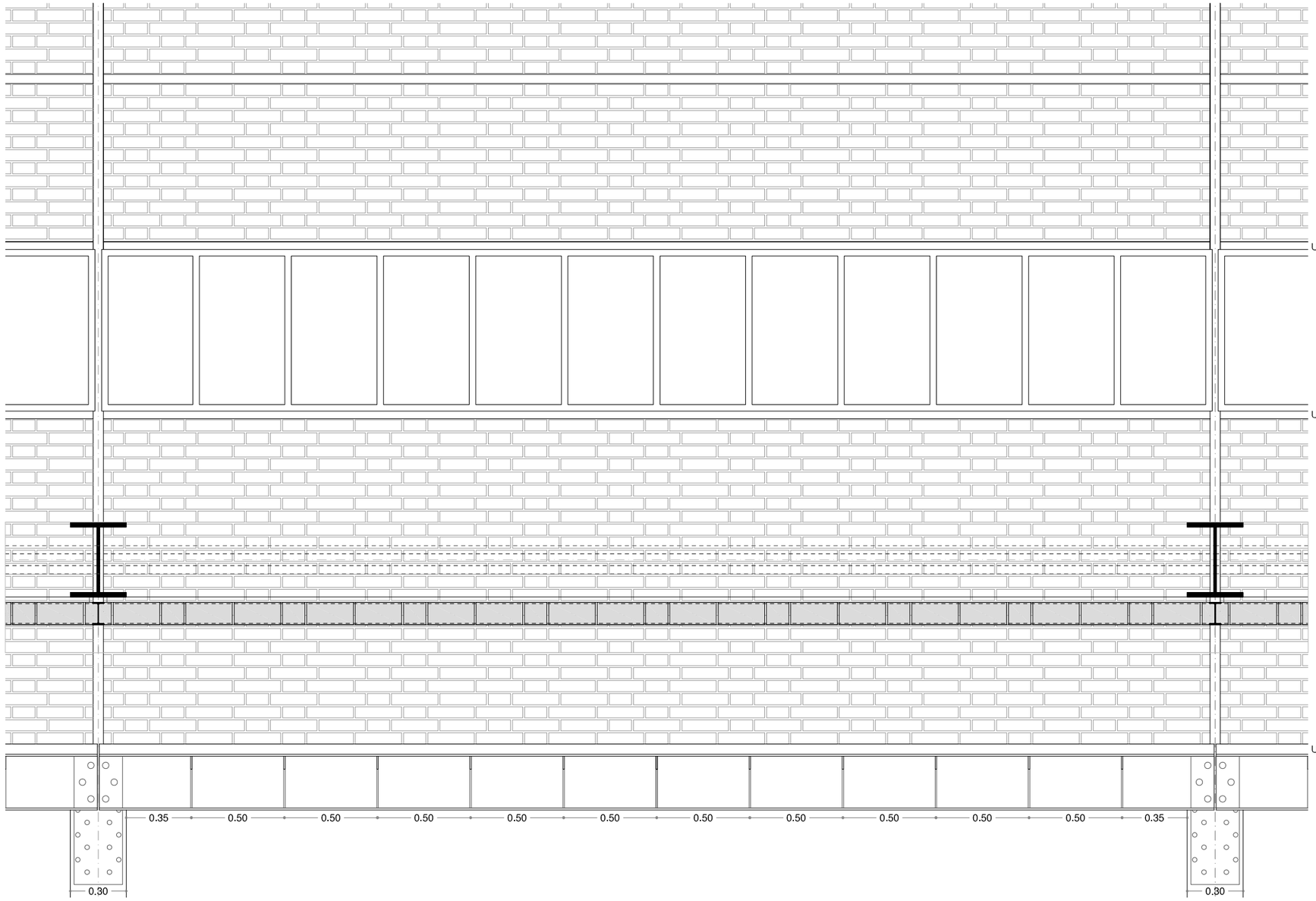
Detalle Alzado frontal edificio principal Shaft Site 12 1M =1,8 metros

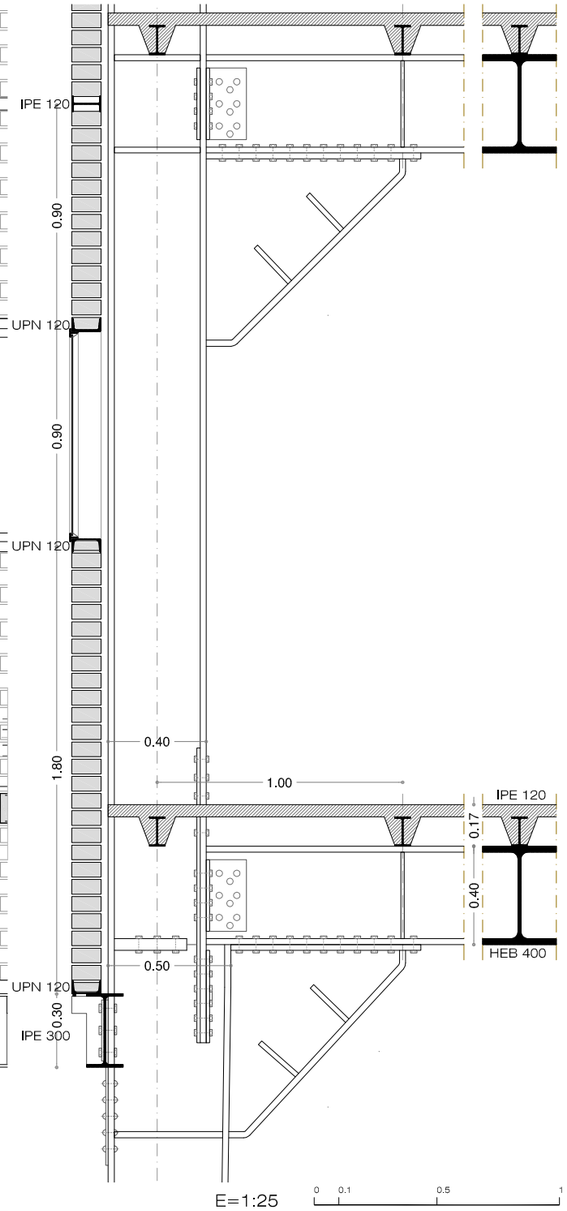
E=1:100 0 1 2 5



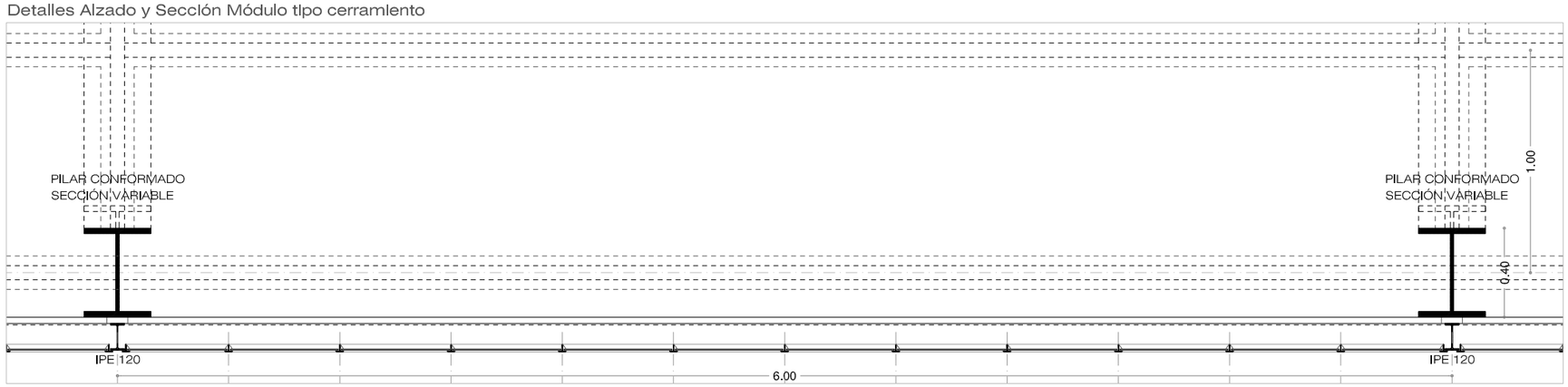
Detalle planta en correspondencia del cerramiento edificio principal Shaft Site 12 1M =1,8 metros



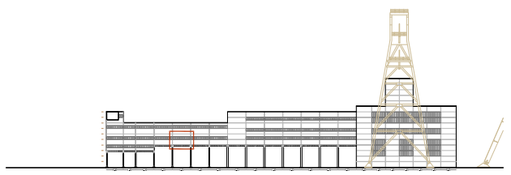


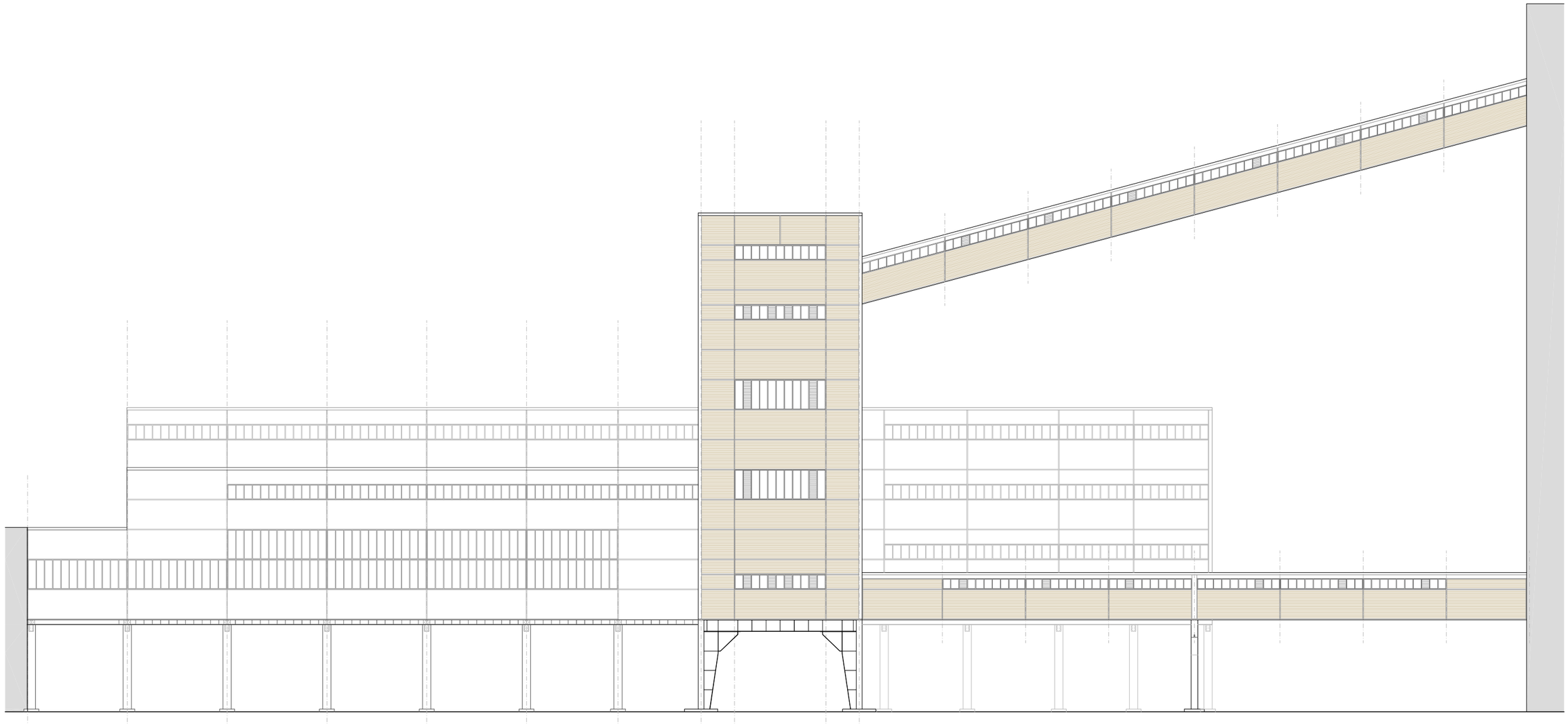


Detalles Alzado y Sección Módulo tipo cerramiento



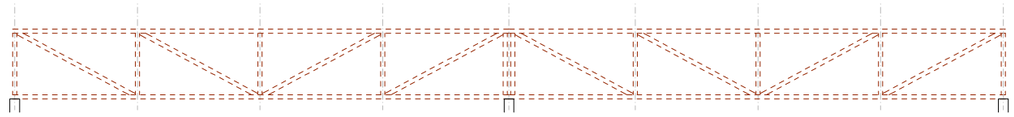
Detalle Planta Módulo tipo cerramiento

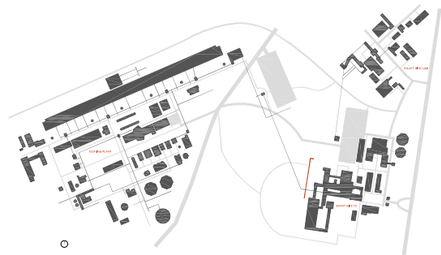


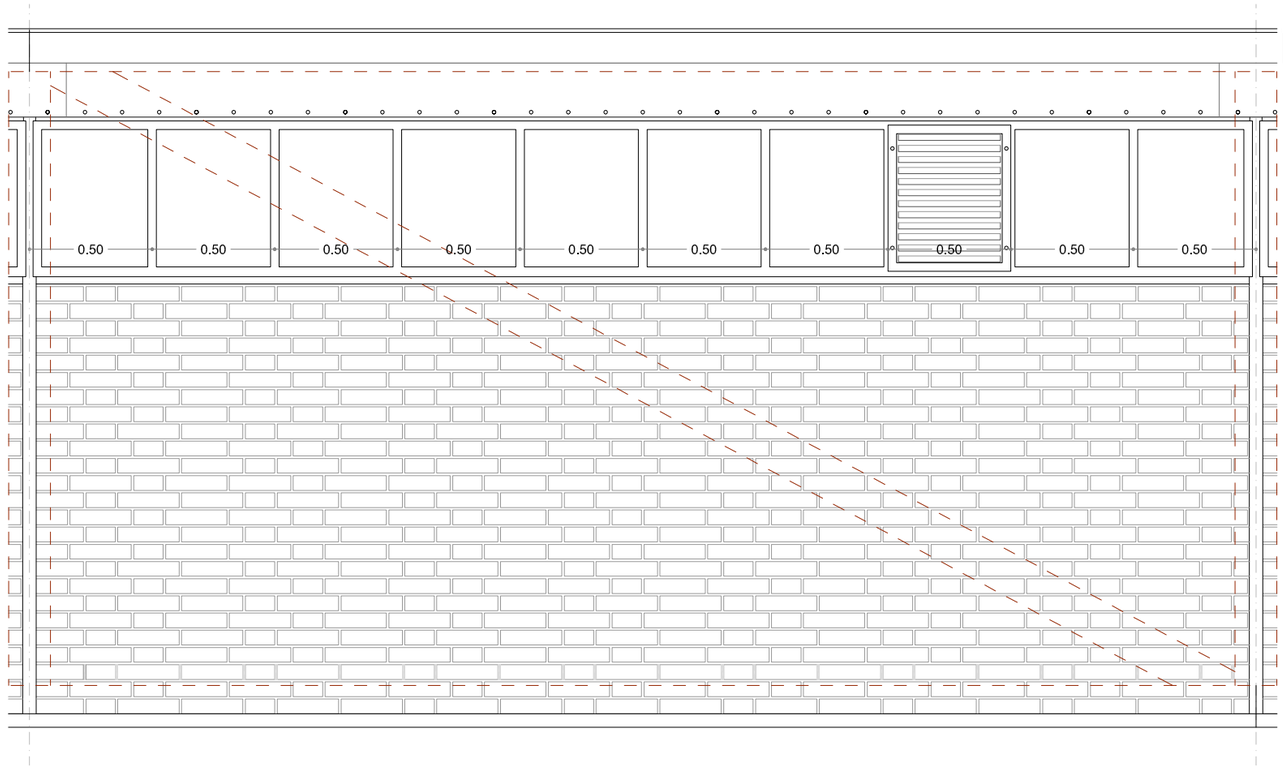


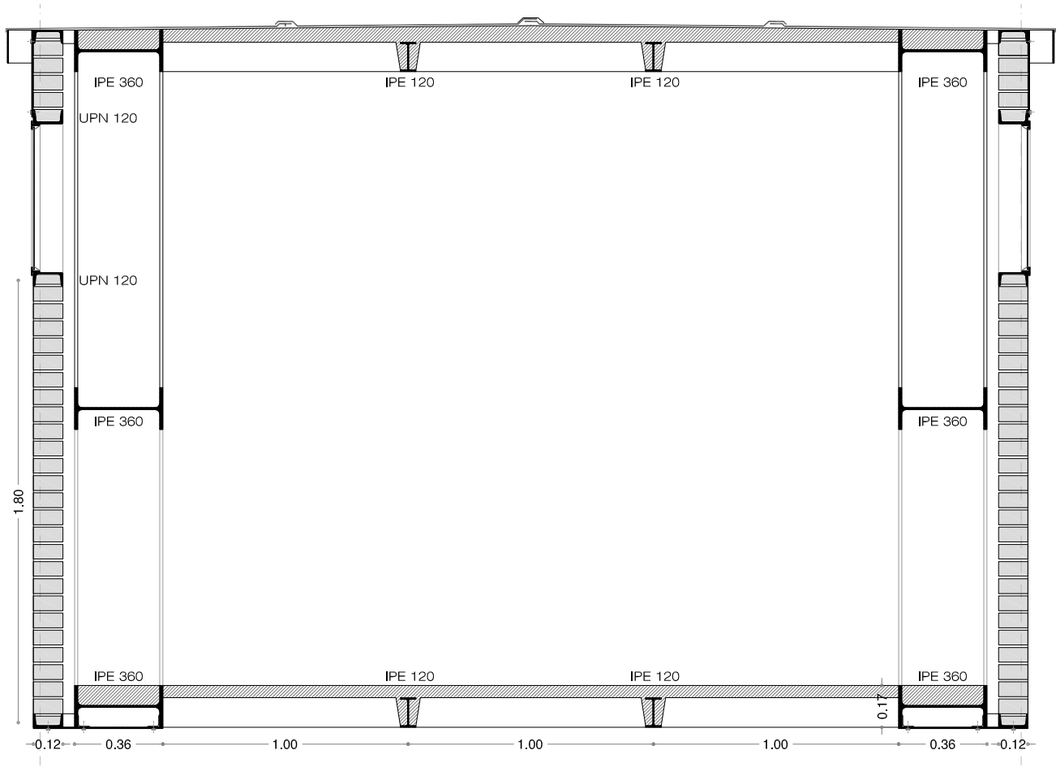
Alzado este cuerpo principal

E=1:250 0 2.5 5 10 15





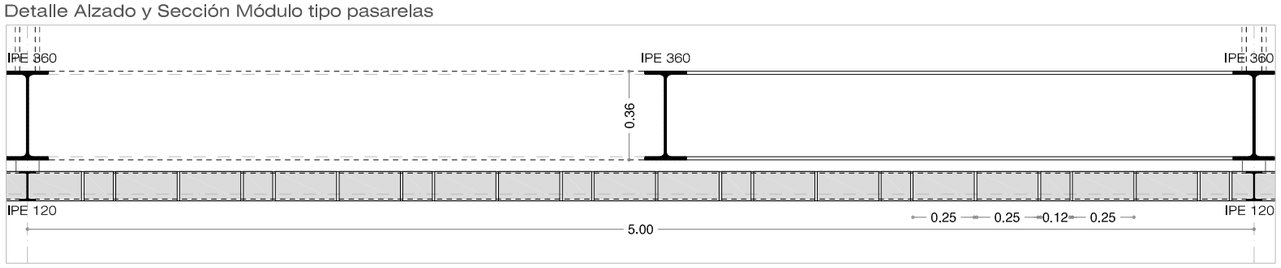




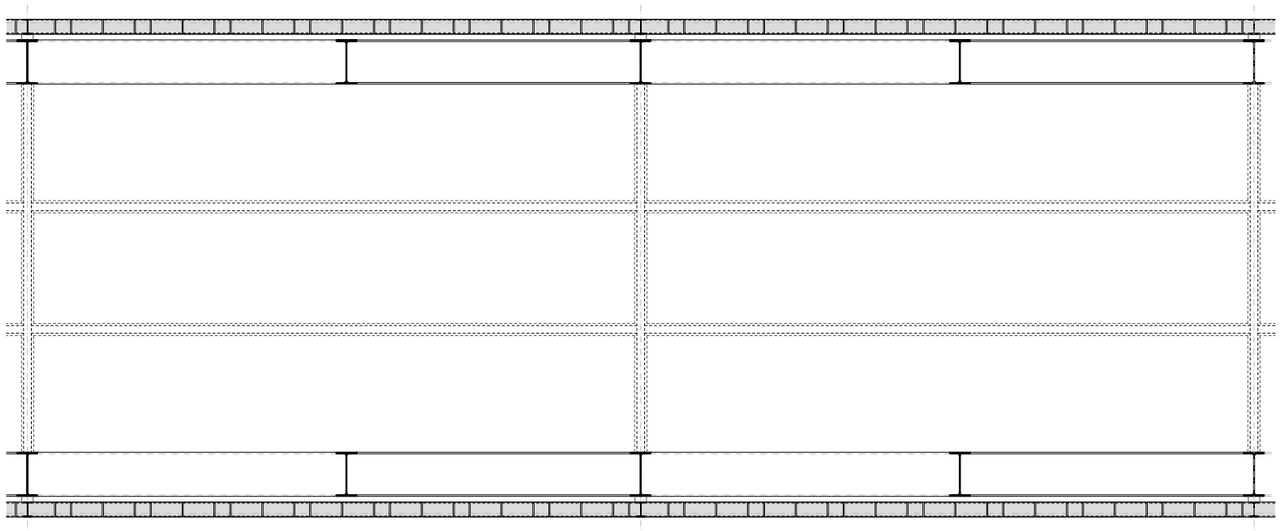
E=1:25

0 0.1 0.5 1

Detalle Alzado y Sección Módulo tipo pasarelas



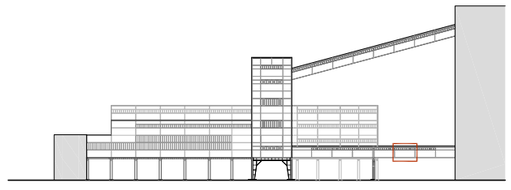
Detalle Planta Cerramiento Módulo tipo pasarelas

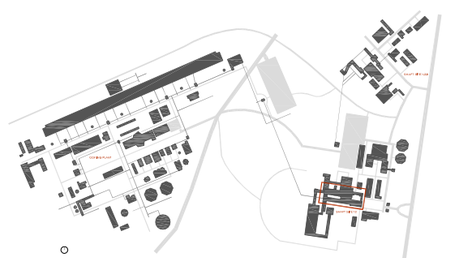


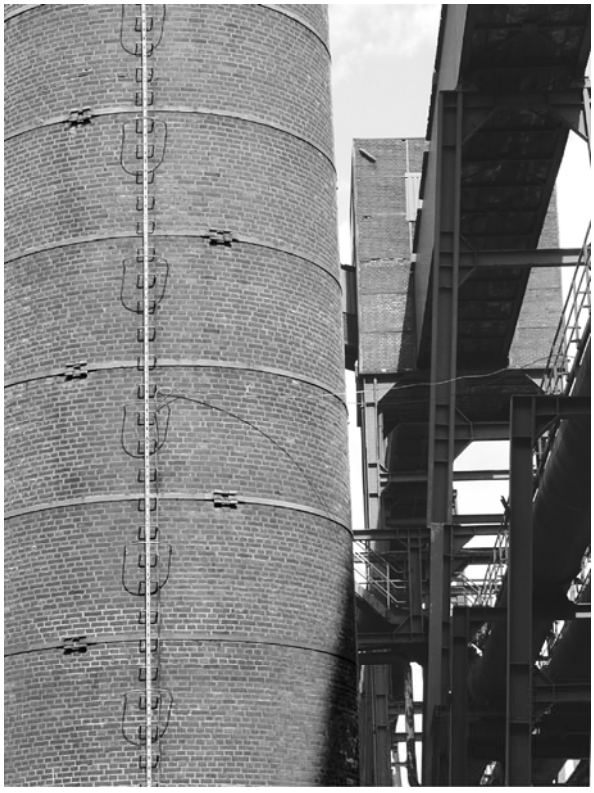
Planta Módulos tipo pasarelas

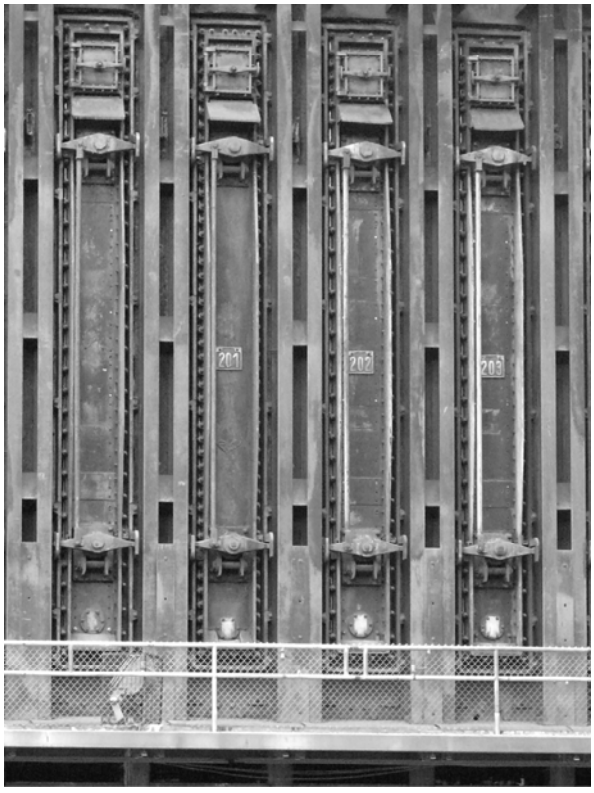
E=1:50

0 0.2 1 2

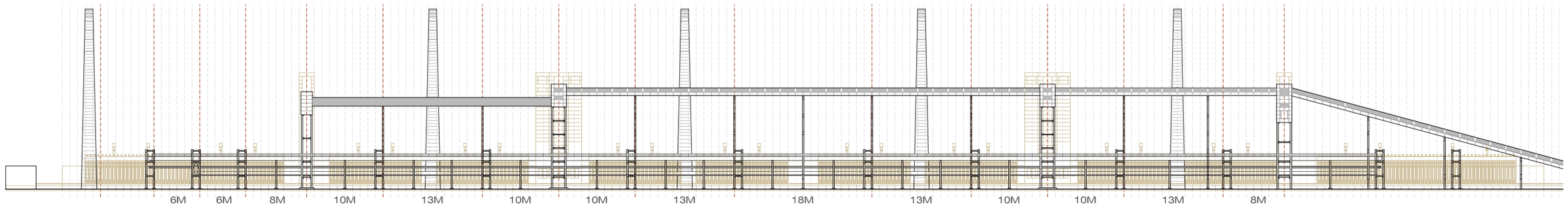






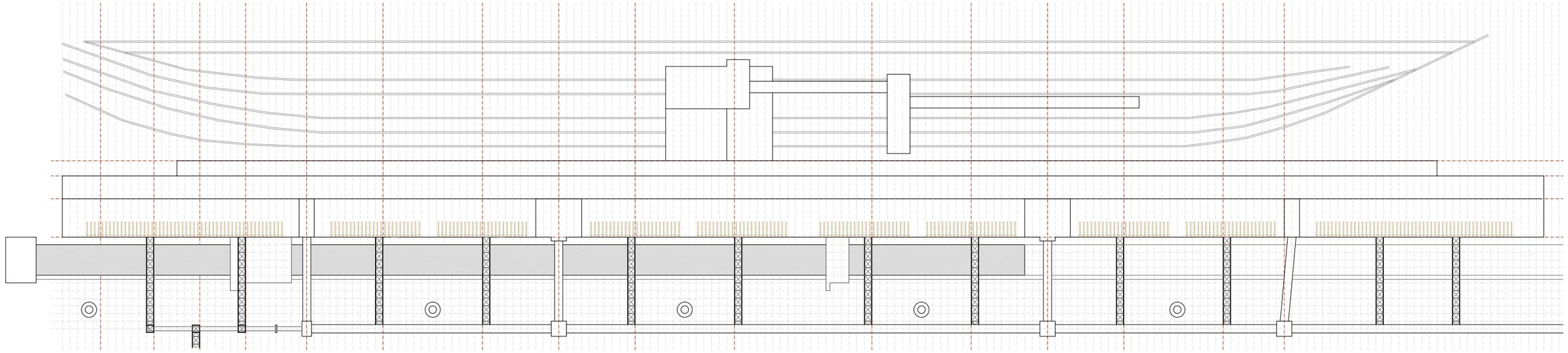

201
202
203

RAG
Kokerei
Zollverein



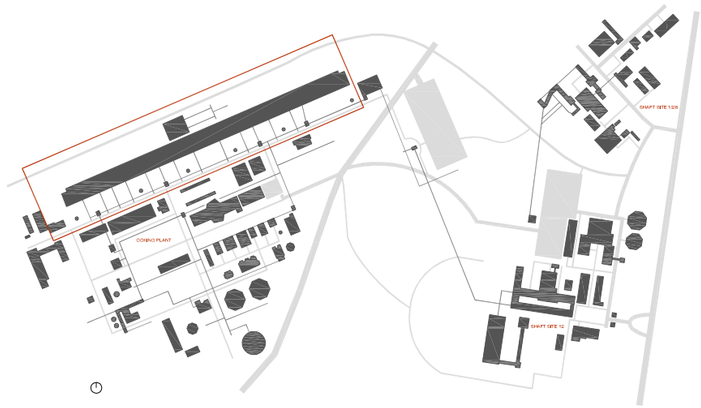
Alzado general Coking plant 1M = 2,8 metros

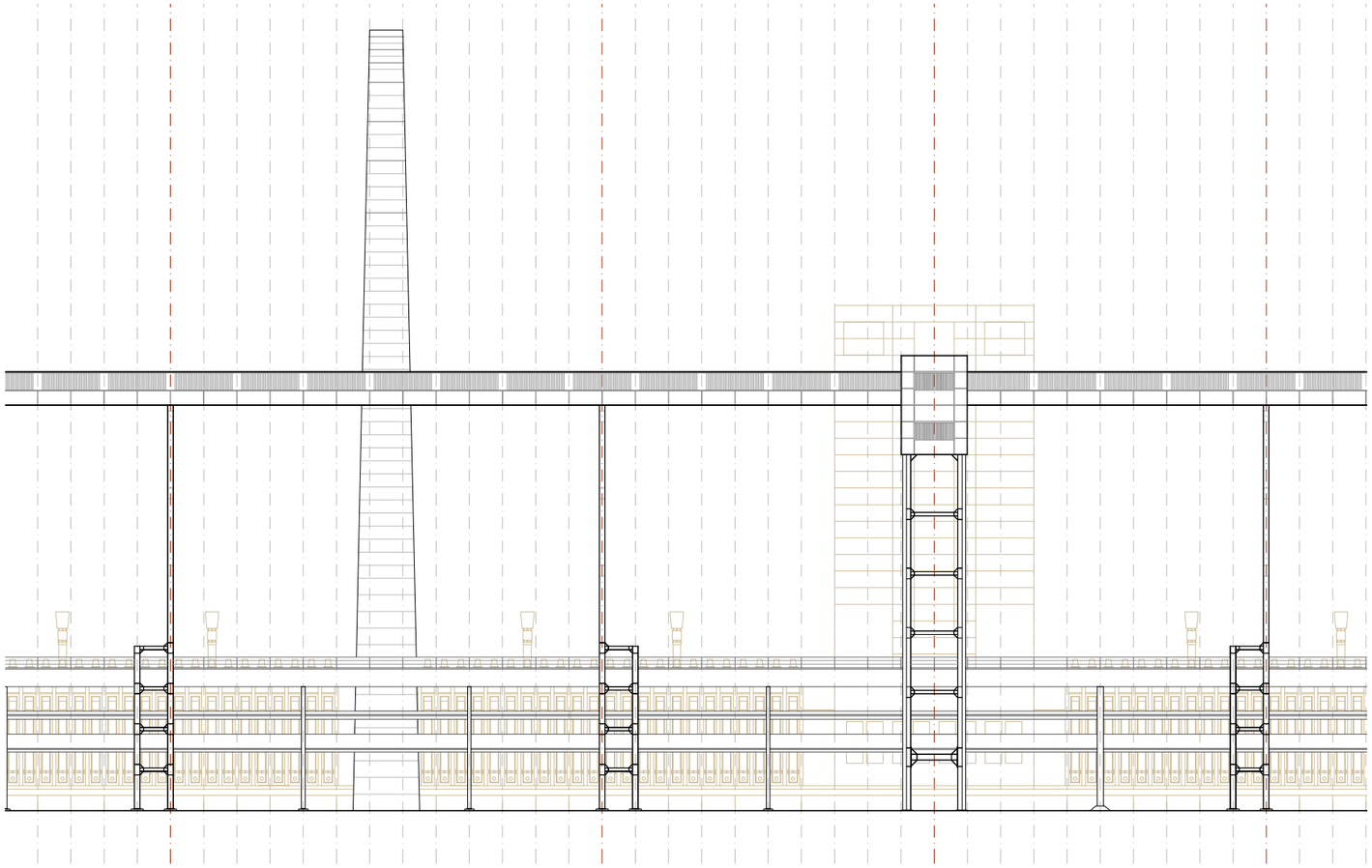
E=1:1500 0 10 50 100



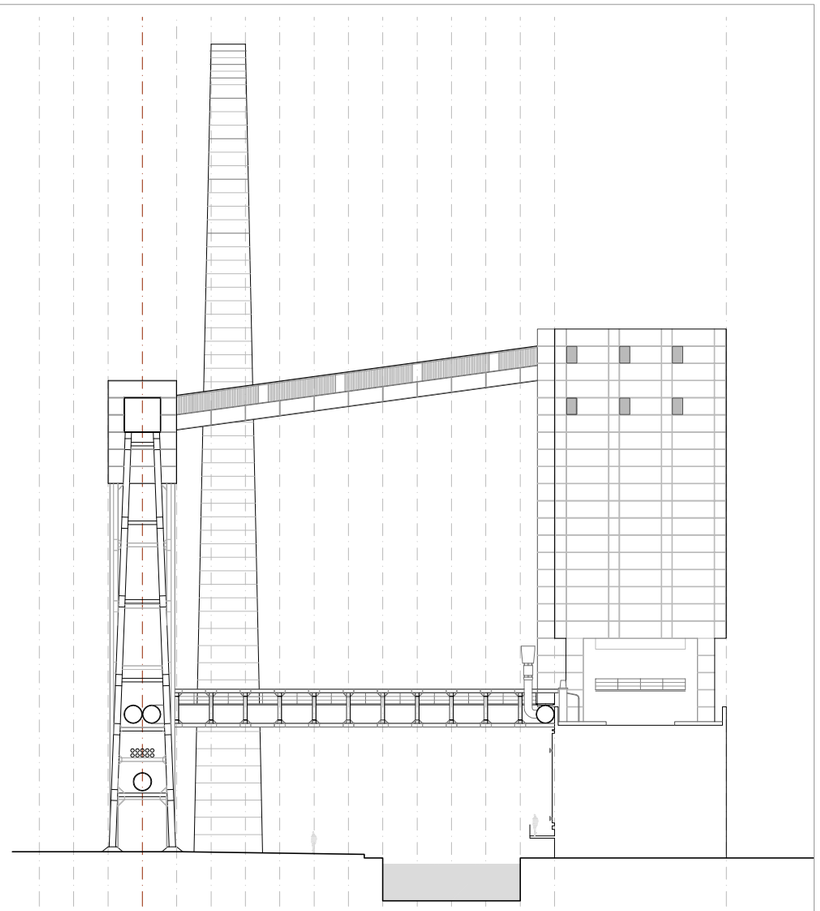
Planta general Coking plant 1M = 2,8 metros

E=1:1500 0 10 50 100

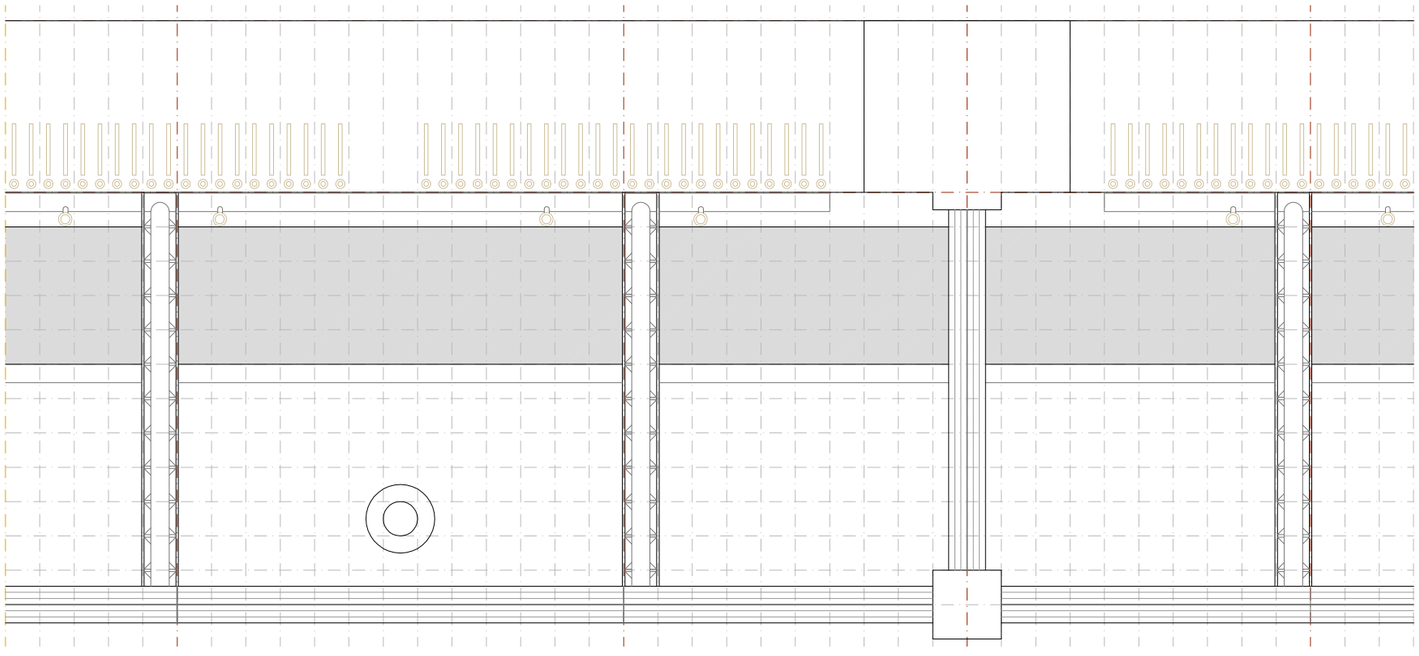




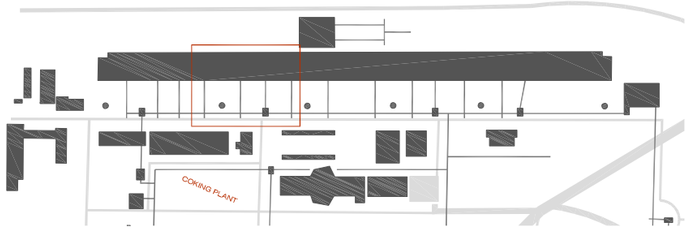
Detalle alzado longitudinal 1M = 2,8 metros



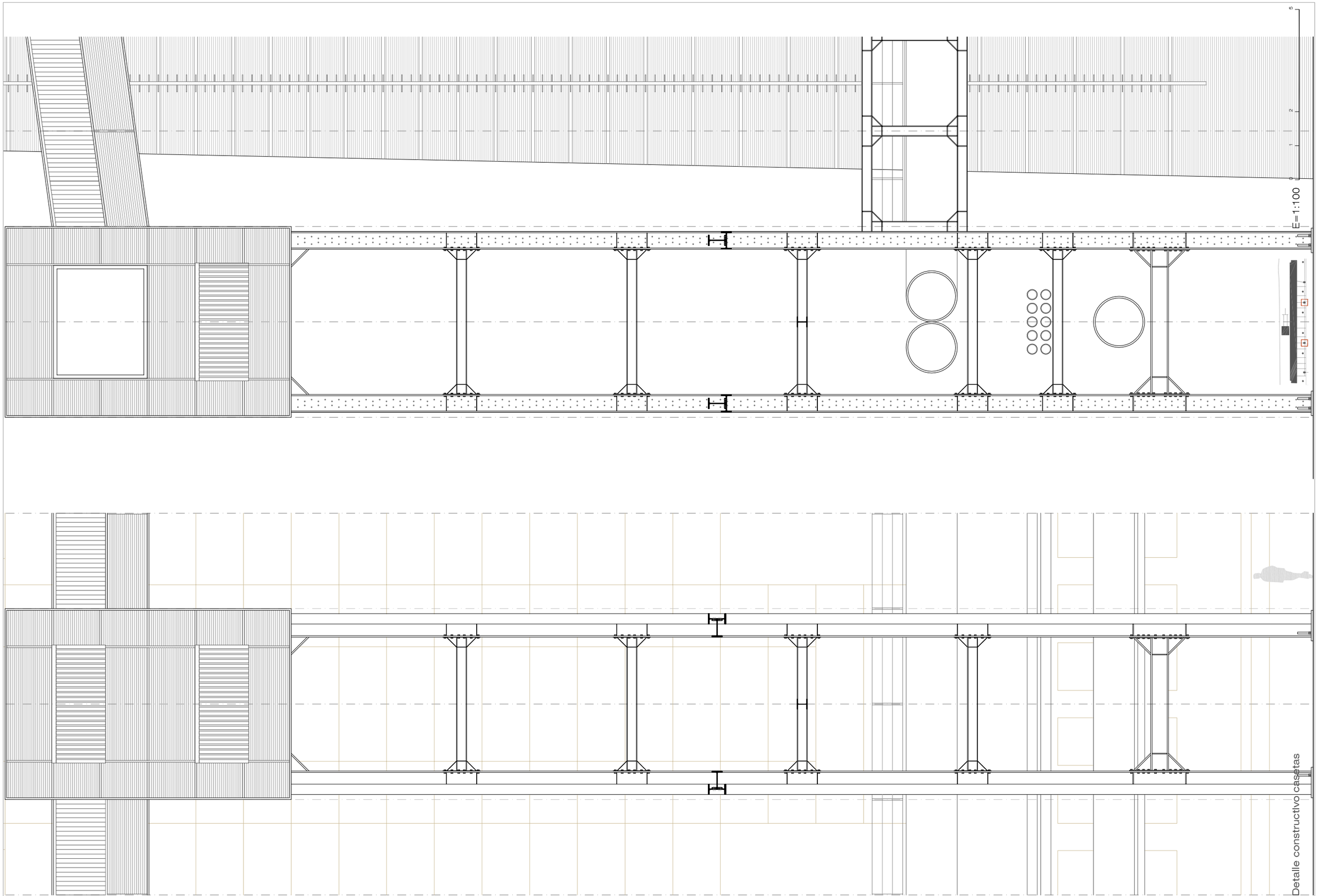
Sección transversal 1M = 2,8 metros

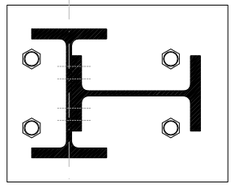


Detalle de planta 1M = 2,8 metros

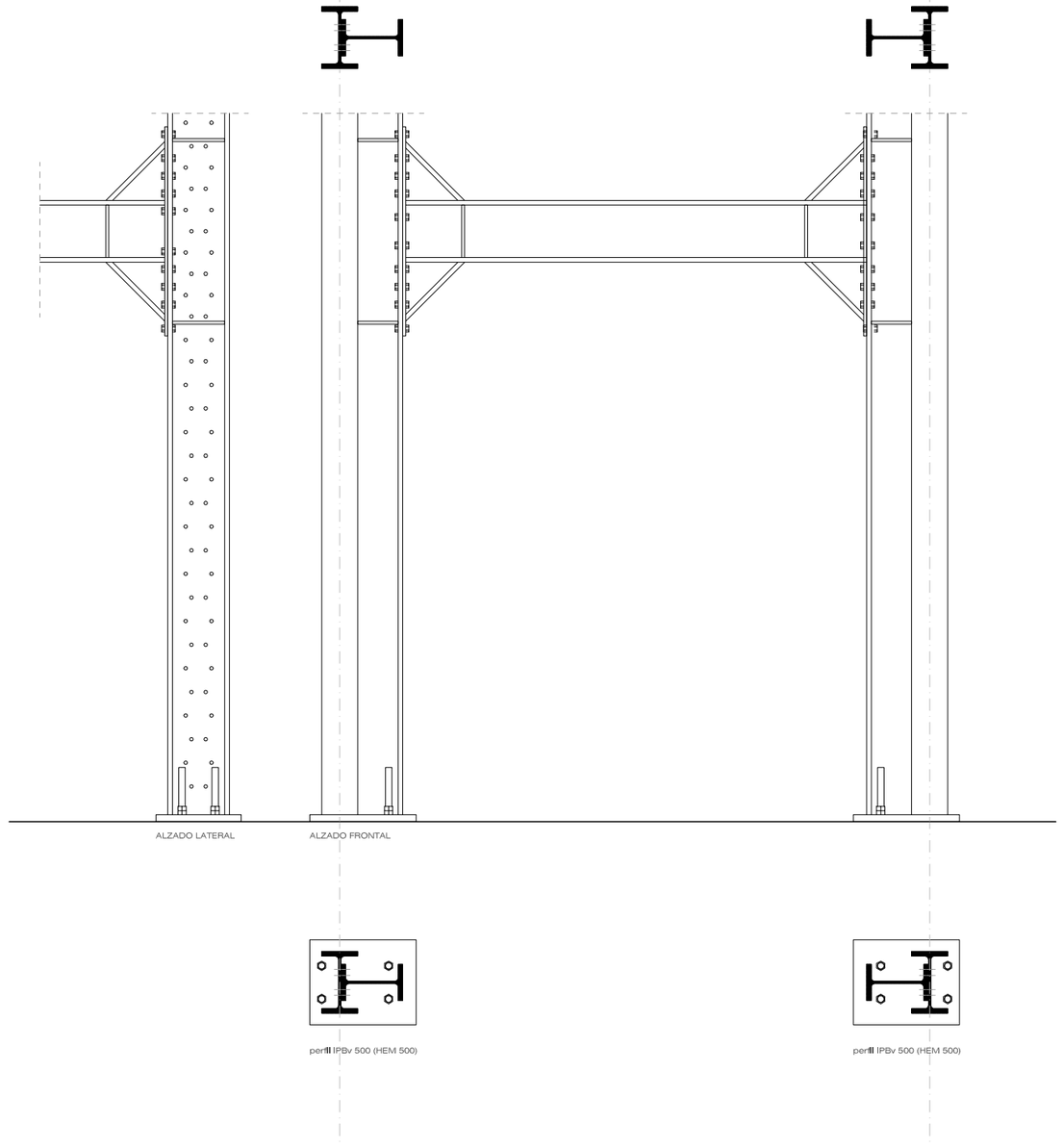


E=1:500 0 5 10 20 30


0
1
2
5
E=1:100
Detalle constructivo caseta



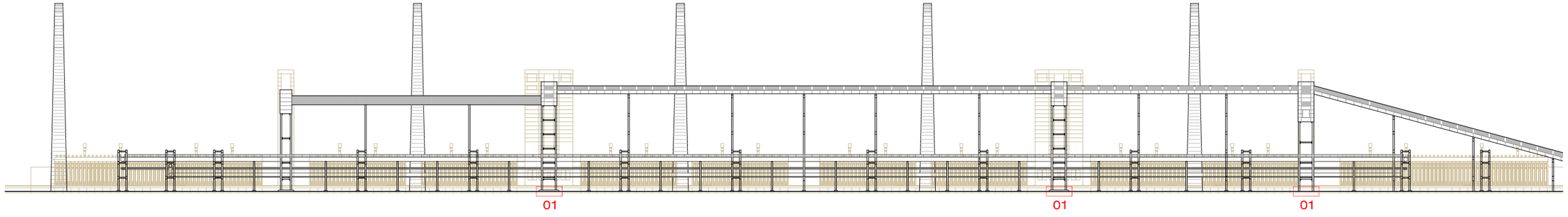
perfil IPBv 500 (HEM 500)

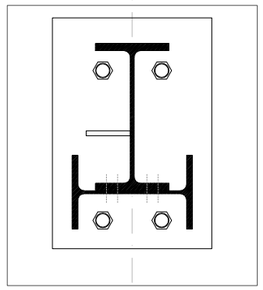


detalle 01: soportes caseta extremldad derecha

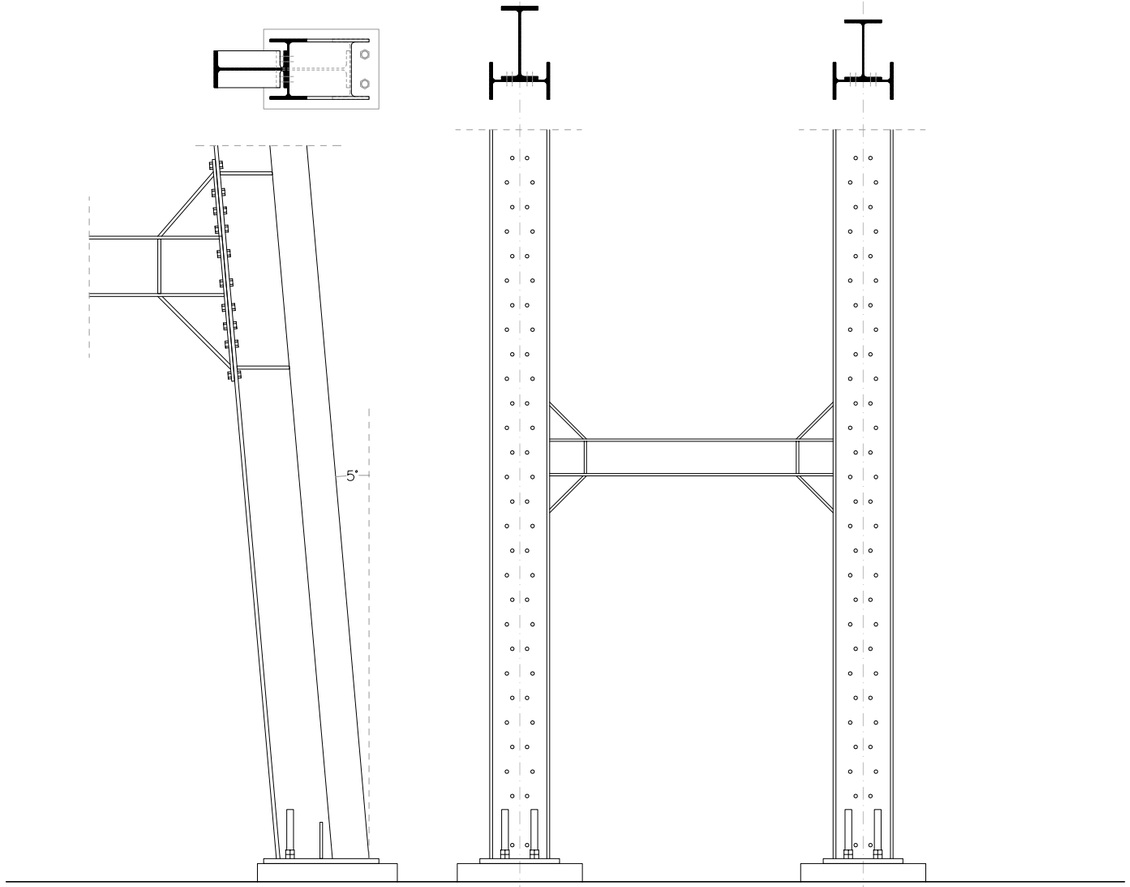
E=1:50

0 0.5 1 2 3





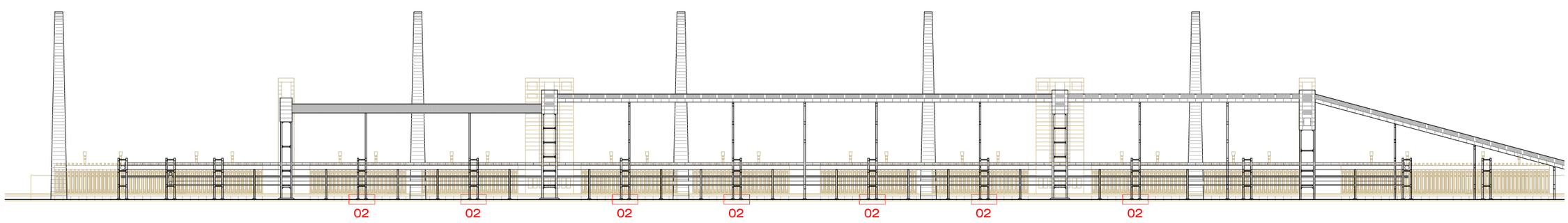
perfil IPB1 500 (HEA 500)
perfil IPB 600

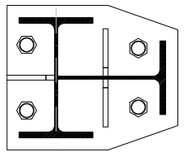


detalle 02: soportes tubos y pasarelas que unen con edificio

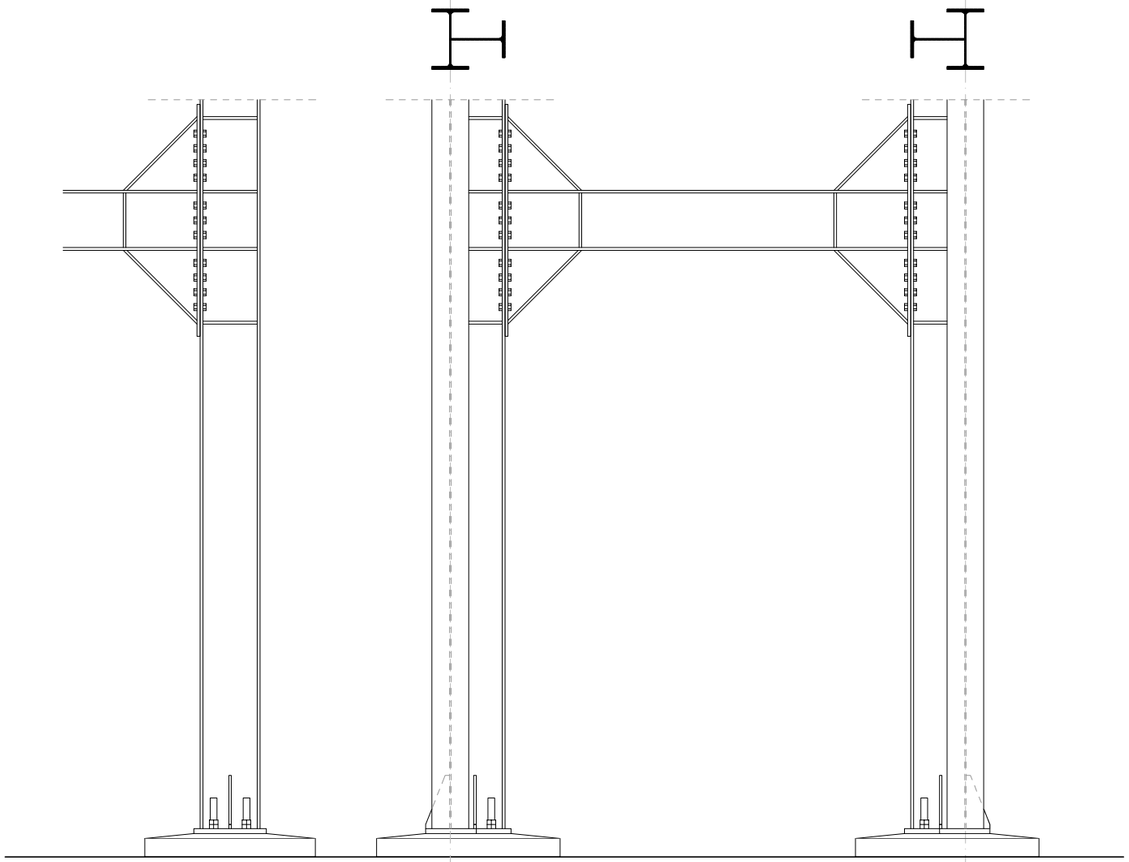
E=1:50

0 0.5 1 2 3





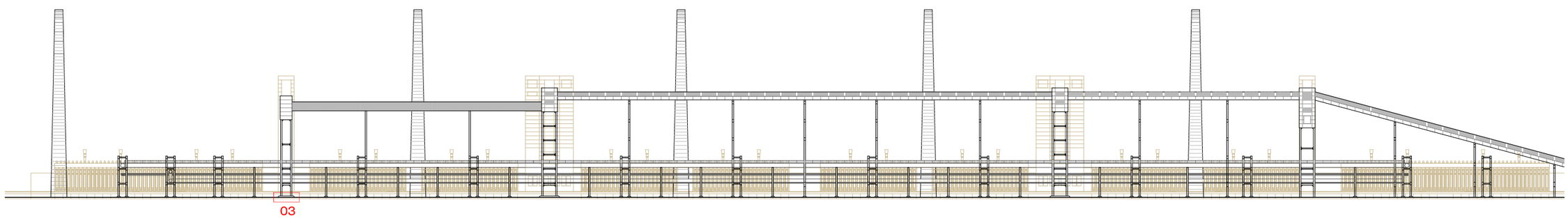
perfiles IPB1 500 (HEA 500)

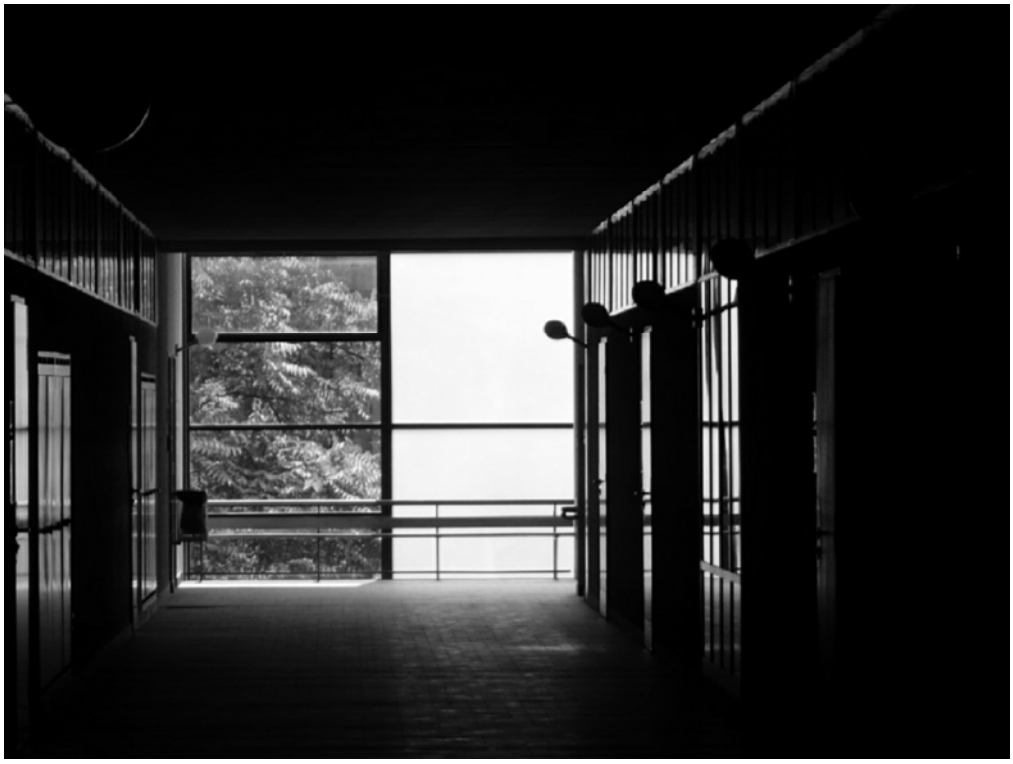


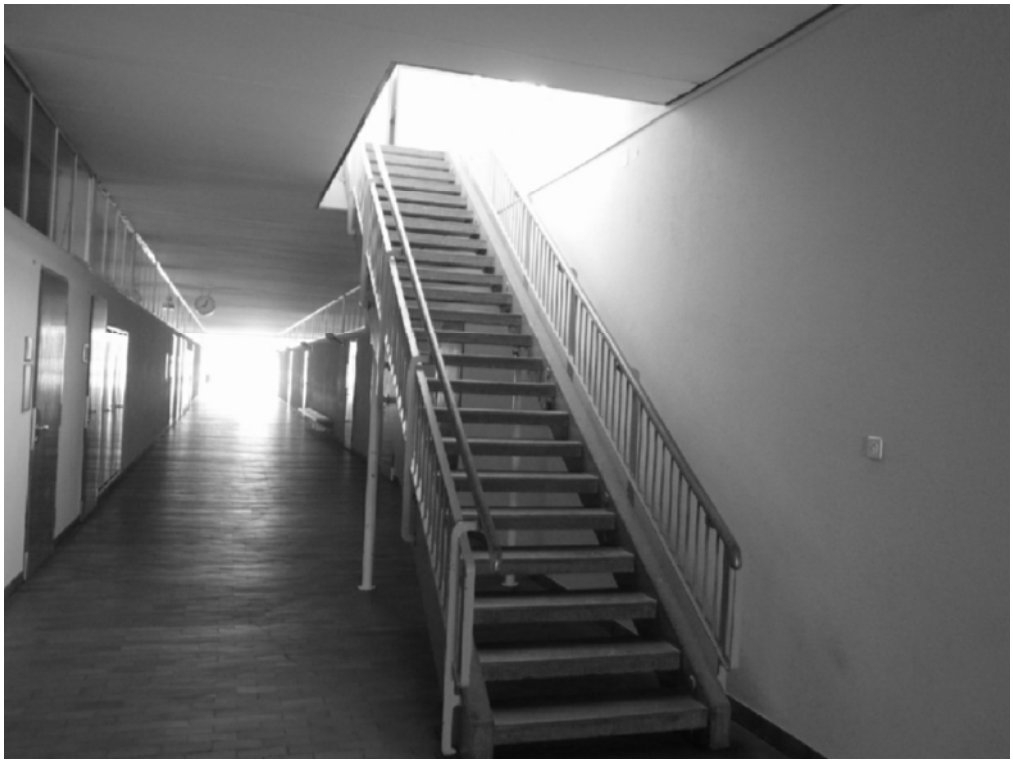
detalle 03: soportes caseta extremldad lzqulerda

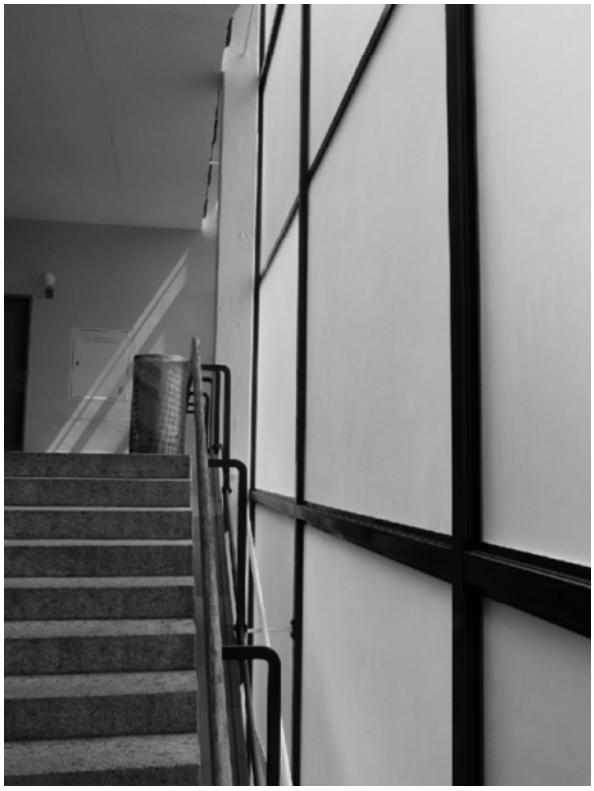
E=1:50

0 0.5 1 2 3

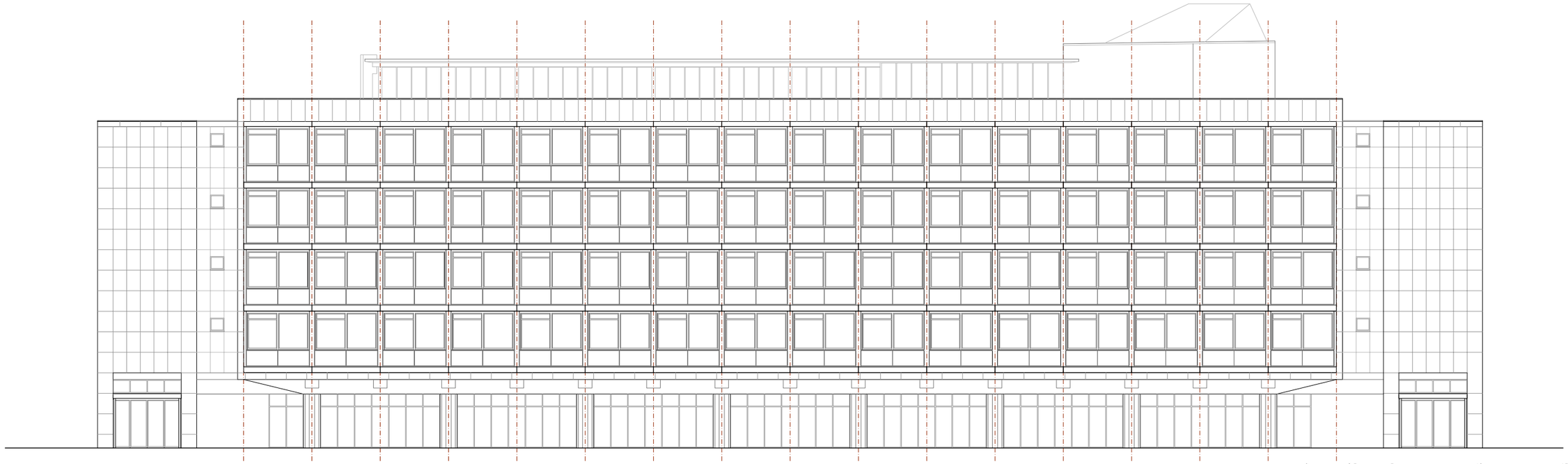








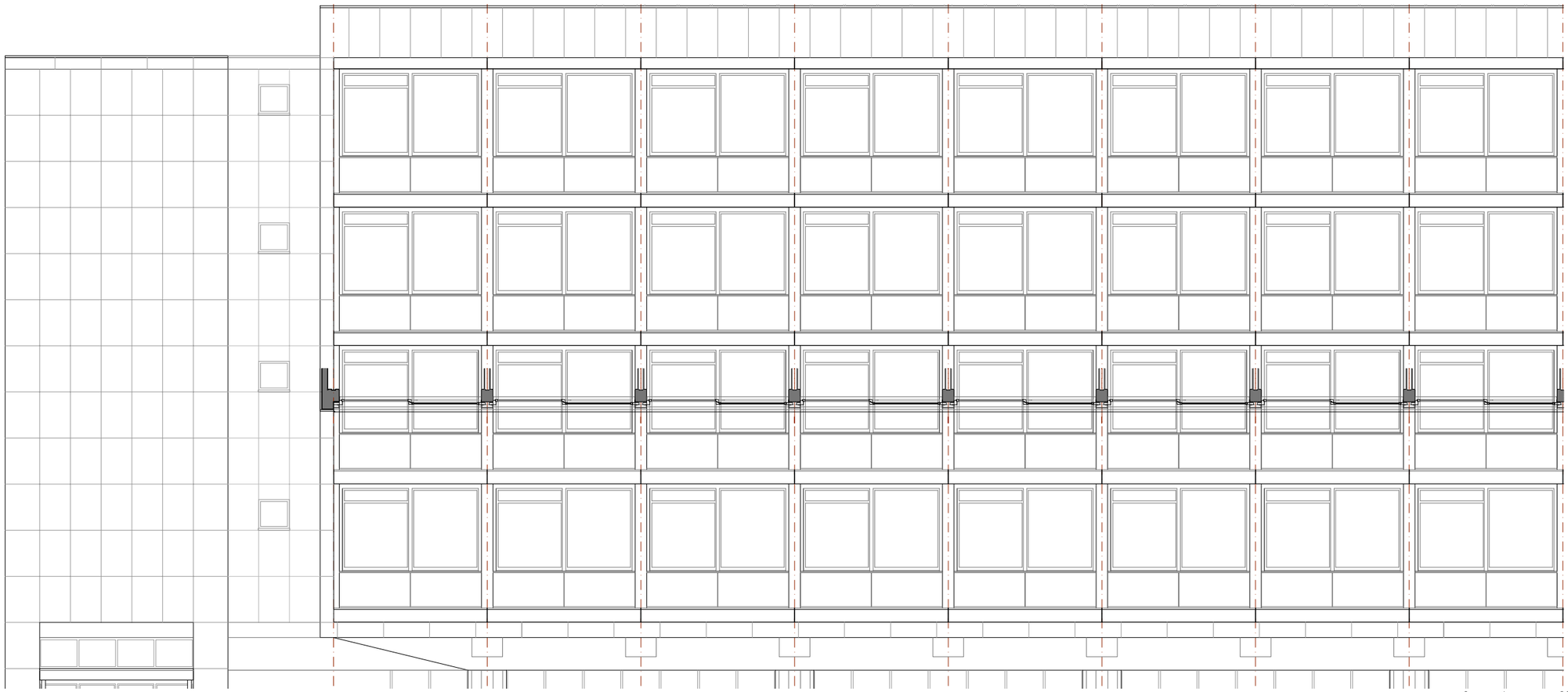
Was im Wohnzimmer
stört, stört
auch im Park.



Alzado principal

E=1:250

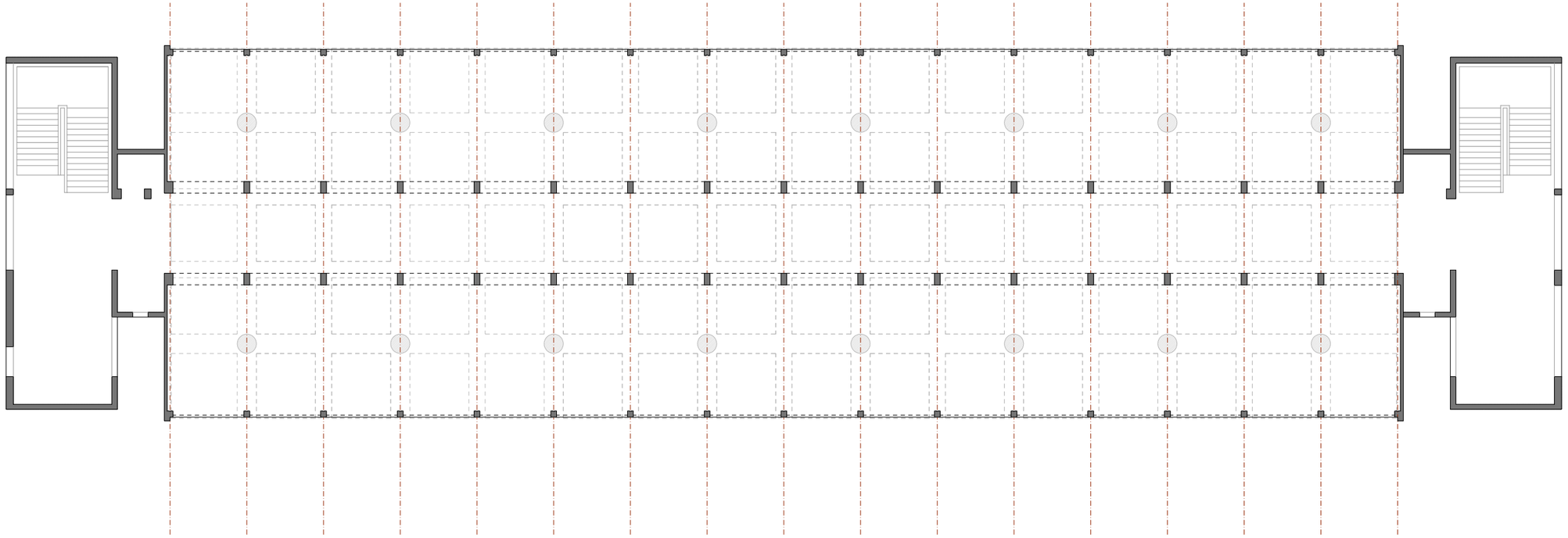
0 2.5 5 10 15



Detalle alzado principal

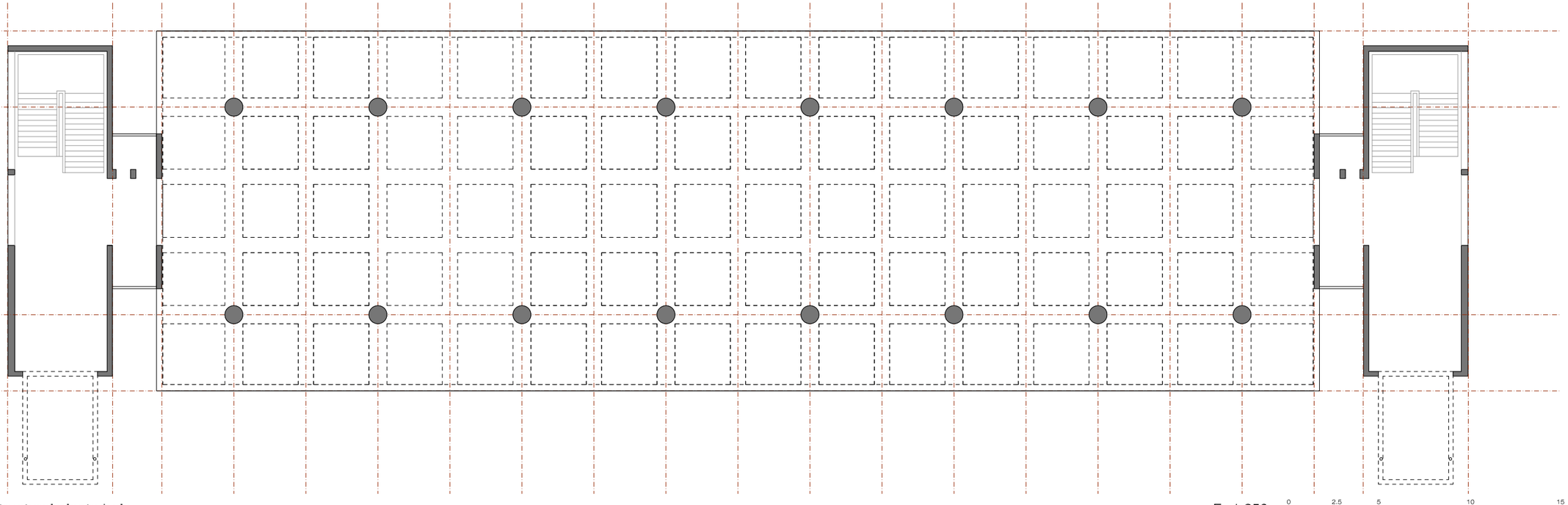
E=1:125

0 1 2.5 5 10



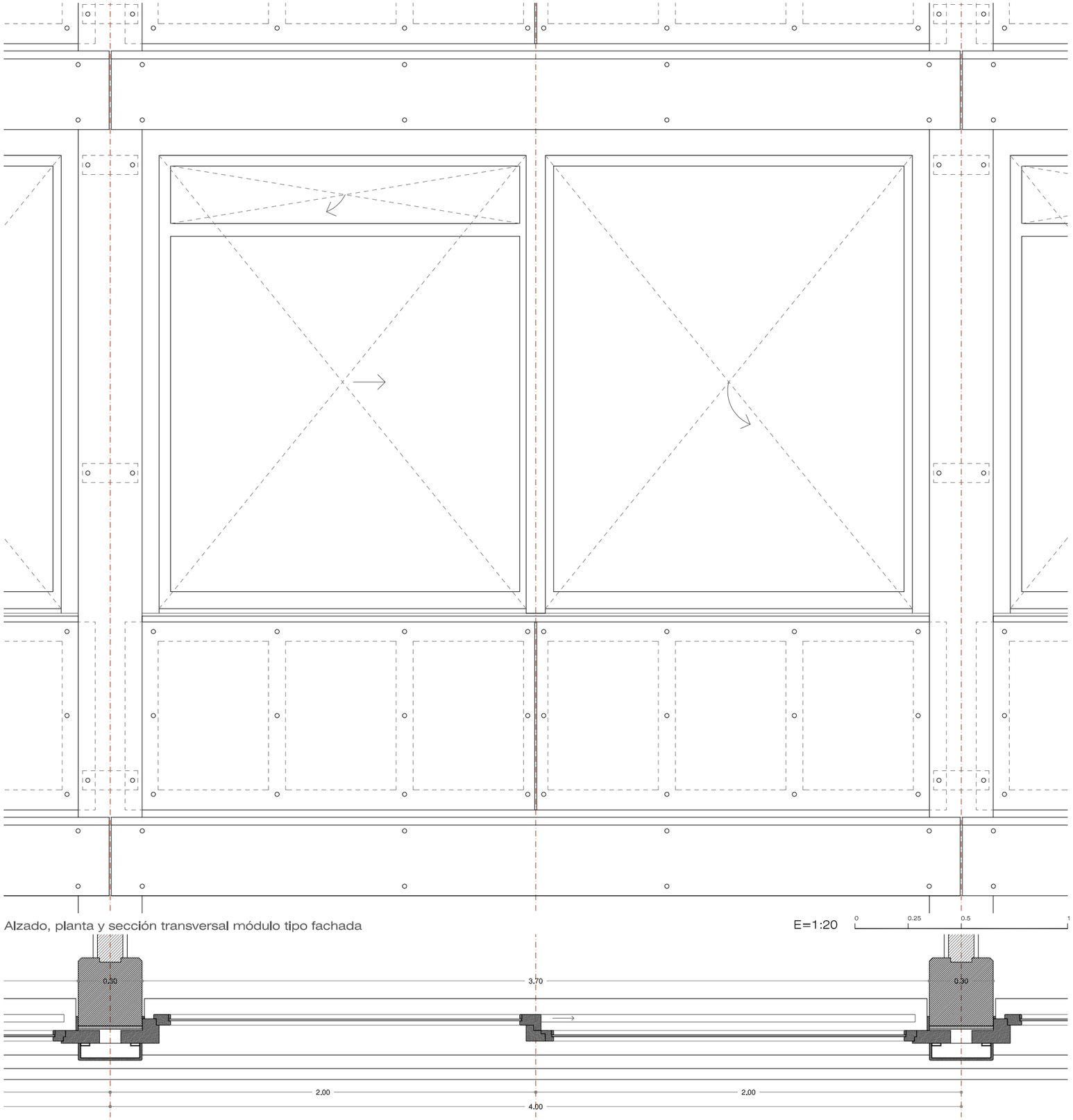
Esquema estructural planta tipo

E=1:250 0 2.5 5 10 15



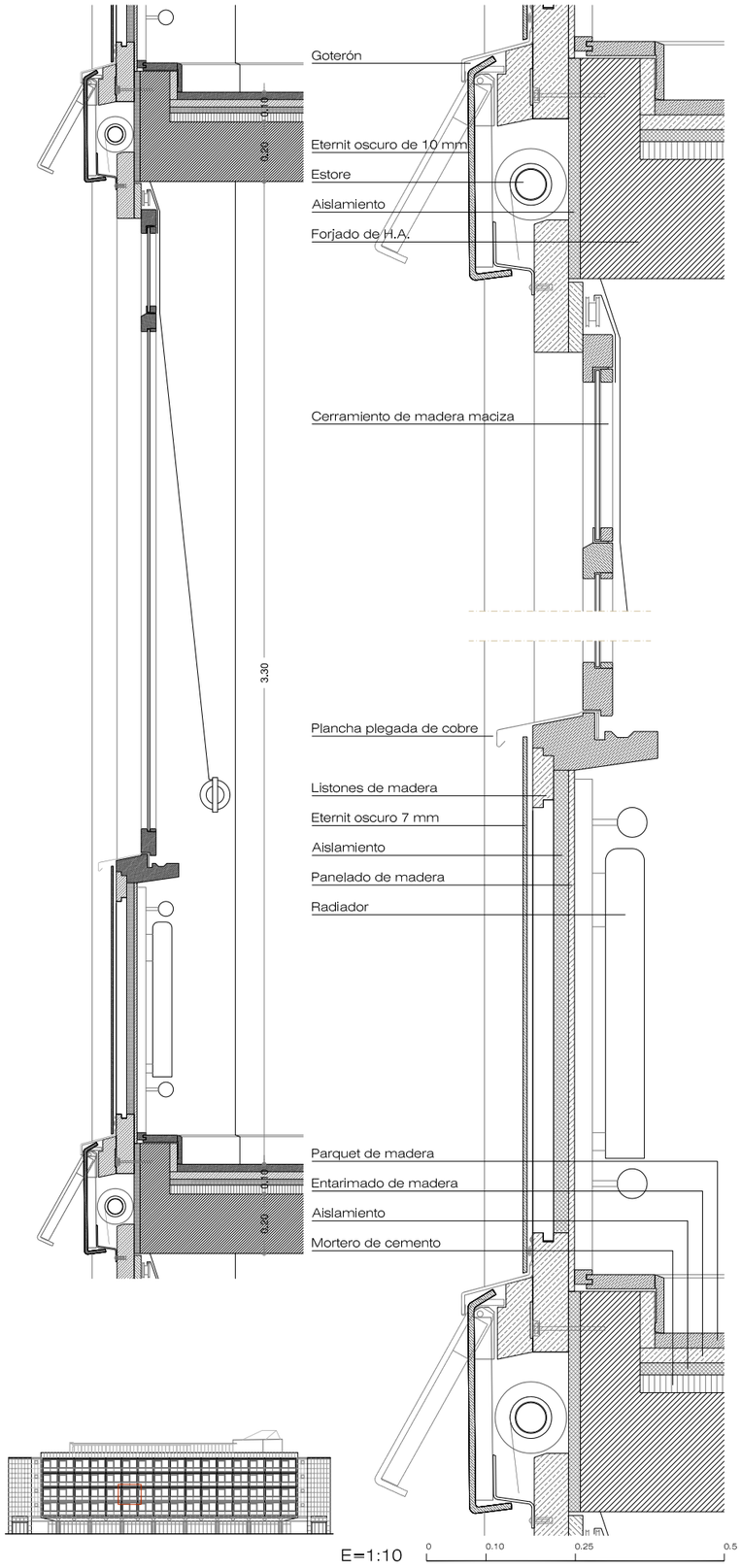
Esquema estructural planta baja

E=1:250 0 2.5 5 10 15

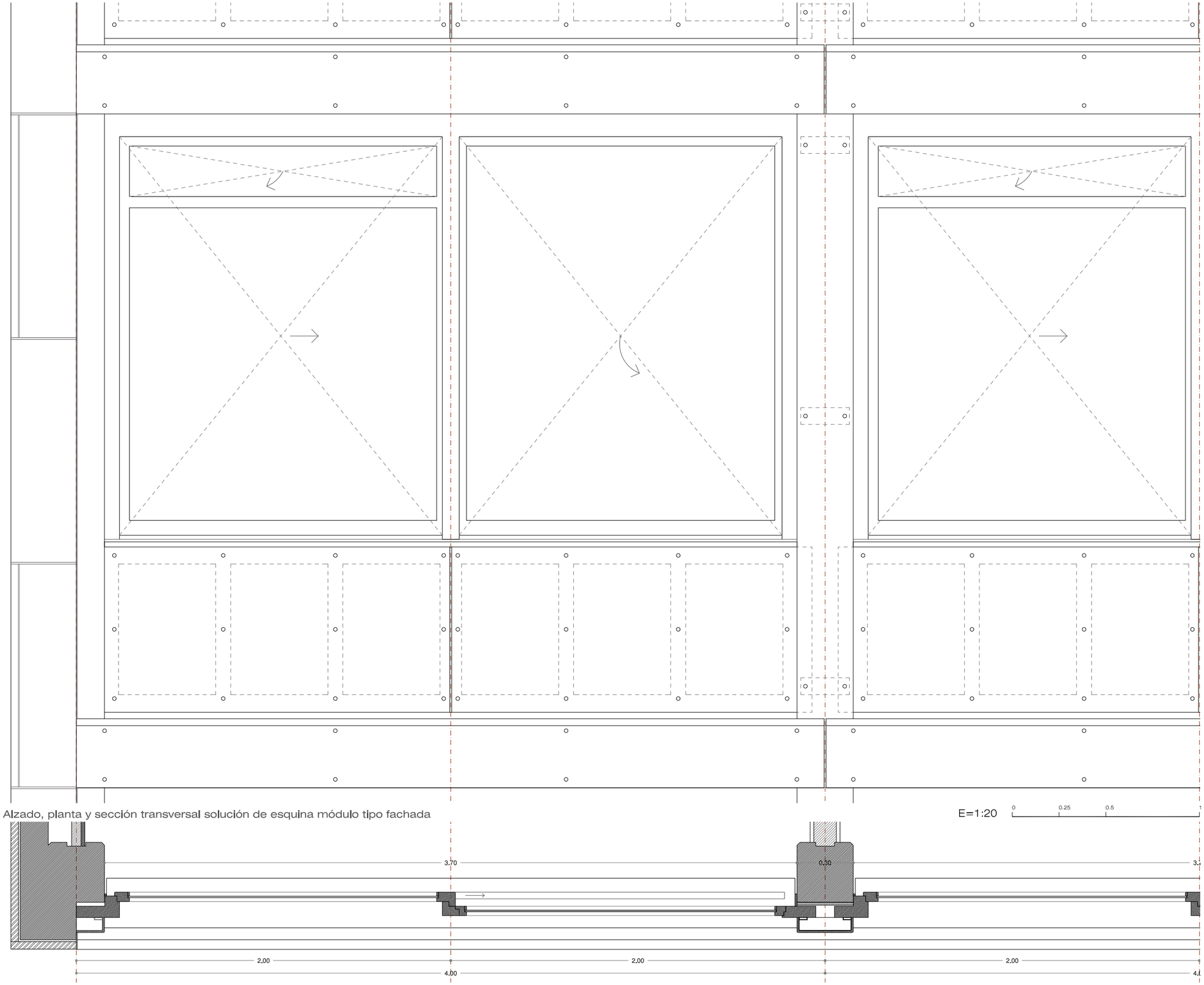


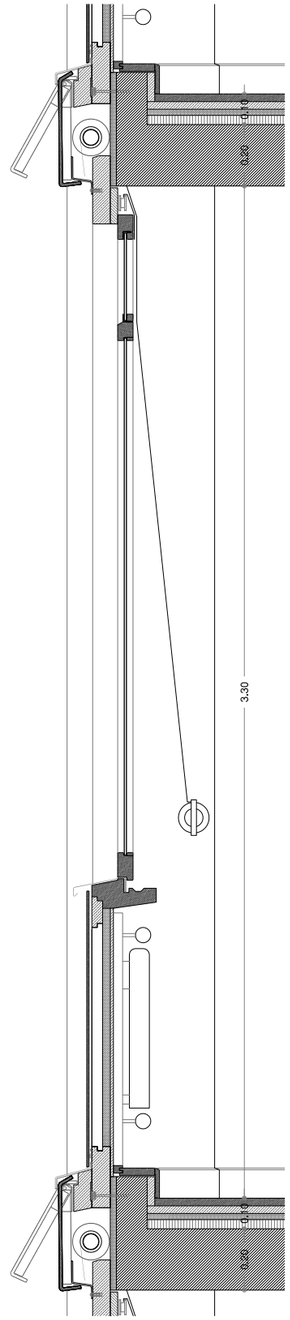
Alzado, planta y sección transversal módulo tipo fachada

E=1:20 0 0.25 0.5 1



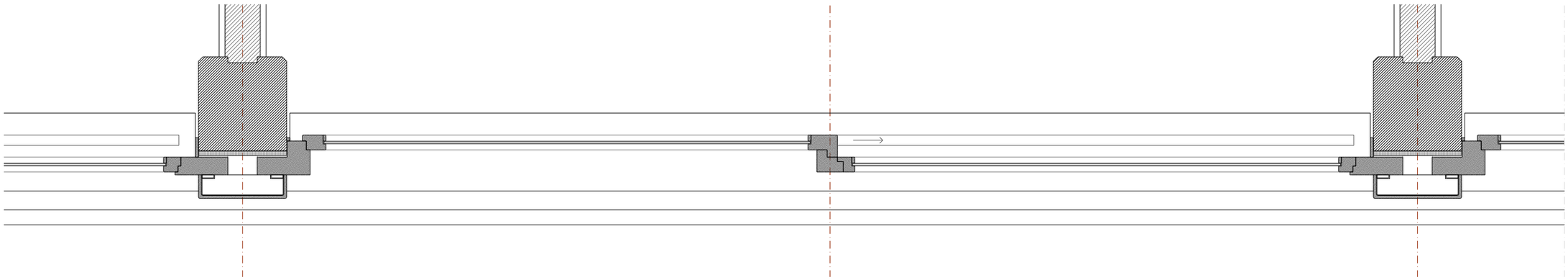
E=1:10 0 0.10 0.25 0.5



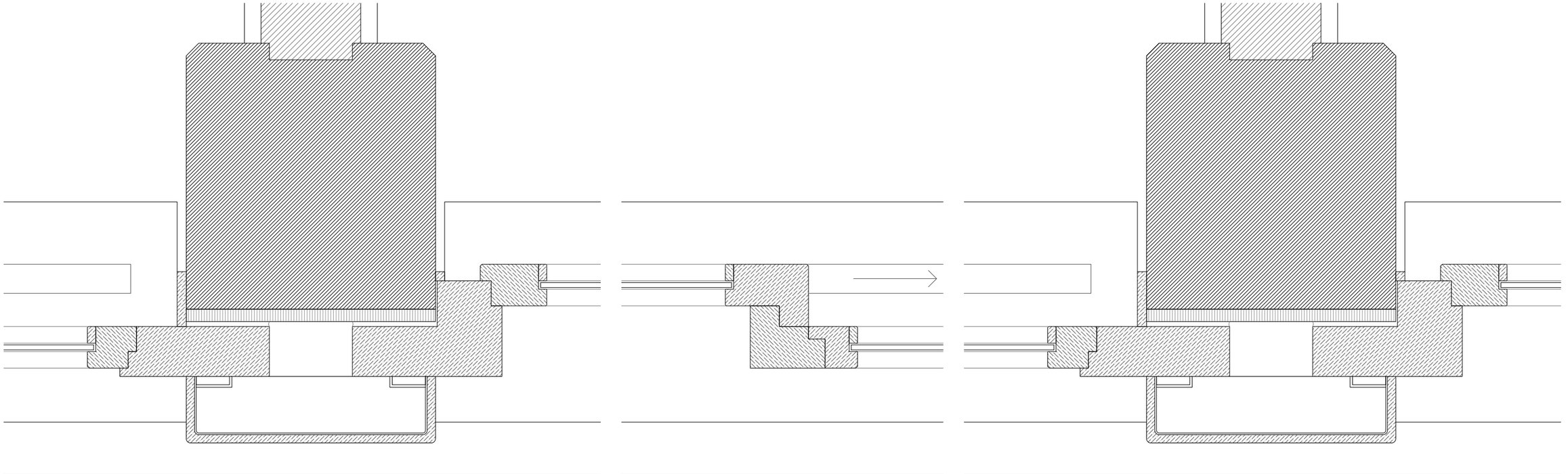


Alzado, planta y sección transversal solución de esquina módulo tipo fachada

E=1:20 0 0.25 0.5 1

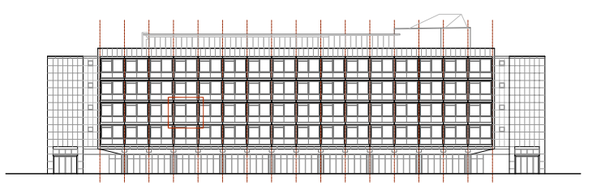


E=1:15 0 0.1 0.50 1.00



Planta detalle constructivo cerramiento

E=1:5 0 50 100 250 mm

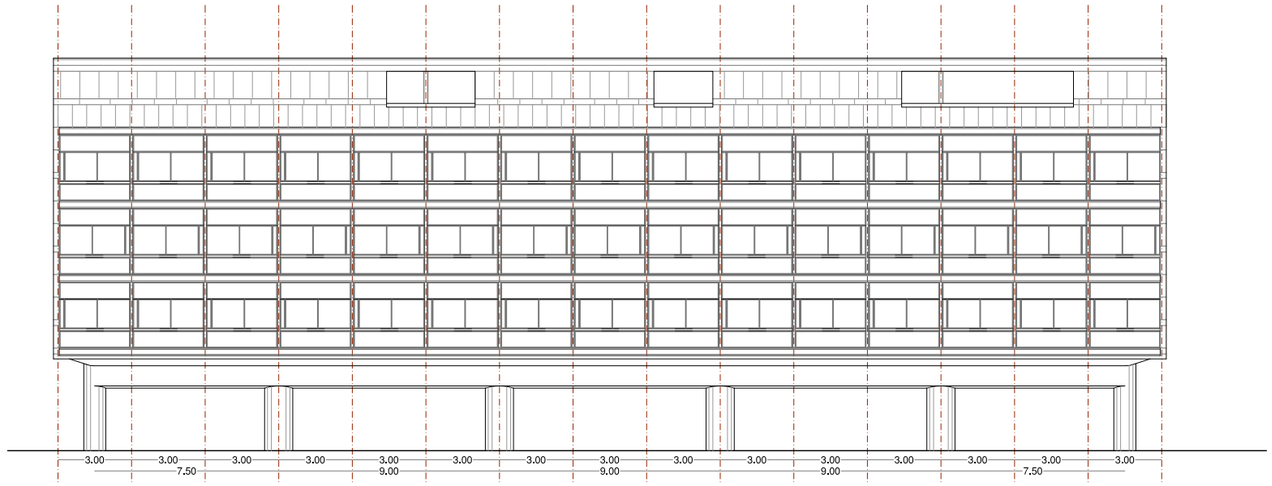


Pabellón Suizo, Ciudad universitaria de París 1930 I 1932 - LE CORBUSIER

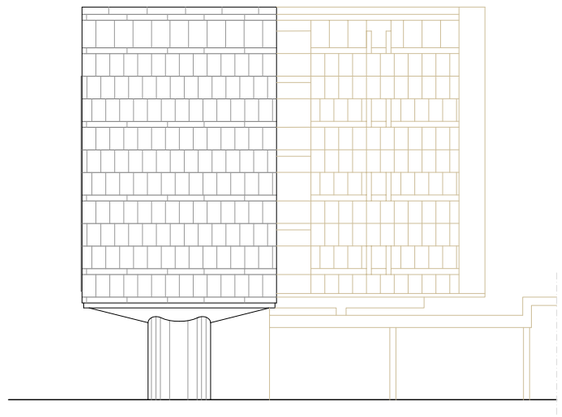
Pabellón Suizo, Ciudad universitaria de París 1930 I 1932 - LE CORBUSIER

Pabellón Suizo, Ciudad universitaria de París 1930 I 1932 - LE CORBUSIER

Pabellón Suizo, Ciudad universitaria de París 1930 I 1932 - LE CORBUSIER



Detalle alzado sur



E=1:250

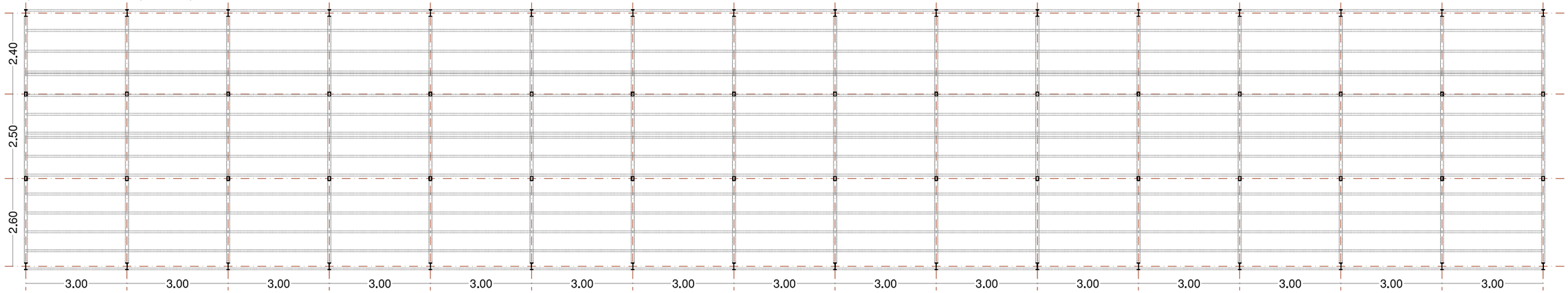
0 2.5 5 10 15

Detalle alzado sur

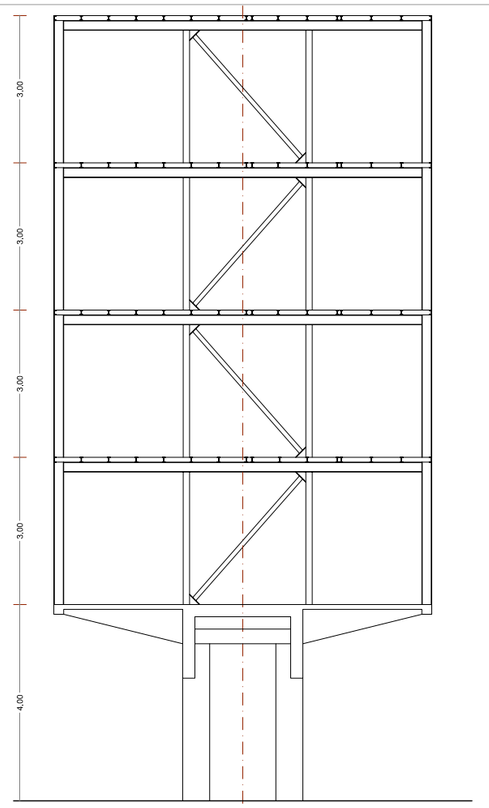
E=1:125

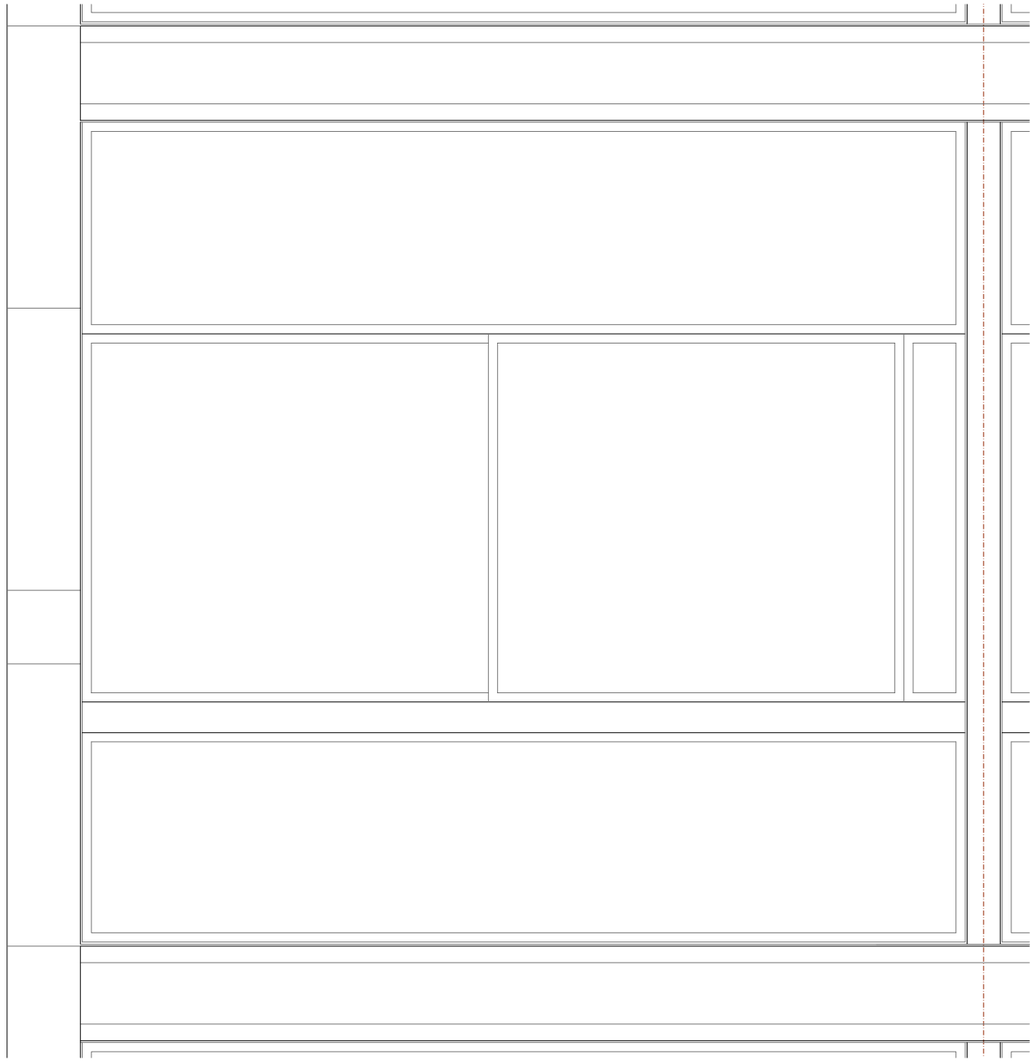
0 1 2.5 5 10

Esquema estructural planta tipo E=1:250 0 2.5 5 10 15

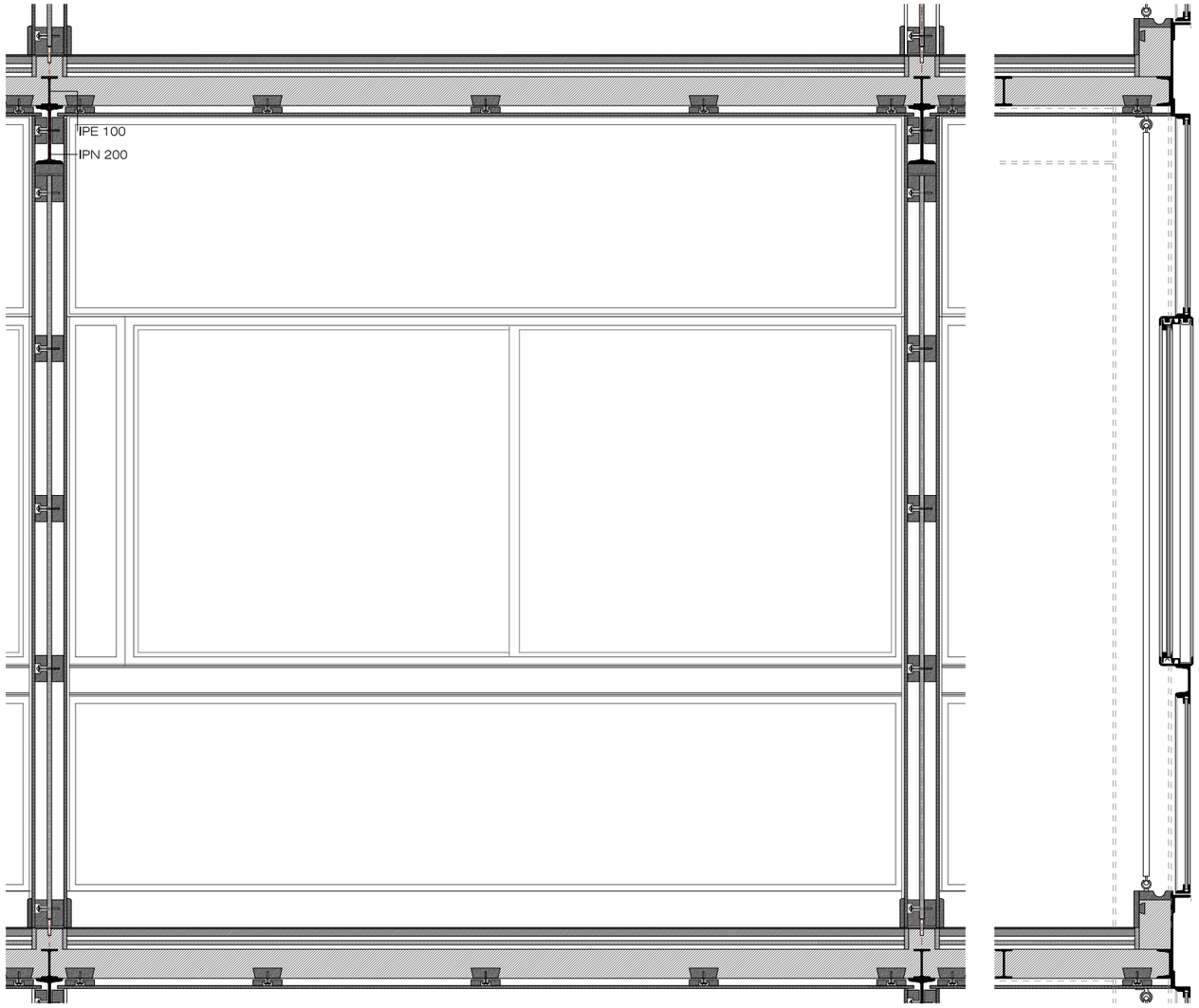


Detalle alzado sur E=1:125 0 1 2.5 5 10



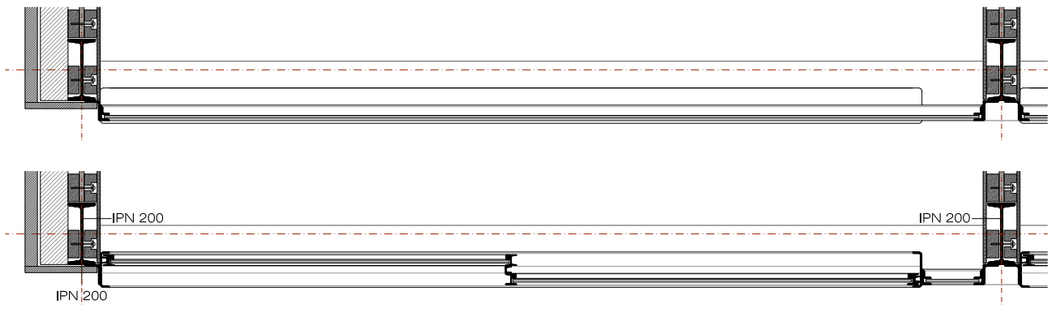


Alzado exterior módulo esquina fachada

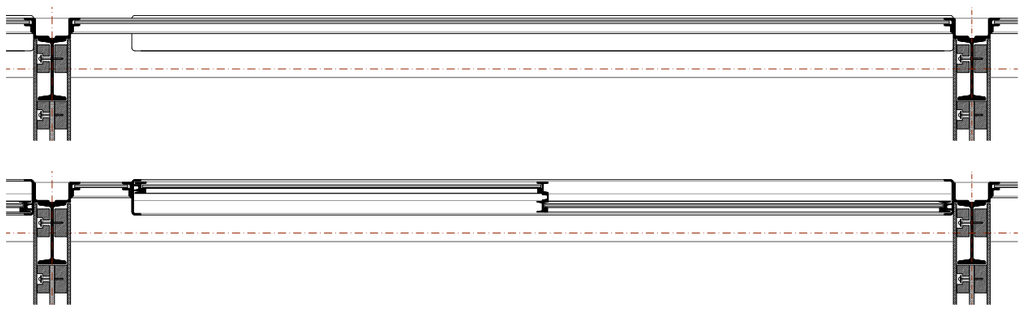


Alzado interior módulo tipo fachada

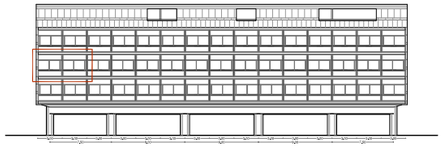
E=1:20 0 0,25 0,5 1

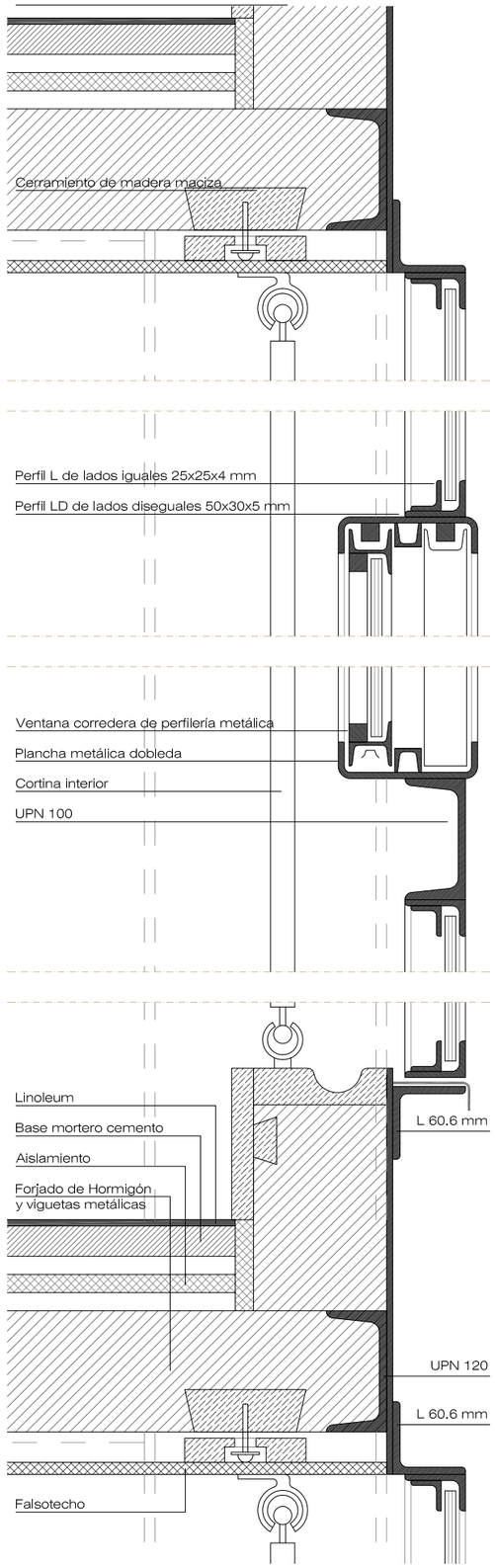


Secciones de planta cerramiento módulo esquina fachada

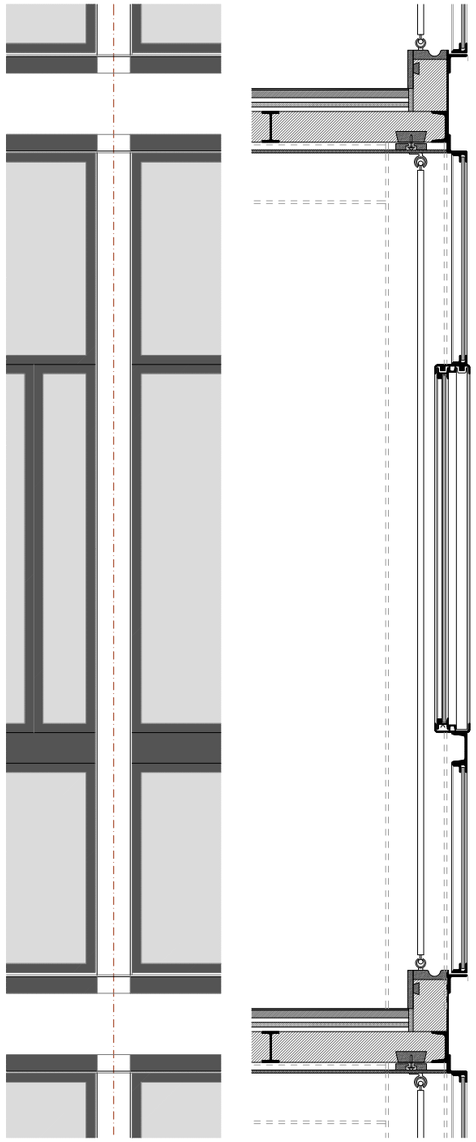


Secciones de planta cerramiento módulo tipo fachada

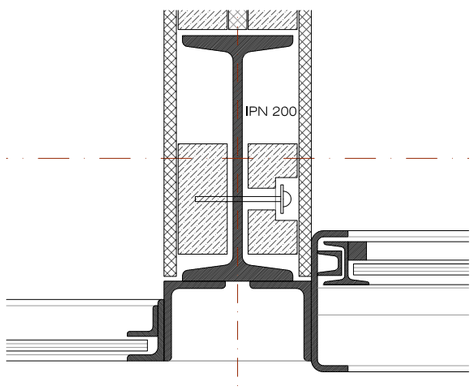




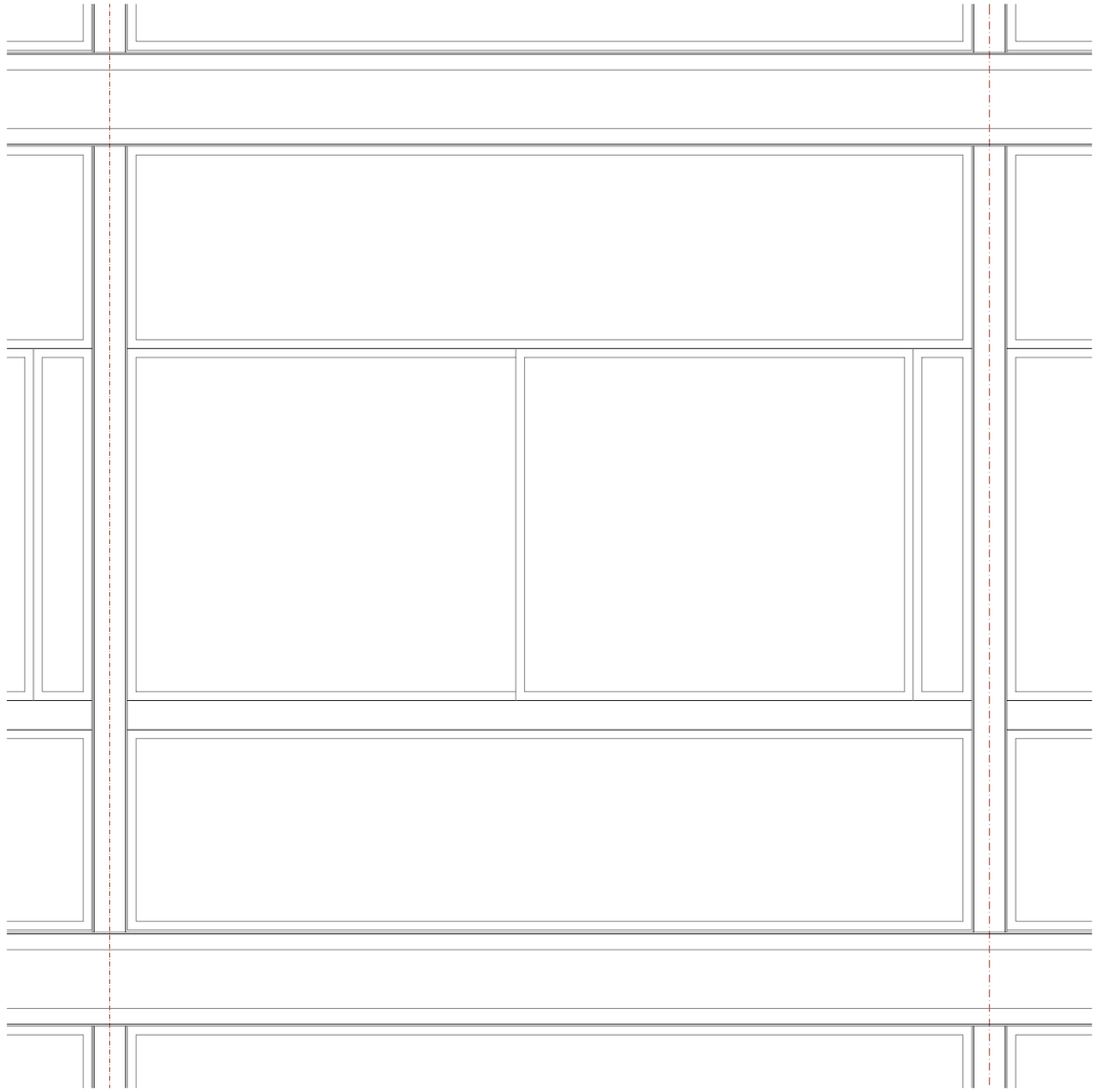
Detalles constructivo solución cerramiento



Contraste cromático fachada

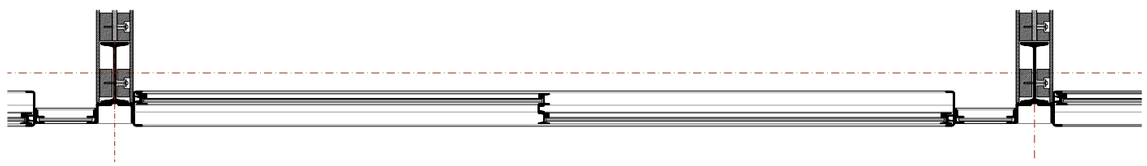


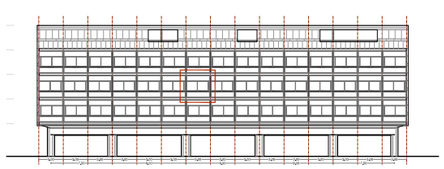
E=1:5 0 50 100 250 mm

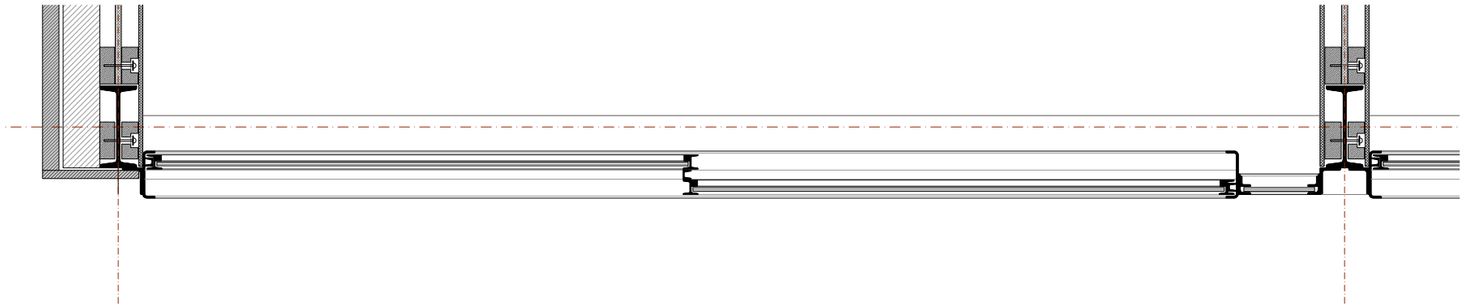


Detalle constructivo módulo tipo cerramiento fachada sur

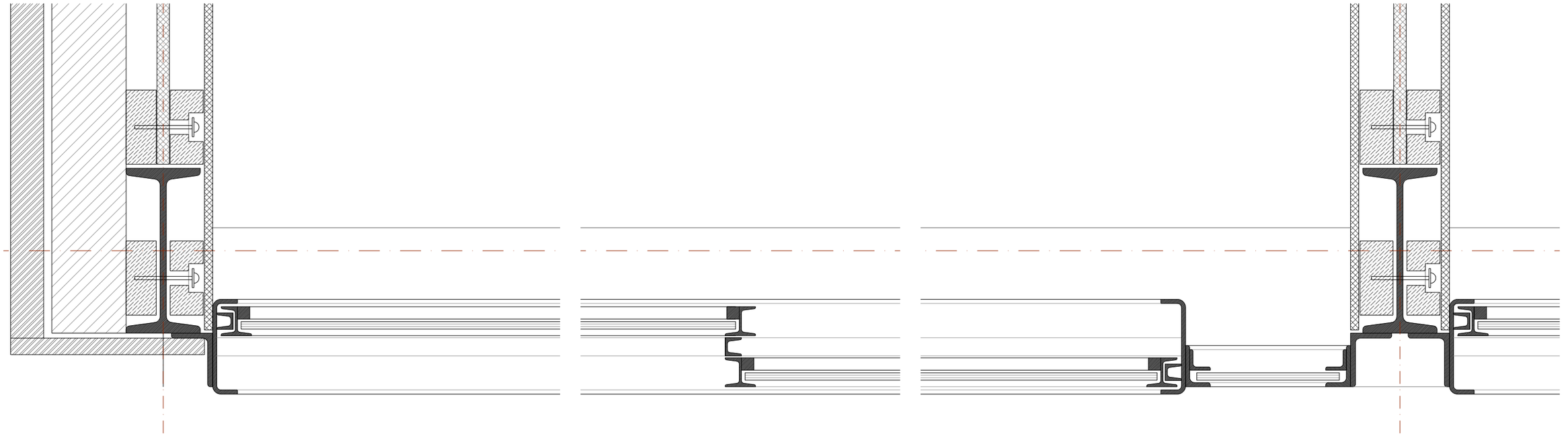
E=1:20 0 0.25 0.5 1





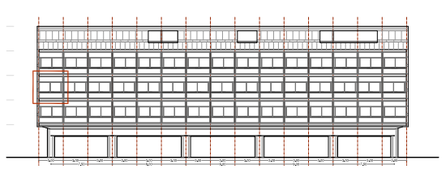


E=1:15 0 0.1 0.50 1.00



Planta detalle constructivo cerramiento

E=1:5 0 50 100 250 mm

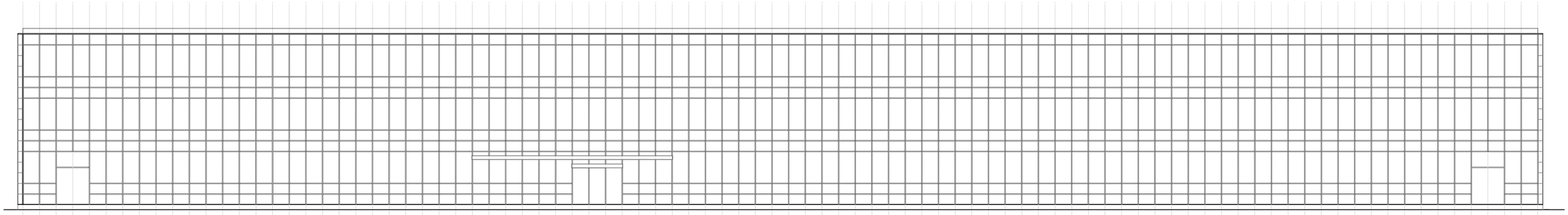


Ayuntamiento de Rodovre, Dinamarca 1954 | 1956 - ARNE JACOBSEN

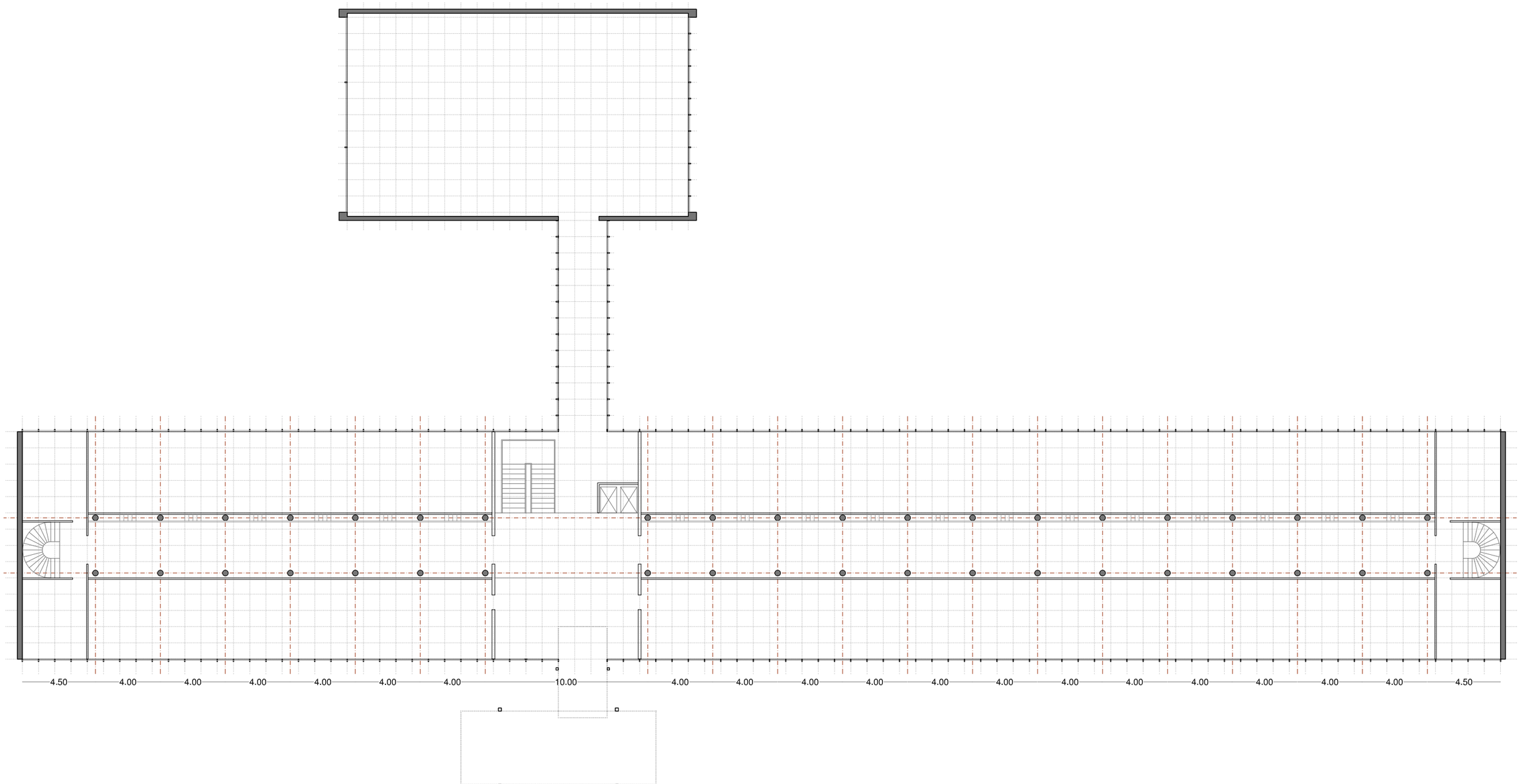
RØDOVRE BIBLIOTEK

RØDOVRE BIBLIOTEK

Ayuntamiento de Rodovre, Dinamarca 1954 | 1956 - ARNE JACOBSEN

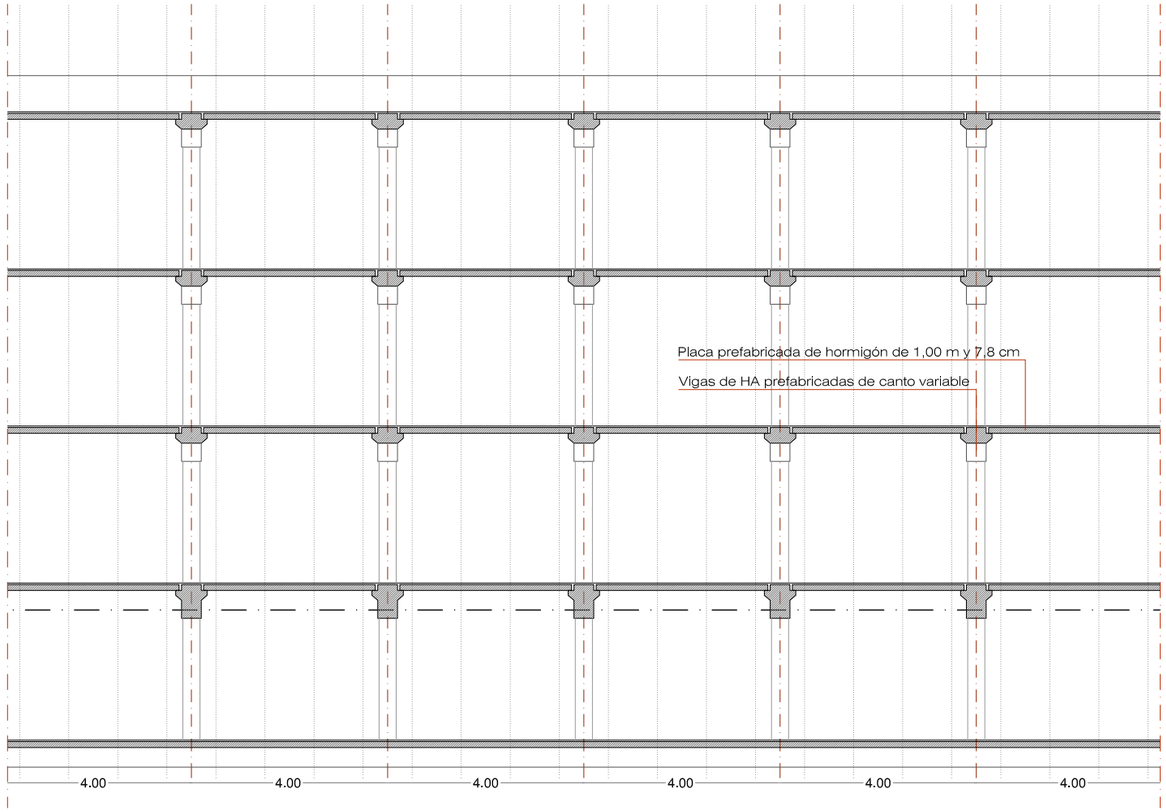


Alzado principal

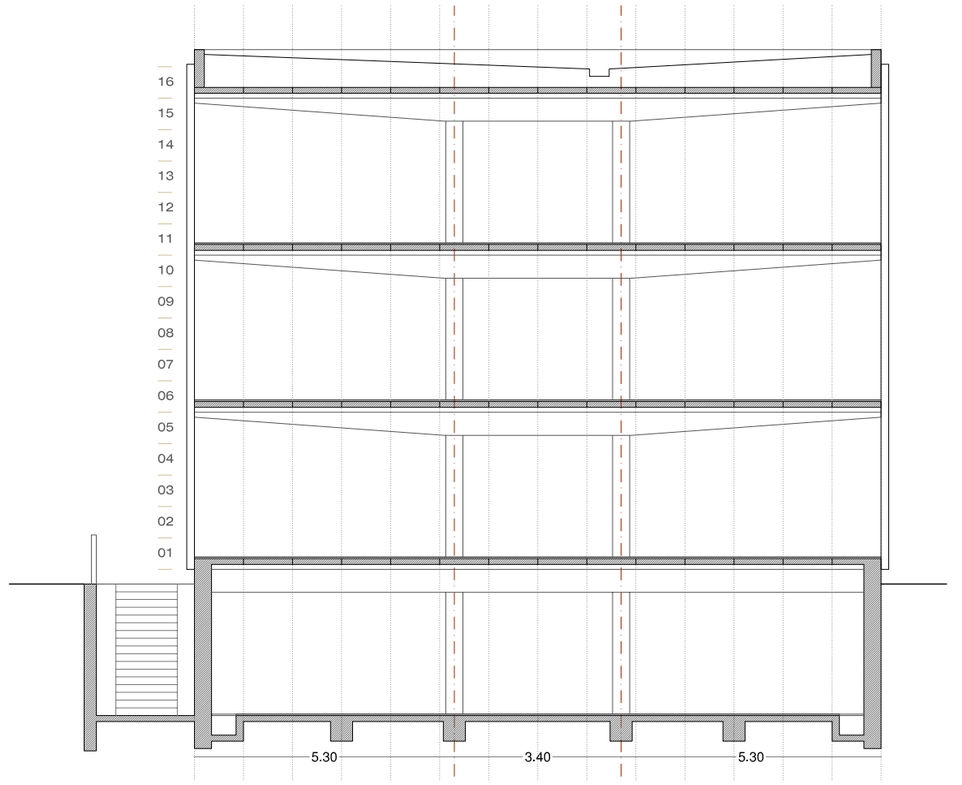


Planta baja 1M = 1,0 metros

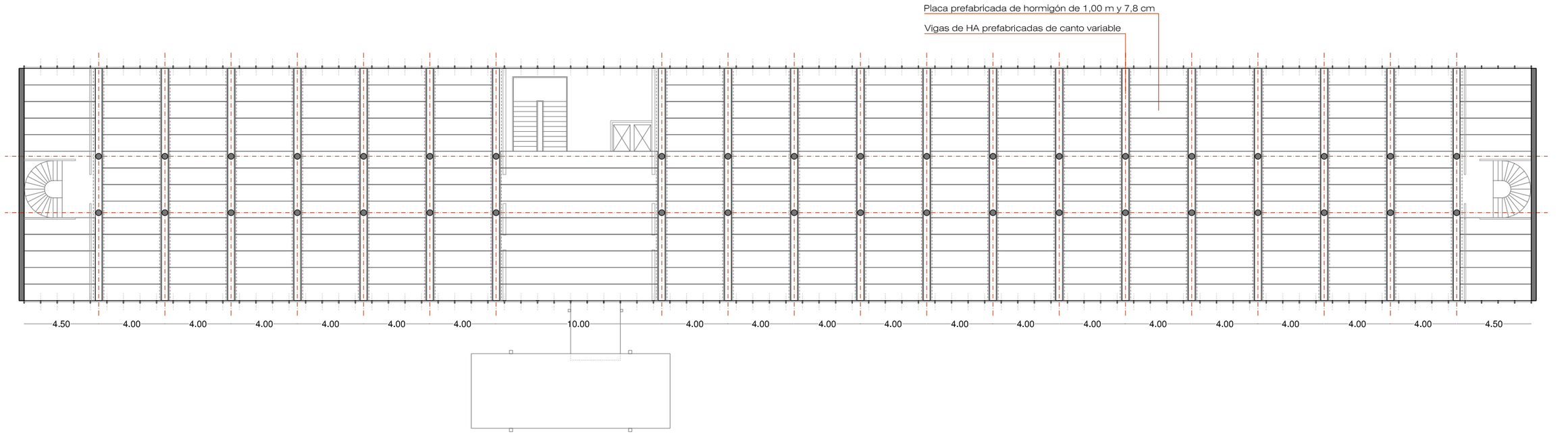
E=1:250 0 2.5 5 10 15



Esquema estructural Secciones transversal y longitudinal. Módulo horizontal 1,00m; módulo vertical 0,64m

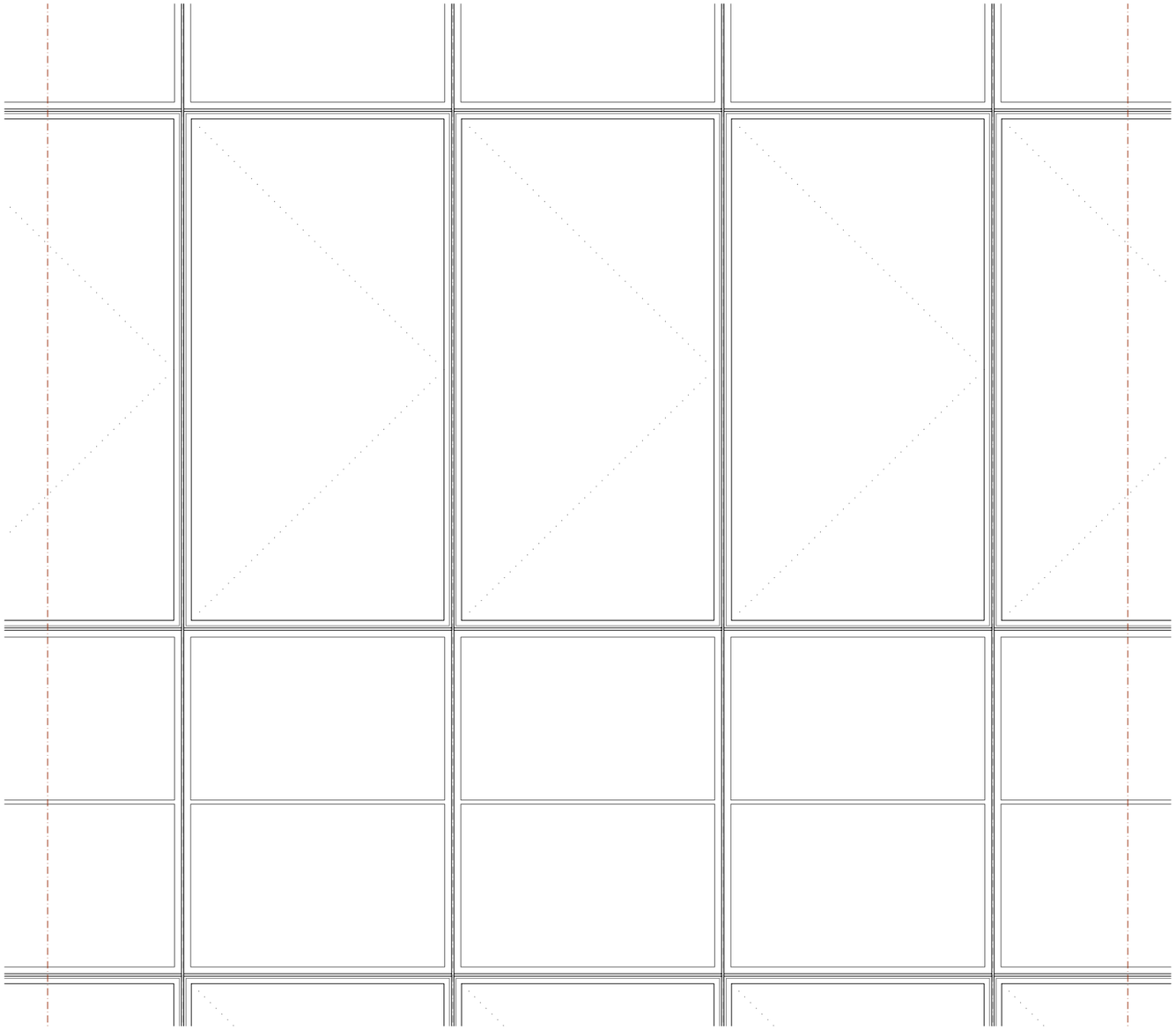


E=1:125 0 2.5 5 7.5



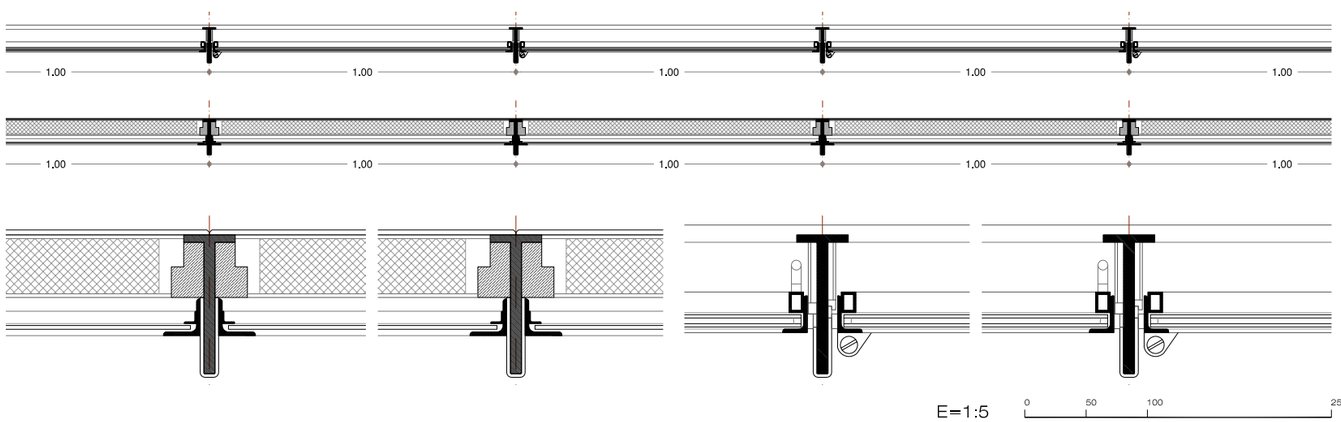
Esquema estructural planta tipo 1M = 1,0 metros

E=1:250 0 2.5 5 10 15

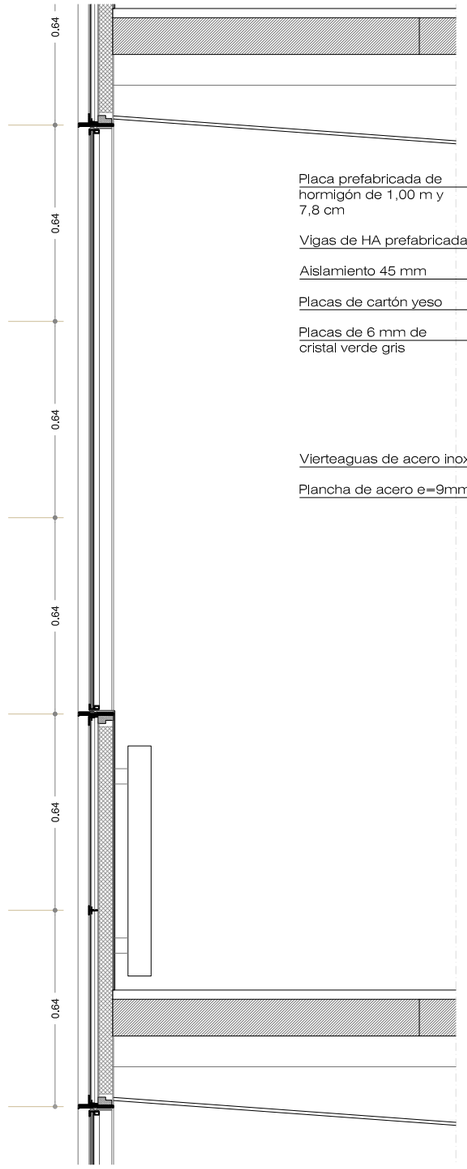


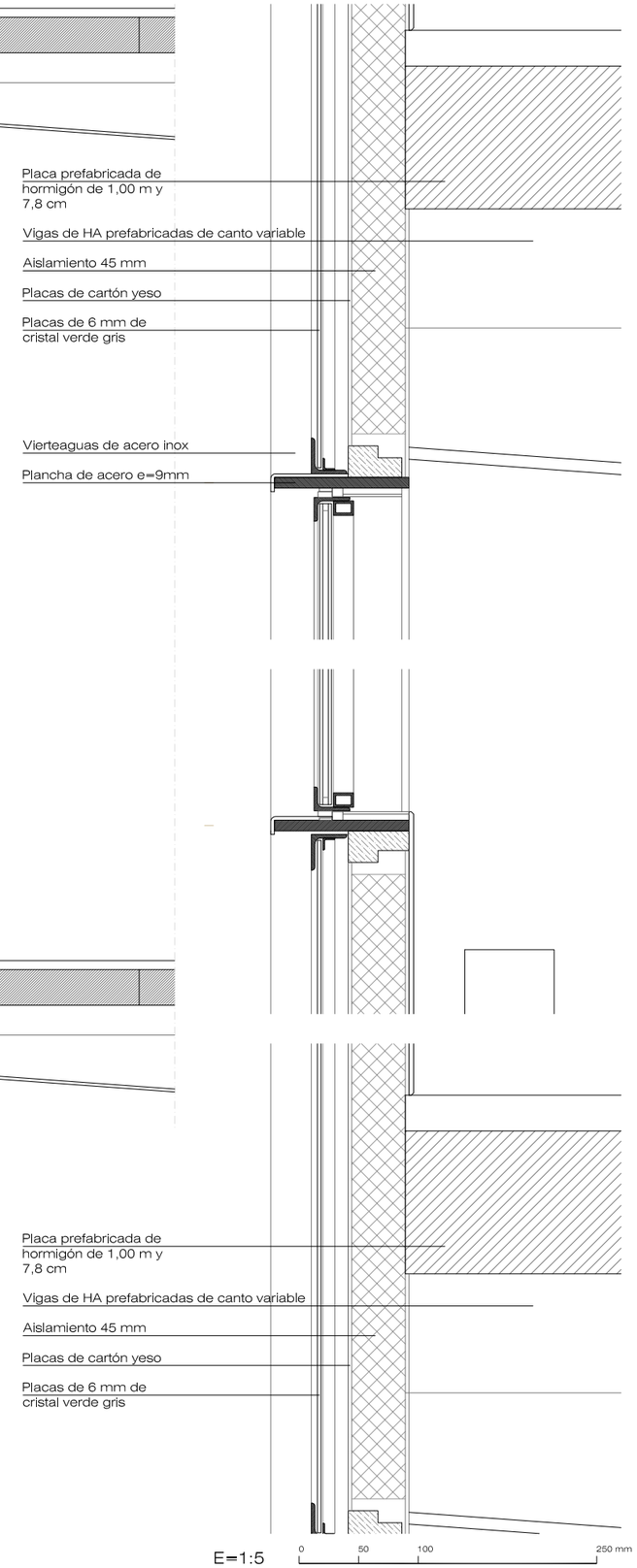
Alzado, planta y sección transversal módulo tipo fachada

E=1:20 0 0.25 0.5 1

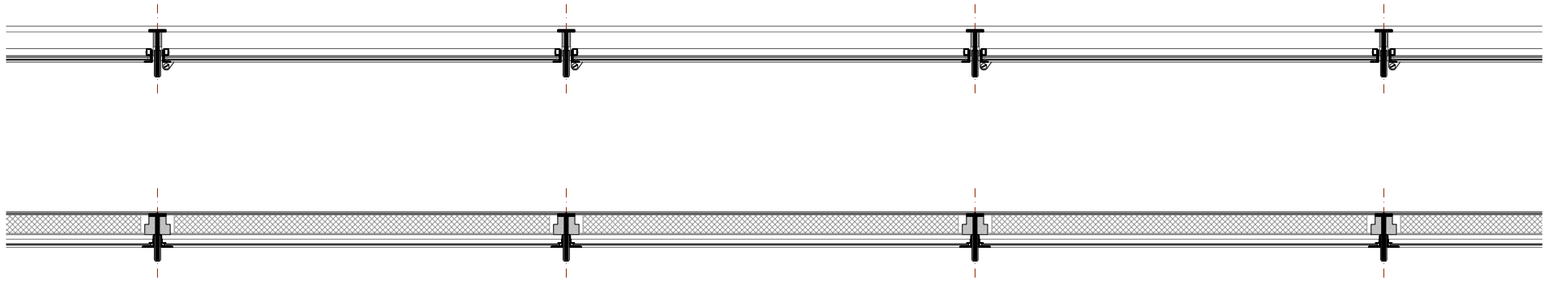


E=1:5 0 50 100 250 mm





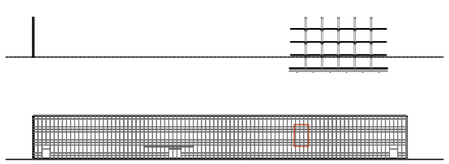
E=1:5 0 50 100 250 mm



E=1:15 0 0.1 0.50 1.00

Planta detalle constructivo cerramiento

E=1:5 0 50 100 250 mm

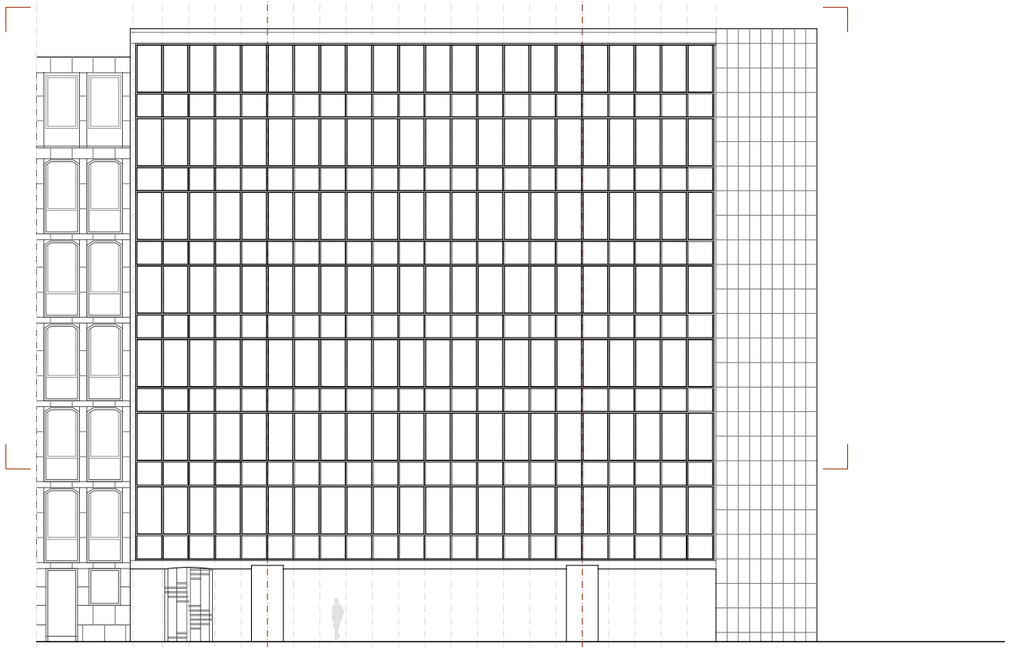


Oficinas Jespersen, Copenhague, Dinamarca 1953 | 1955 - ARNE JACOBSEN

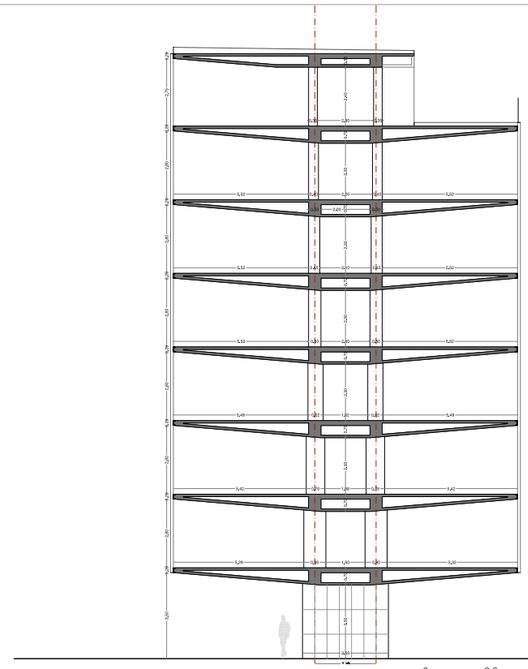
F.K
København

Fri højde 2,7 m
Ensrettet

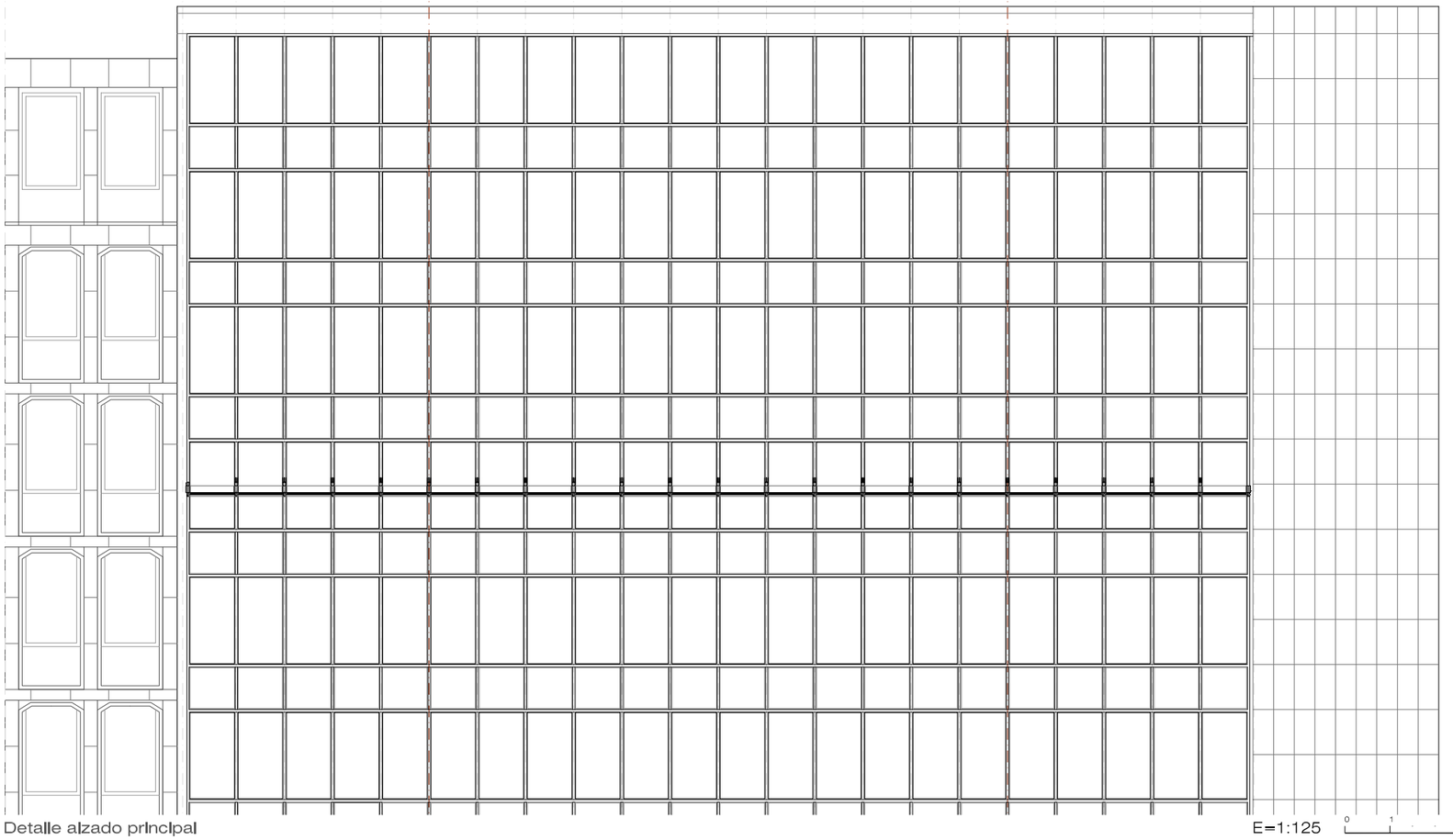
Oficinas Jespersen, Copenhague, Dinamarca 1953 | 1955 - ARNE JACOBSEN



Alzado principal

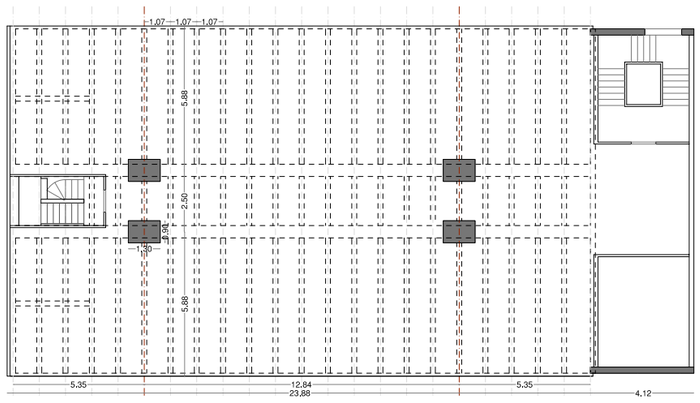


E=1:250 0 2.5 5 10 15



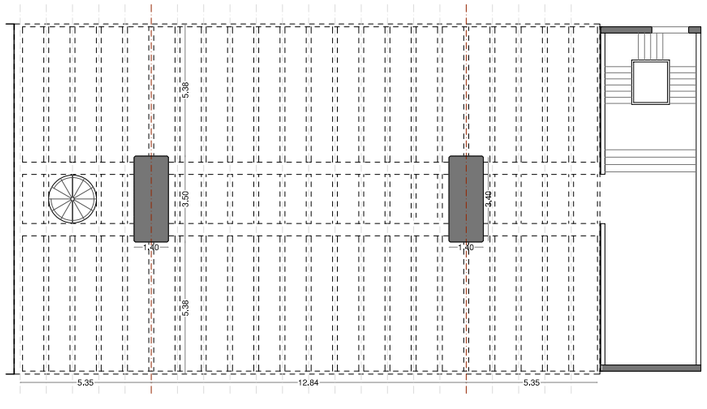
Detalle alzado principal

E=1:125 0 1 2.5 5 10



Esquema estructural planta tipo

E=1:250 0 2.5 5 10 15

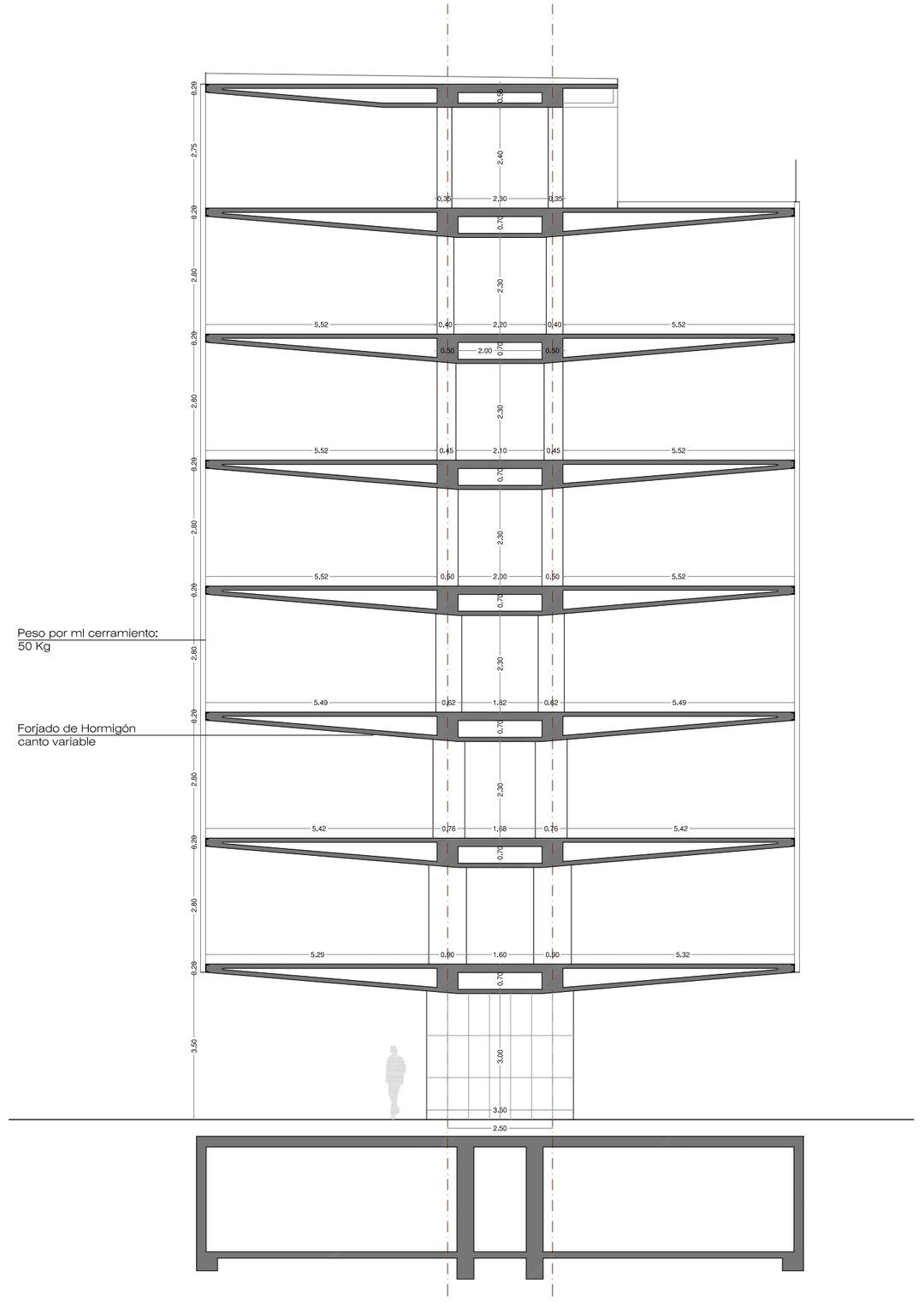


Esquema estructural planta baja

E=1:250 0 2.5 5 10 15

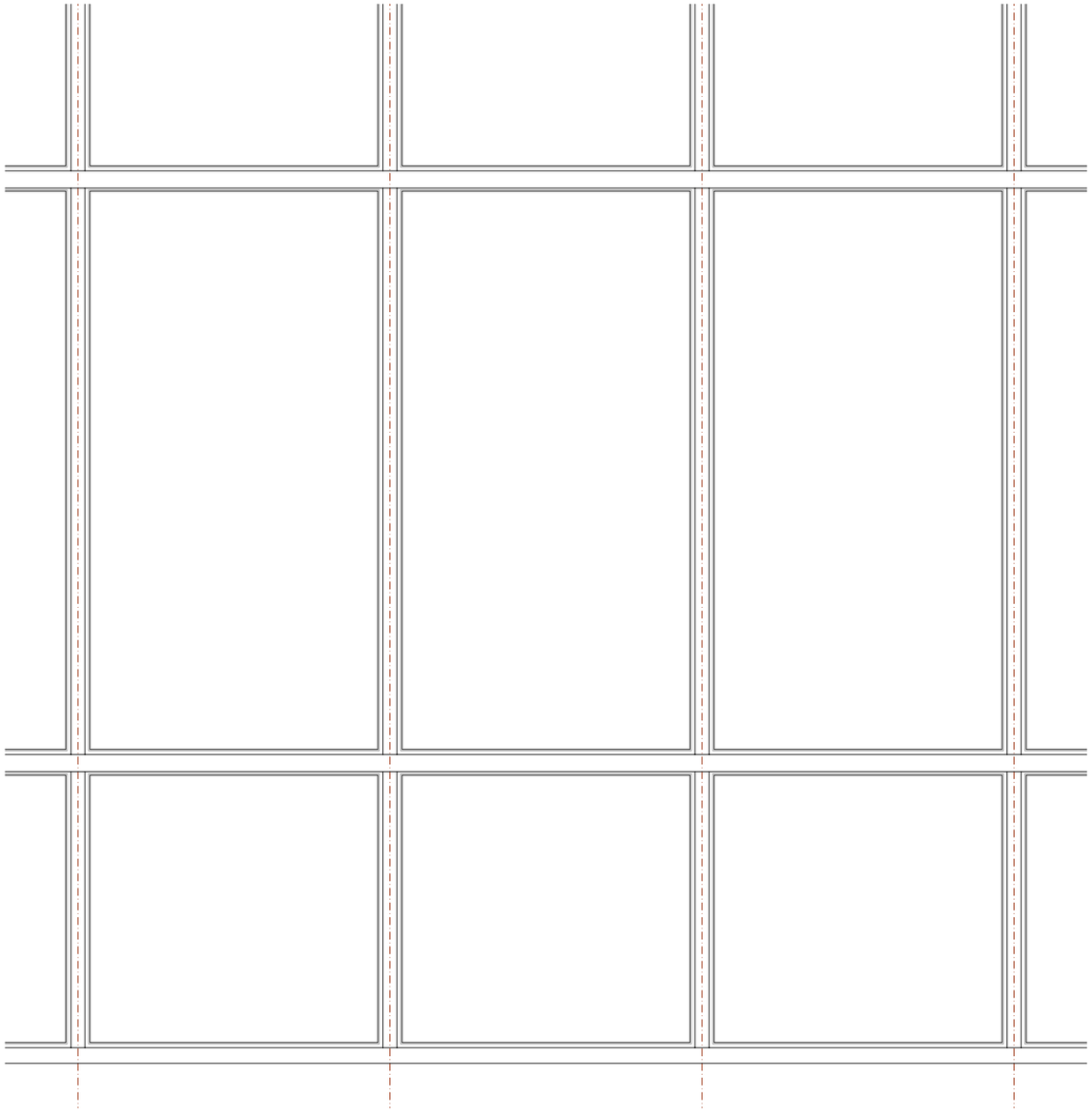
Peso por ml cerramiento:
50 Kg

Forjado de Hormigón
canto variable

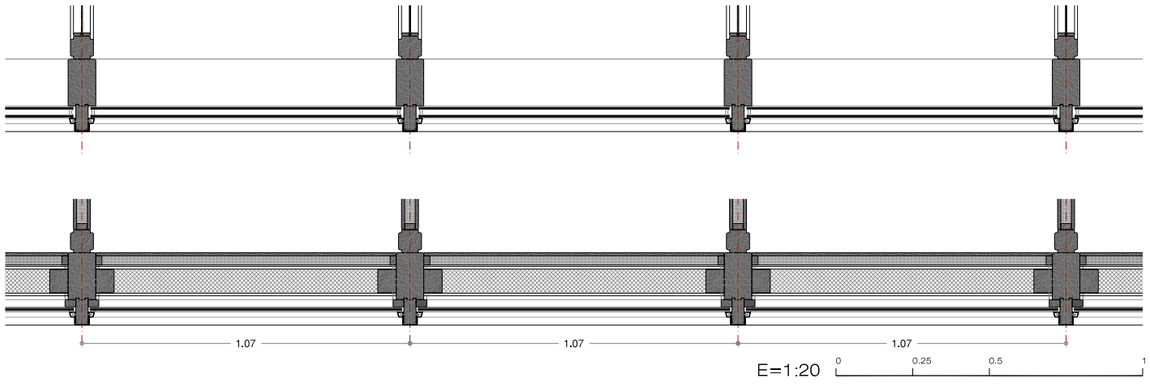


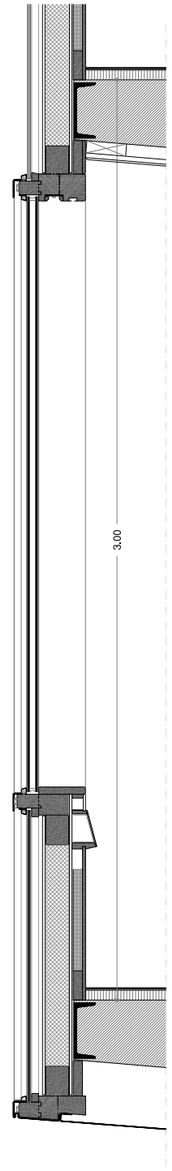
Esquema estructural sección transversal

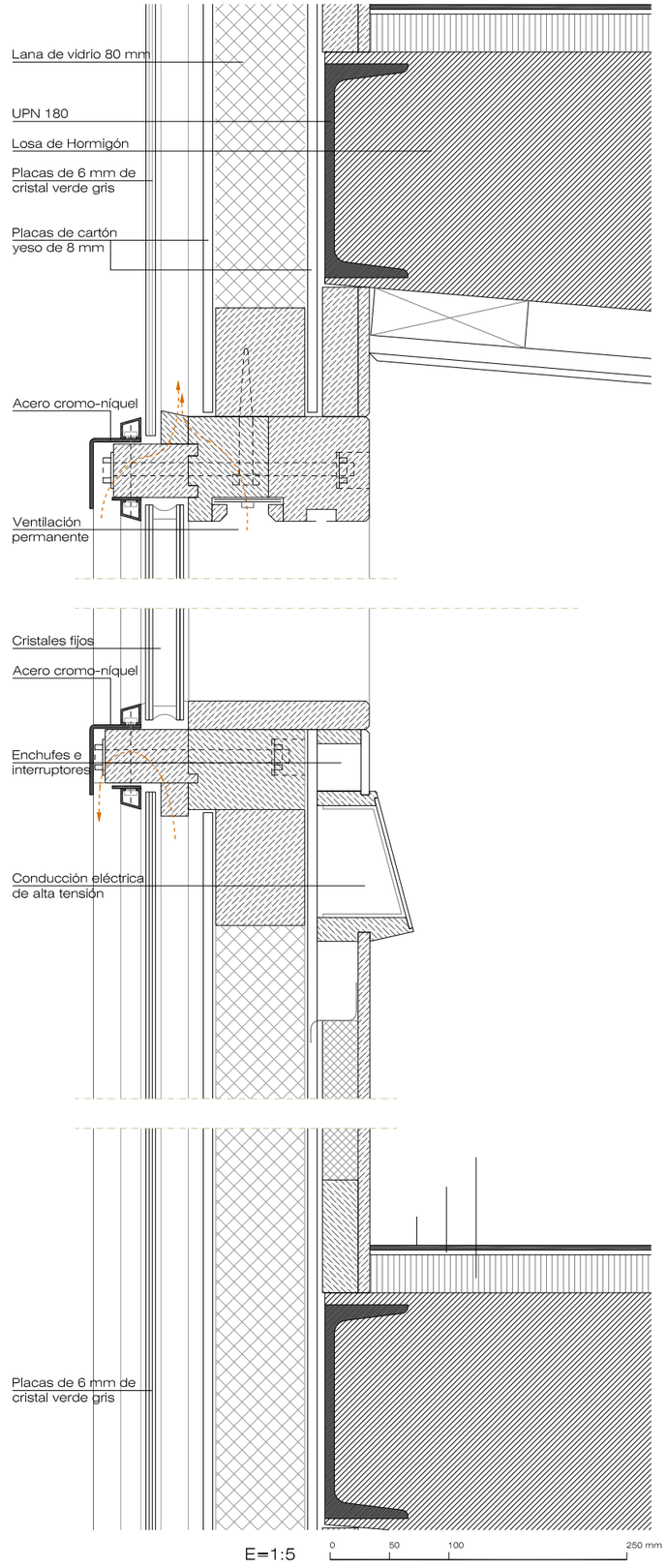
E=1:125 0 1 2.5 5 10

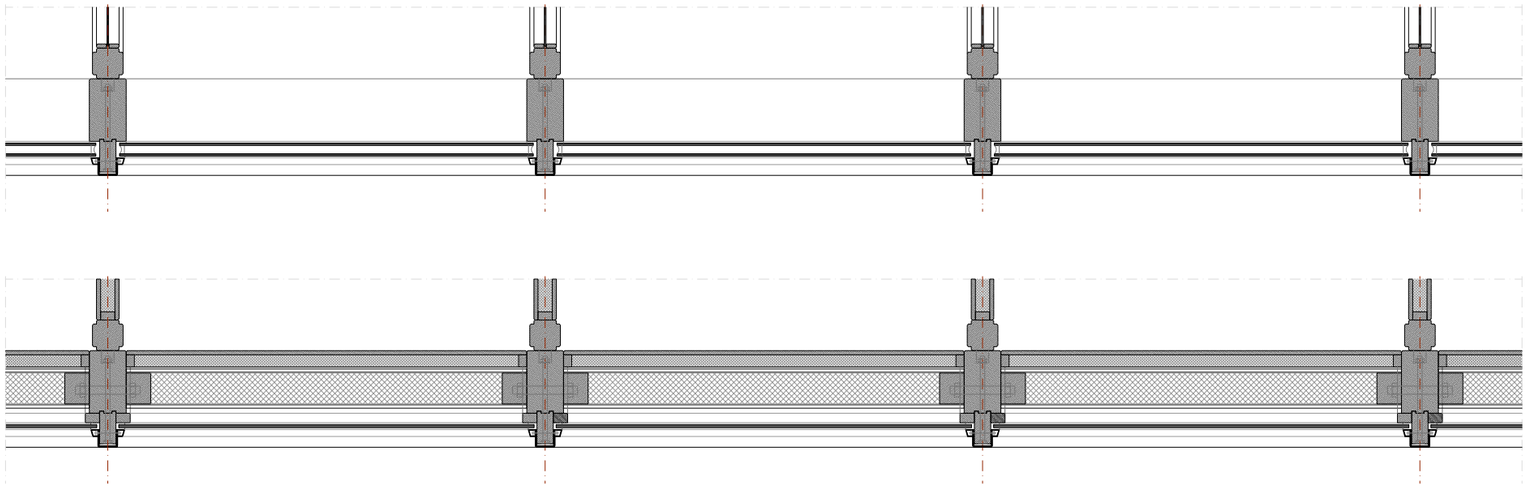


Alzado, planta y sección transversal módulo tipo fachada





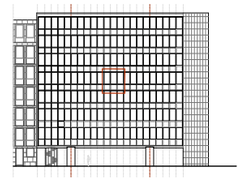




E=1:15 0 0.1 0.50 1.00

Planta detalle constructivo cerramiento

E=1:5 0 50 100 250 mm



Edificio SAS, Dinamarca 1956 | 1961 - ARNE JACOBSEN

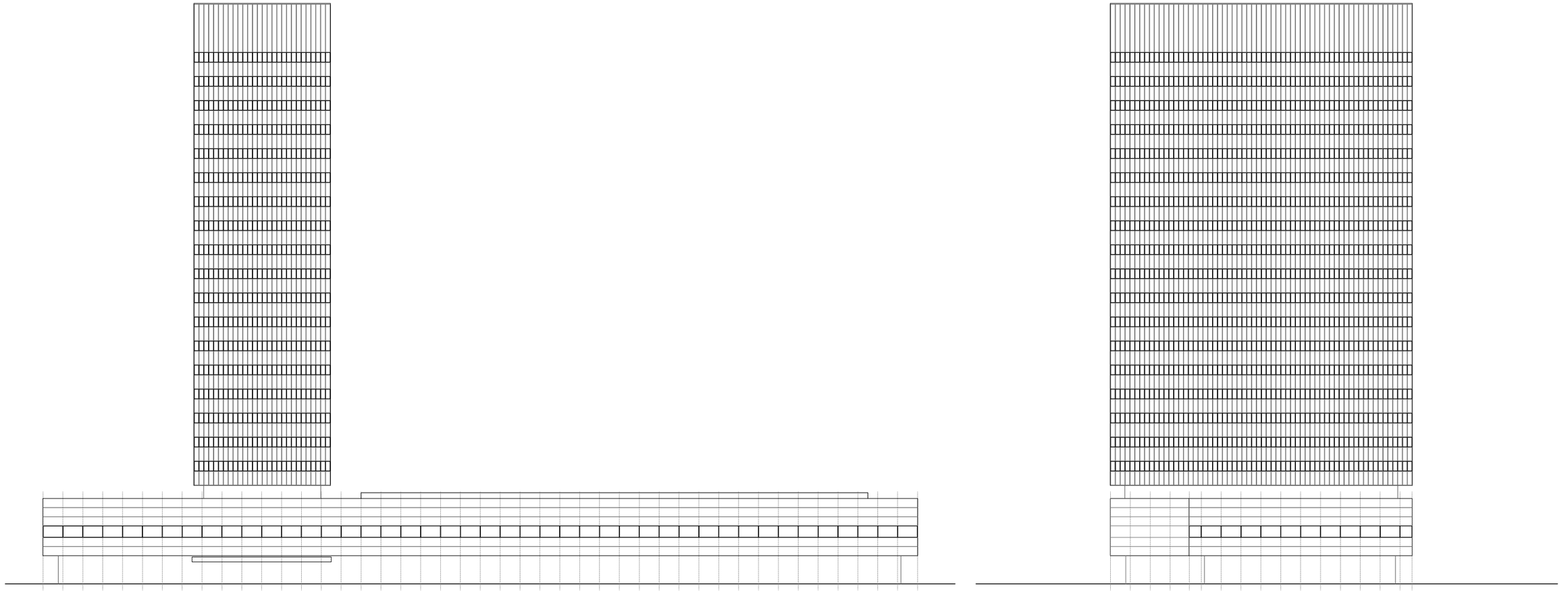
Edificio SAS, Dinamarca 1956 | 1961 - ARNE JACOBSEN

Edificio SAS, Dinamarca 1956 | 1961 - ARNE JACOBSEN

Edificio SAS, Dinamarca 1956 | 1961 - ARNE JACOBSEN

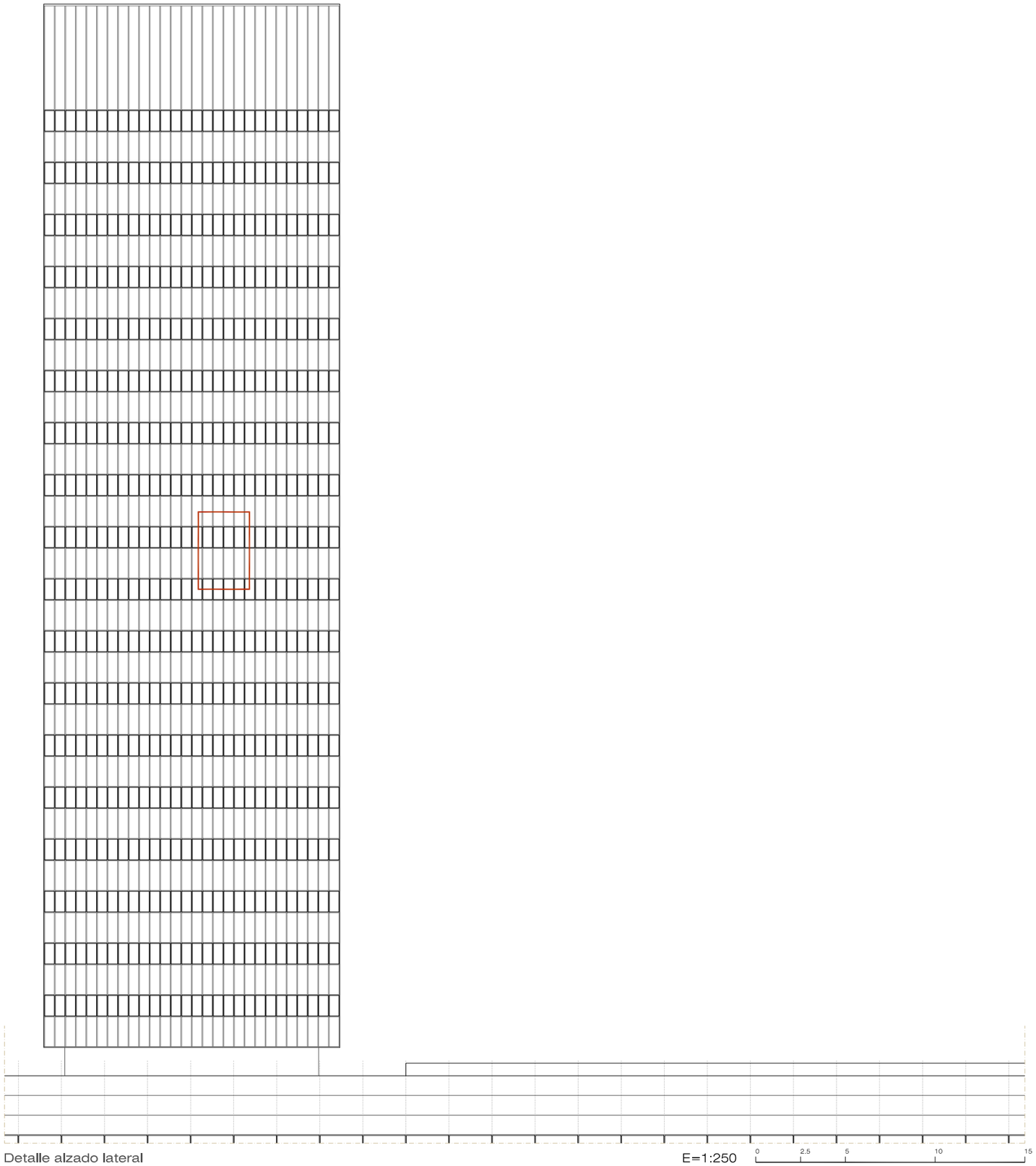
Edificio SAS, Dinamarca 1956 | 1961 - ARNE JACOBSEN

Edificio SAS, Dinamarca 1956 | 1961 - ARNE JACOBSEN



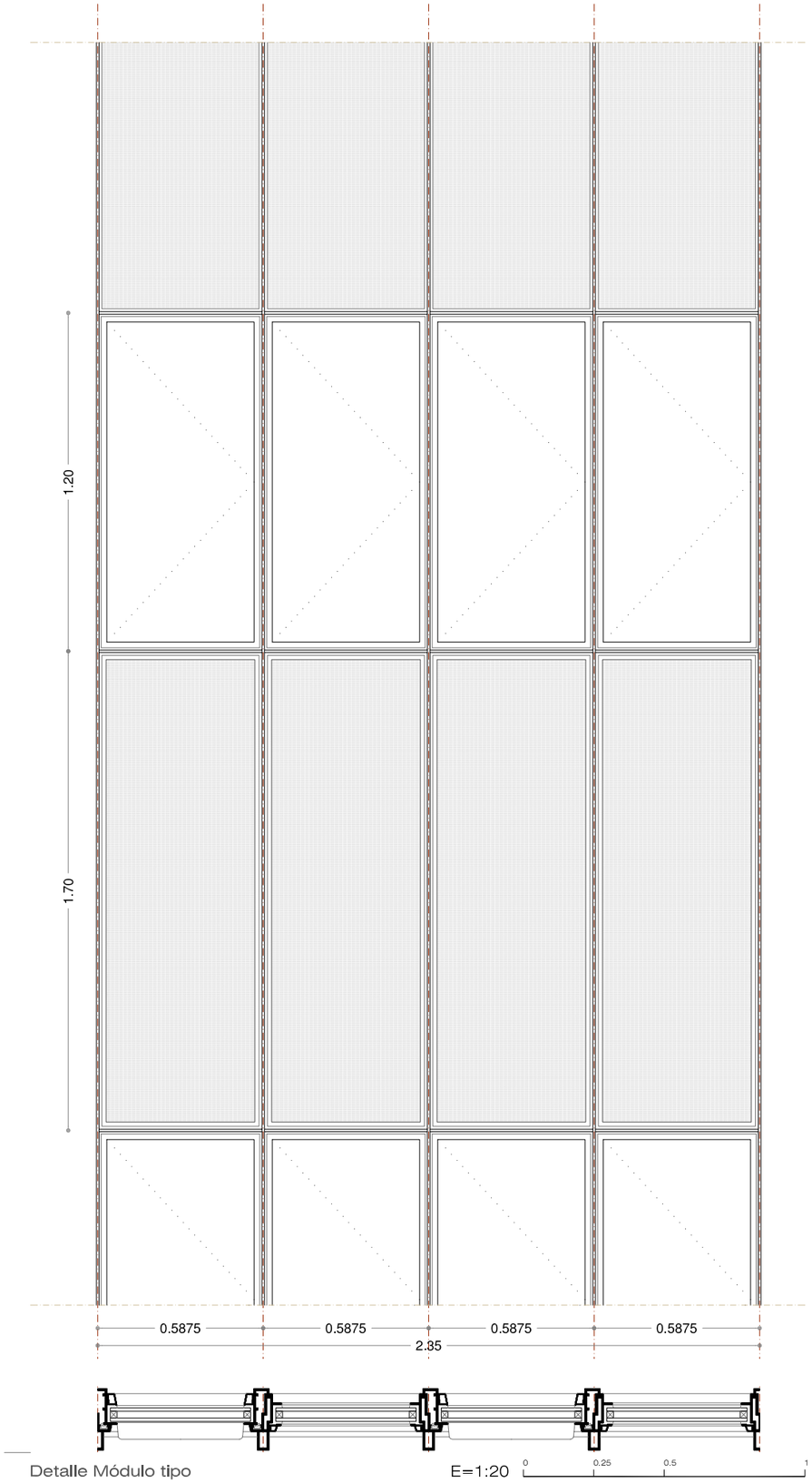
Esquema estructural planta baja

E=1:500 0 5 10 20 30



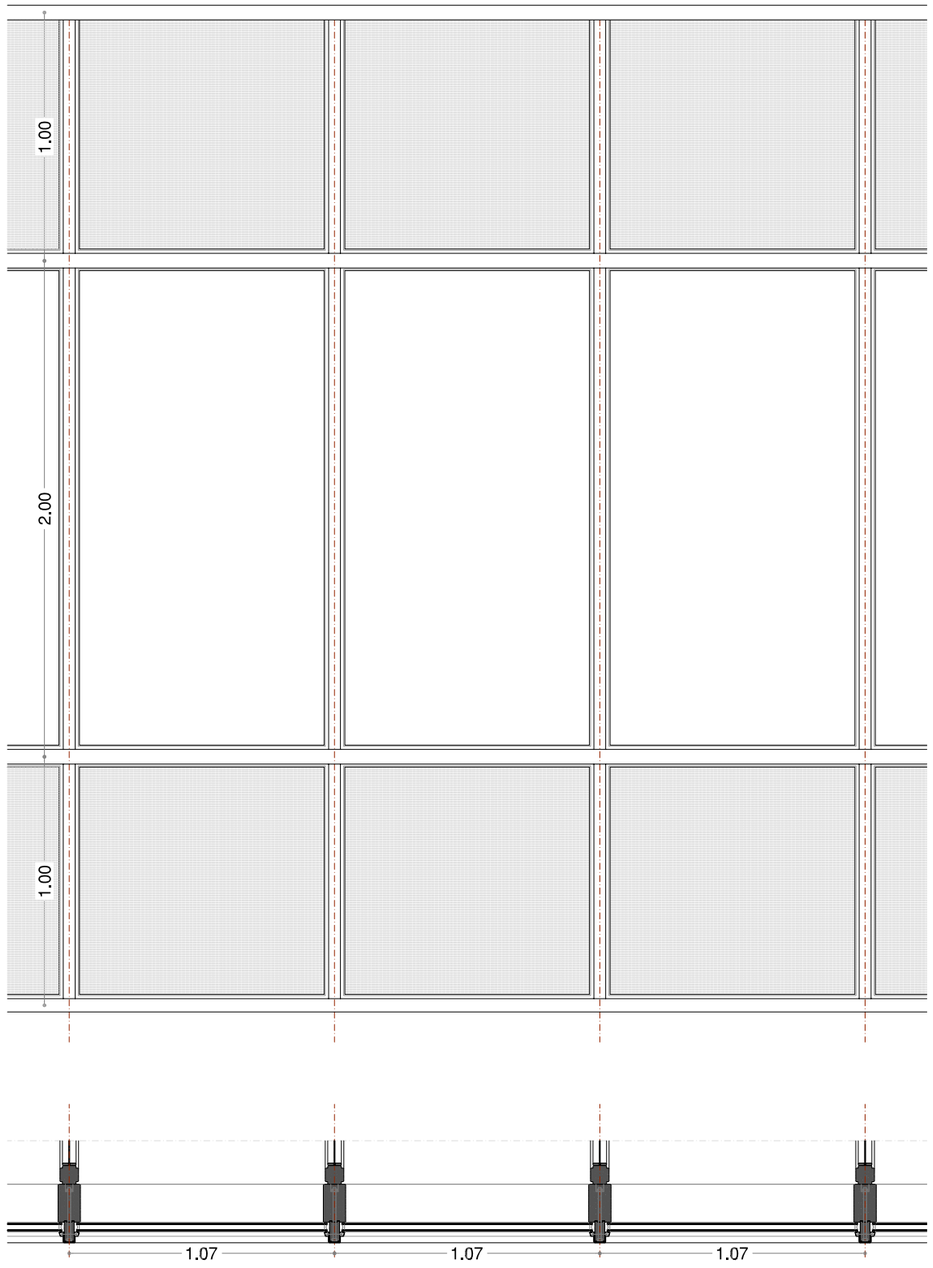
Detalle alzado lateral

E=1:250 0 2.5 5 10 15

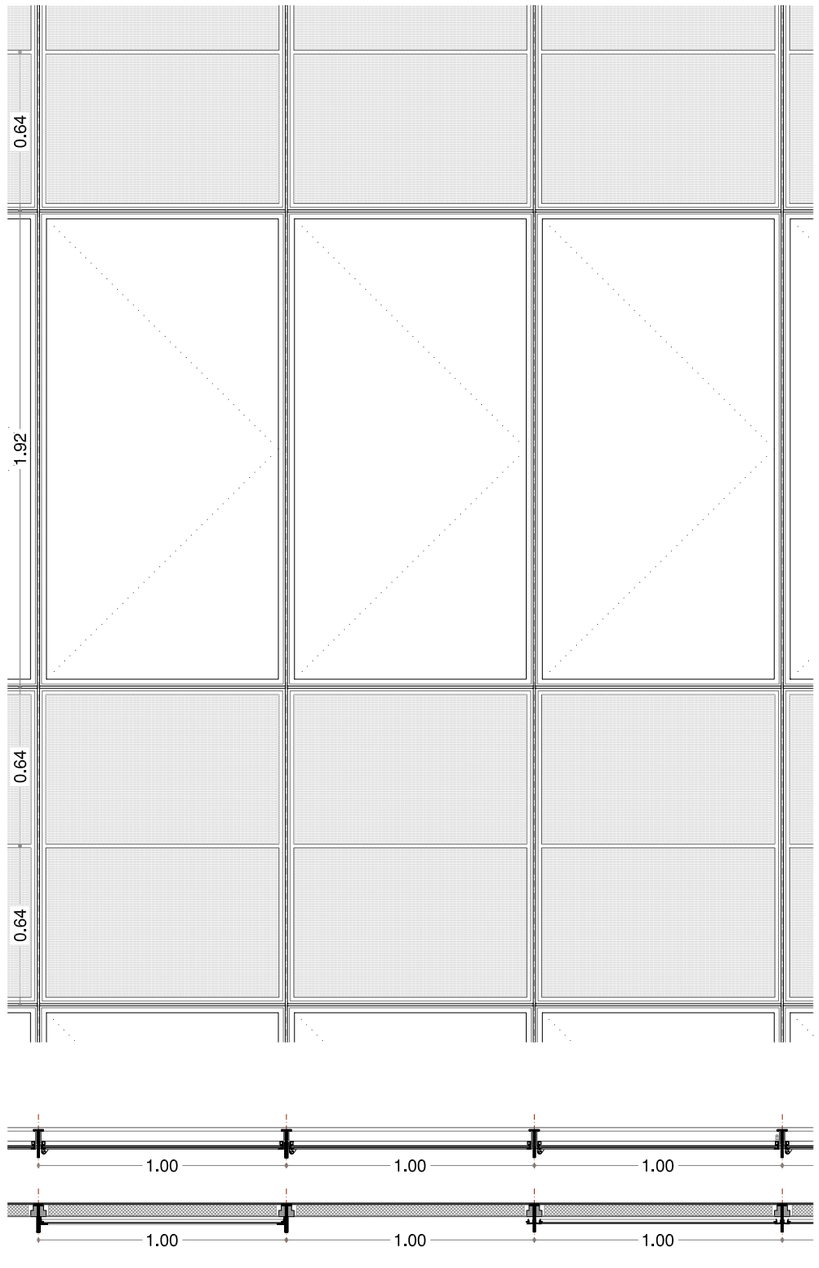


Detalle Módulo tipo

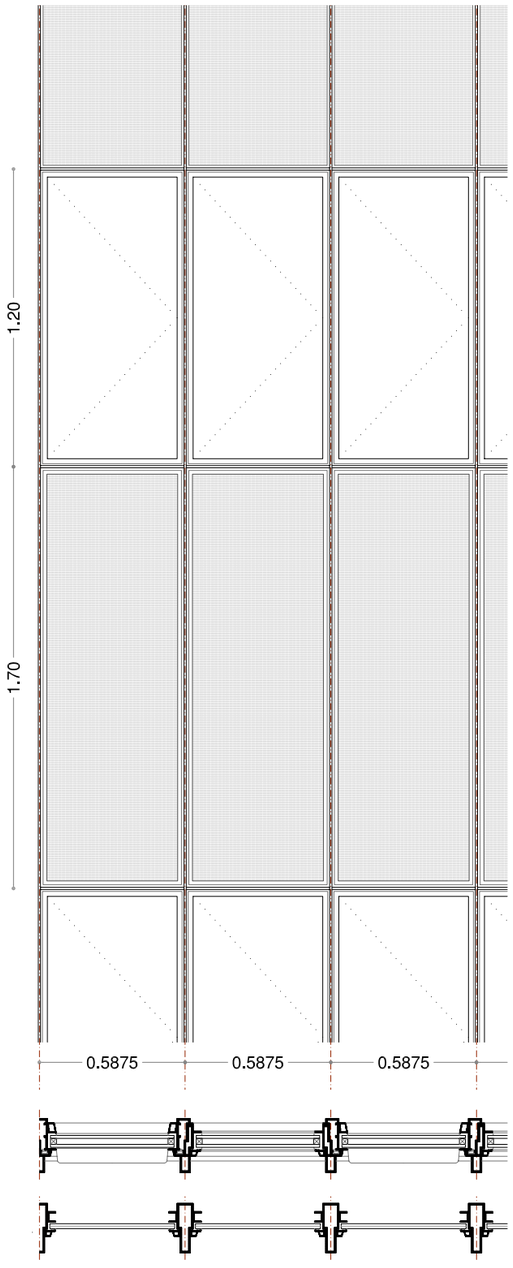
E=1:20 0 0.25 0.5 1



Módulo tipo Edificio Jespersen

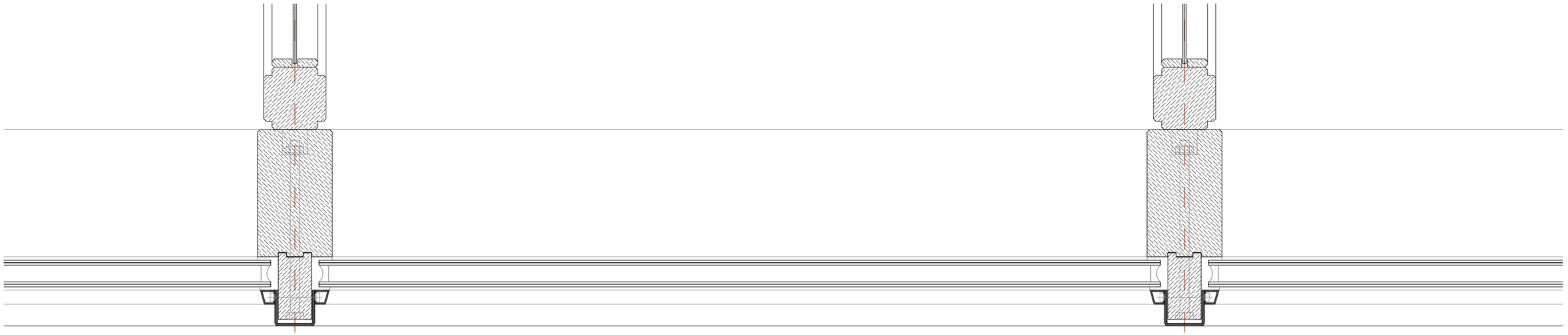


Módulo tipo Ayuntamiento Rodovre

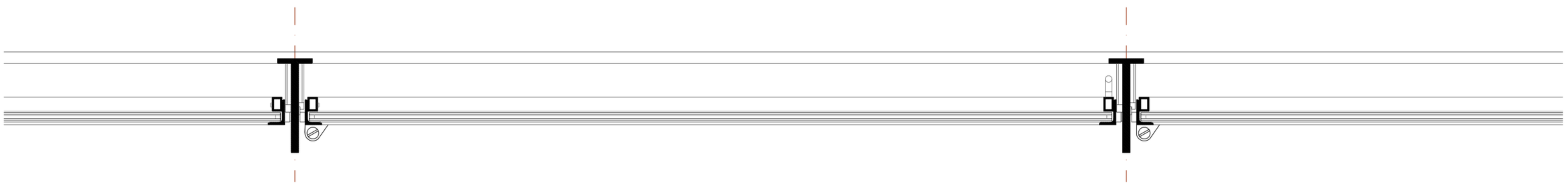


Módulo tipo Edificio SAS

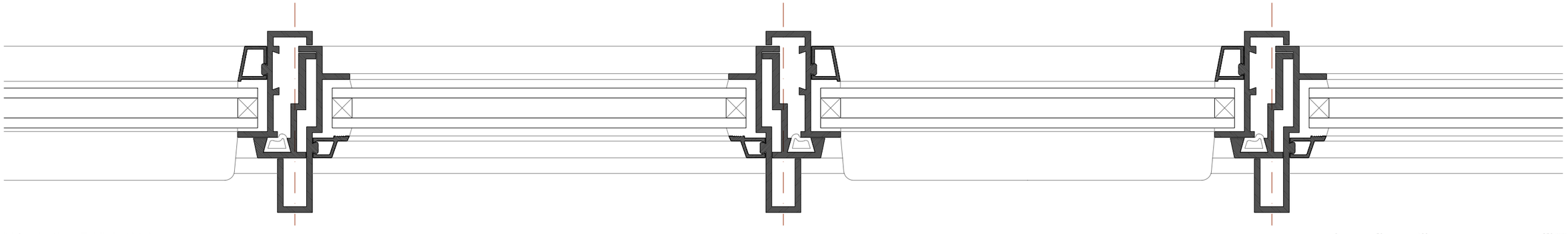
E=1:25 0 0.10 0.5 1



Módulo tipo Edificio Jespersen



Módulo tipo Ayuntamiento Rodovre



Módulo tipo Edificio SAS

E=1:5

0 50 100 250 mm

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

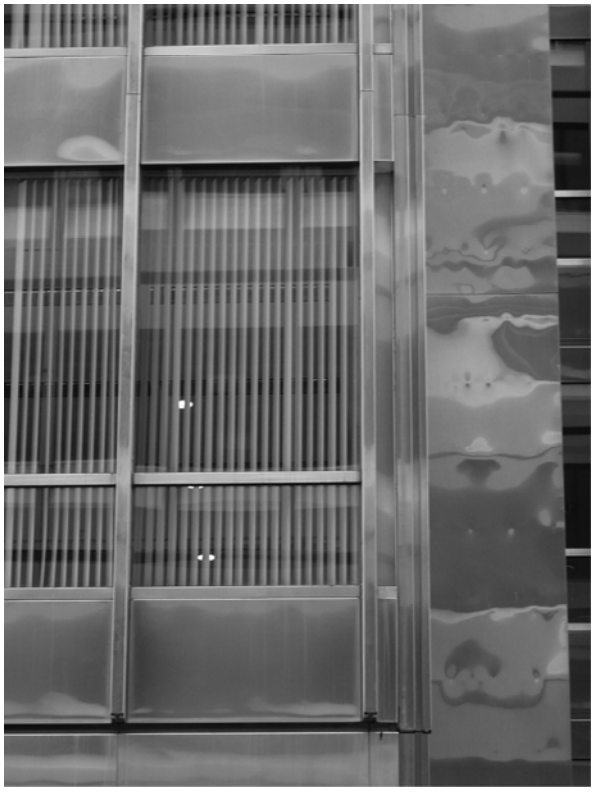
Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

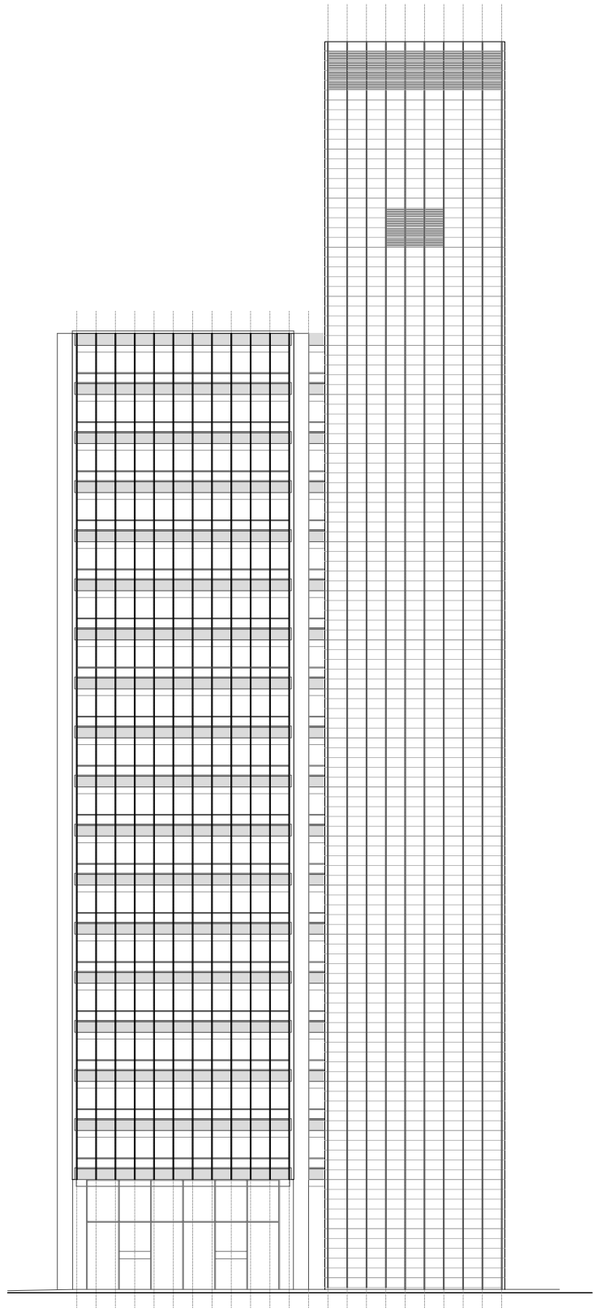
Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT



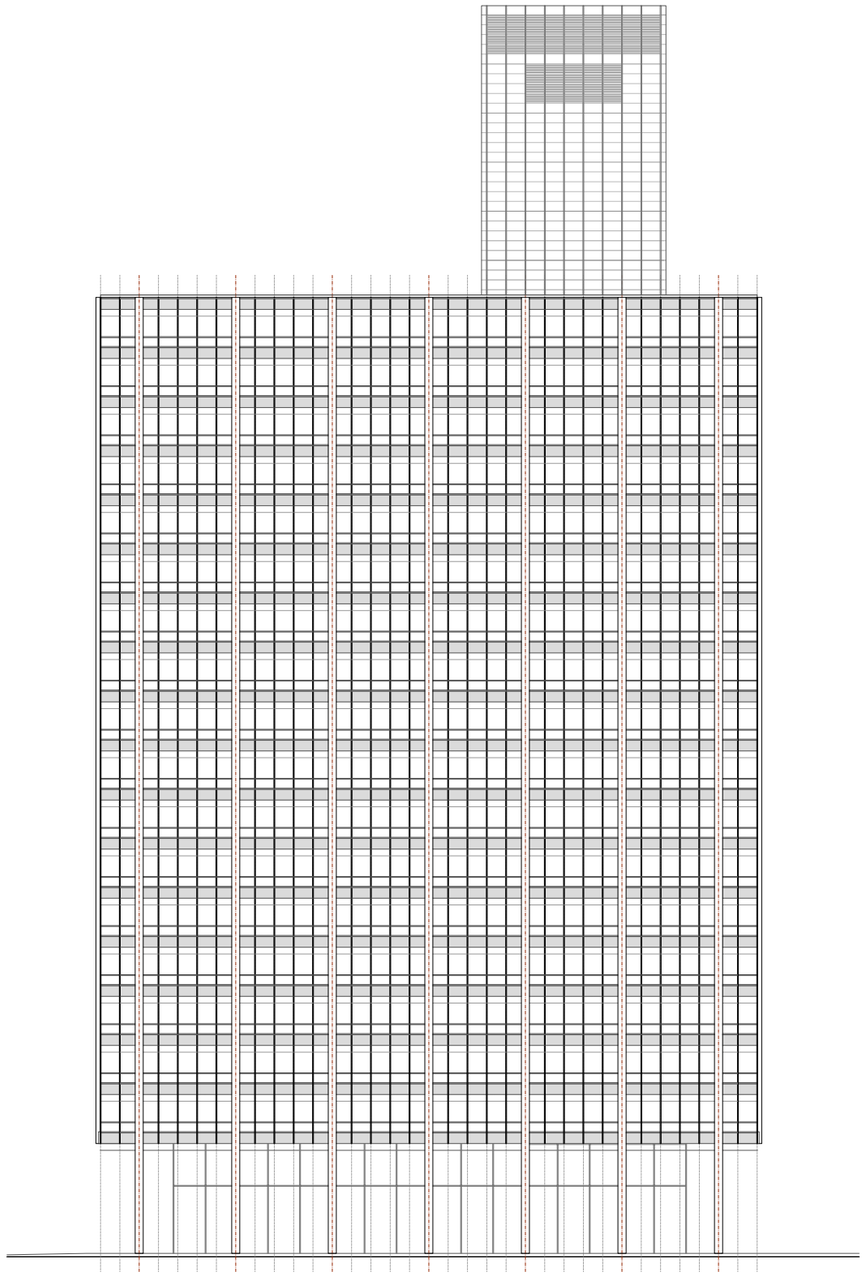
Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT

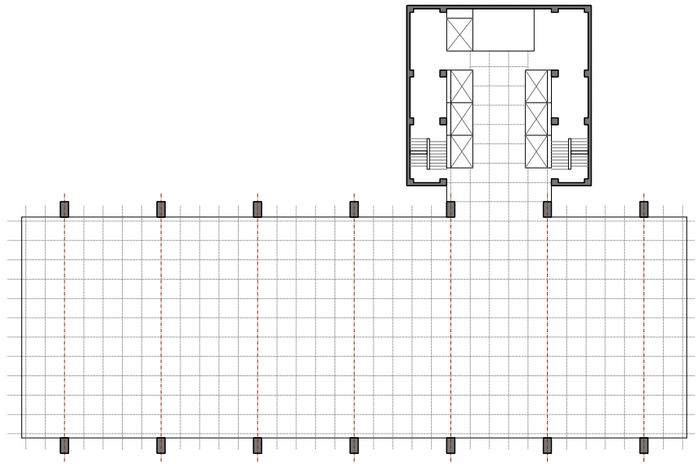
Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - GORDON BUNSHAFT



Alzado principal



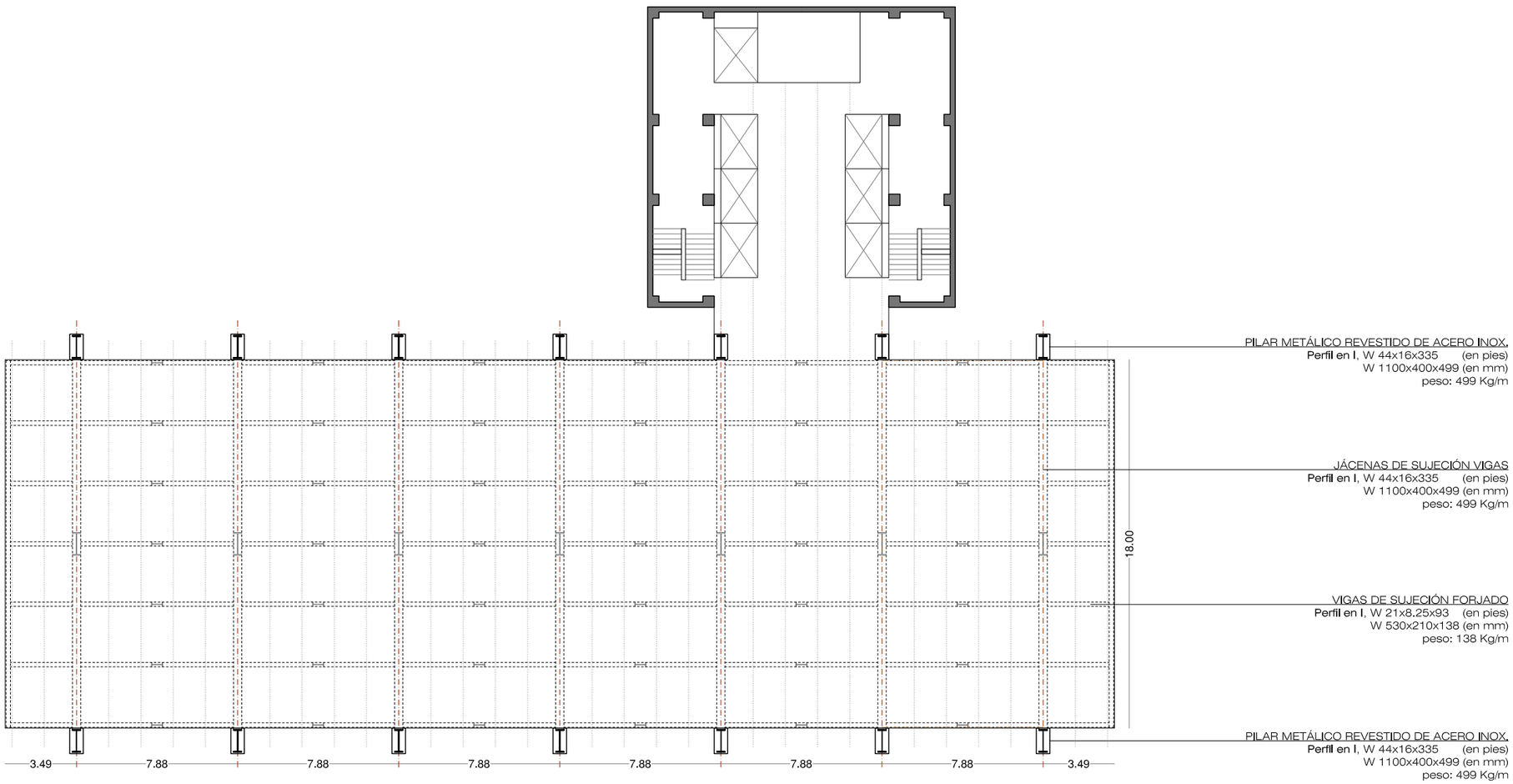
Alzado lateral



E=1:500

0 2 10 30

10 pies 30 pies 60 pies

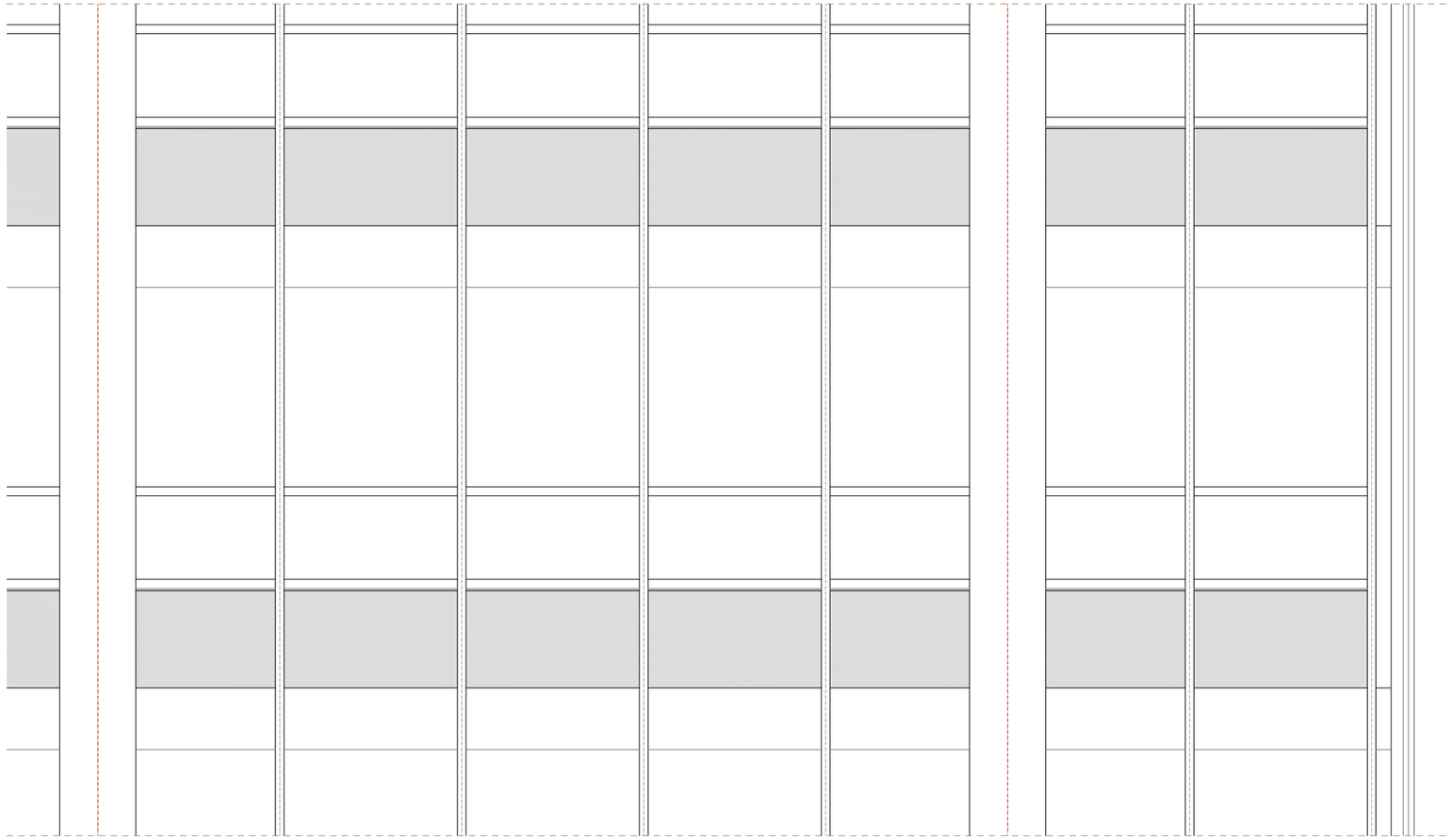


Esquema estructural planta tipo (ESTRUCTURA METÁLICA FORMADA POR PERFILES AMERICANOS DE ALAS PARALELAS conforme al ASTM A 6/A 6M - 07

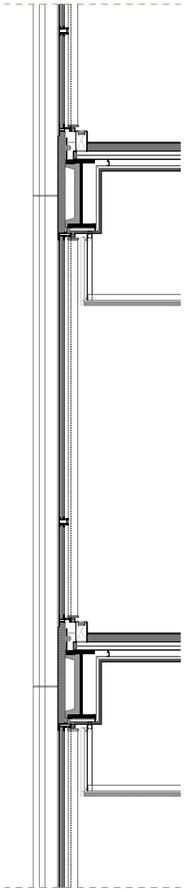
HIPOTESIS APROXIMADA DIMENSIONAMENTO PESO FORJADO

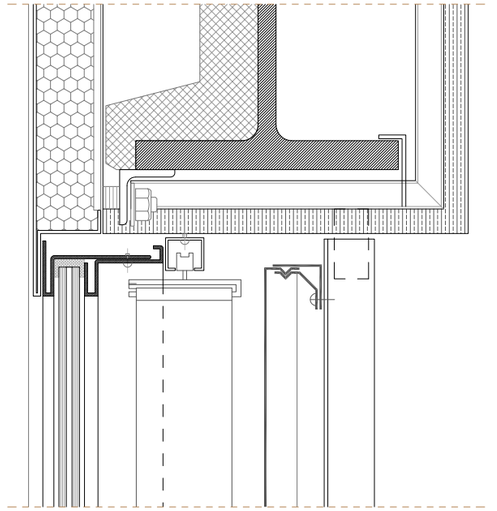
Área de influencia: 7,88 x 18,00 = 141,84 m2
Peso vigas secundarias : 7,88 x 138 = 1087 Kg
Peso jácenas : 18,00 x 499 = 8982 Kg
Peso forjado (Kg/m2) : (1087 x 7 + 8982)/141,84 =117 Kg/m2

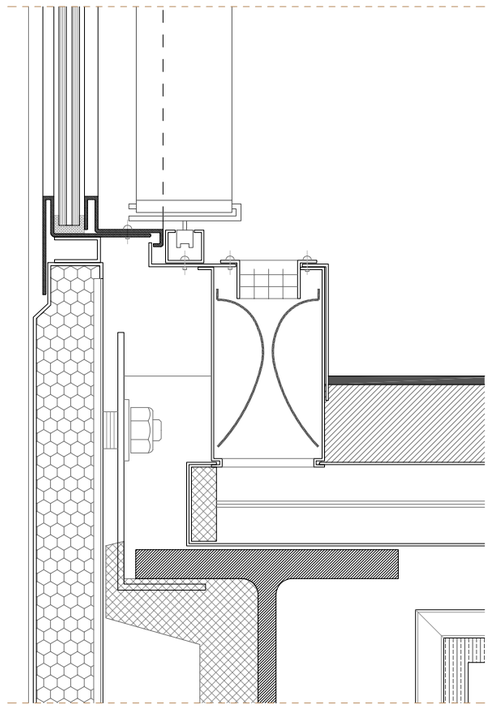
E=1:250



Alzado exterior y sección tipo cerramiento módulo esquina fachada

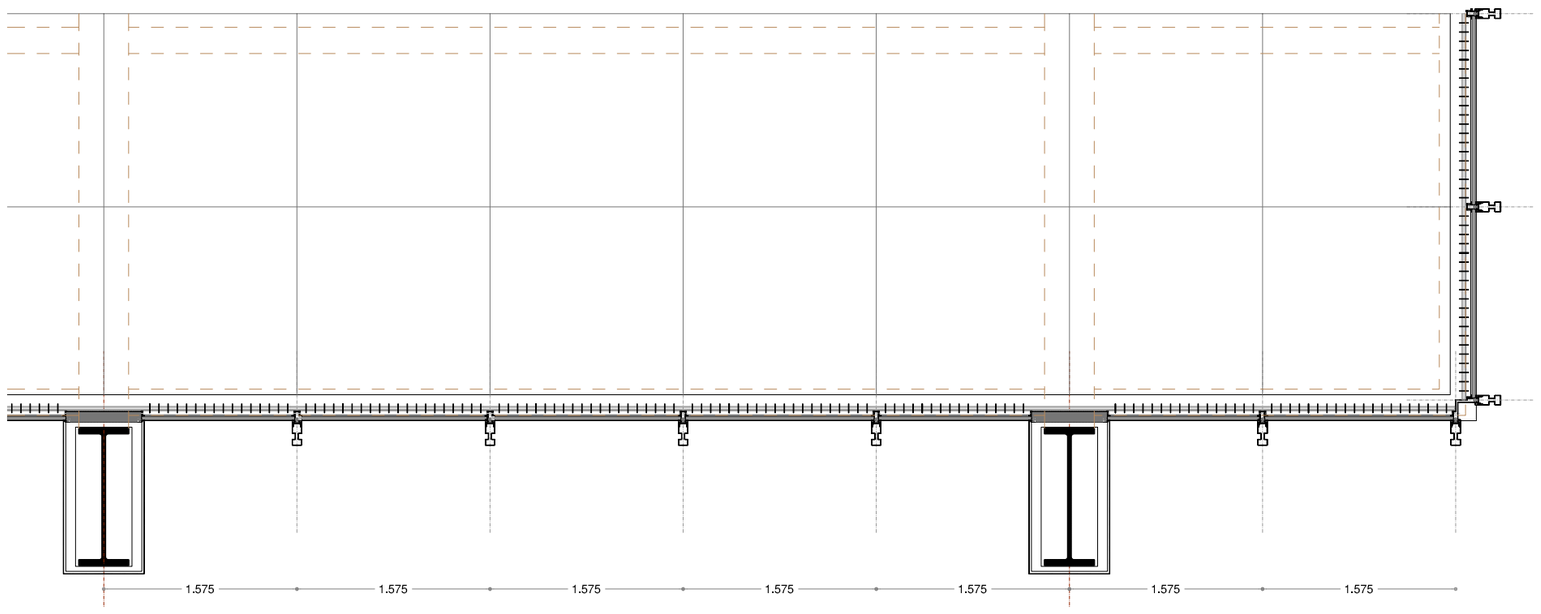






E=1:5

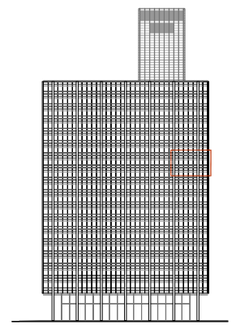
0 50 100 250 mm
0.1pies 0.3 pies 0.6 pies

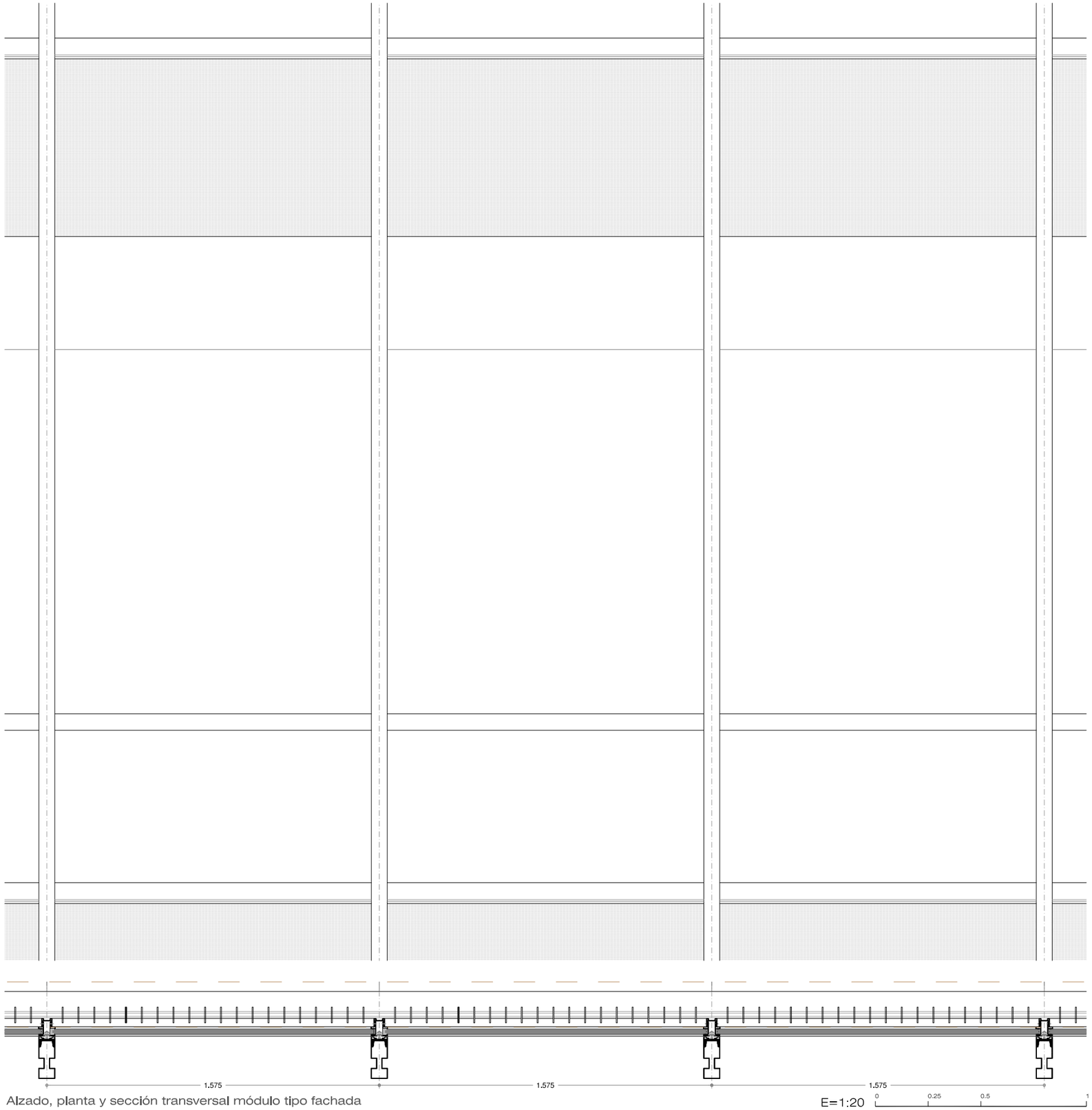


Sección de planta cerramiento módulo esquina fachada

E=1:50

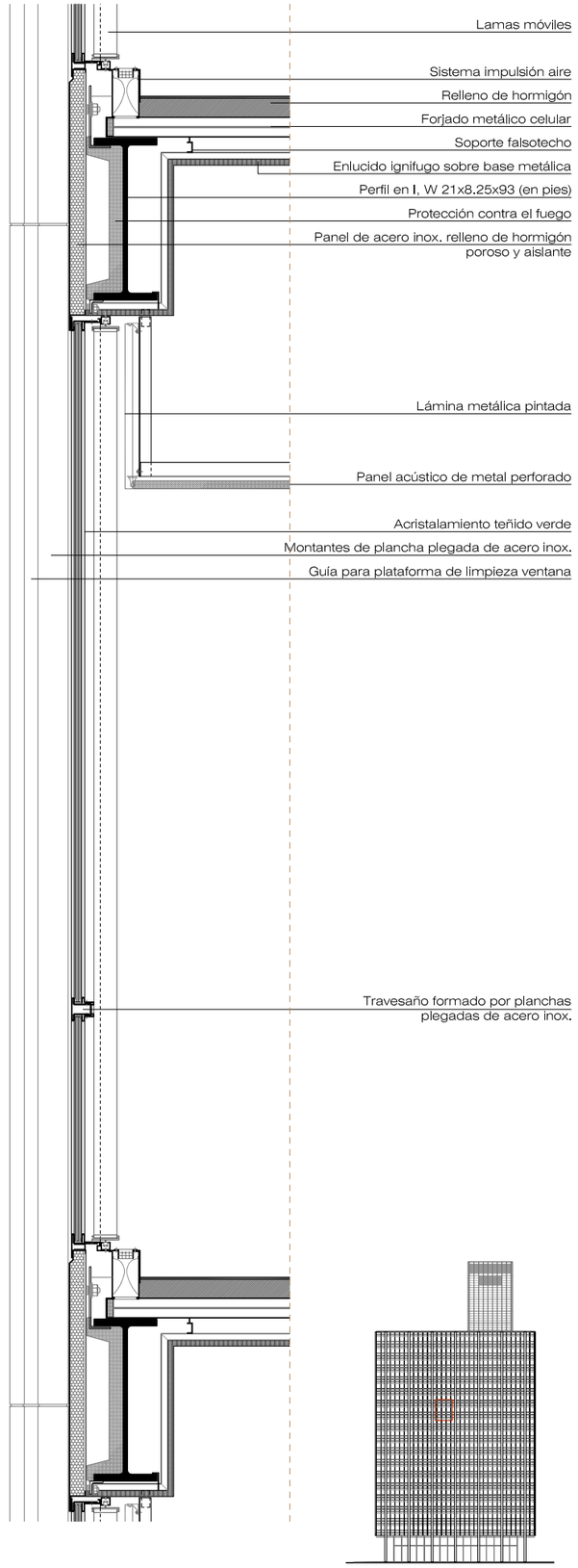
0 0.5 1 2.5
1pie 3 pies 6 pies

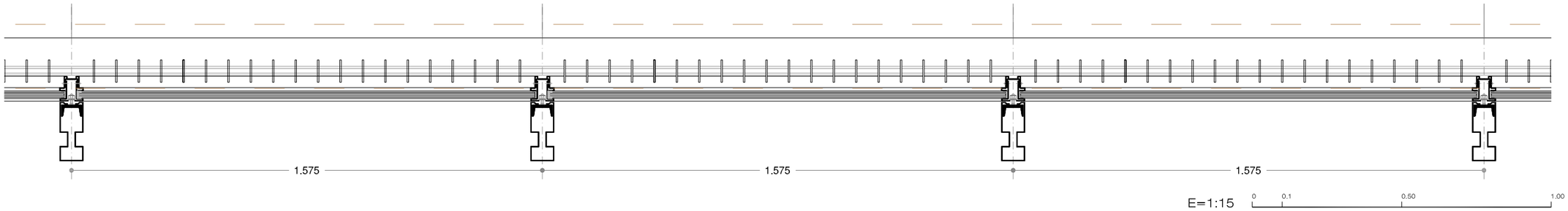




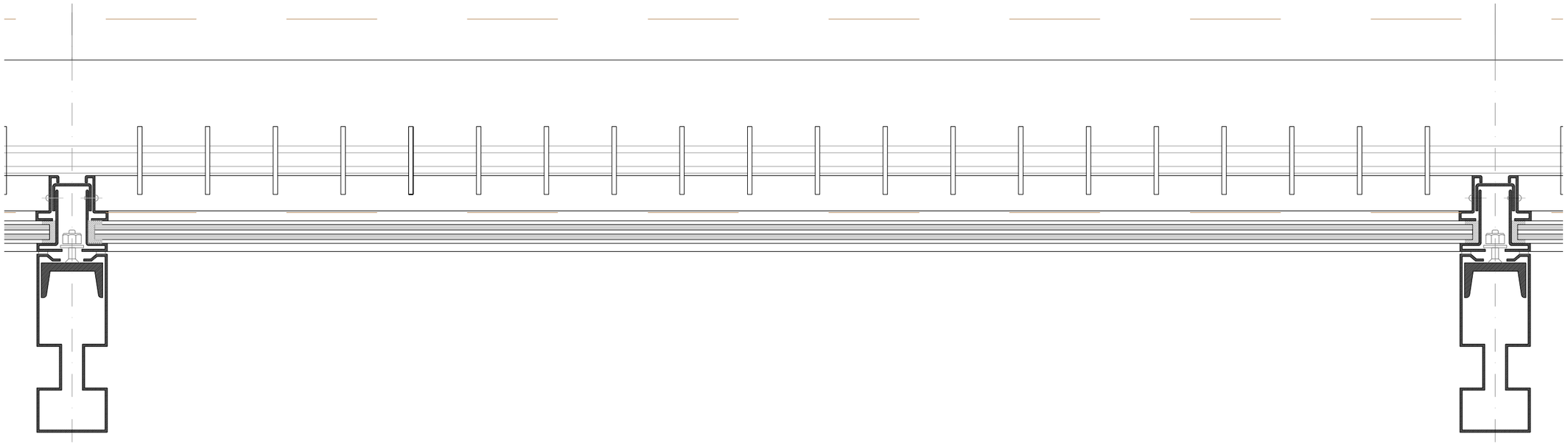
Alzado, planta y sección transversal módulo tipo fachada

E=1:20 0 0.25 0.5 1



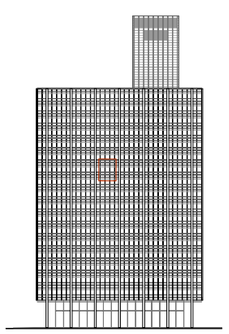


E=1:15 0 0.1 0.50 1.00



Planta detalle constructivo cerramiento

E=1:5 0 50 100 250 mm



Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT

Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT

Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT

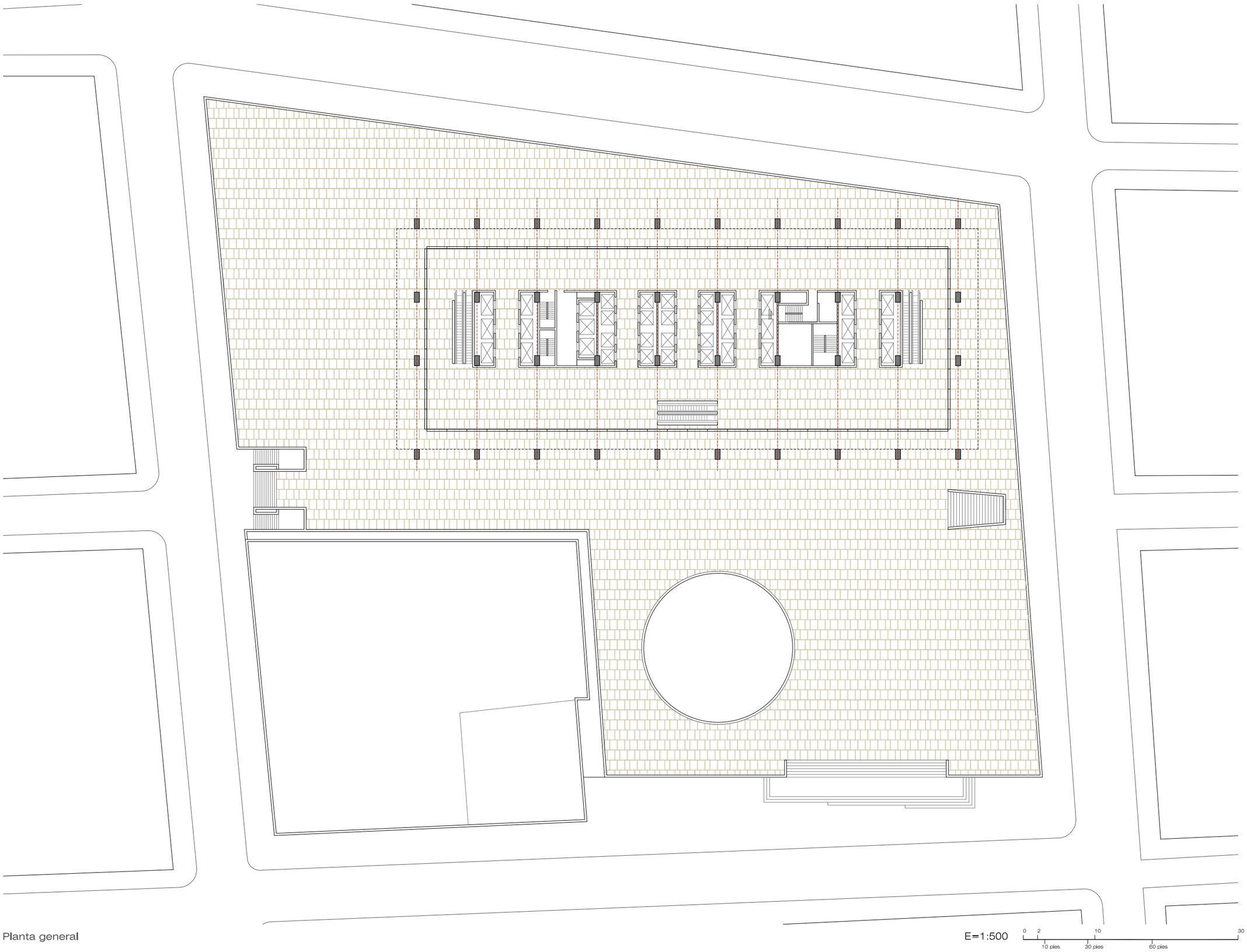
Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT

Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT

Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT

Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT

Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT

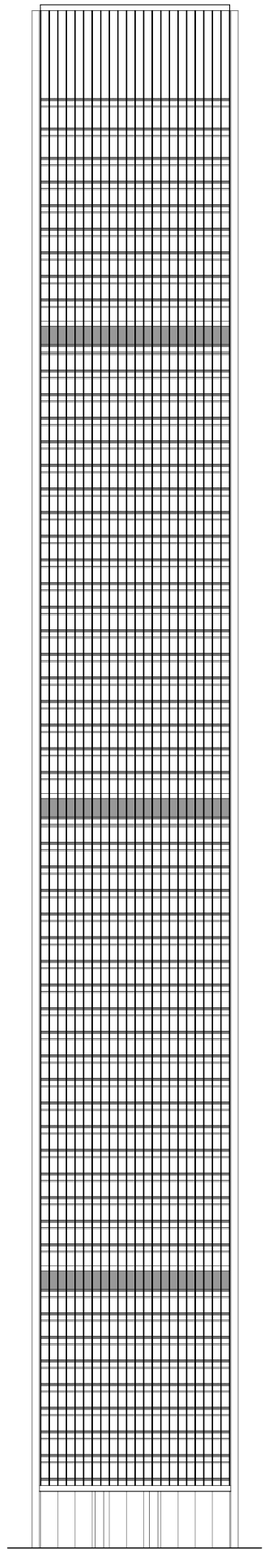


Planta general

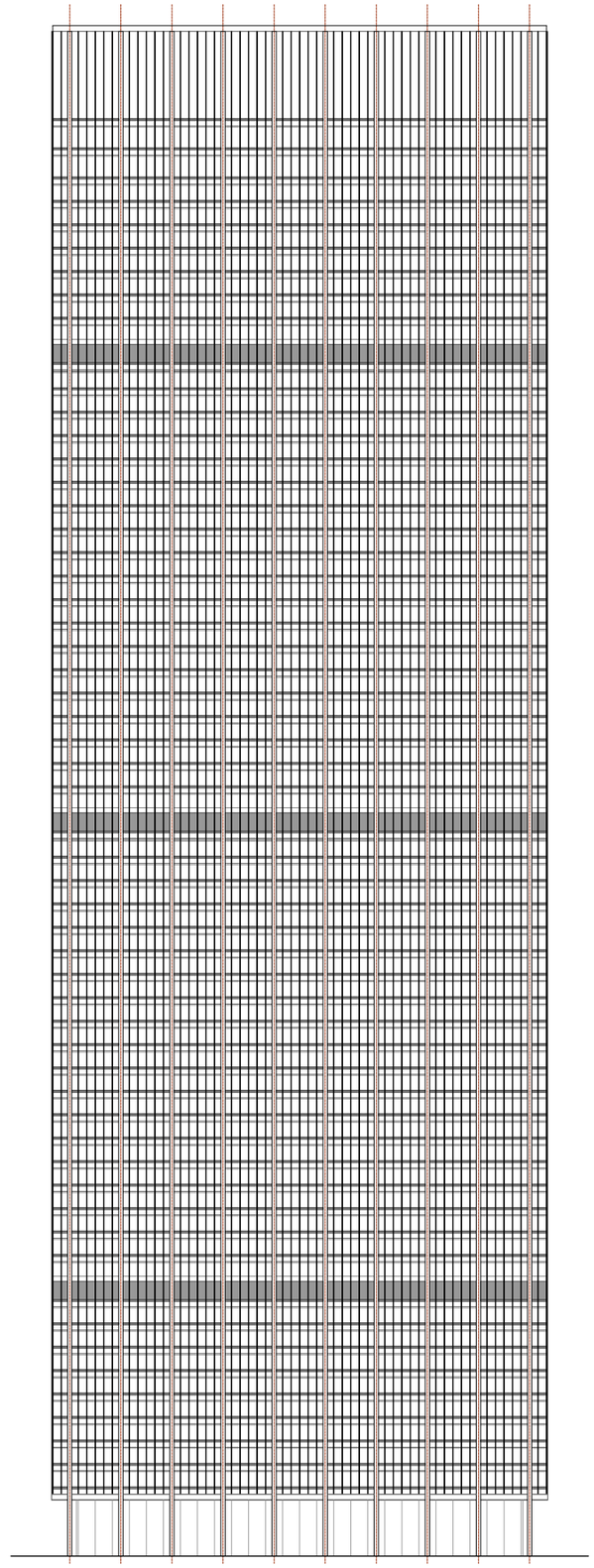
E=1:500

0 2 10 30

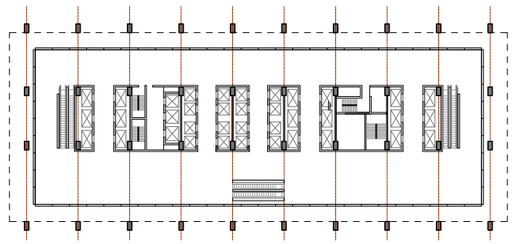
10 pies 30 pies 60 pies



Alzado frontal desde plataforma



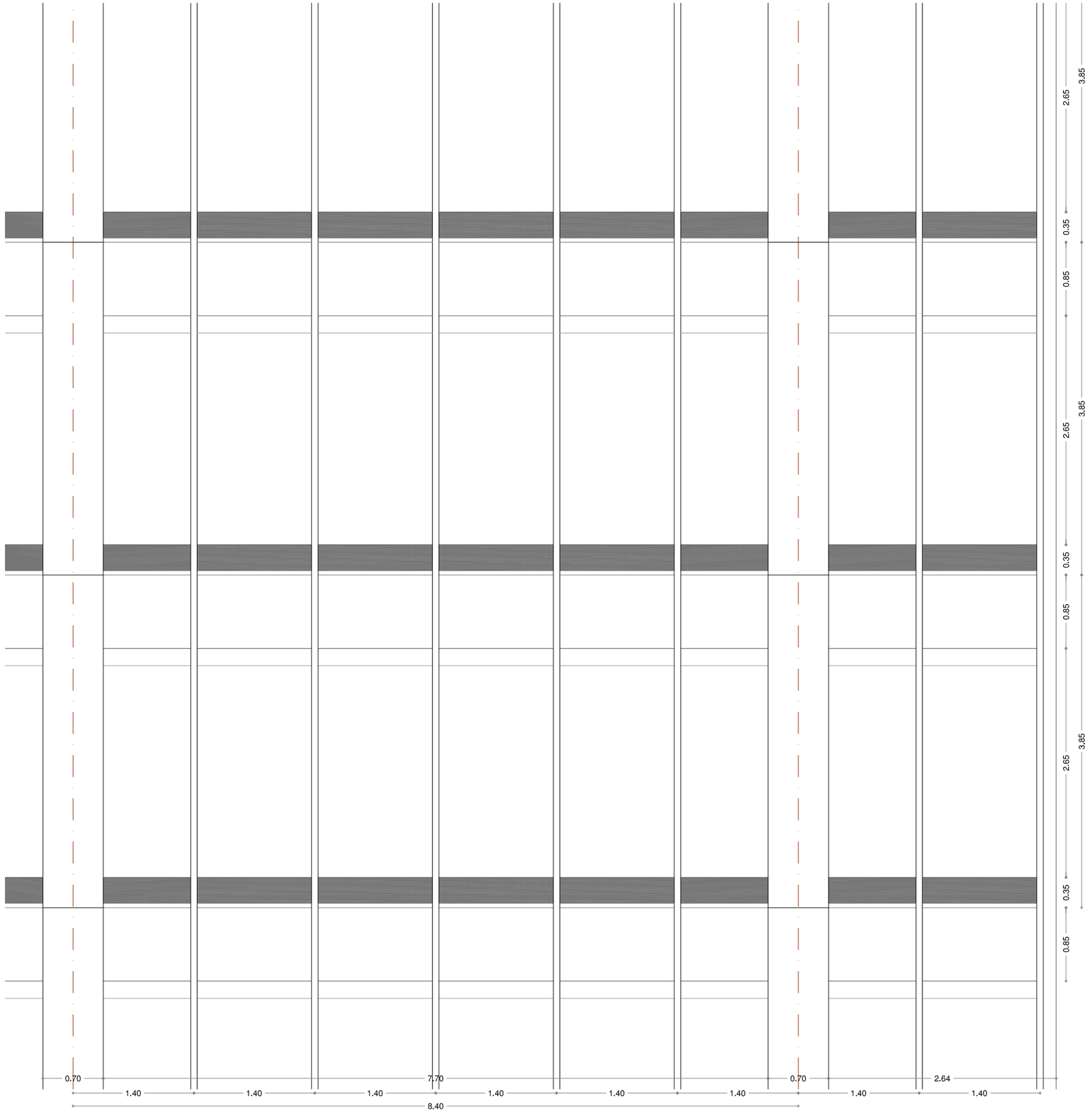
Alzado lateral desde plataforma

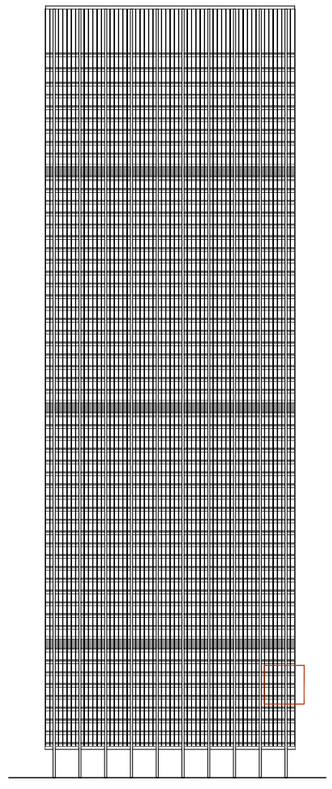


E=1:1000

0 4 10 30

20 pies 30 pies 60 pies

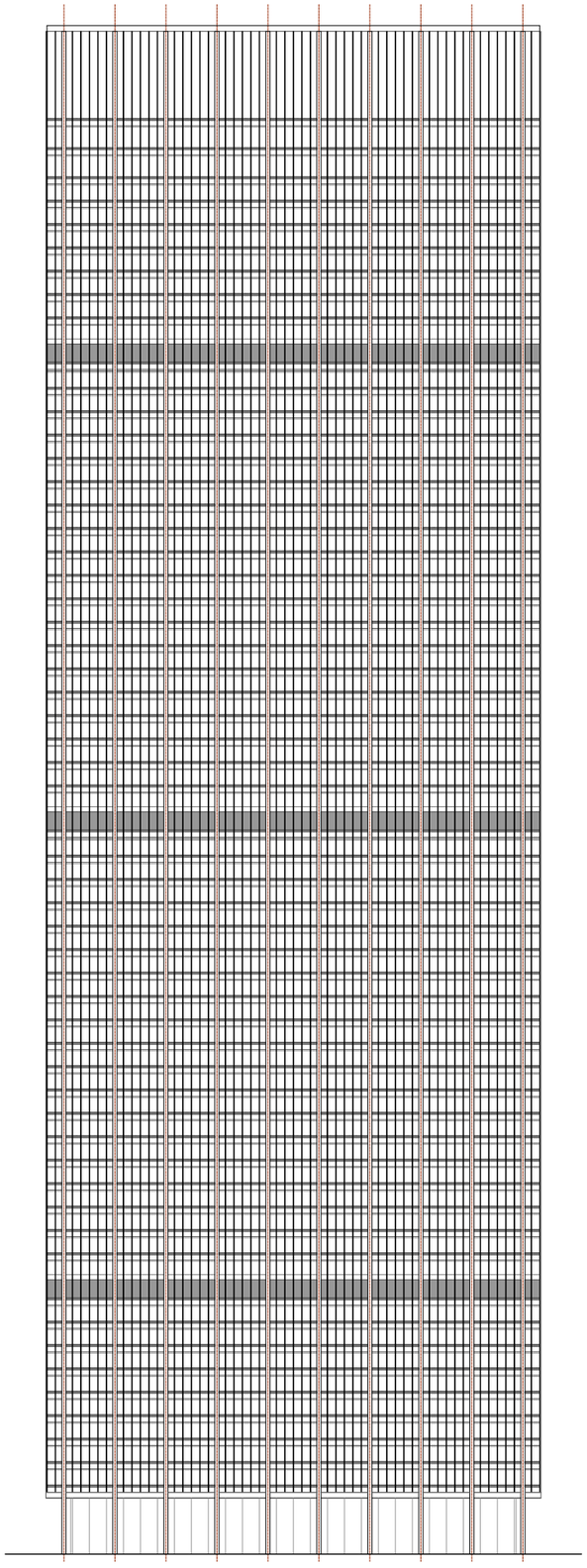




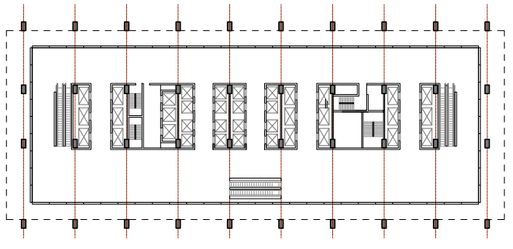
Alzado exterior módulo esquina fachada

E=1:50

Alzado lateral Inland Steel Company



Alzado lateral desde plataforma Chase Manhattan Bank

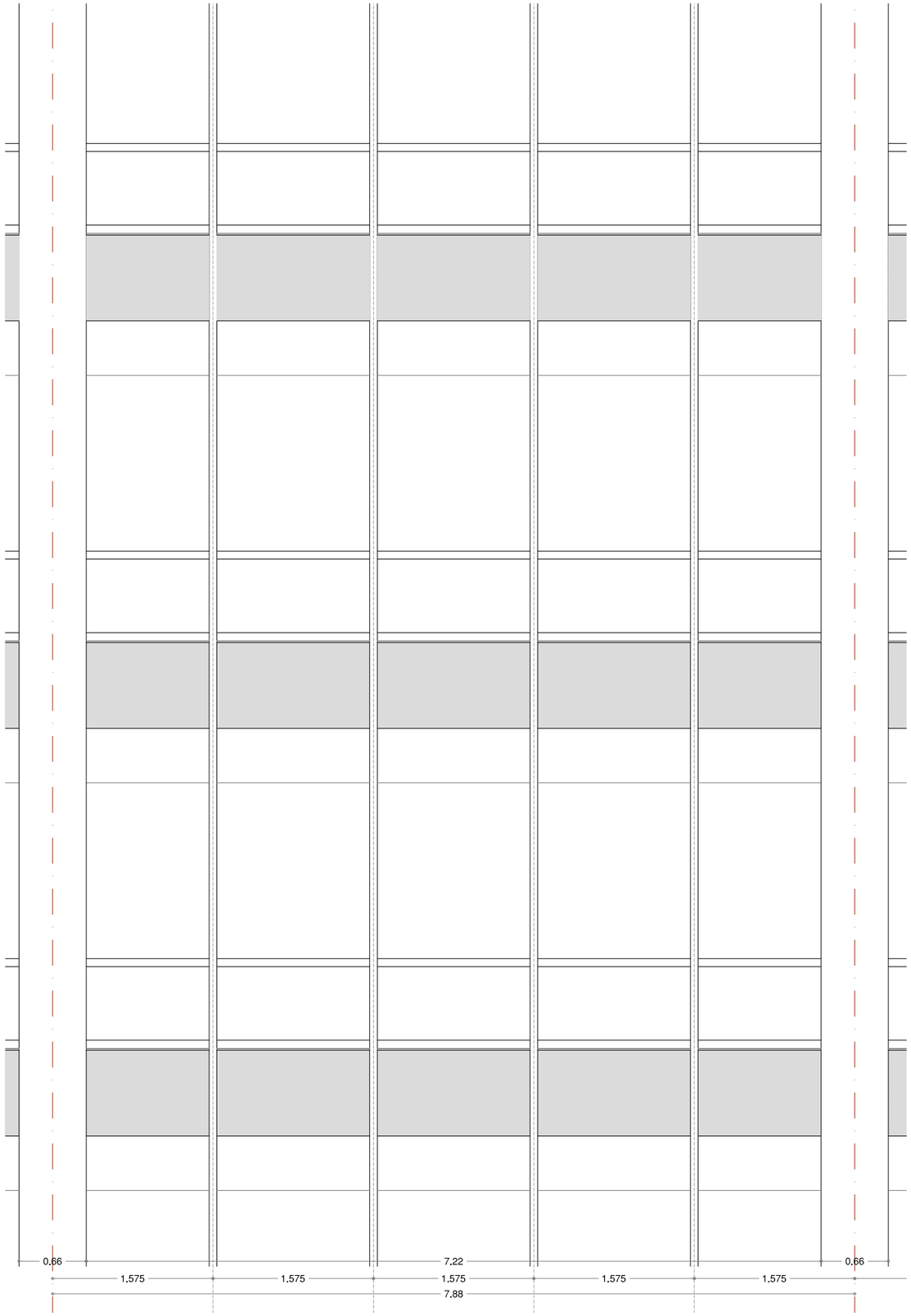


E=1:1000

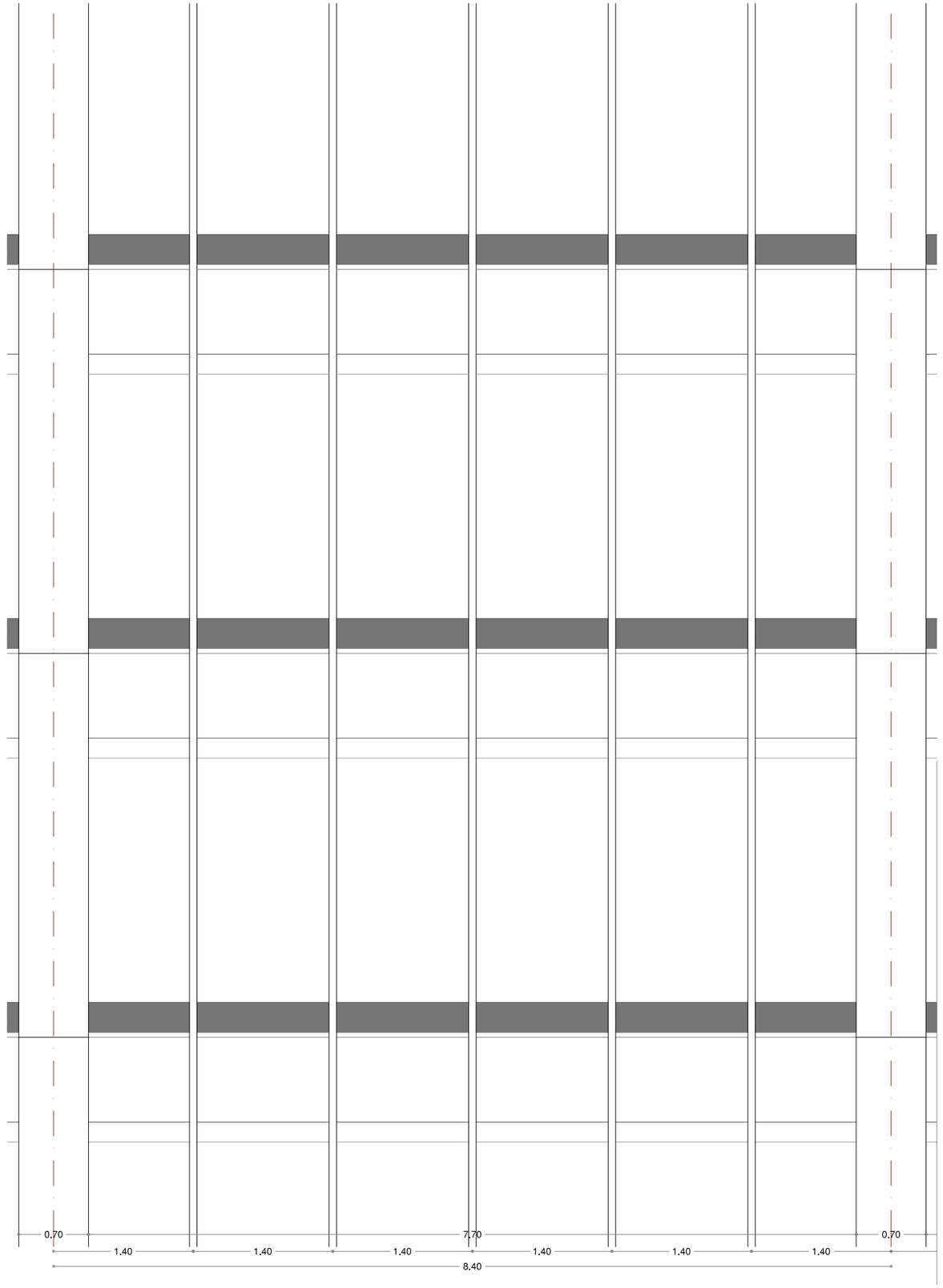
0 4 10 30

20 pies 30 pies 60 pies

Inland Steel Company, Chicago 1956 | 1958 - Chase Manhattan Bank, Nueva York 1957 | 1961 - GORDON BUNSHAFT



Detalle Módulo alzado lateral Inland Steel Company

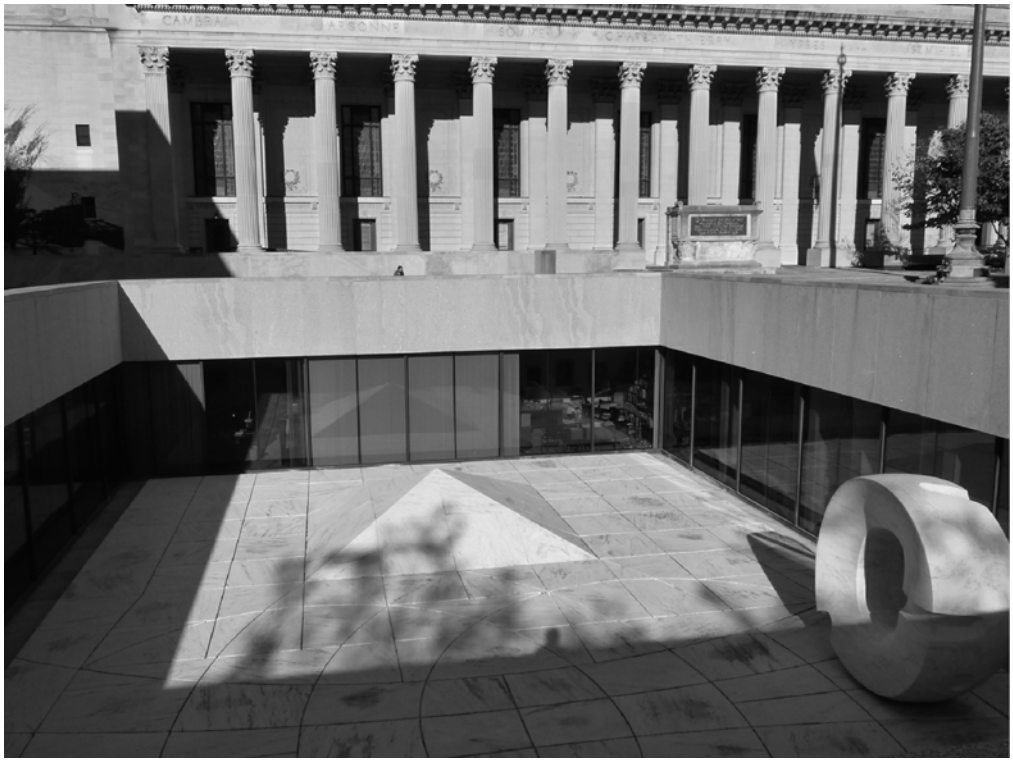


Detalle Módulo alzado lateral Chase Manhattan Bank

E=1:50

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT



Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

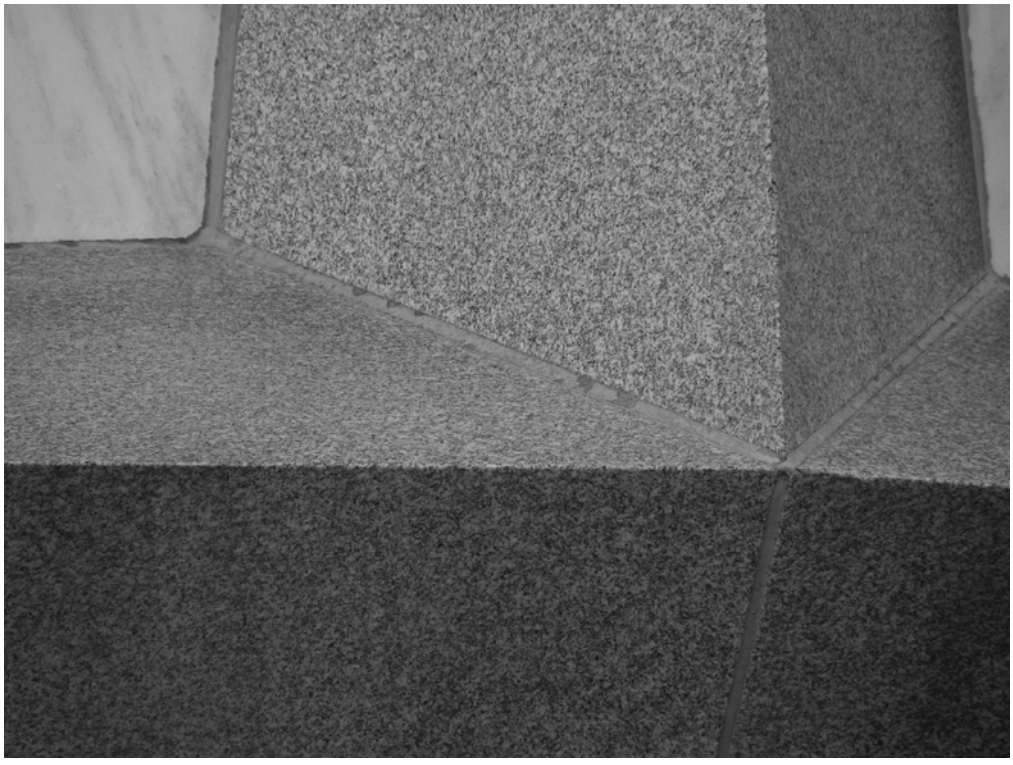
Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

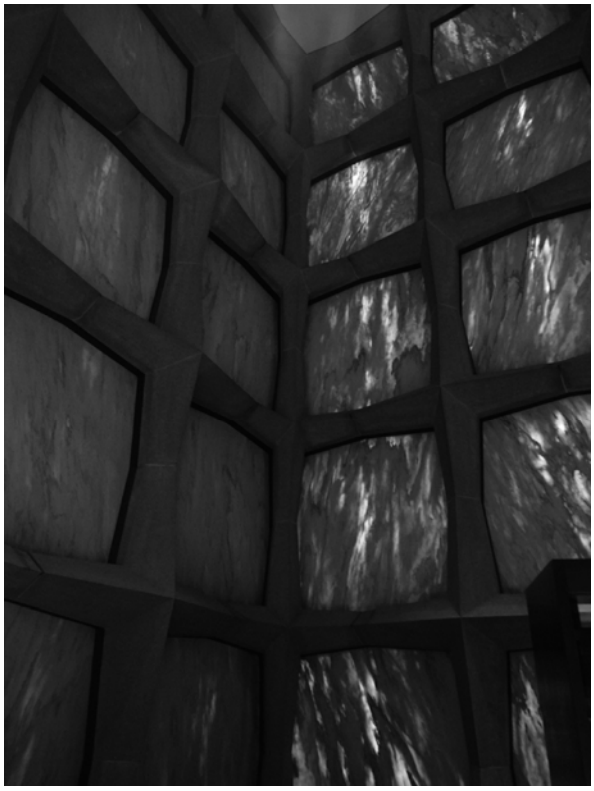


Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

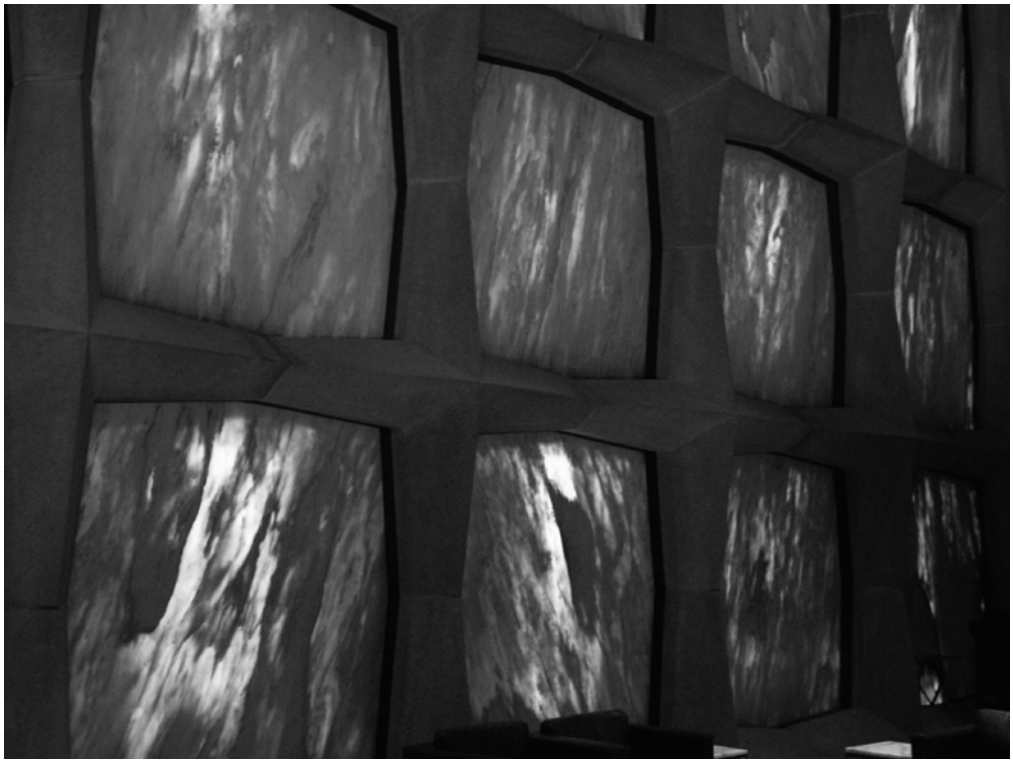
Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

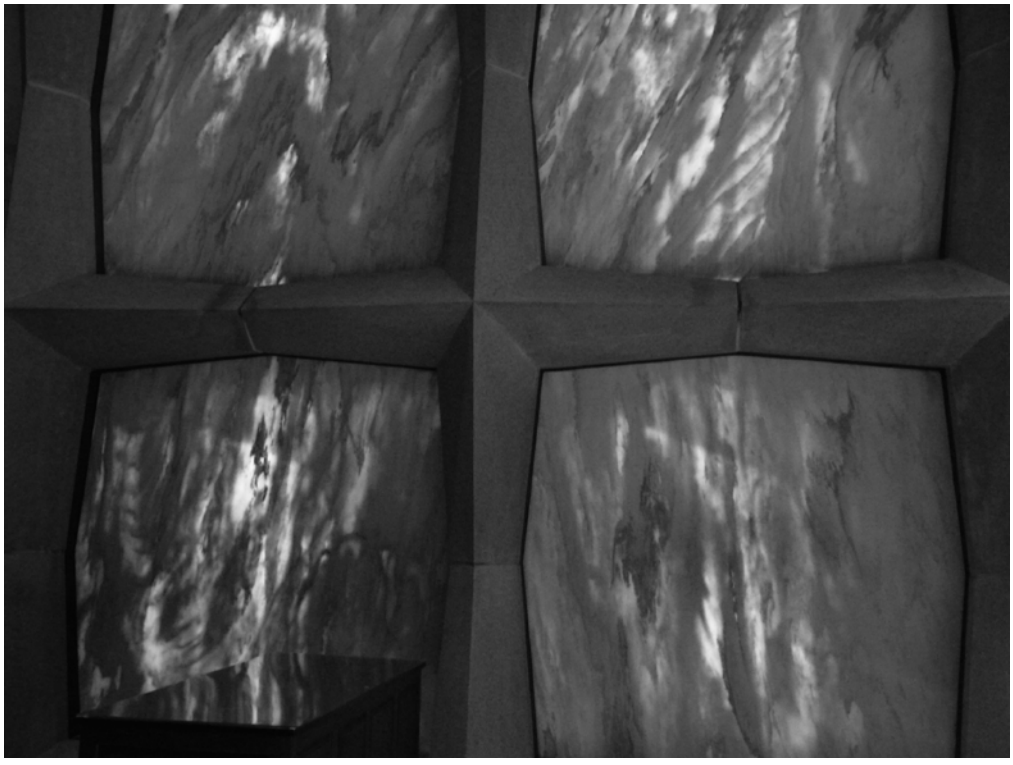
Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT



Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

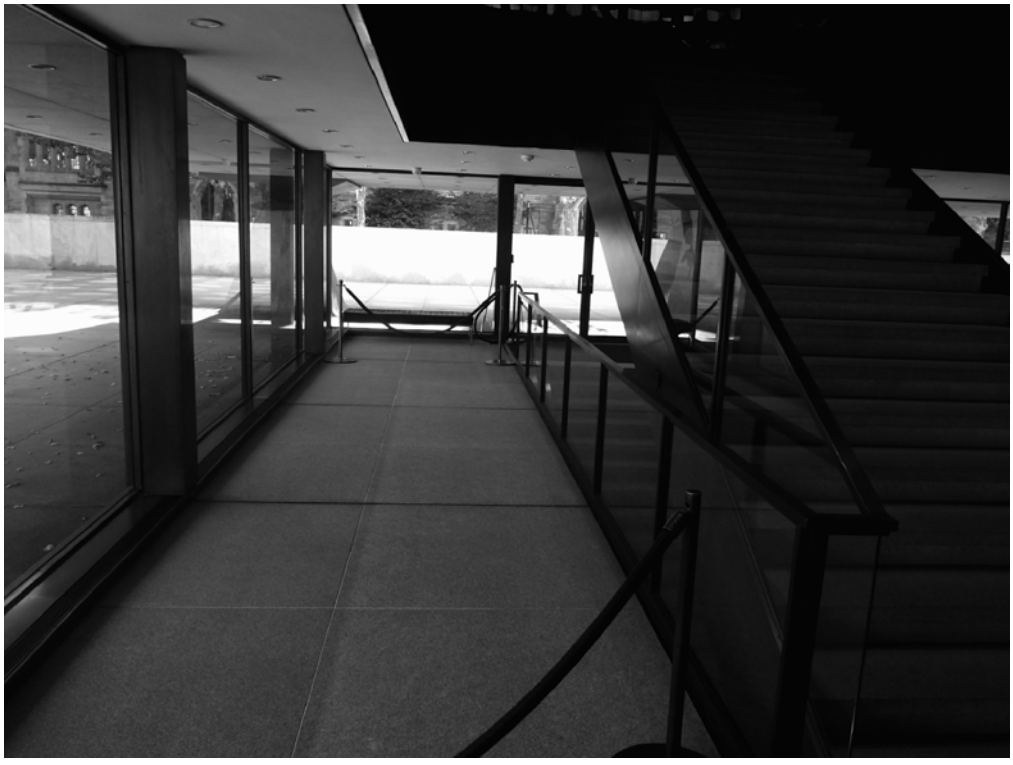




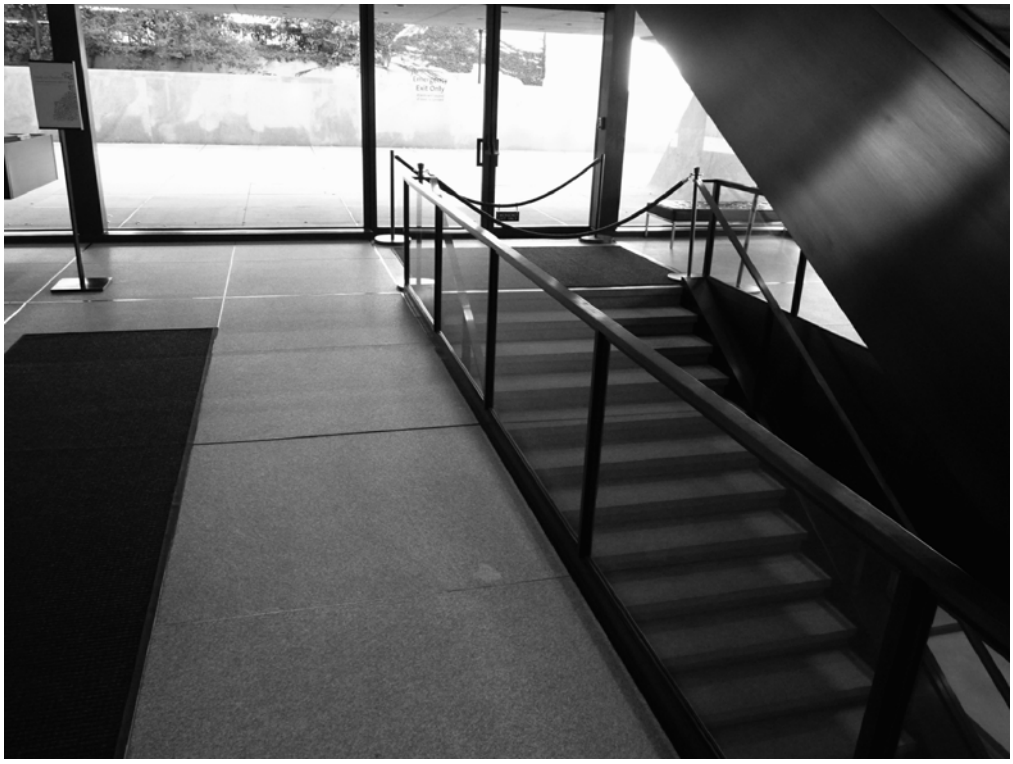
Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT



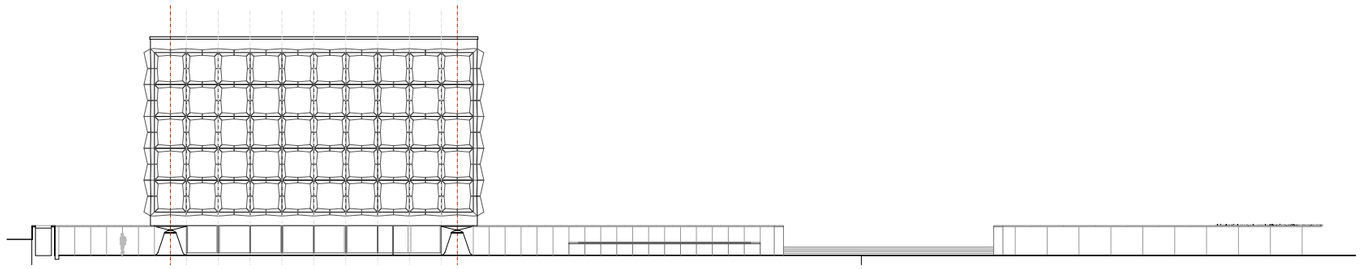
Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT



Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

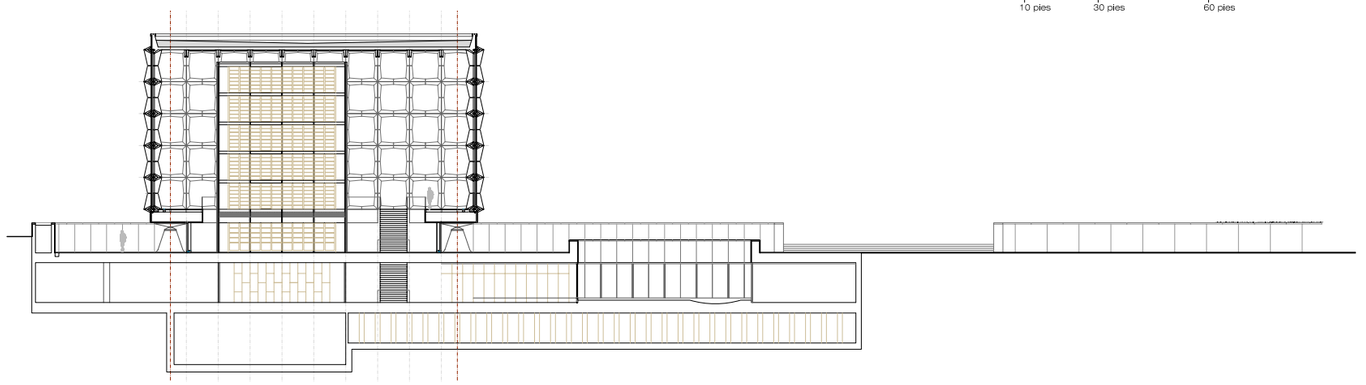
Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT



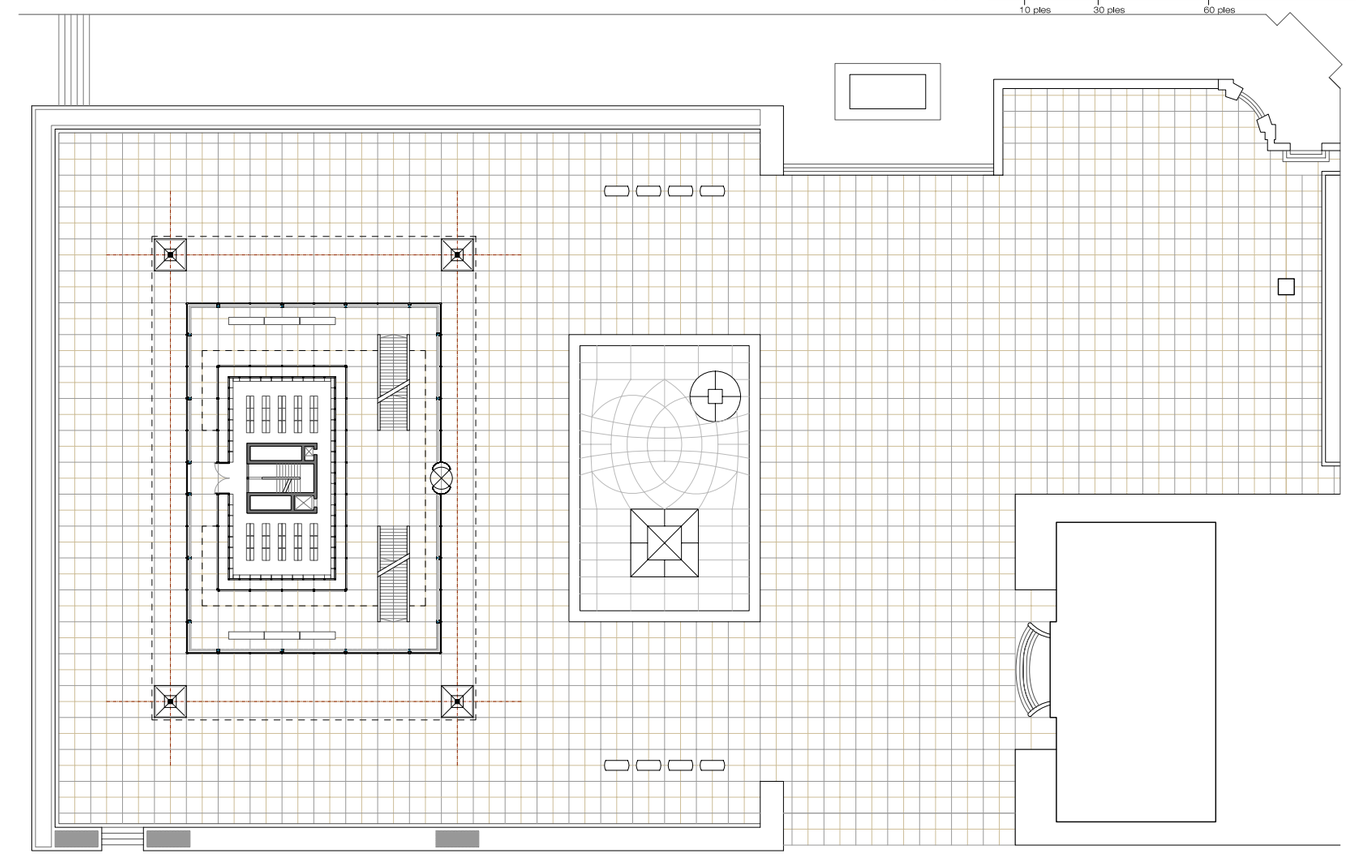
Alzado general lateral

E=1:500 0 2 10 30 — 10 pies 30 pies 60 pies



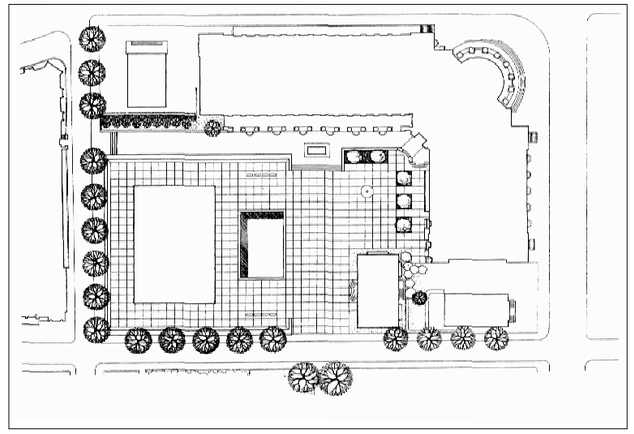
Sección general transversal

E=1:500 0 2 10 30 — 10 pies 30 pies 60 pies

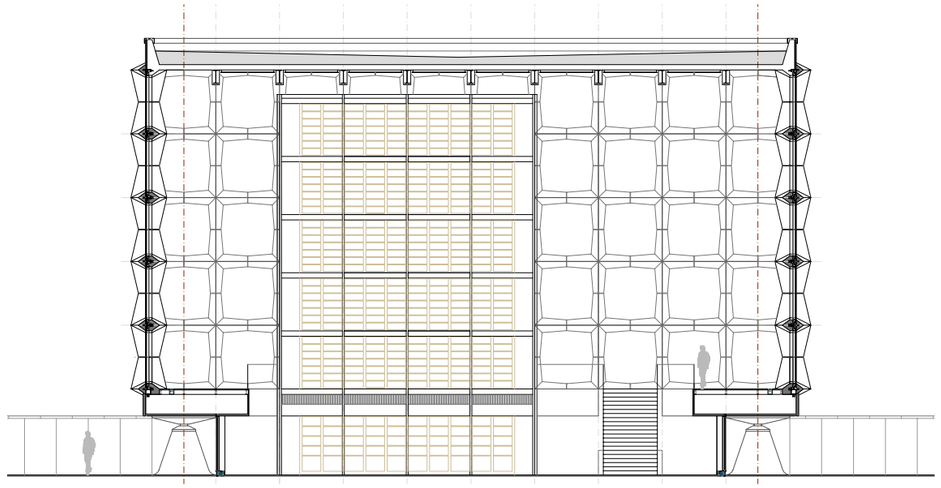


Planta general emplazamiento

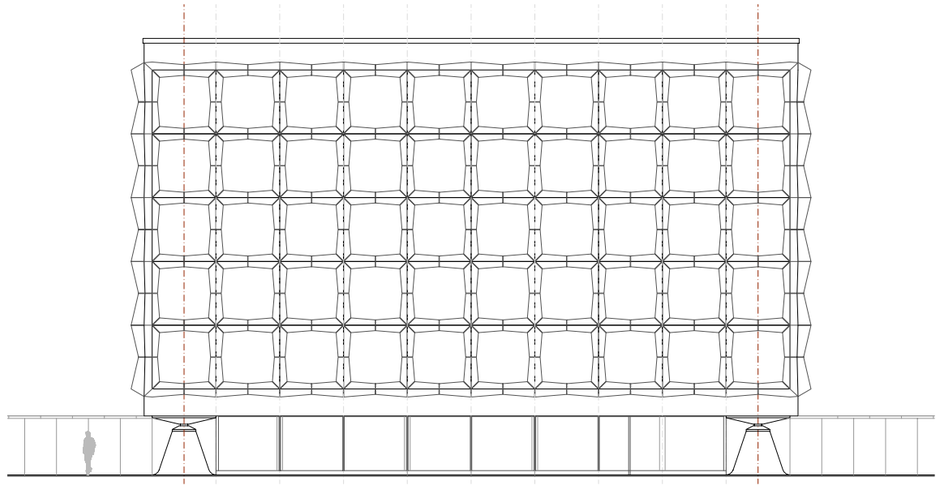
E=1:500 0 2 10 30 — 10 pies 30 pies 60 pies



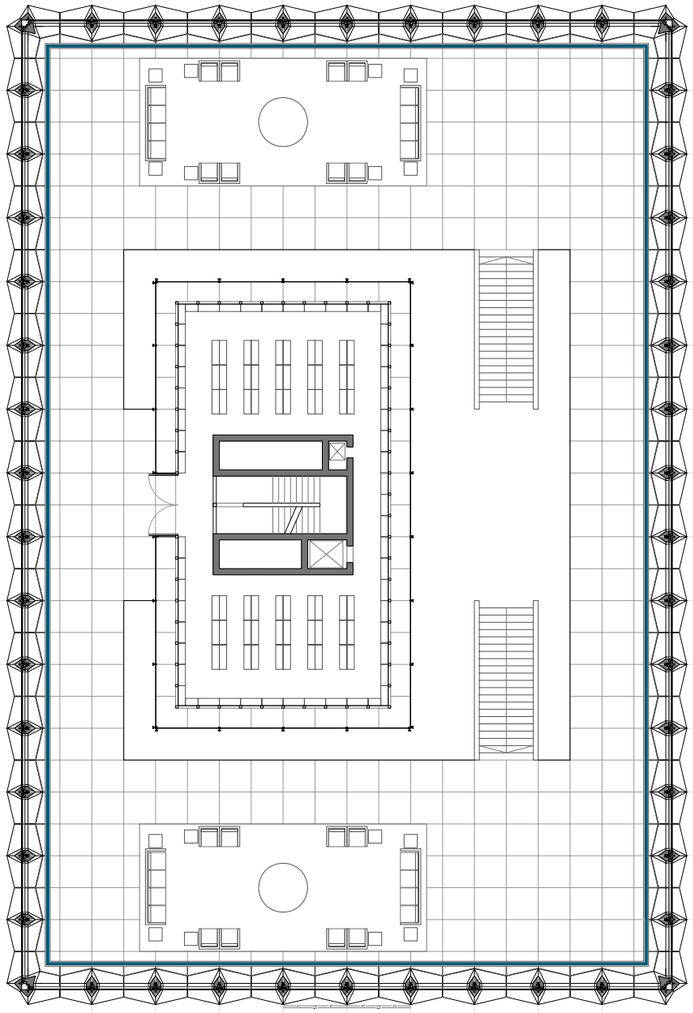
Plano Inserción entorno urbano E=1:2000 0 20 50



Sección transversal

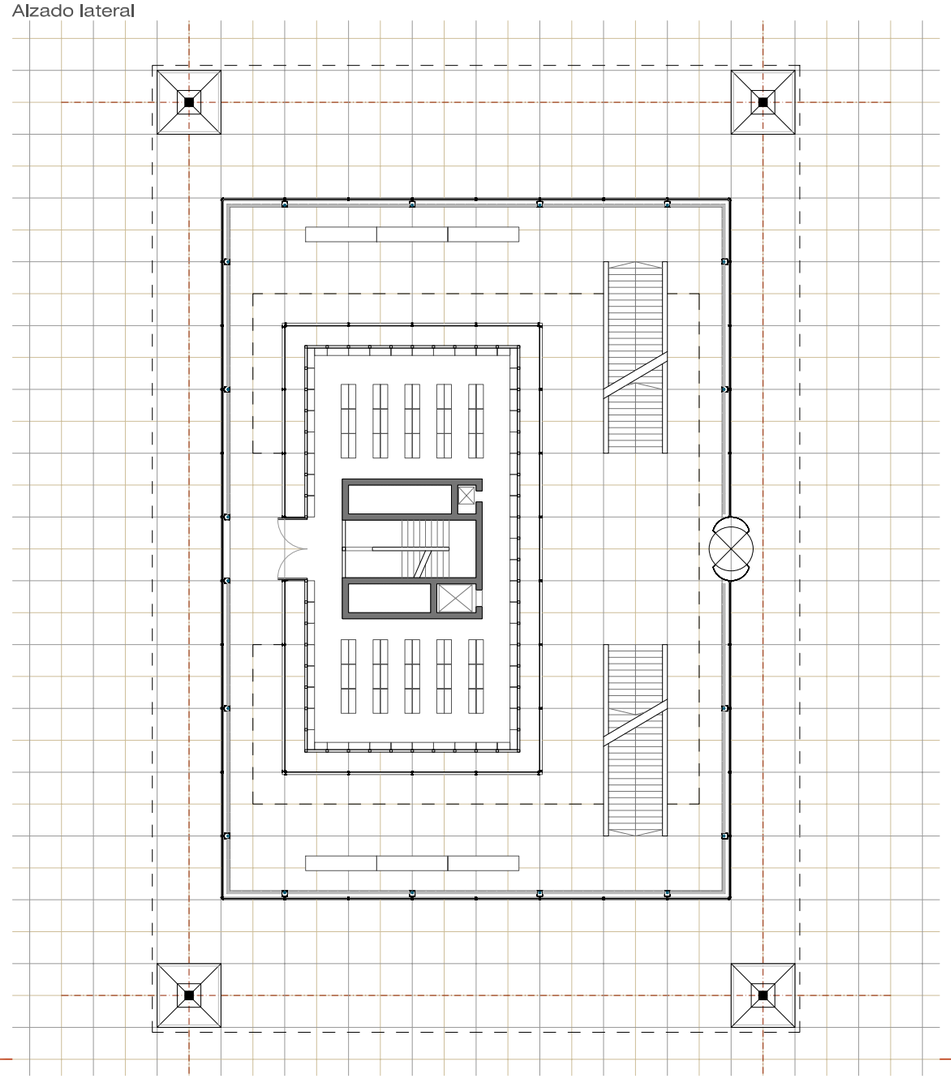


Alzado lateral



Entreplanta

E=1:250 0 1 5 15 — 5 pies 15 pies 30 pies

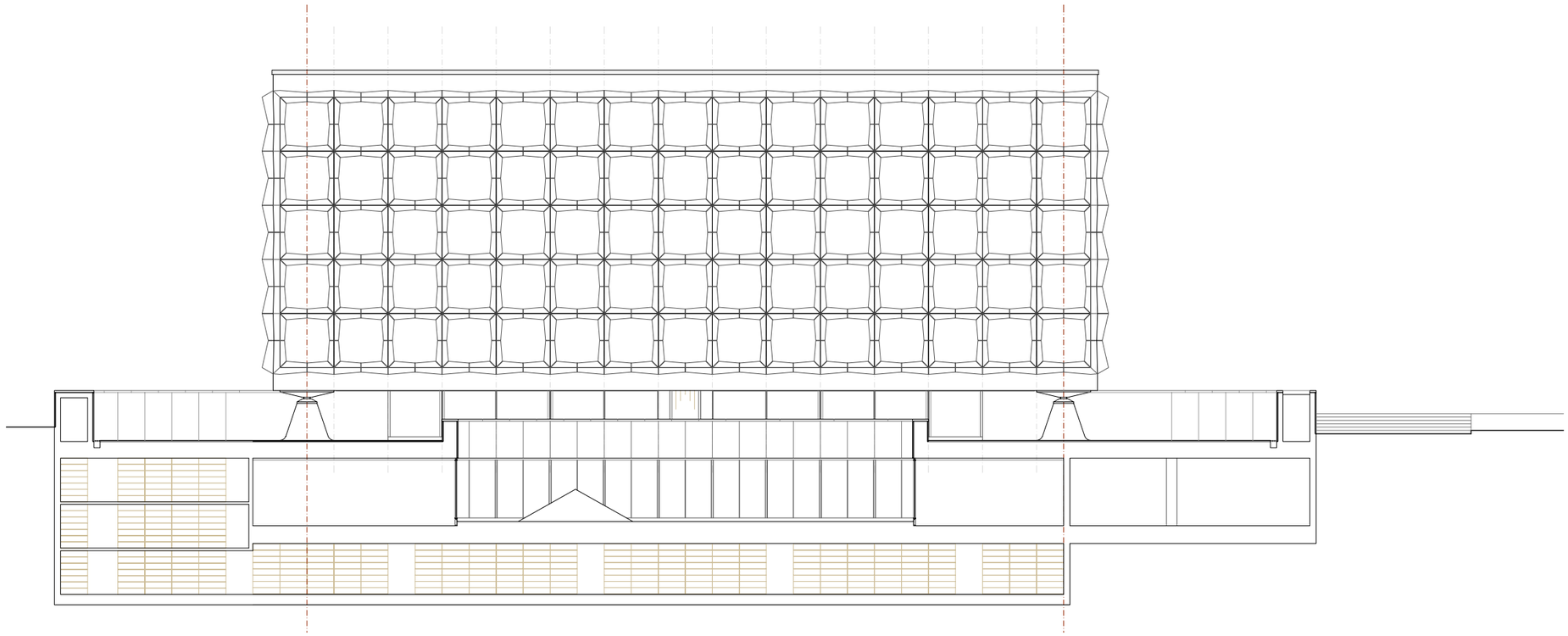


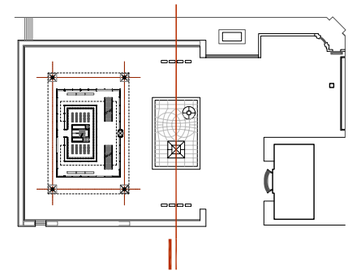
Planta acceso

E=1:250 0 1 5 15 — 5 pies 15 pies 30 pies

Beinecke Rare Book and Manuscript Library, Yale University, New Haven, Connecticut 1963 - GORDON BUNSHAFT

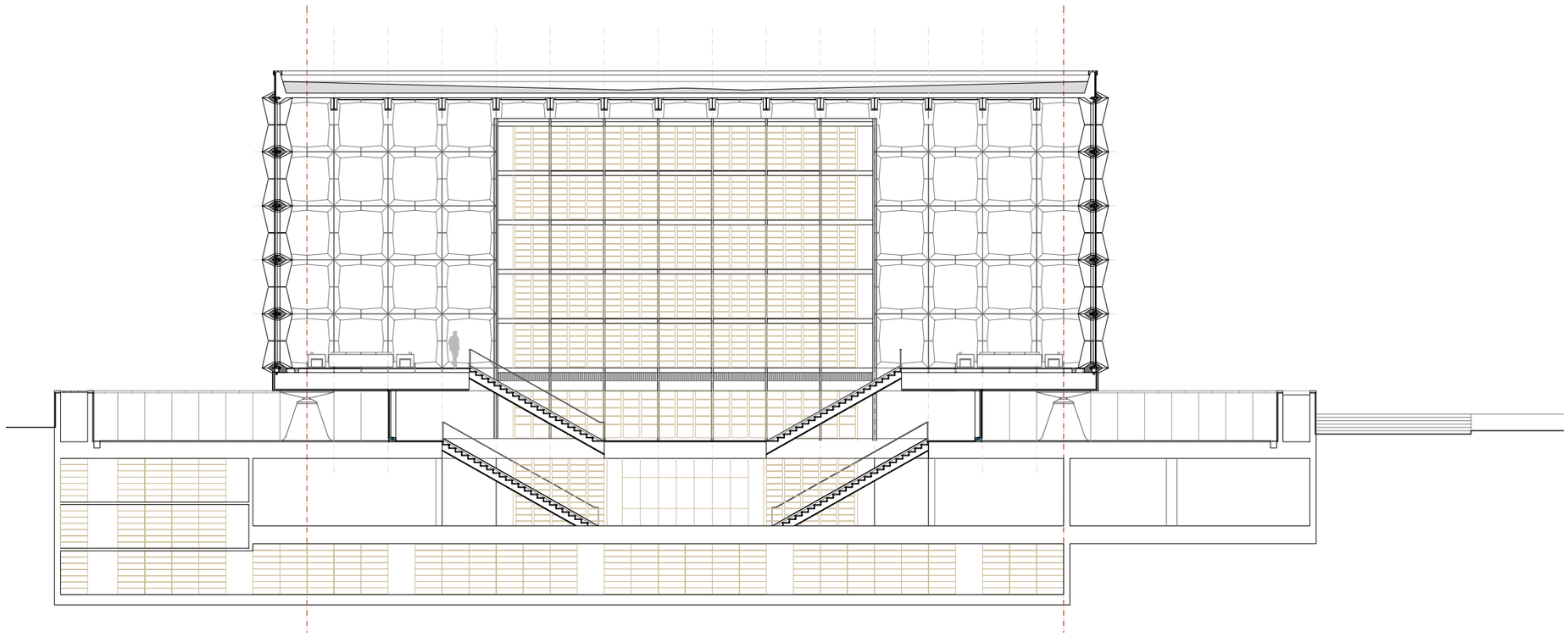
02. PLANTAS, ALZADO Y SECCIÓN TRANSVERSAL

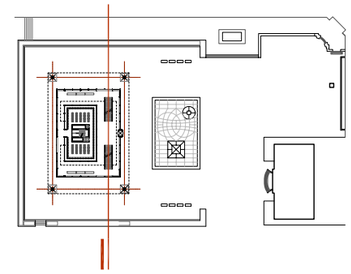




Sección longitudinal por el patio de esculturas

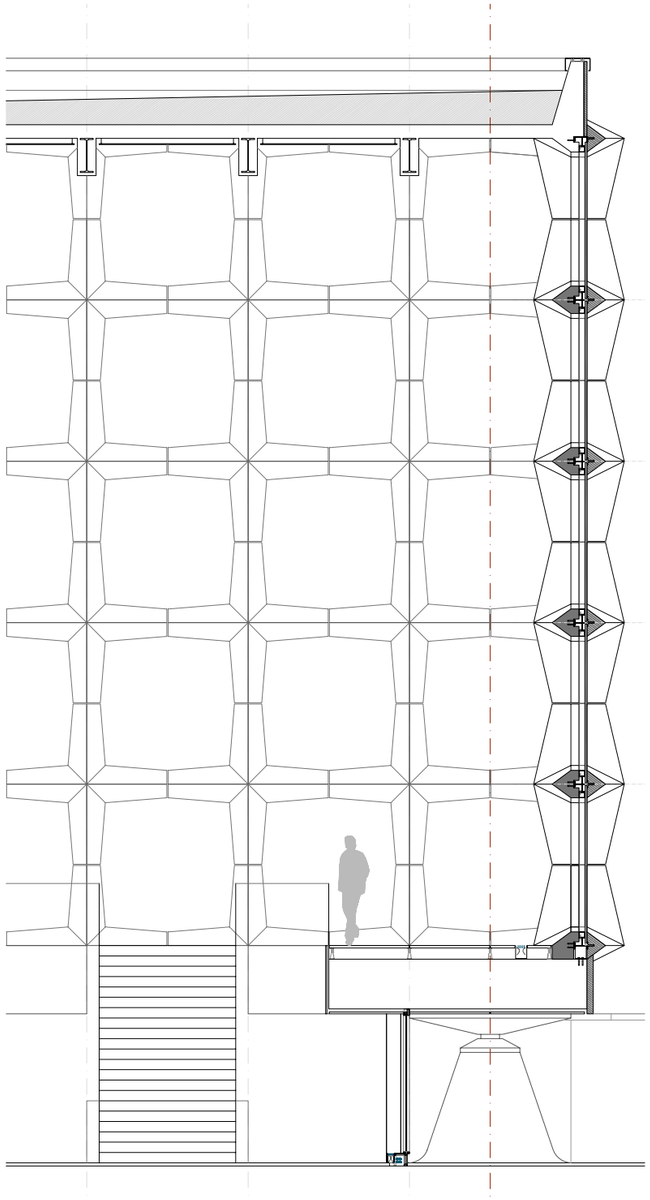
E=1:250



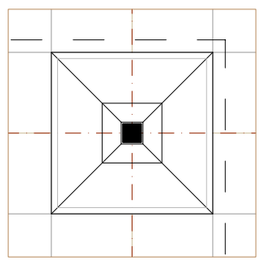


Sección longitudinal

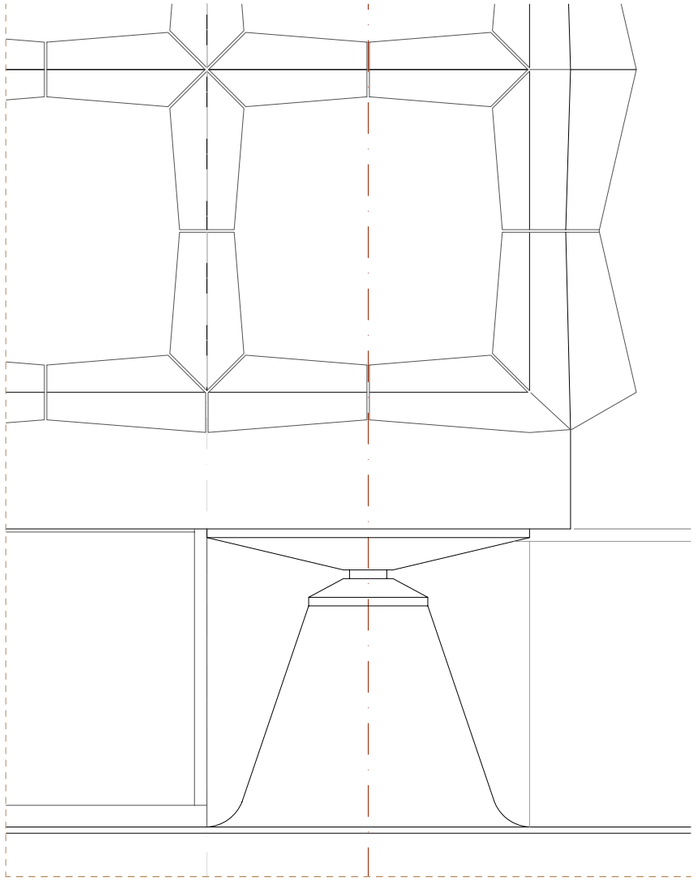
E=1:250



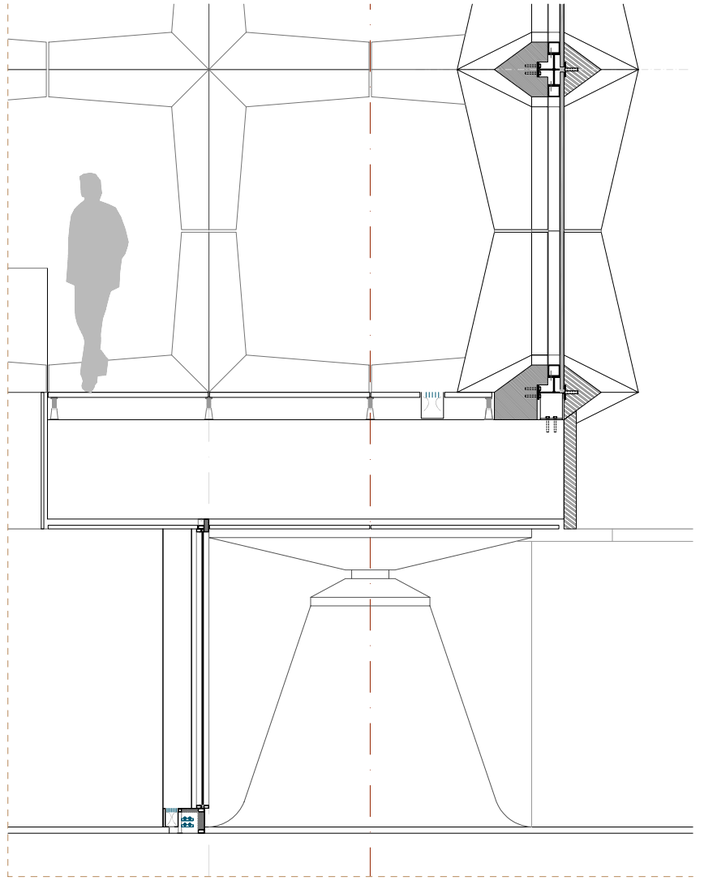
Detalle sección transversal



E=1:100



Detalle módulo alzado



Detalle módulo sección

Bloque de granito

Sujeción bloque de granito a estructura fachada

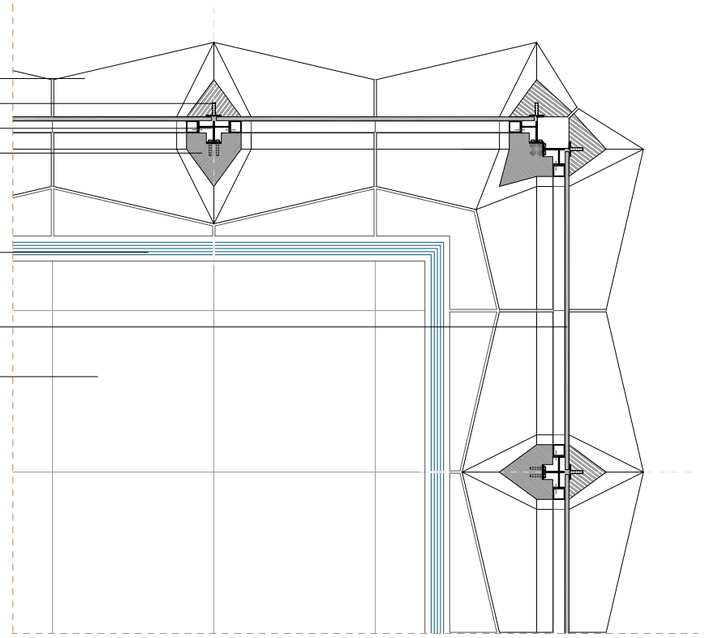
Entramado portante fachada de perfiles de acero

Bloque de hormigón prefabricado con árido de granito

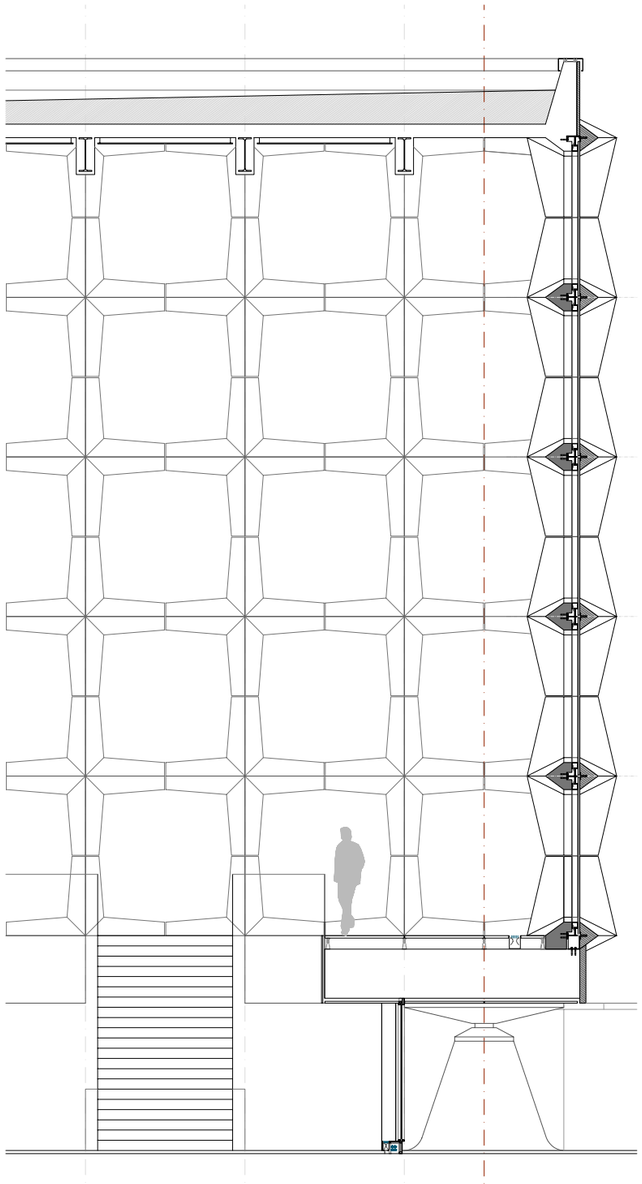
Rejilla de impulsión aire

Piezas de marmol traslucido de Vermont, e=3 cm

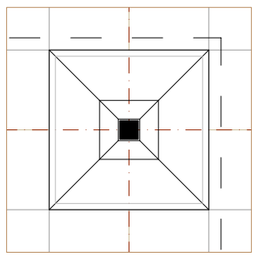
Baldosas de granito de 1,30 x 1,30 cm
sobre soportes telescópicos



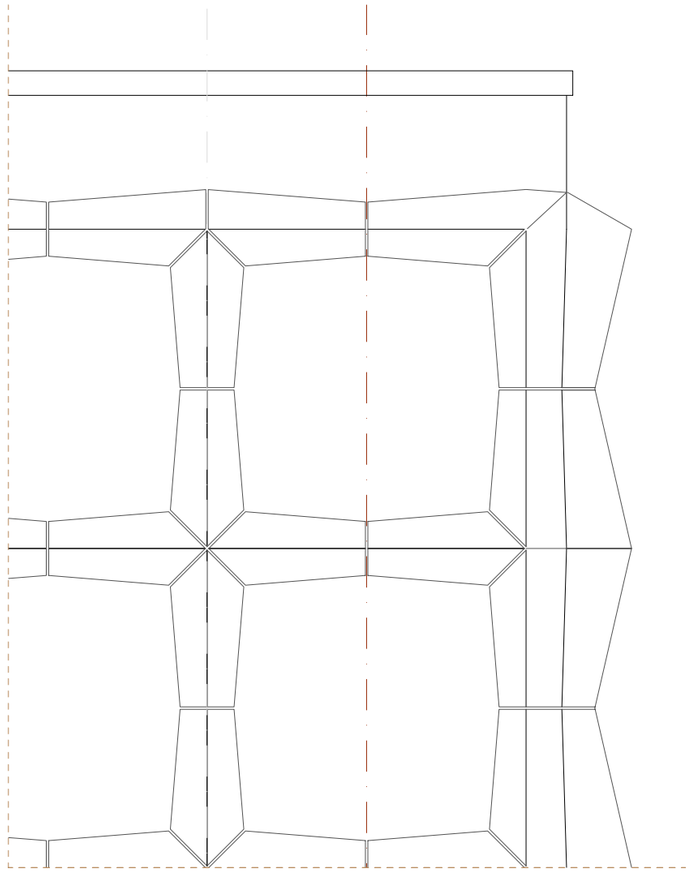
Detalle esquina planta E=1:50



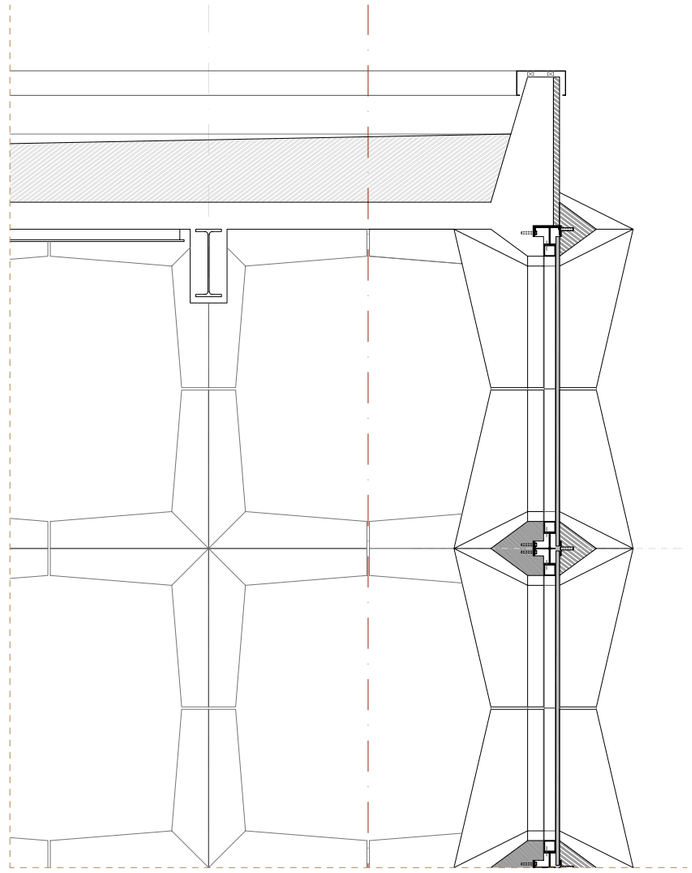
Detalle sección transversal



E=1:100



Detalle módulo alzado



Detalle módulo sección

Lamas móviles

Sistema impulsión aire

Relleno de hormigón

Forjado metálico celular

Soporte falsotecho

Enlucido ignifugo sobre base metálica

Perfil en **I**, W 21x8.25x93 (en pies)

Protección contra el fuego

Panel de acero inox. relleno de hormigón poroso y aislante

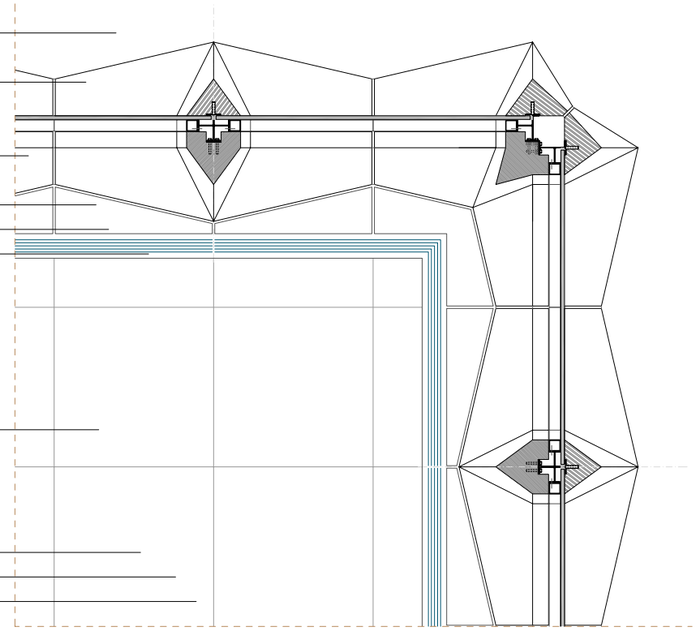
Lámina metálica pintada

Panel acústico de metal perforado

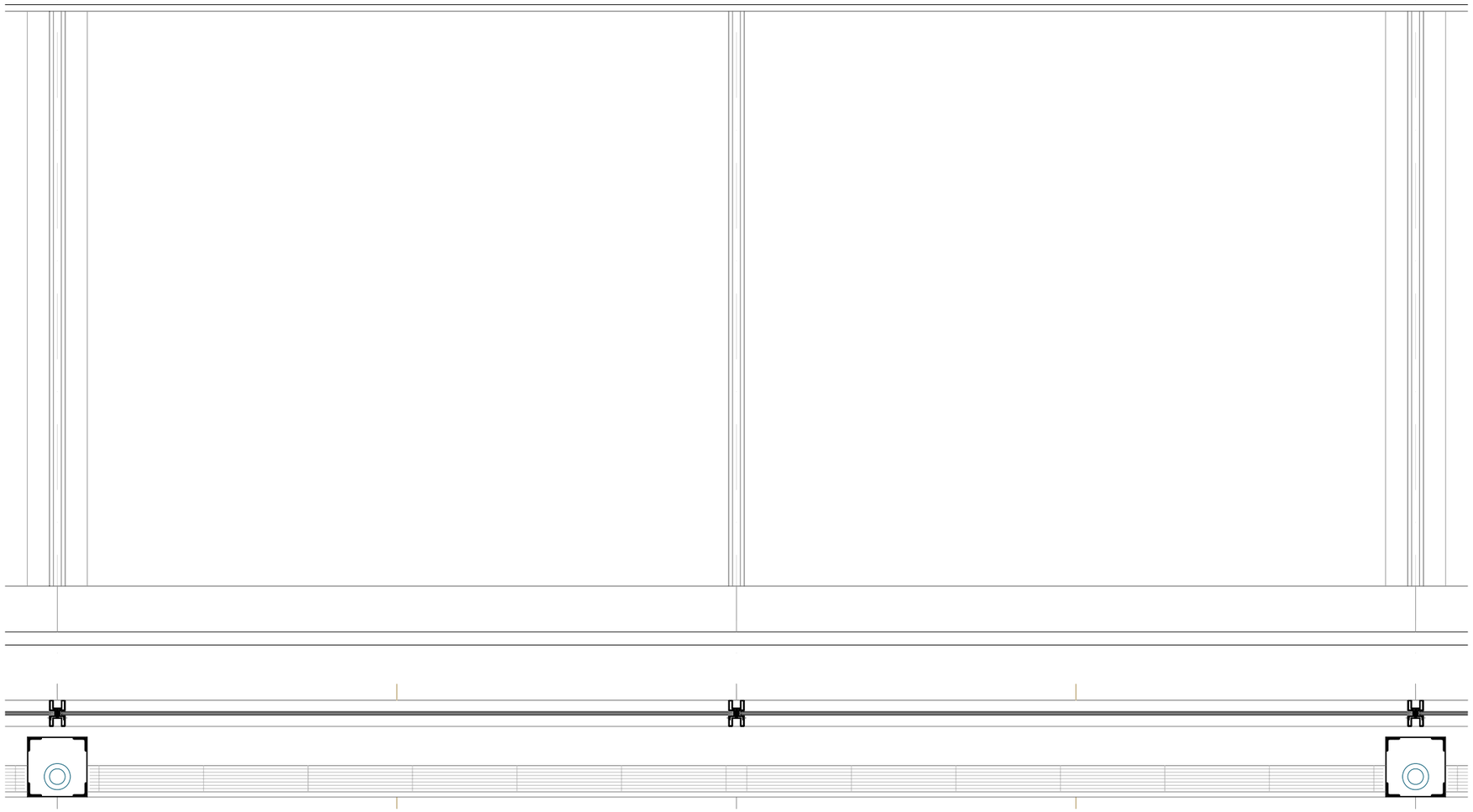
Acristalamiento teñido verde

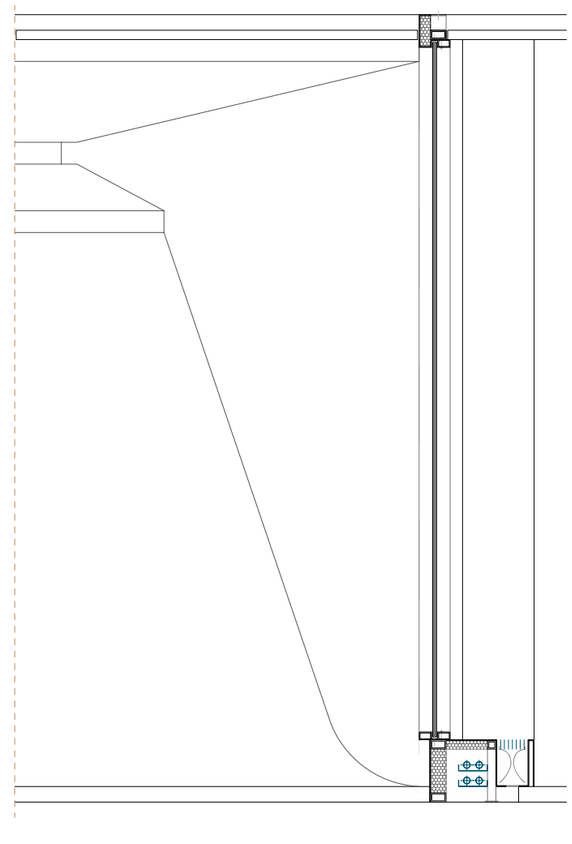
Montantes de plancha plegada de acero inox.

Guía para plataforma de limpieza ventana



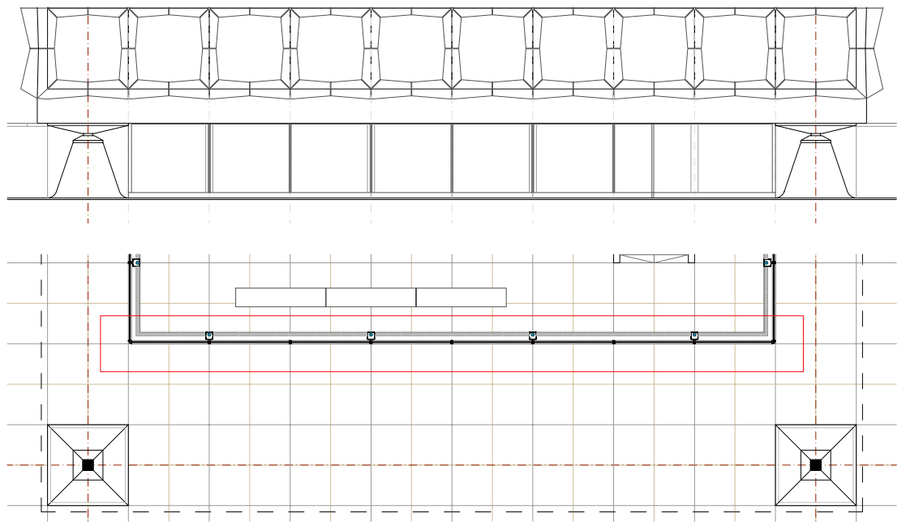
Detalle esquina planta E=1:50

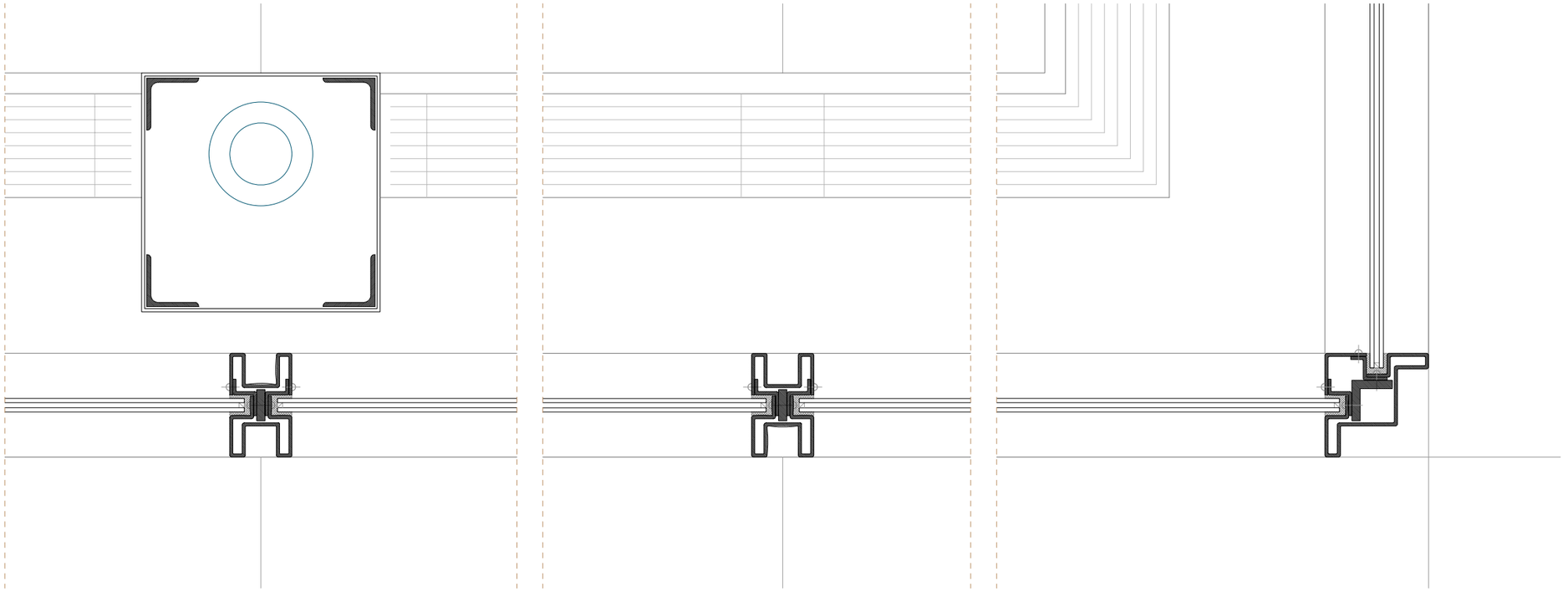




Detalle módulo cerramiento planta acceso: planta, alzado y sección

E=1:20 0 0.25 0.5 1



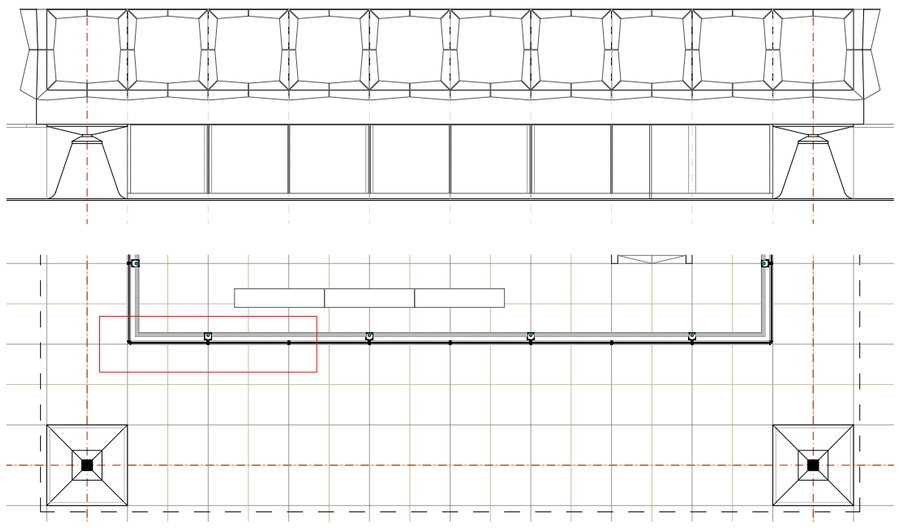


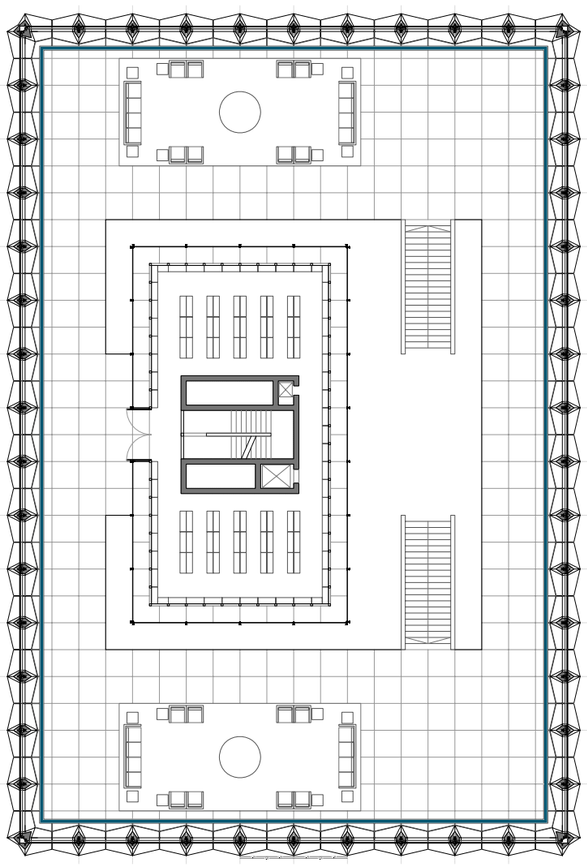
Detalle cerramiento planta acceso

E=1:5

0 50 100 250 mm

0.1pies 0.3 pies 0.6 pies

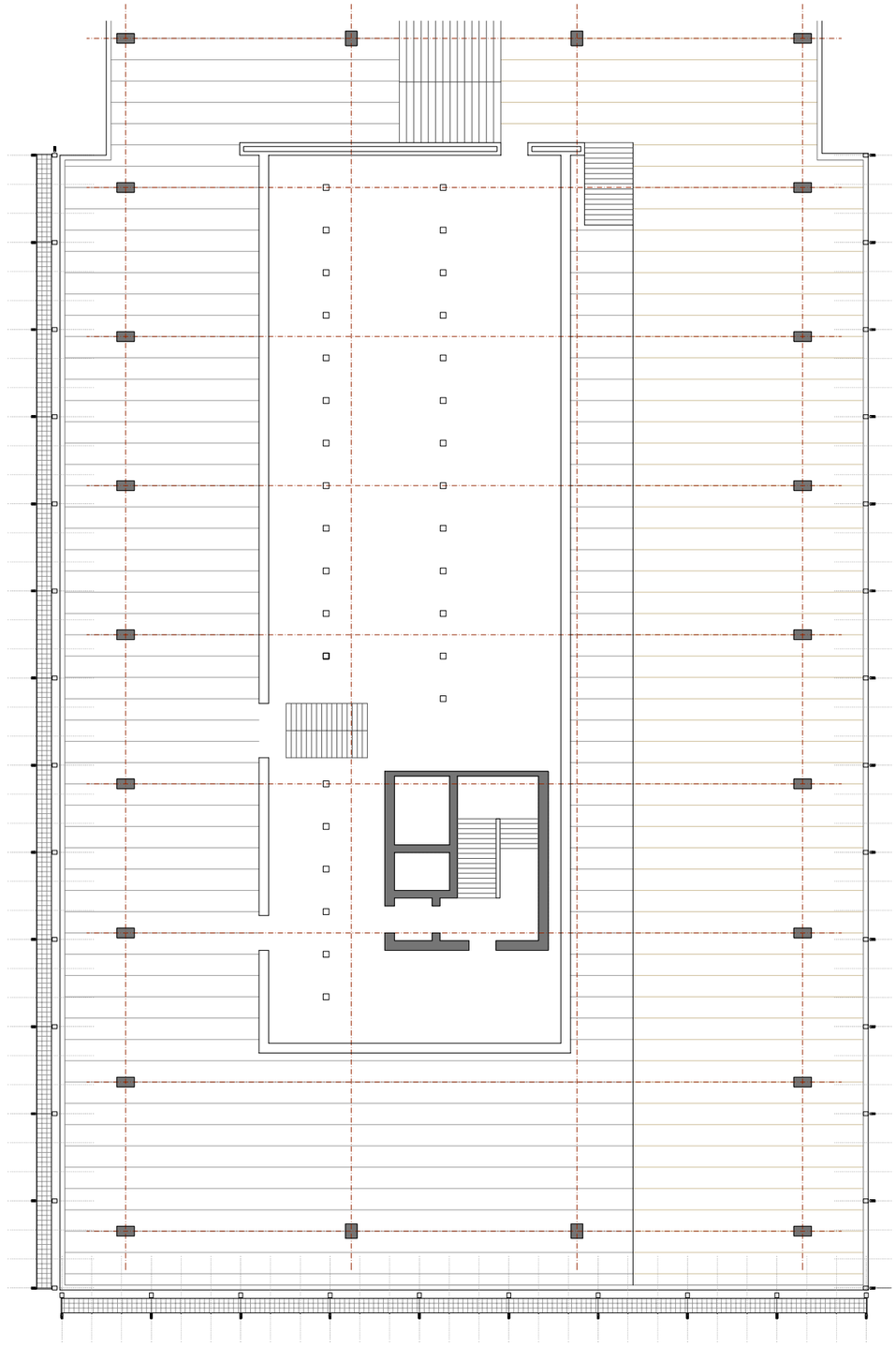




Planta tipo Biblioteca Yale

E=1:300

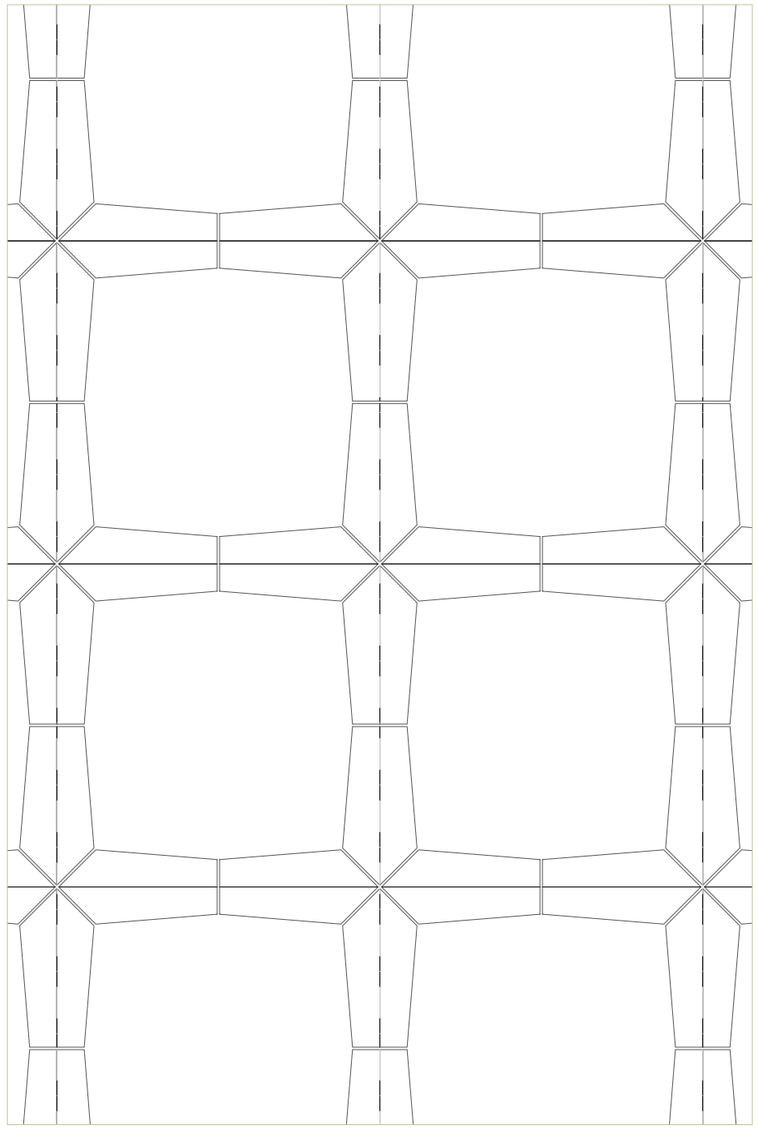
0 1 5 10 20

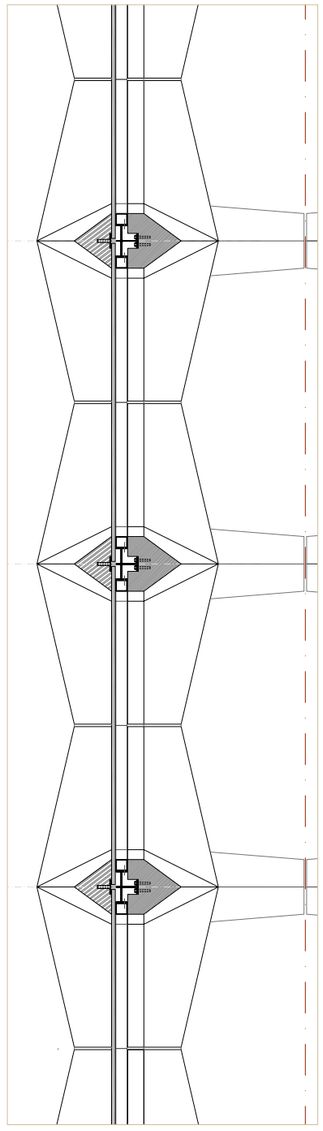


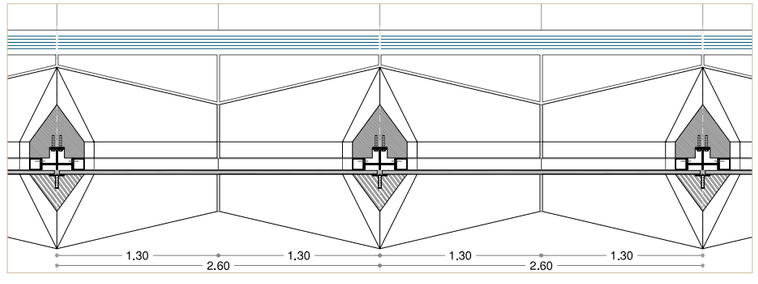
Planta tipo Biblioteca Munich

E=1:300

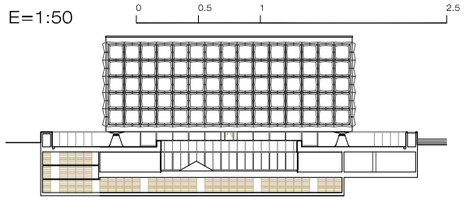
0 1 5 10 20

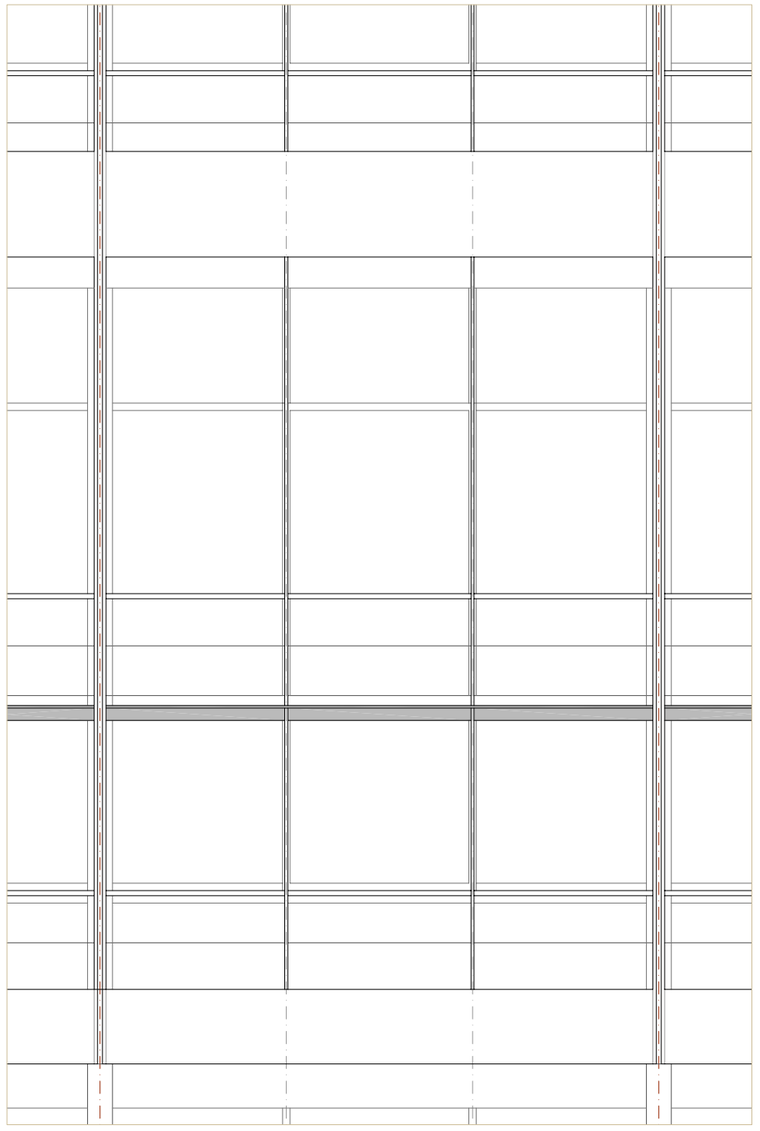


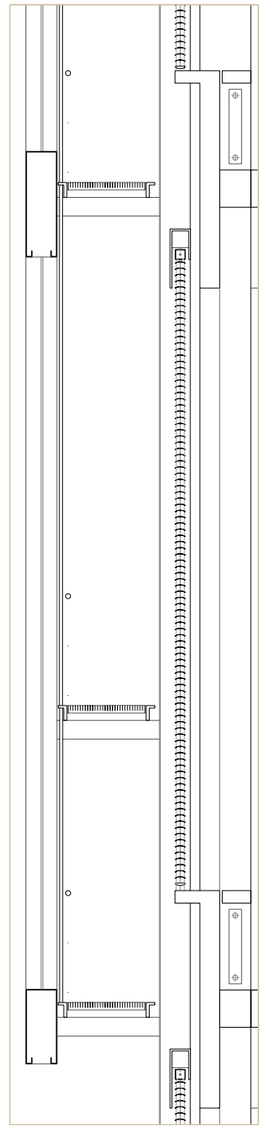


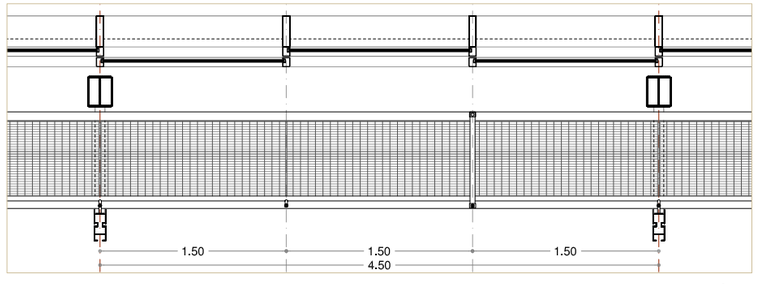


Detalle cerramiento módulo tipo fachada Biblioteca Yale E=1:50

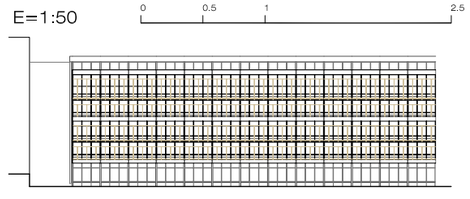








Detalle cerramiento módulo tipo fachada Biblioteca Munich E=1:50



Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 I 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 I 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 I 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 I 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

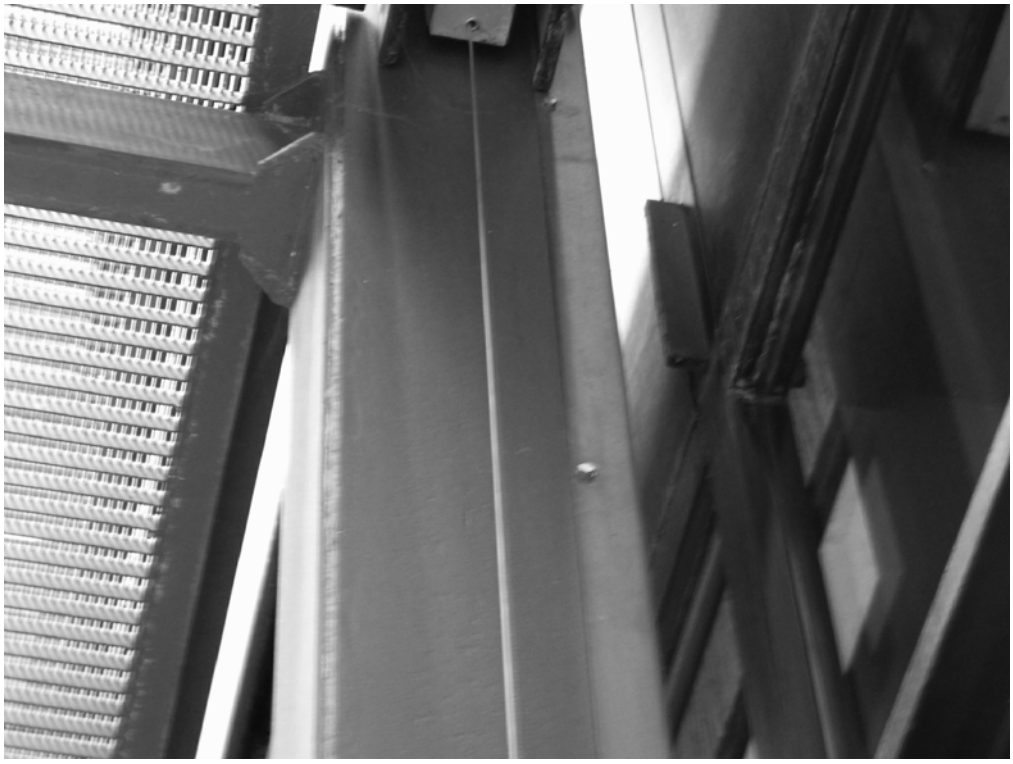
Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 I 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

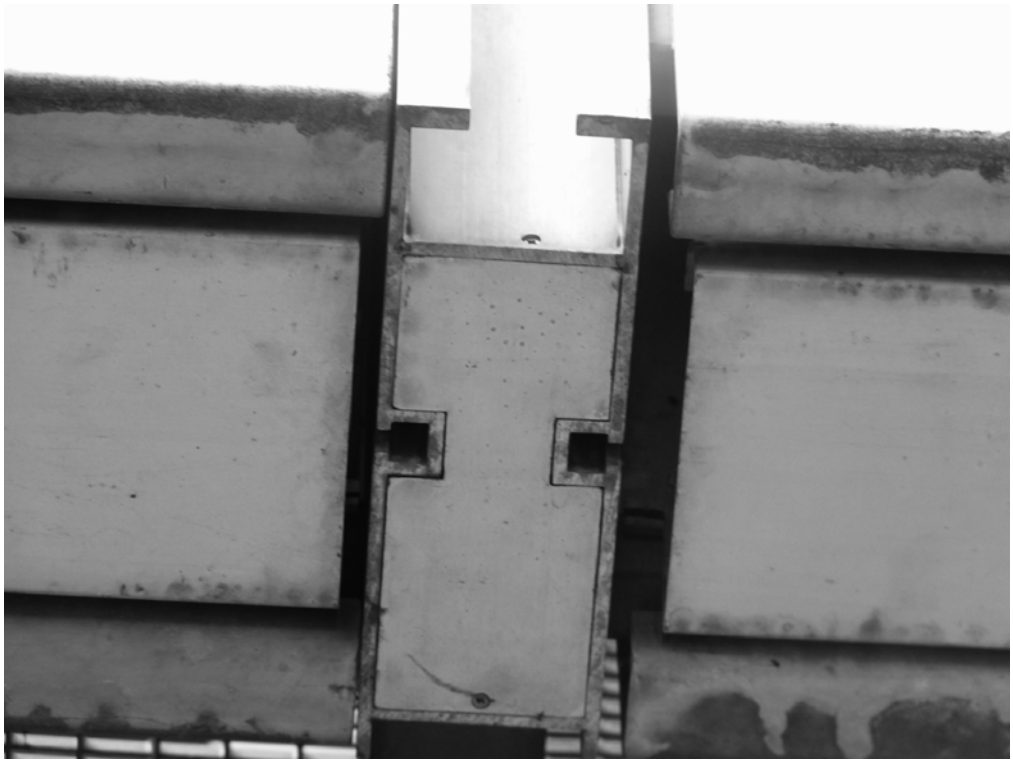
Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN



Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN



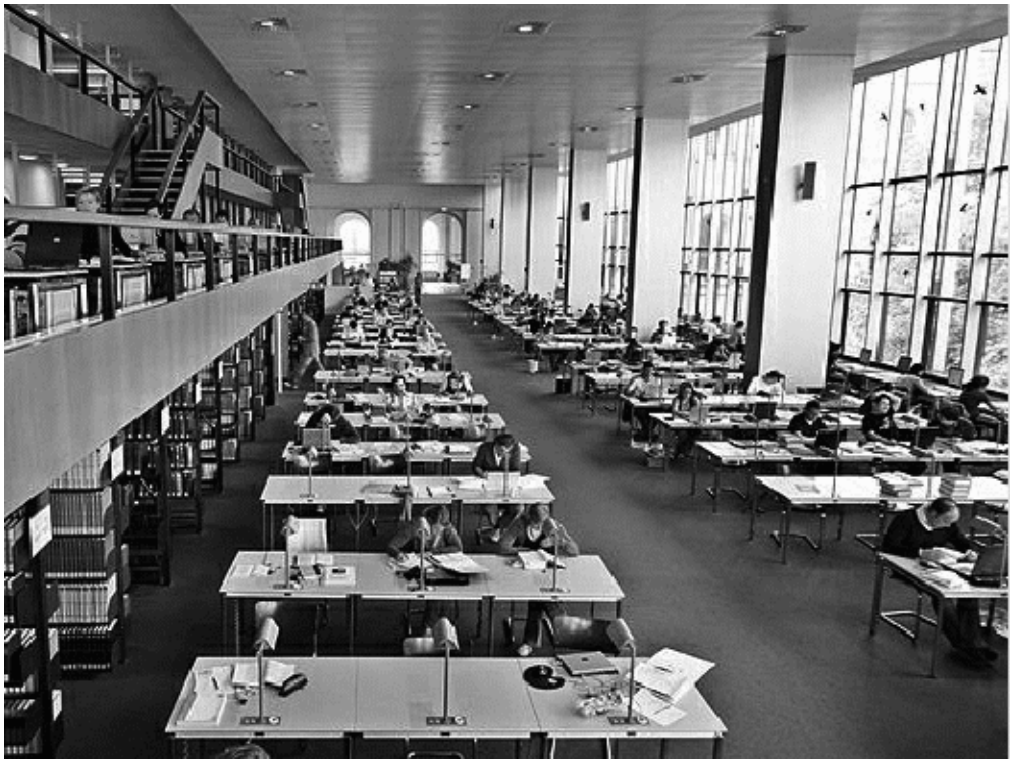
Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 I 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 I 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

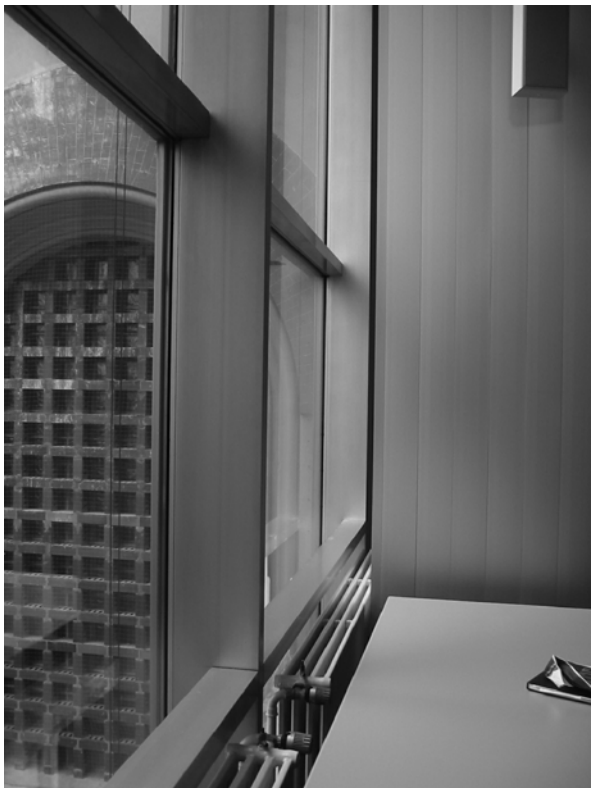
Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 I 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN



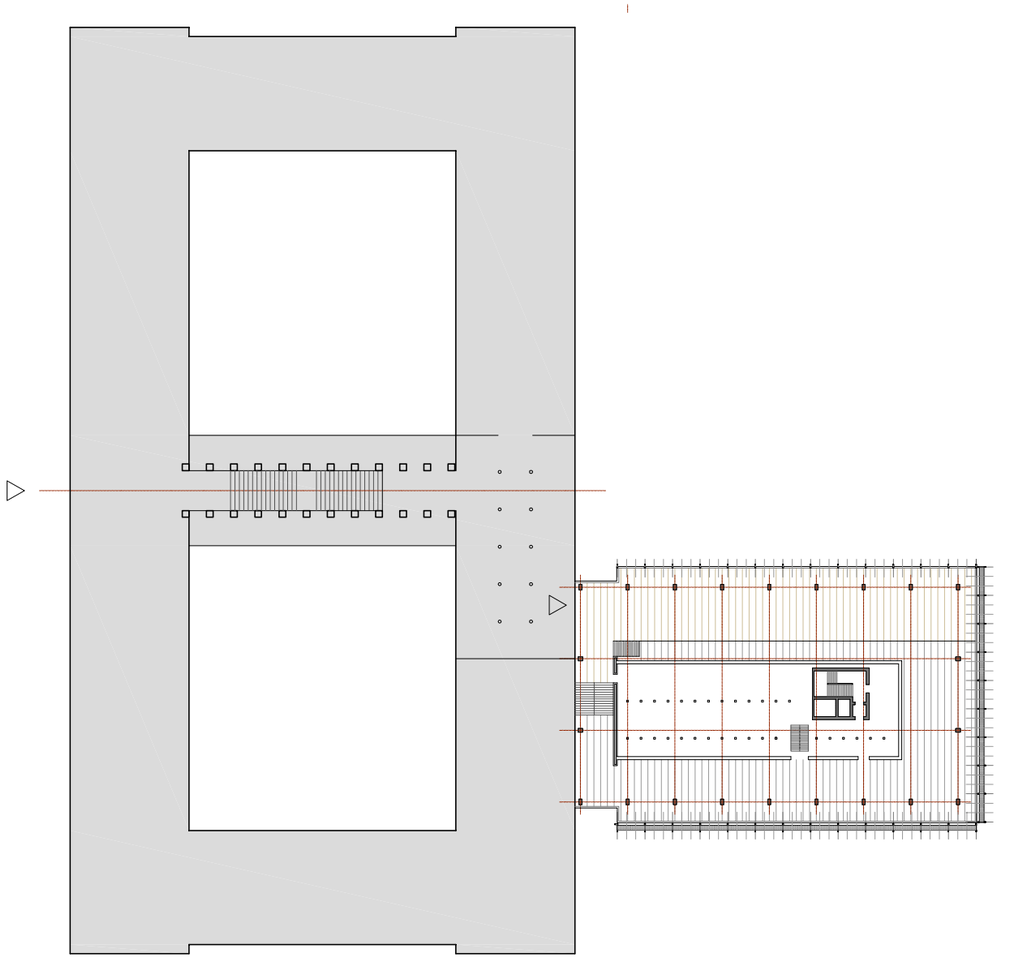
Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN



Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

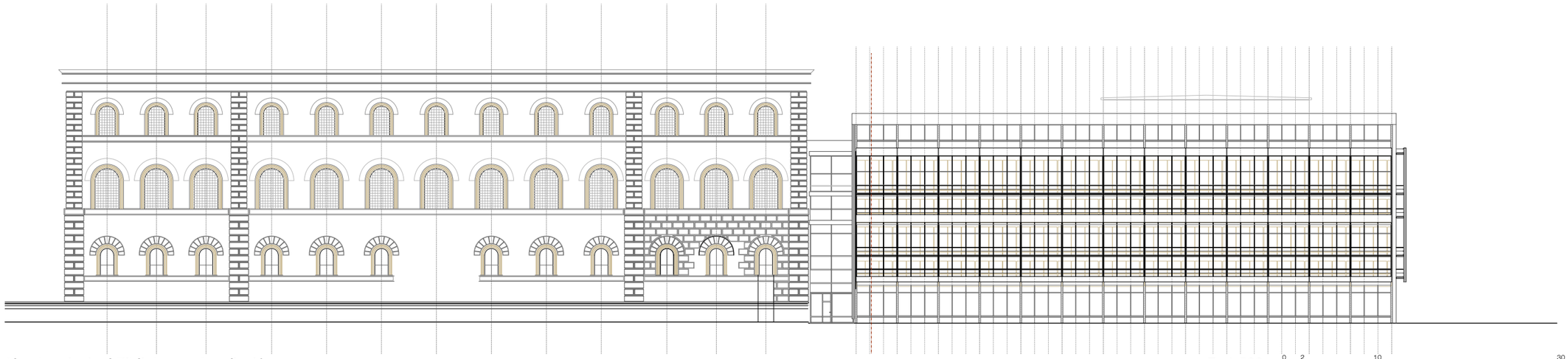
Ampliación de la Bayerische Staats-Bibliothek, Munich 1953 | 1966 - HANS DÖLLGAST, SEP RUF, G. WERNER, H. KIRSTEN

Ortofoto plano de situación



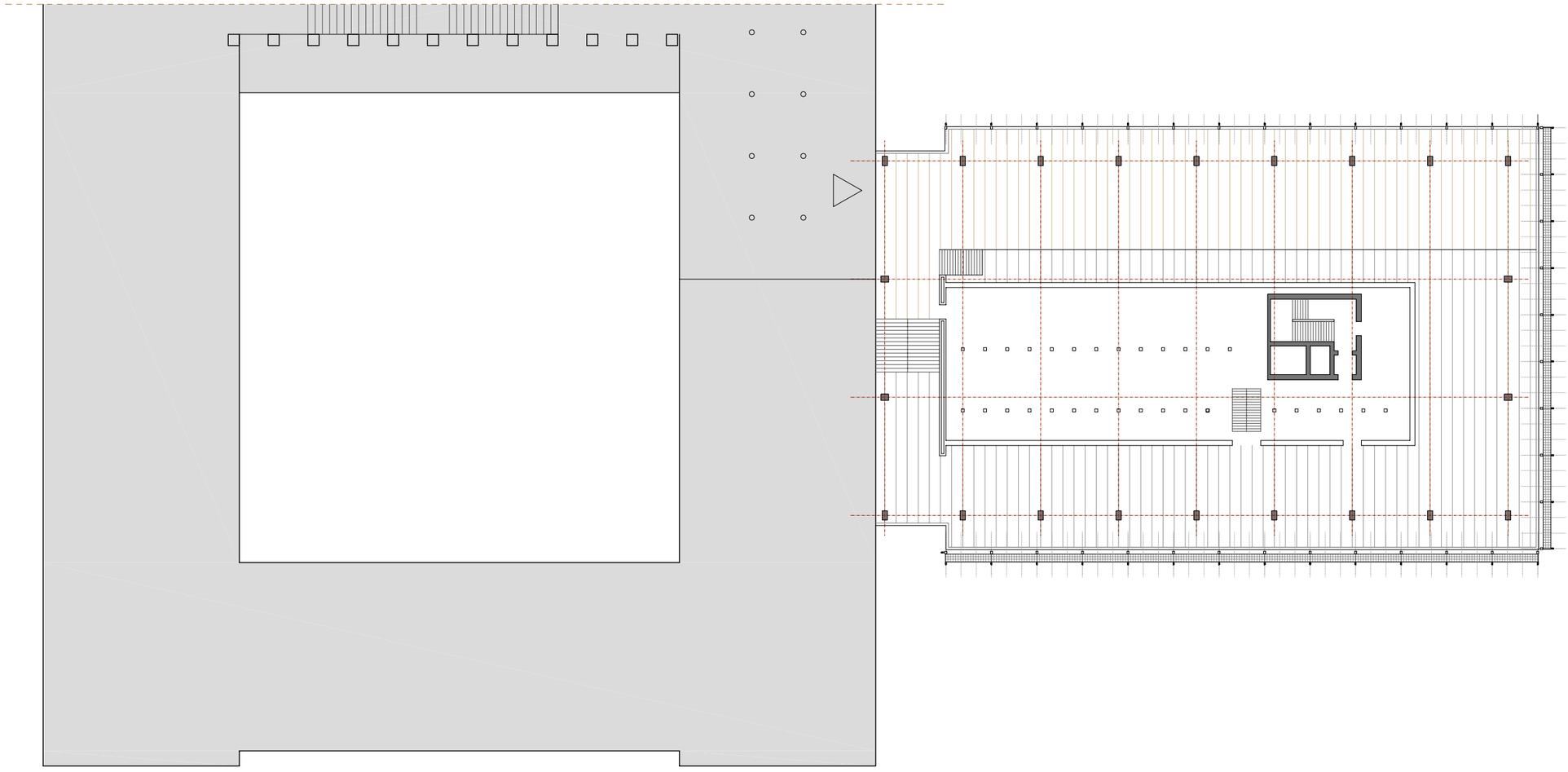
Planta general Emplazamiento

E=1:1000 0 5 10 25 50



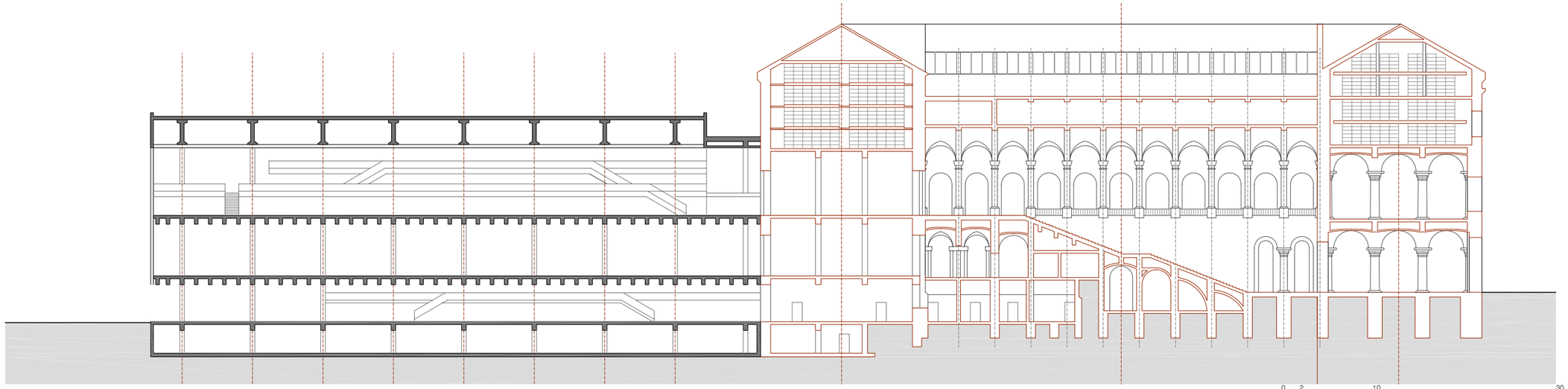
Alzado principal Biblioteca y Ampliación

E=1:500 0 2 10 30



Esquema planta tipo

E=1:500 0 2 10 30

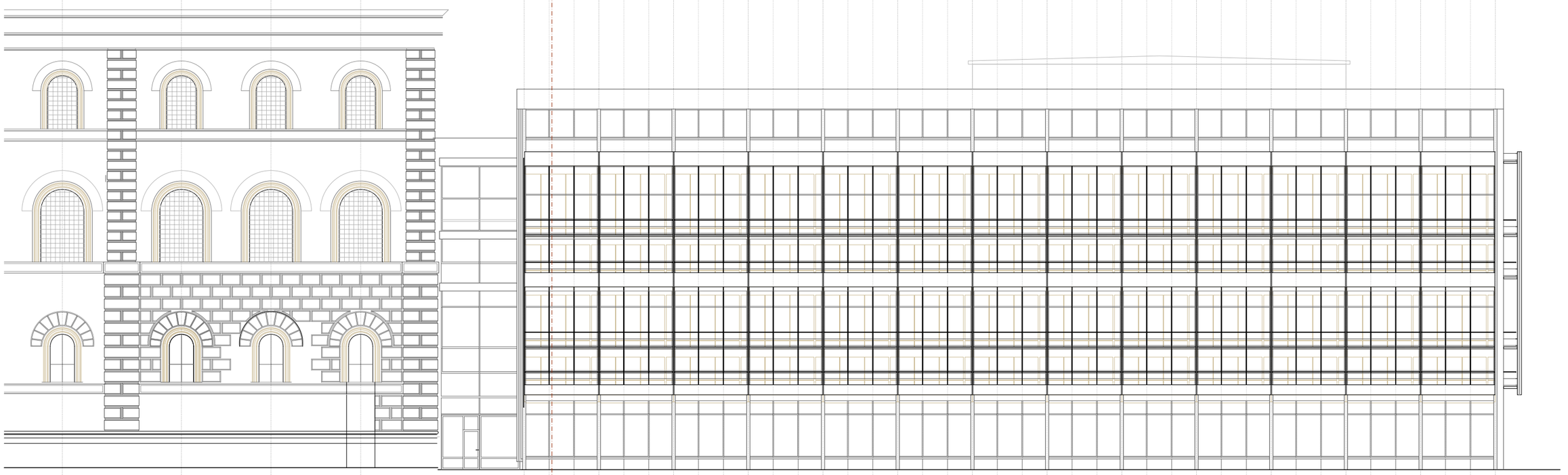


Sección longitudinal Biblioteca y Ampliación

E=1:500 0 2 10 30

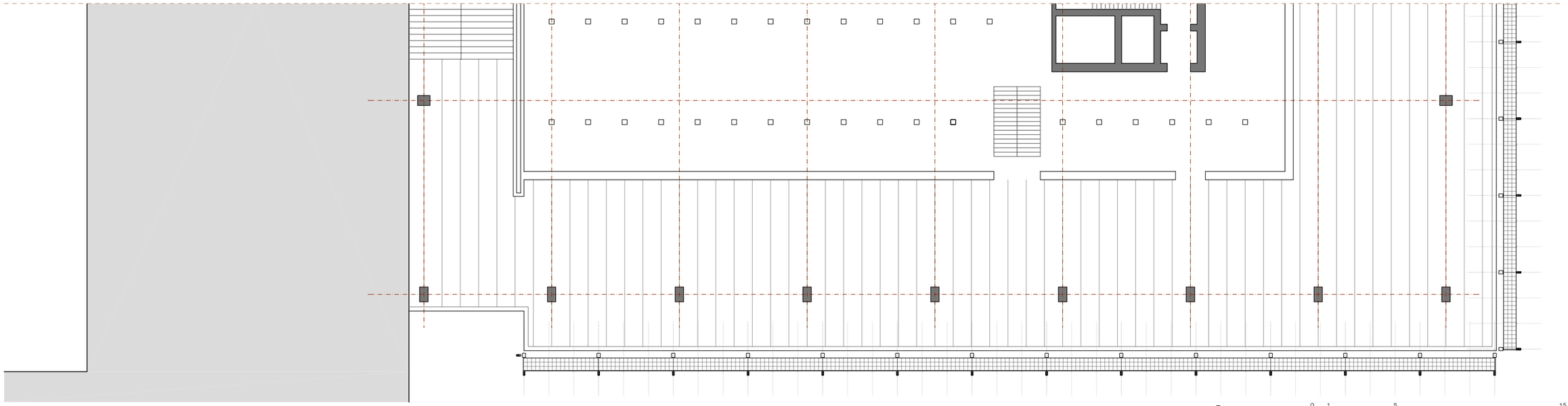
Esquema planta tipo

E=1:500 0 2 10 30



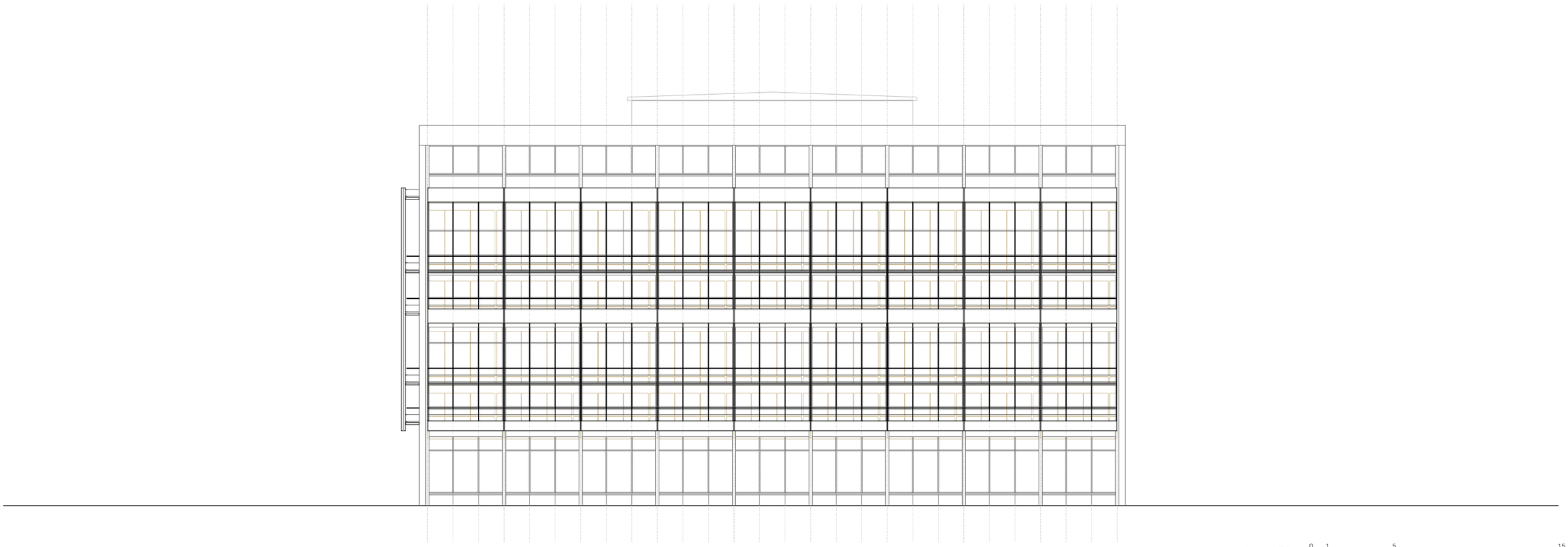
Alzado fachada sur

E=1:250 0 1 5 15



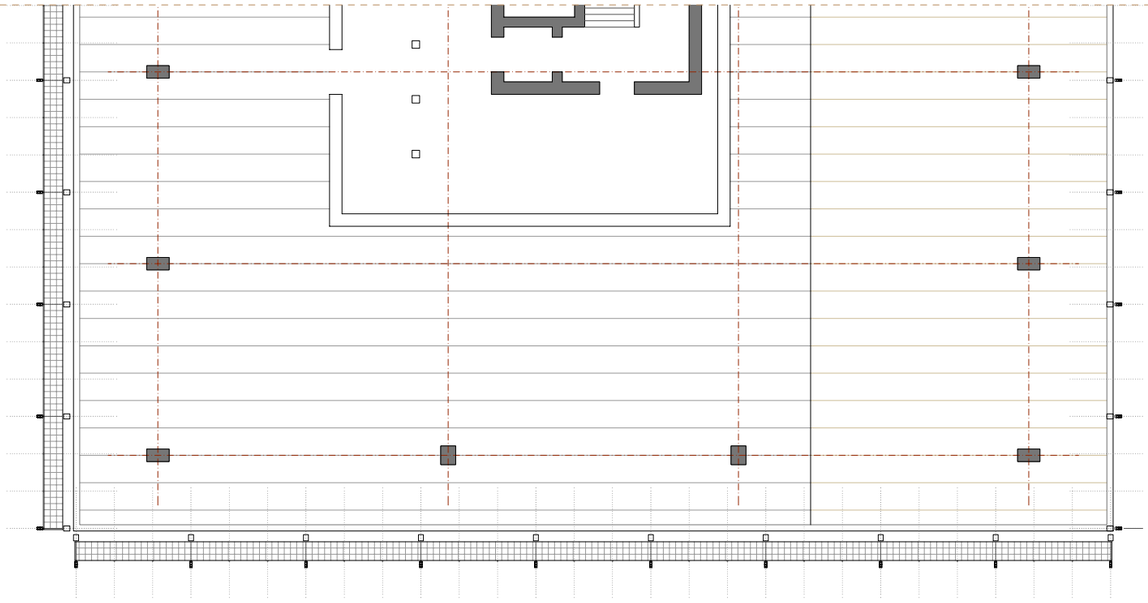
Esquema planta tipo

E=1:250 0 1 5 15



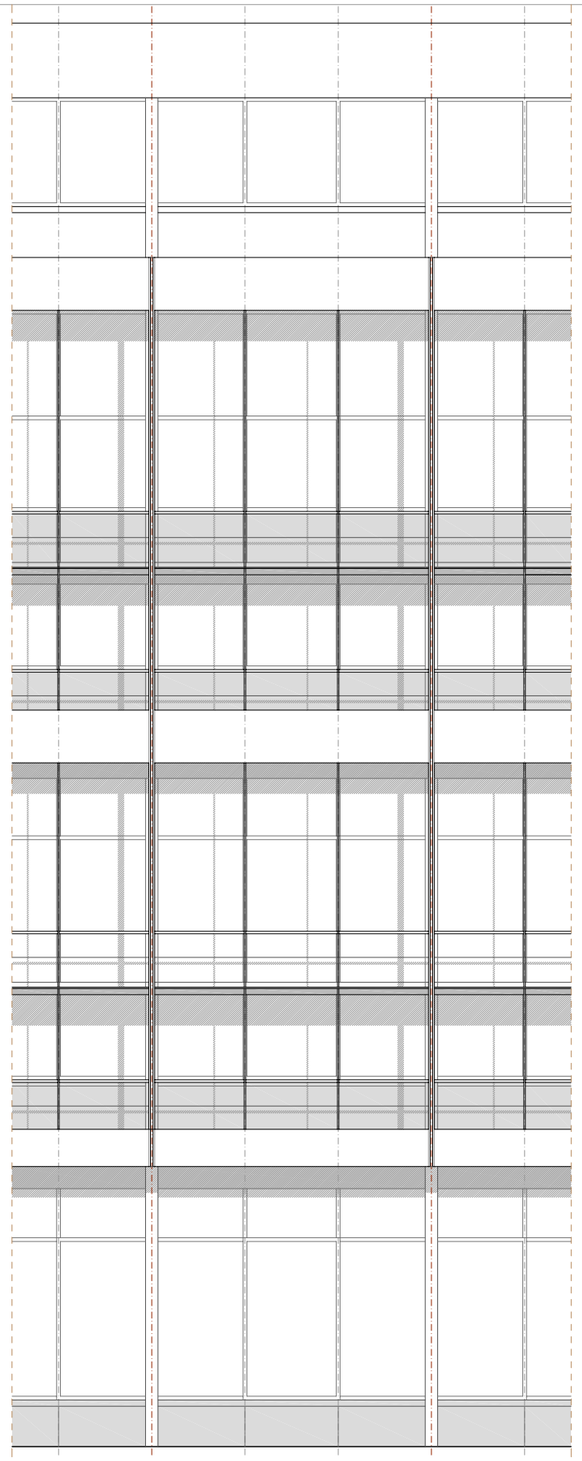
Alzado fachada sur

E=1:250 0 1 5 15

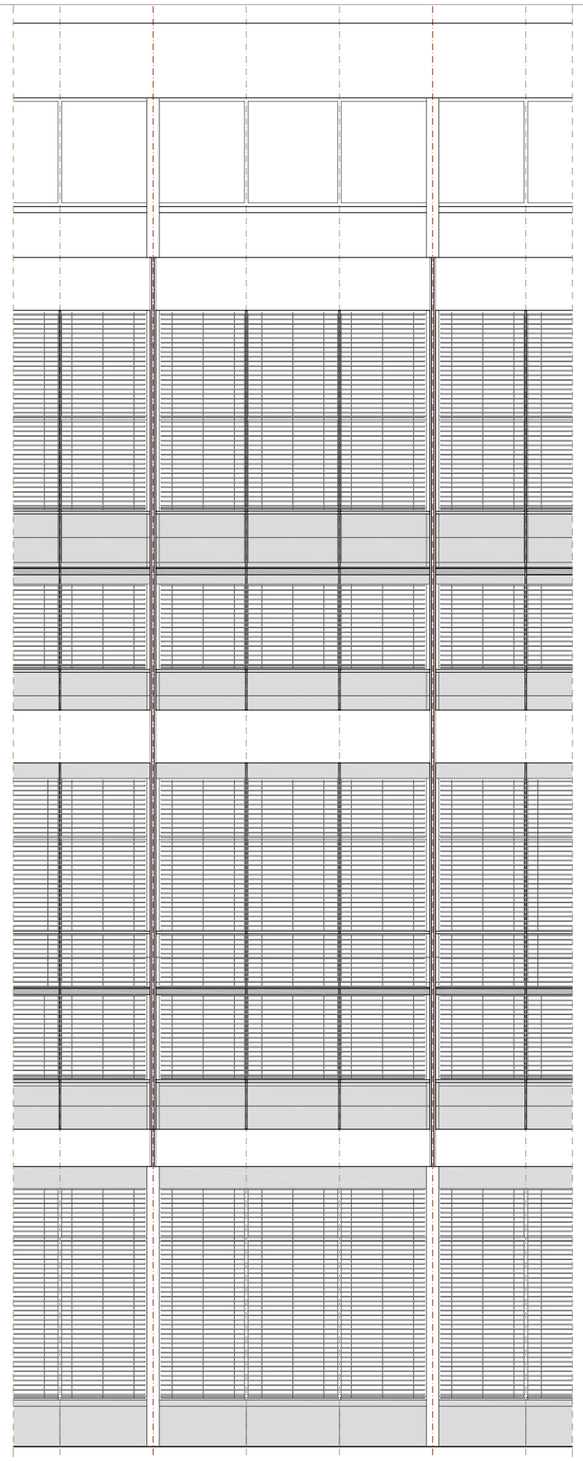


Esquema planta tipo

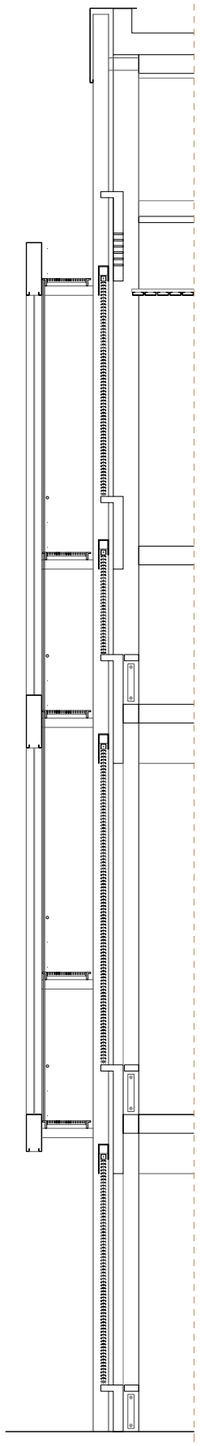
E=1:250 0 1 5 15



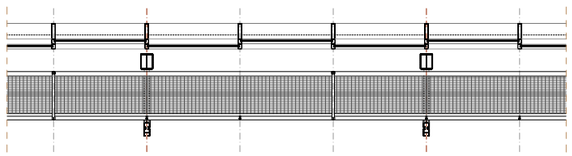
Alzado cerramiento módulo tipo fachada sin venecianas

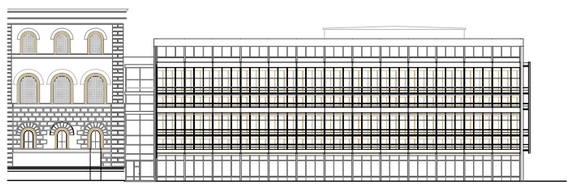


Alzado cerramiento módulo tipo fachada con venecianas



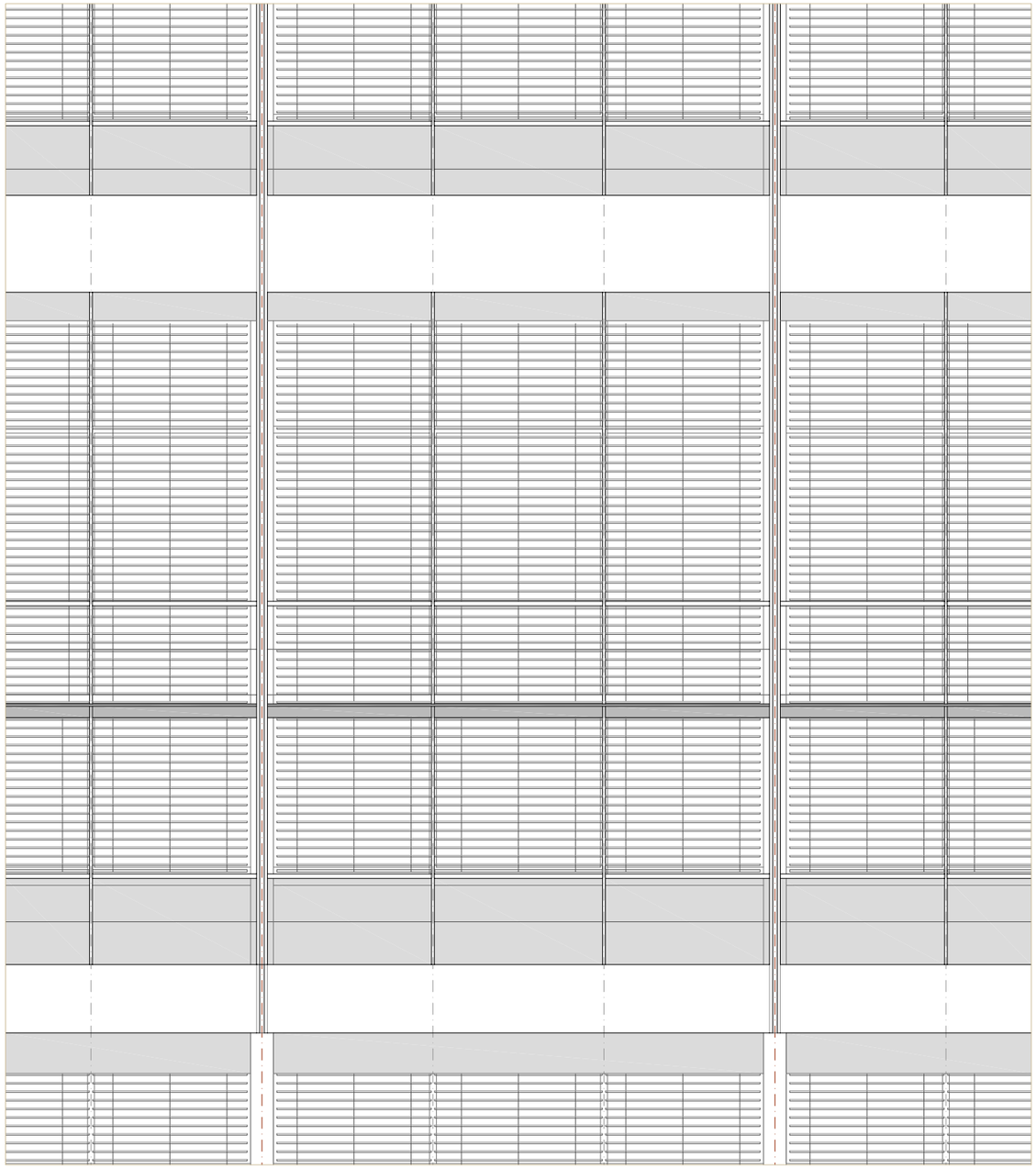
Sección cerramiento

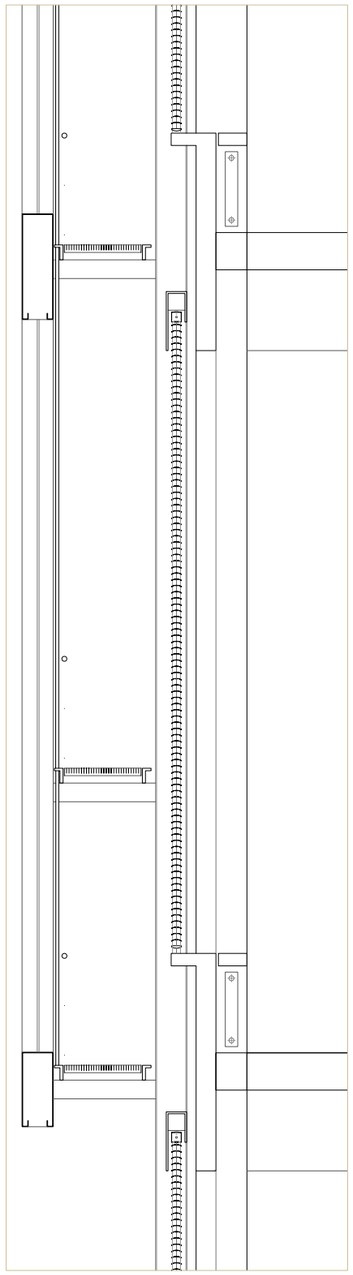


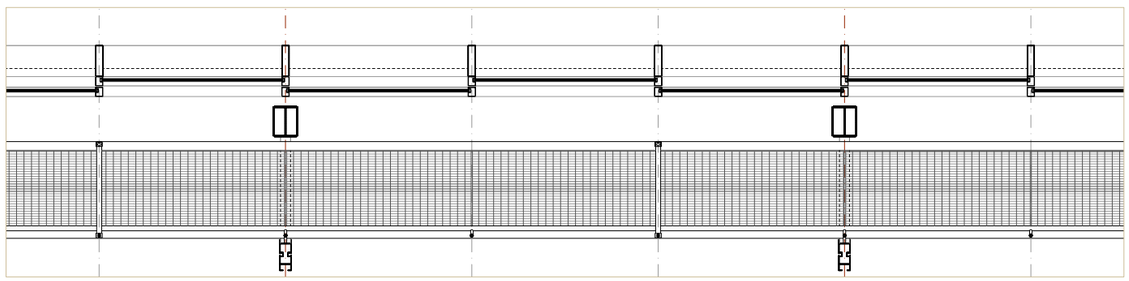


E=1:100

0 1 2 5

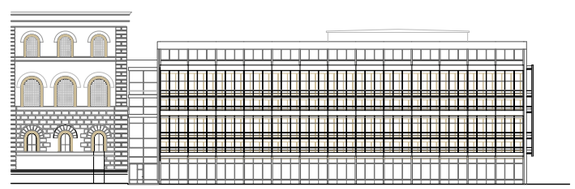






Detalle cerramiento módulo tipo fachada con venecianas

E=1:50 0 0.5 1 2.5



Anexo 2

Croquis y toma de datos in-situ

Apuntes

Cuenca del Ruhr Zollverein

Cy TWOMBLY 1978

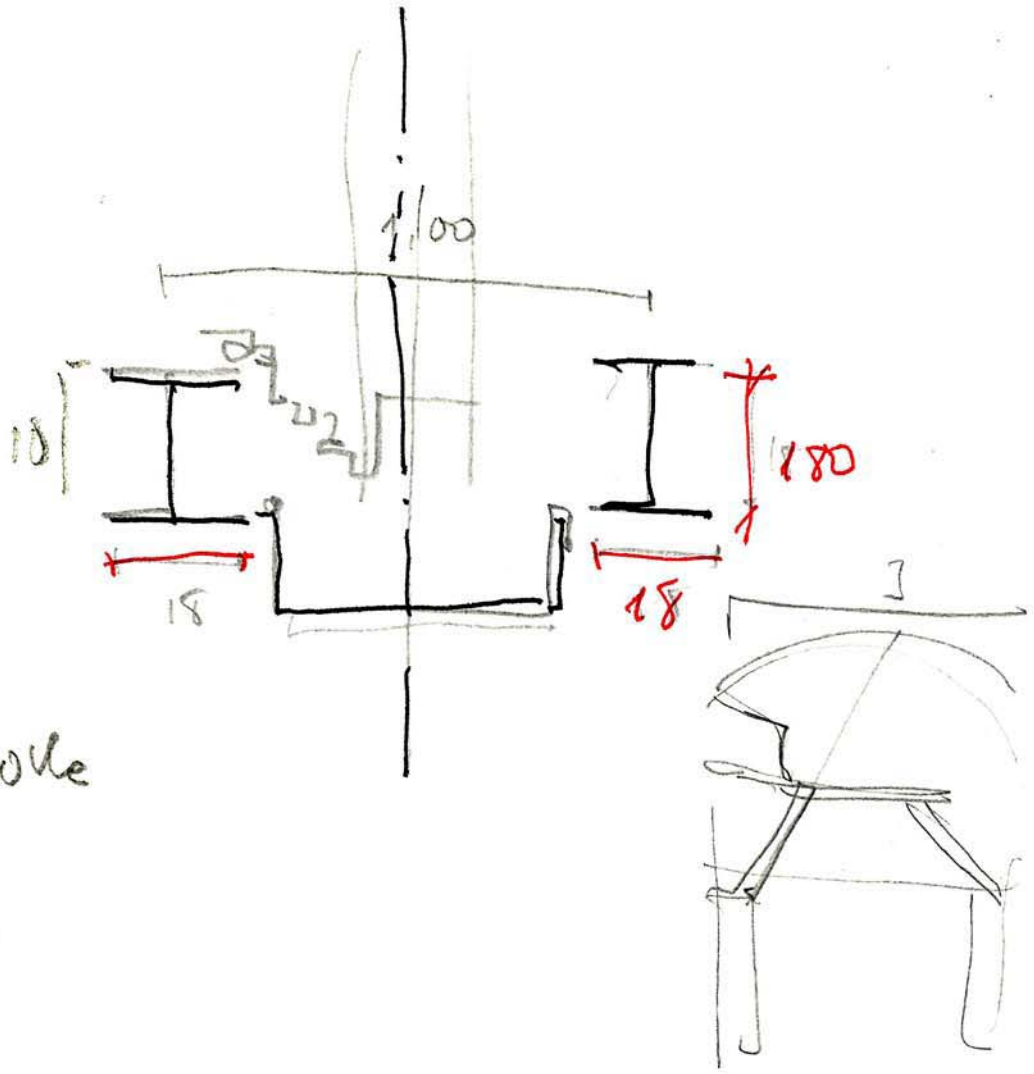
[illegible]

21-7-2010

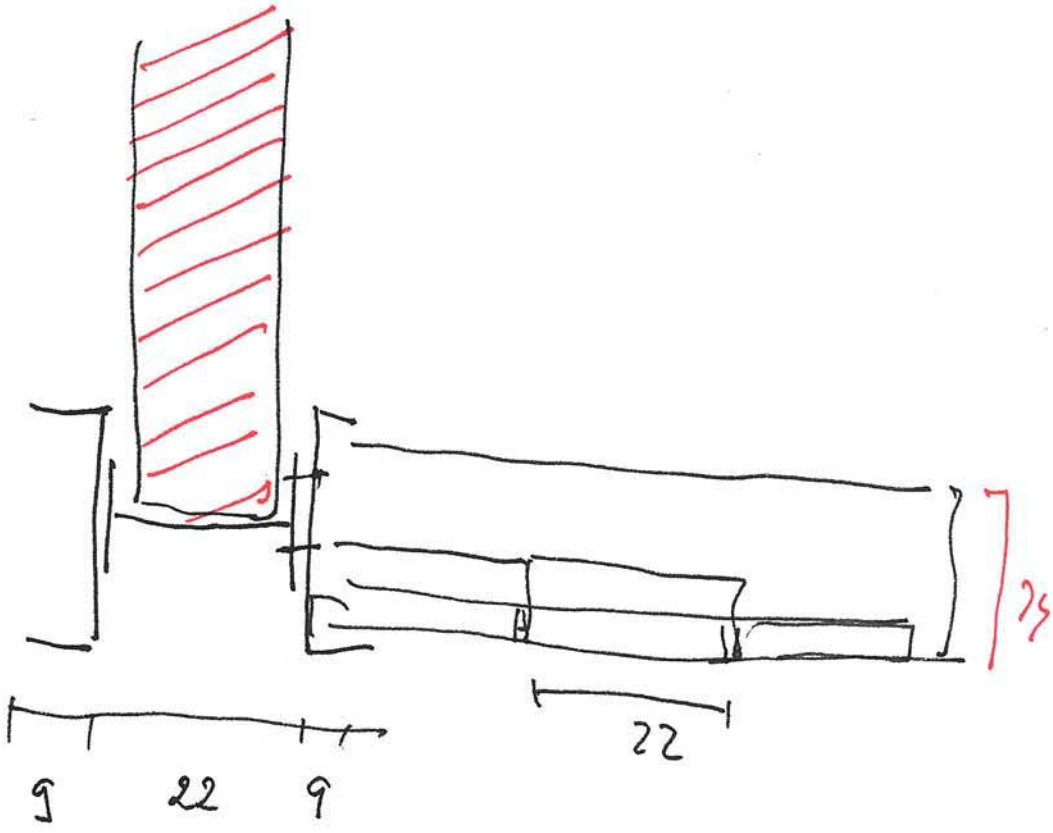
29-7-2010

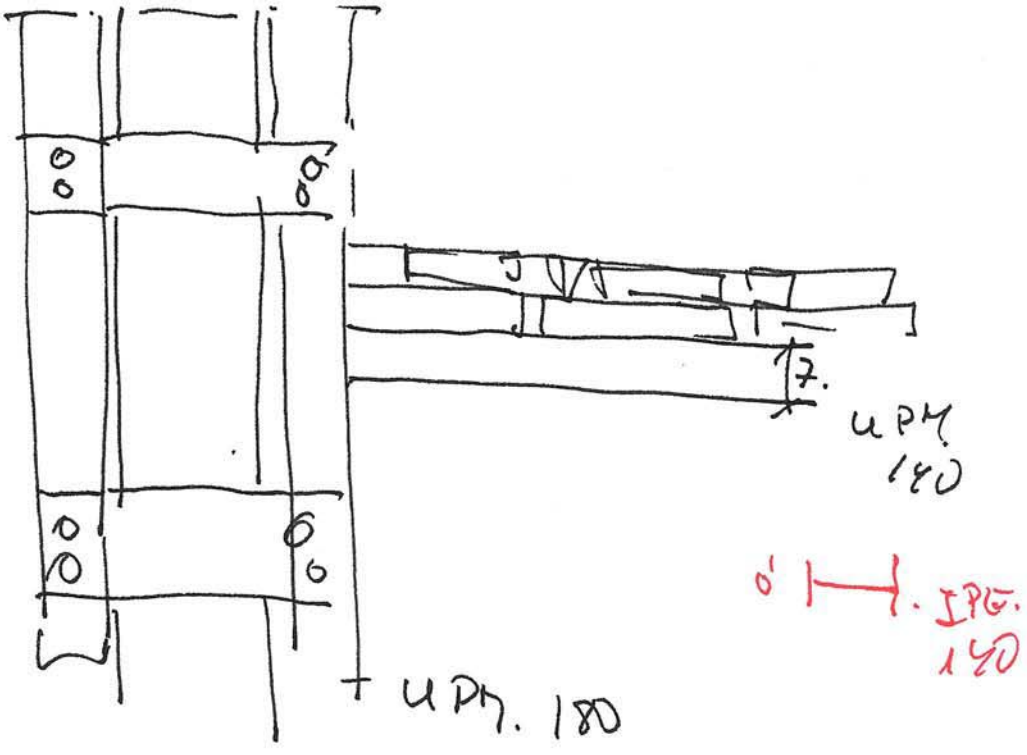
- [illegible] -

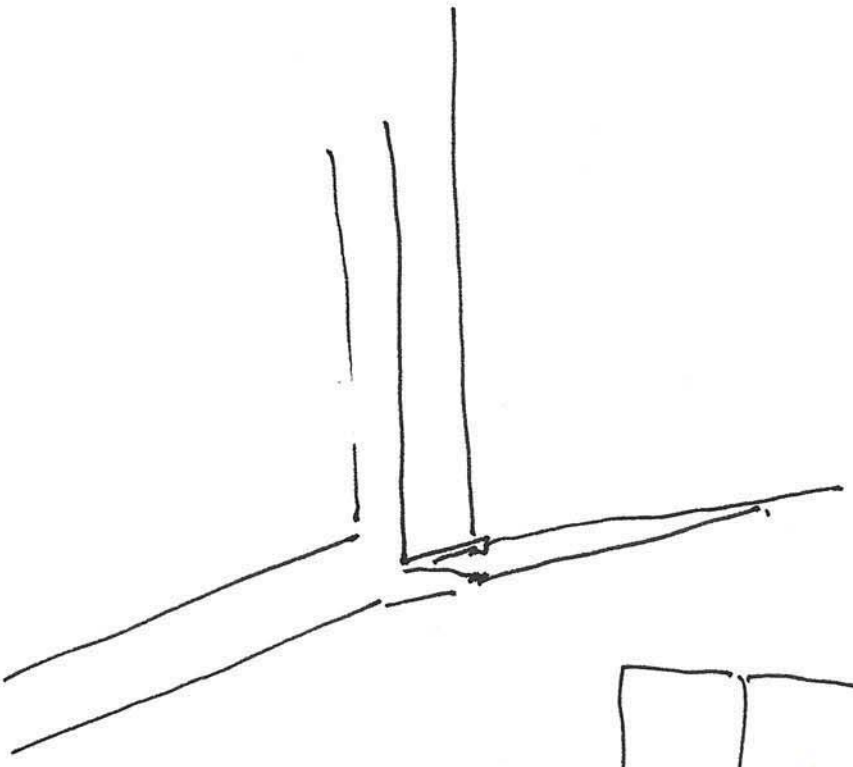
[illegible]

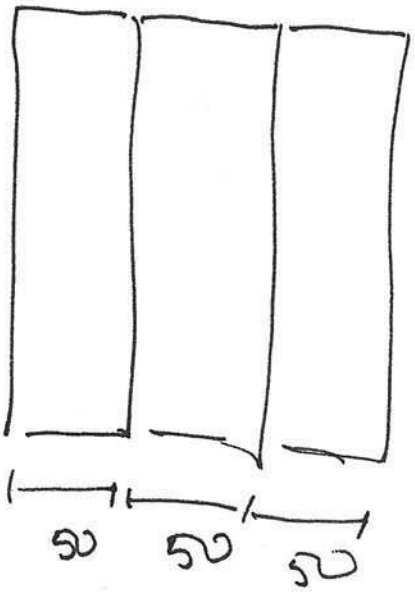


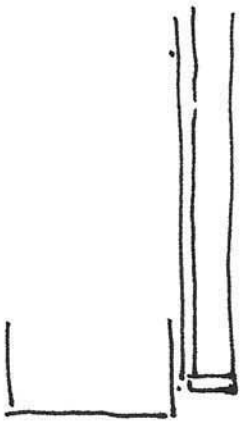
Hêtre de Colle

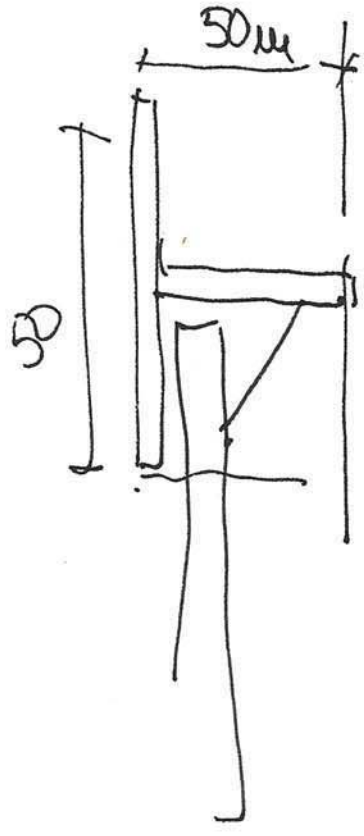

9
22
9
22
25

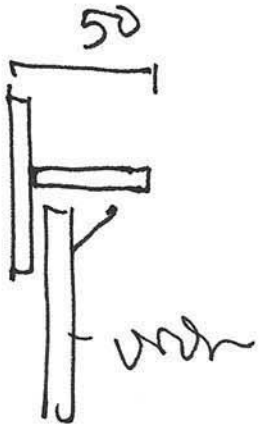

7.
UPN 180
+ UPN. 180
IPE. 140

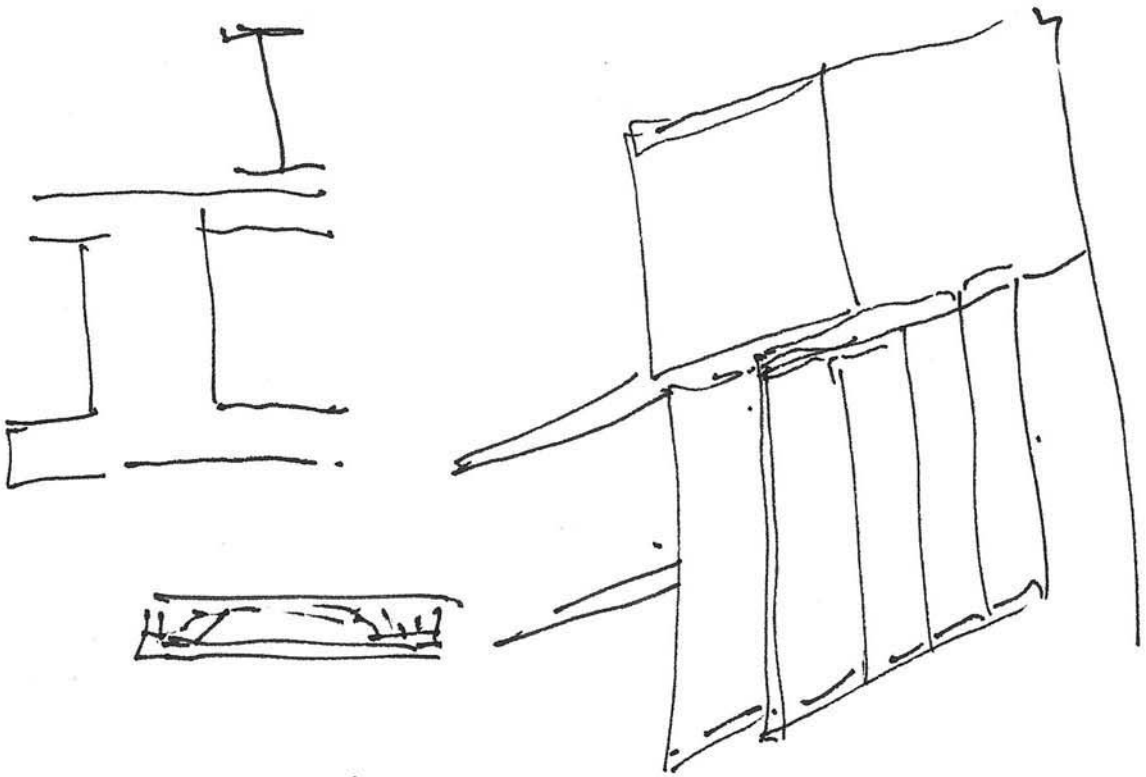


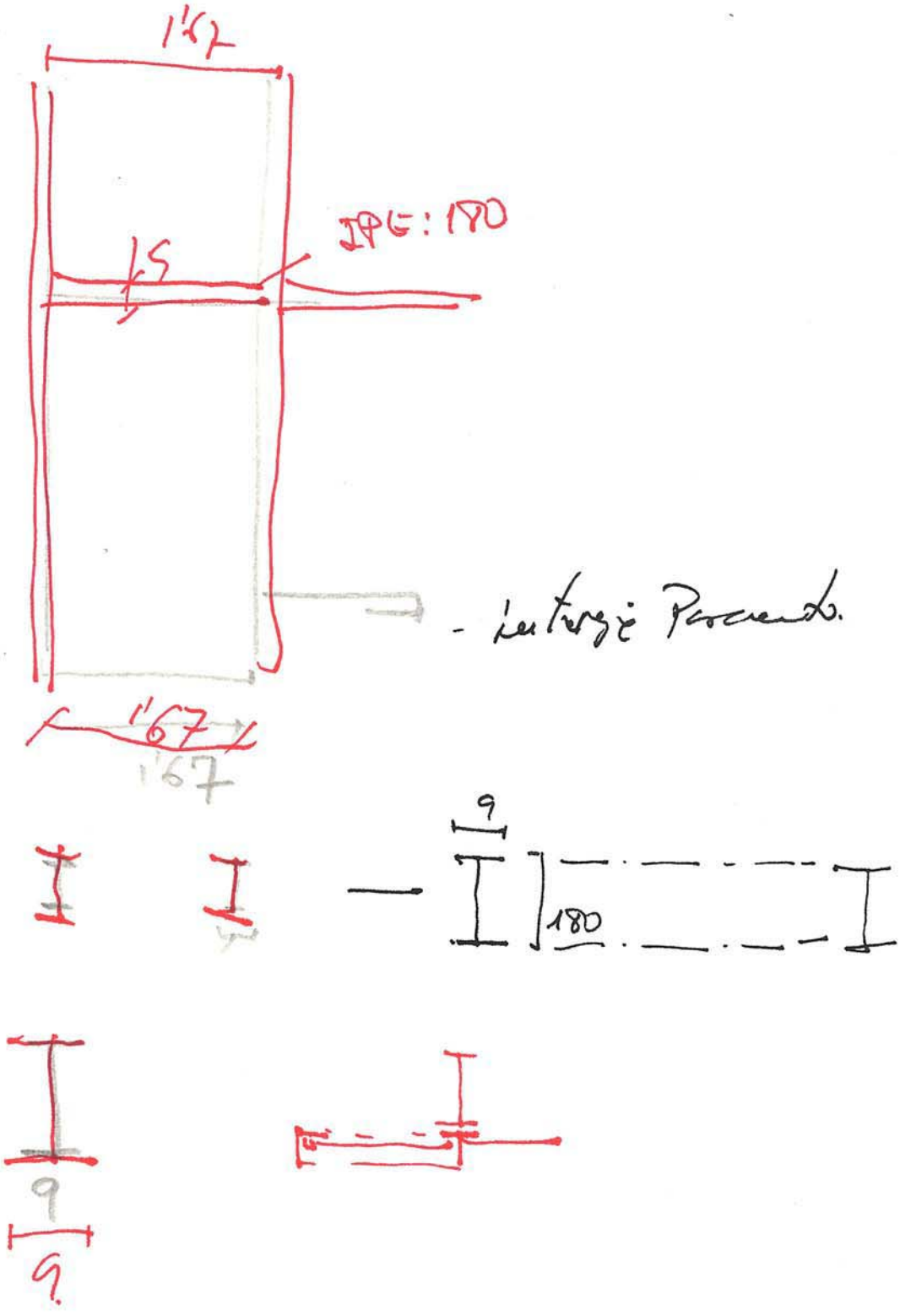

50
50
50

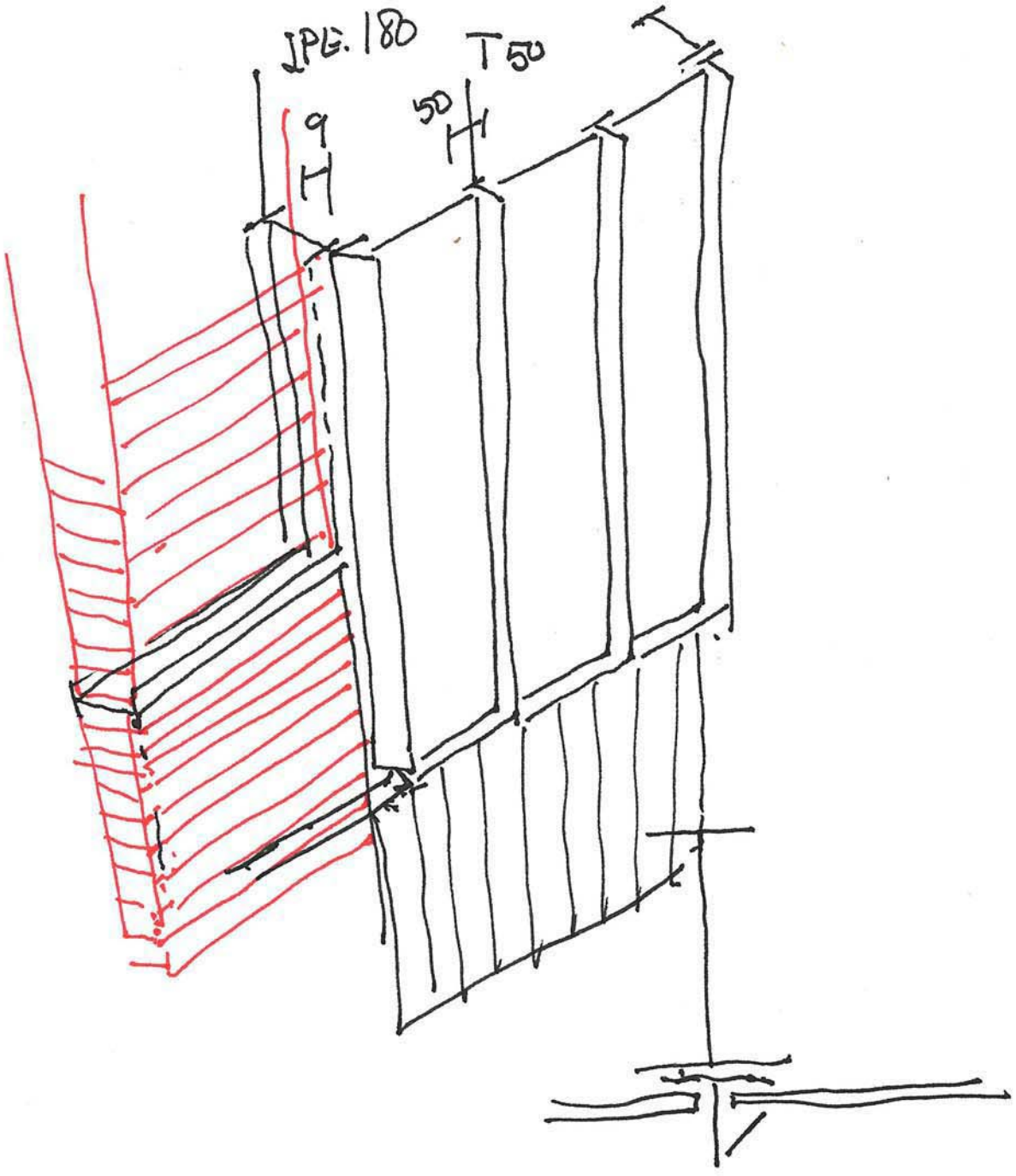


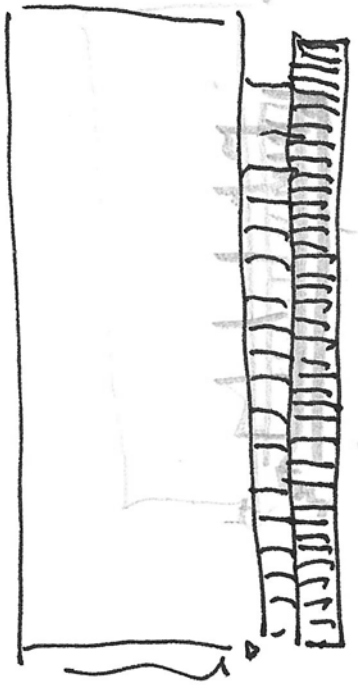

50
50

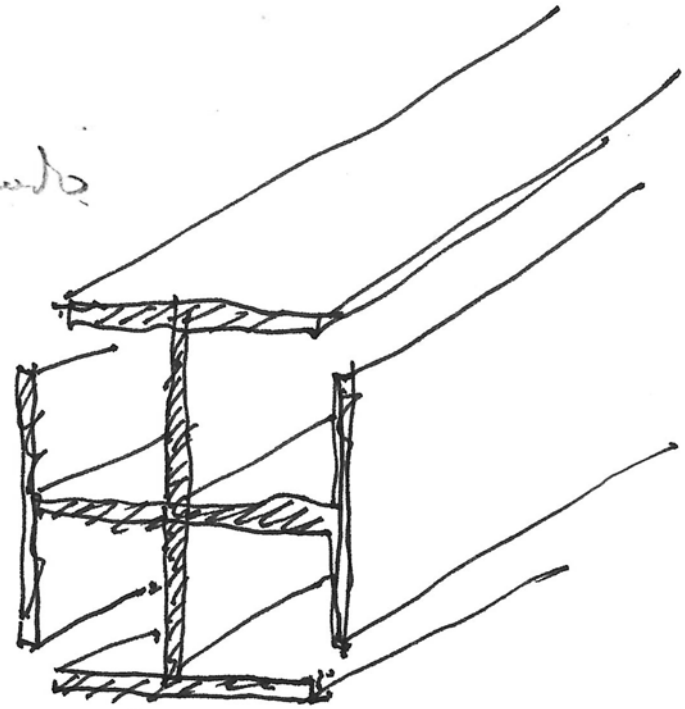

50

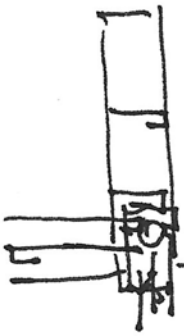


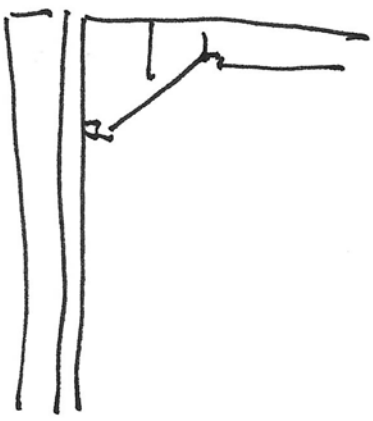

167
IPE: 180
15
- Lunghezza Pacchetto
167
167
9
180
9
9


JPG. 180
T 50
50
9

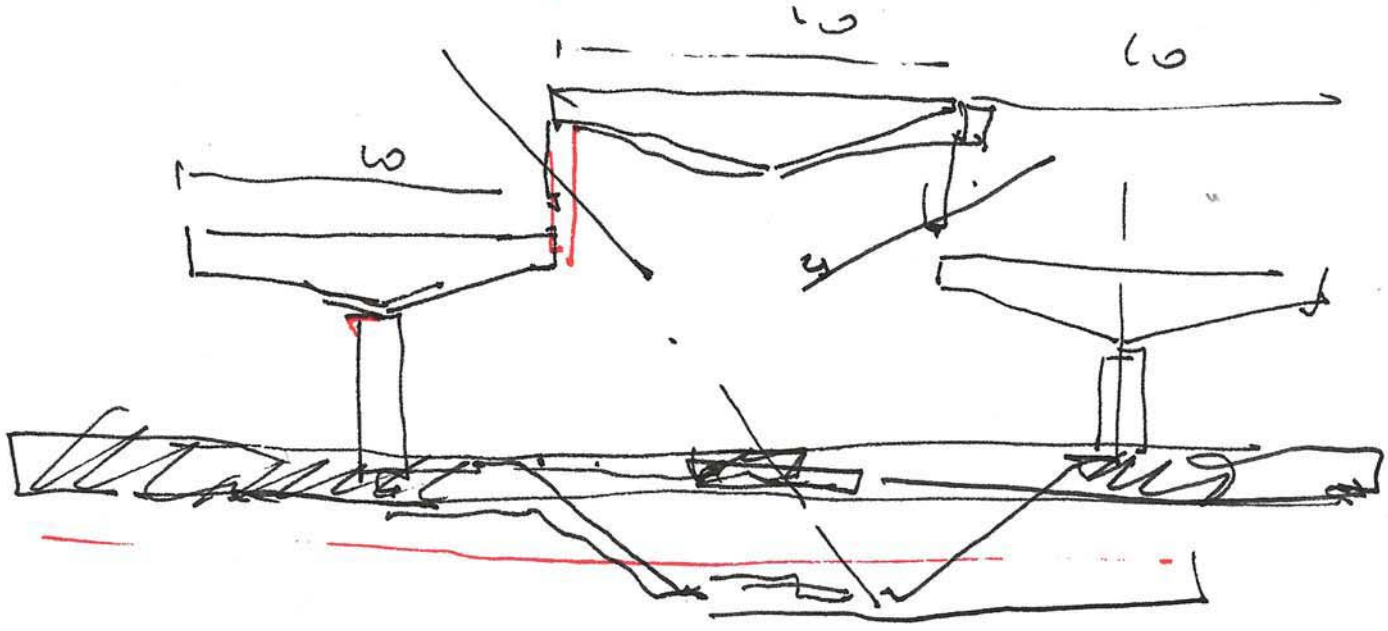


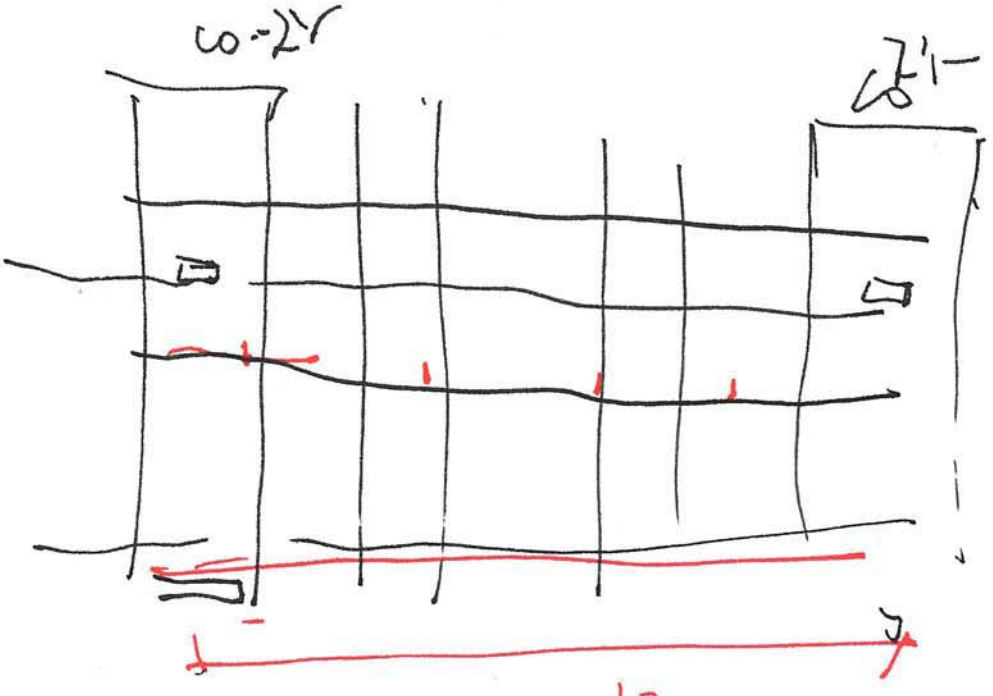


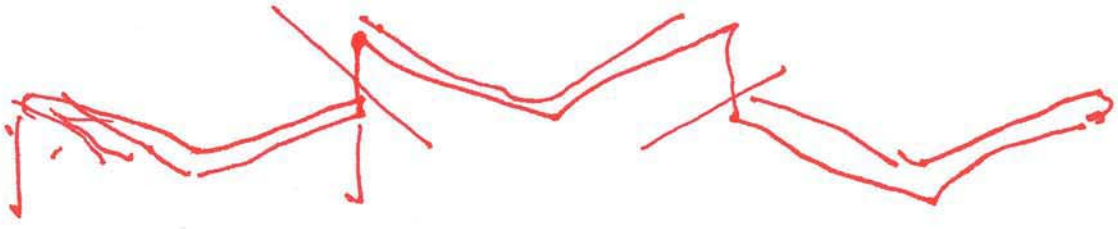


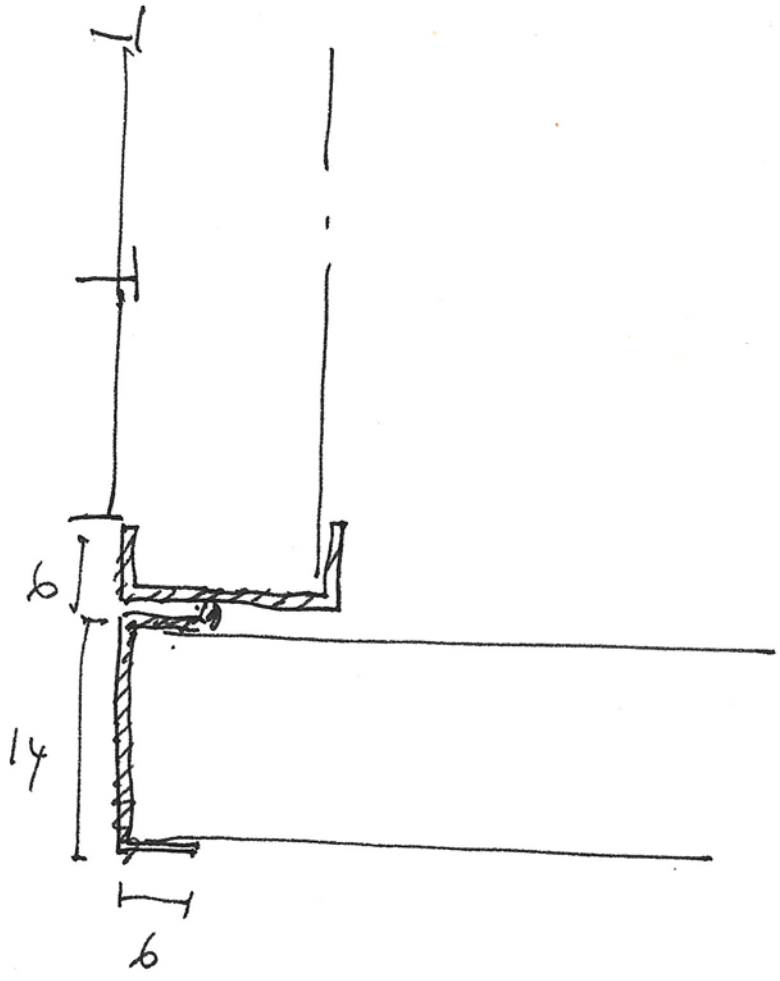


Entwurf: Dachstadion

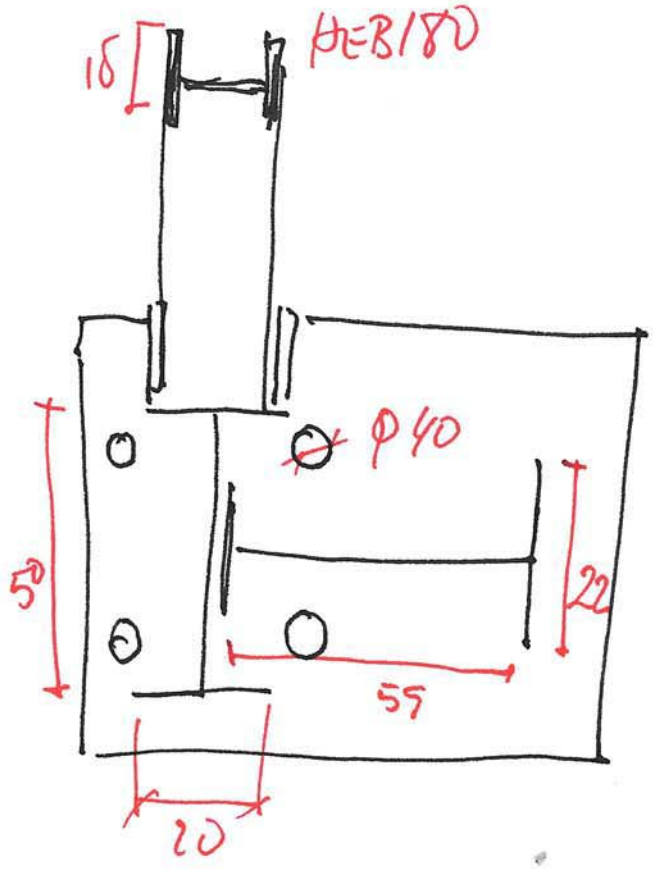


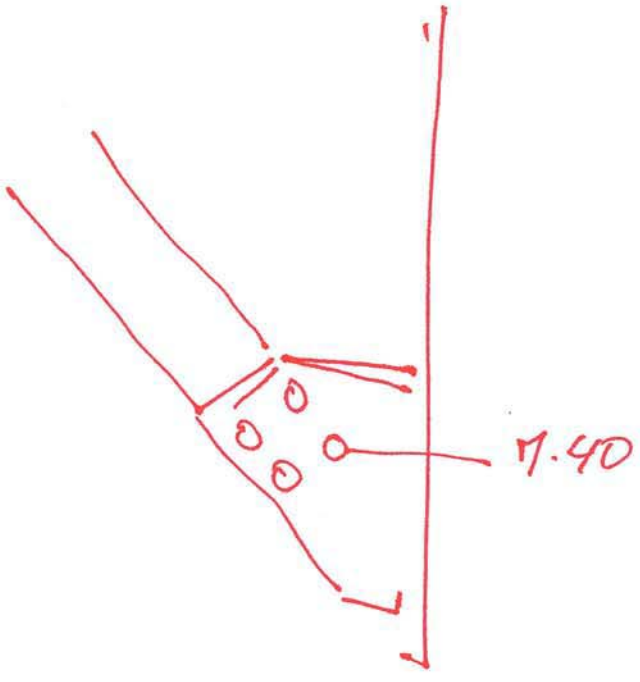


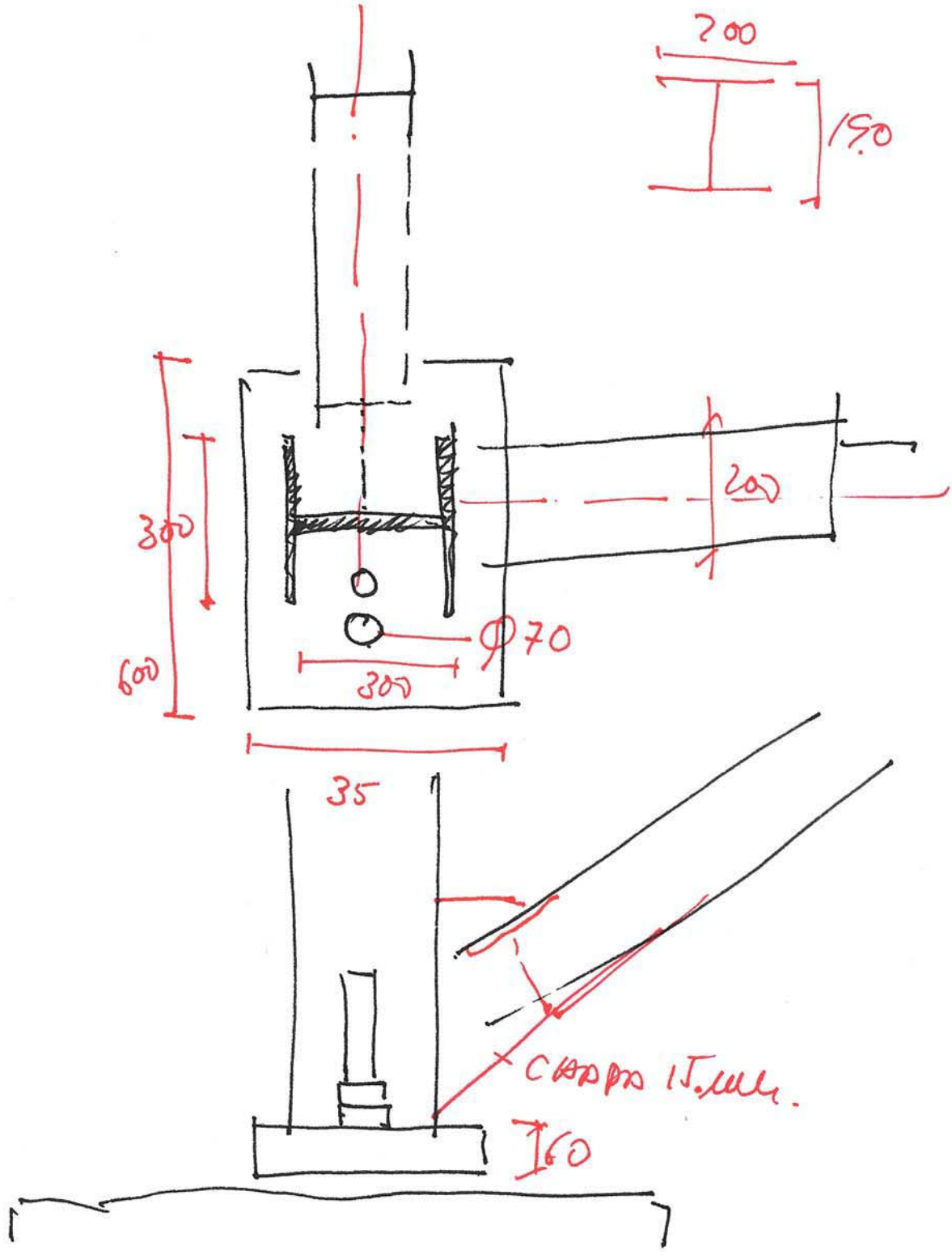


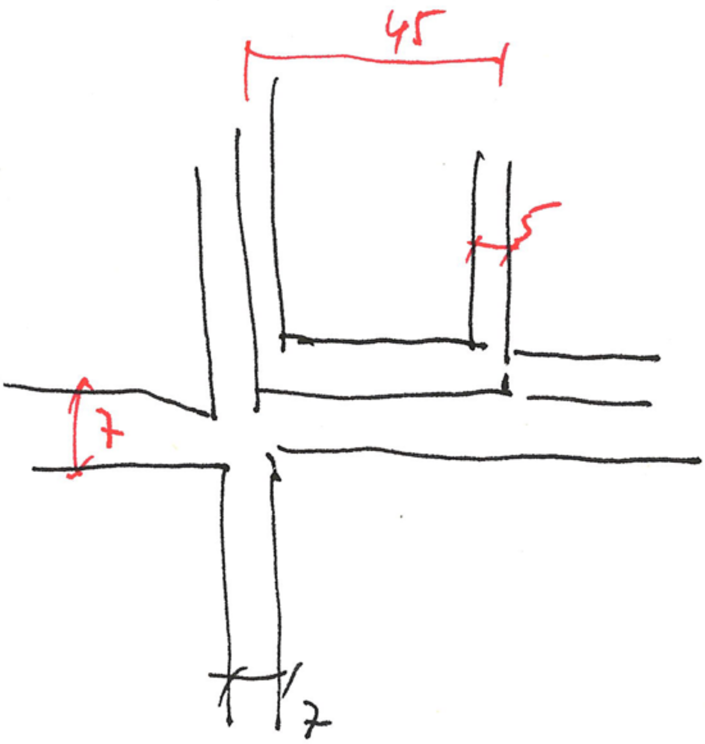


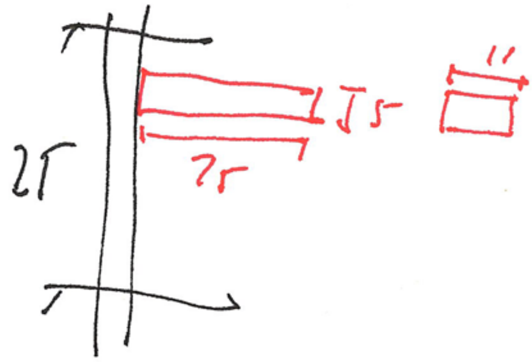
Duisburg


18
HEB180
φ40
50
22
55
20


M.40


200
150
300
600
Ø70
300
35
200
160

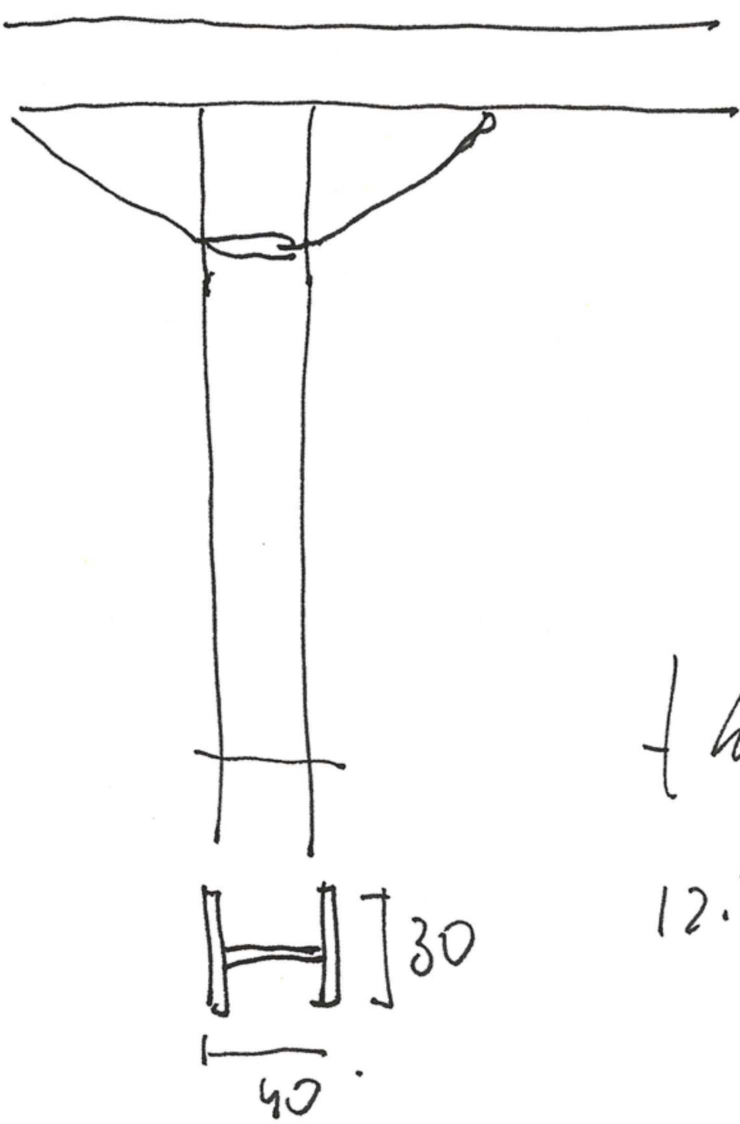




45
45
4'95 +

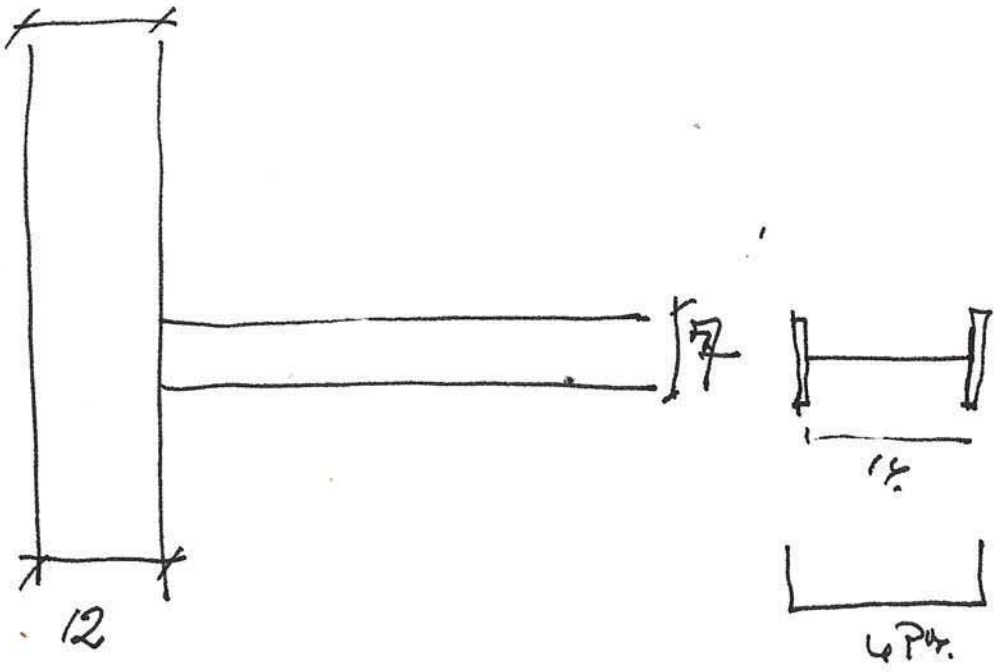
Long. 4'95 —

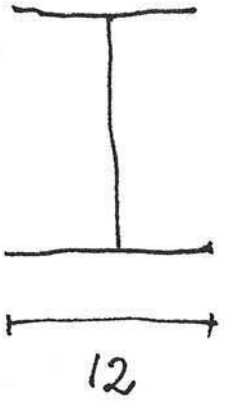
45
12
90
45
5'40



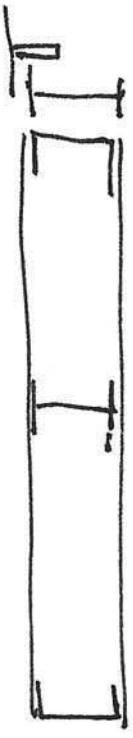
{ Long. entre pilares 5'40 }

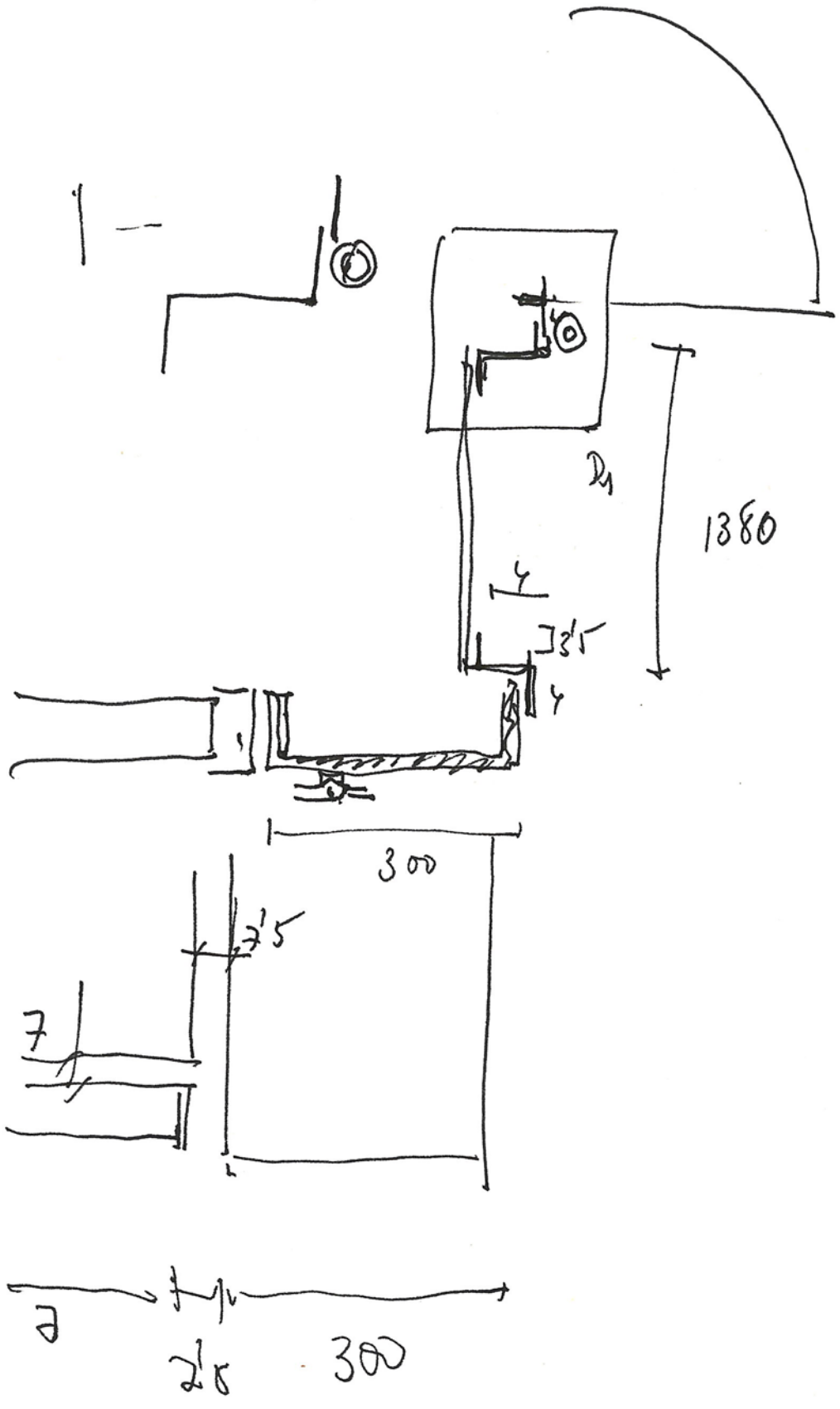
12. Modulos de 45.

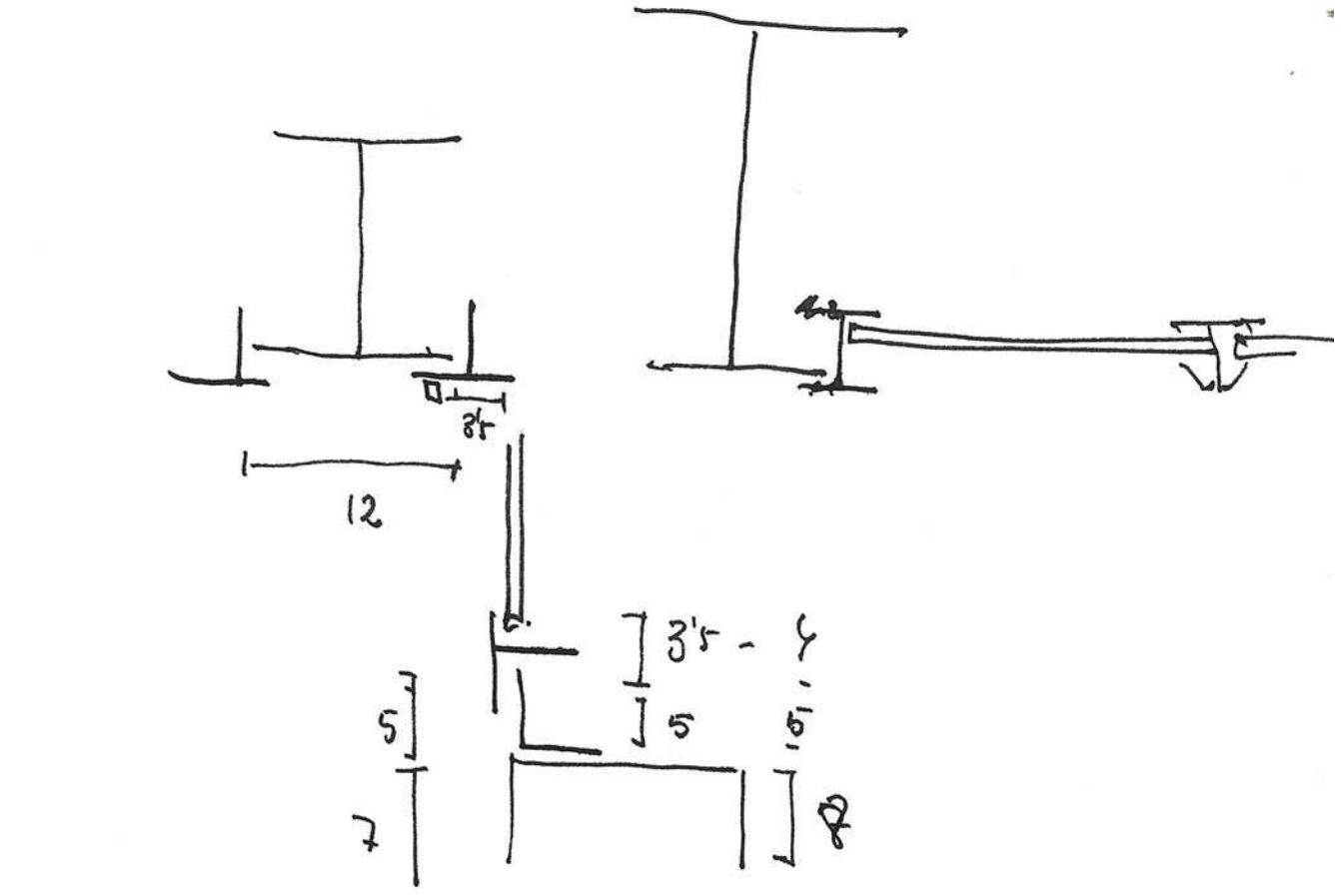


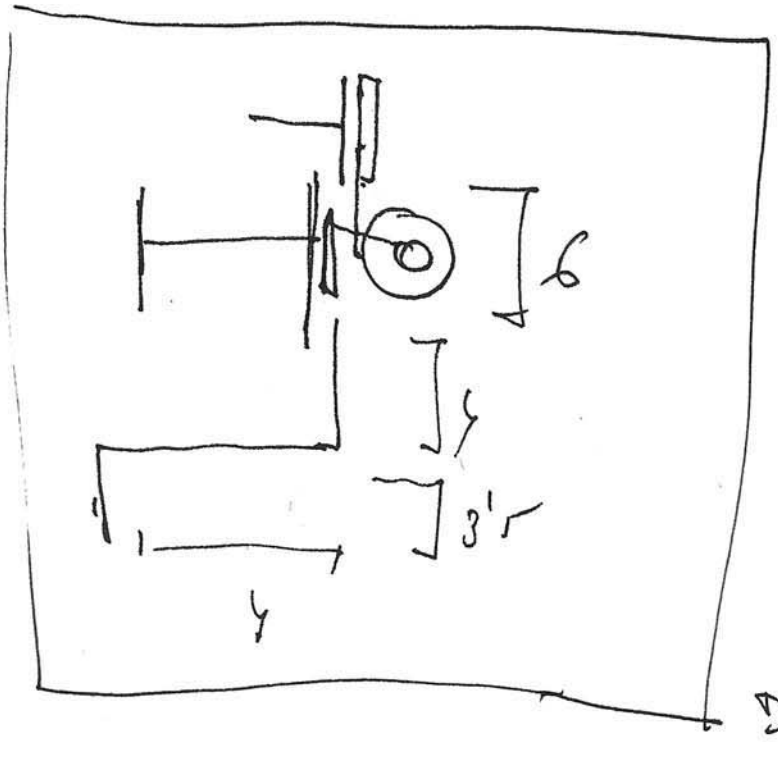


- Ablg. HEB. 120.

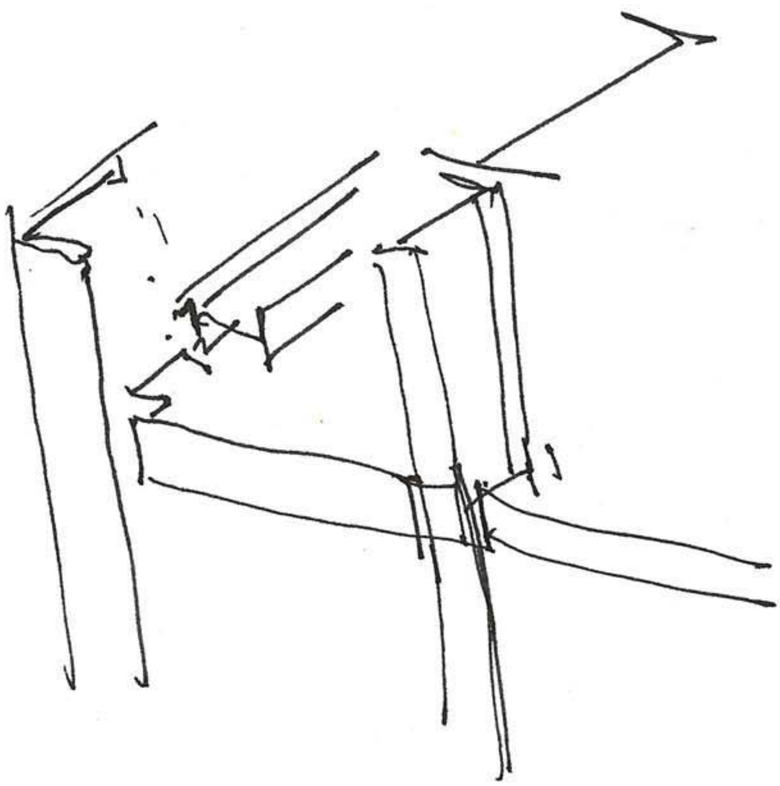



1380
300
7
300



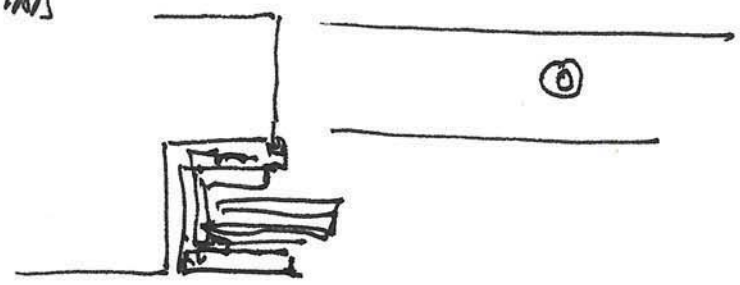


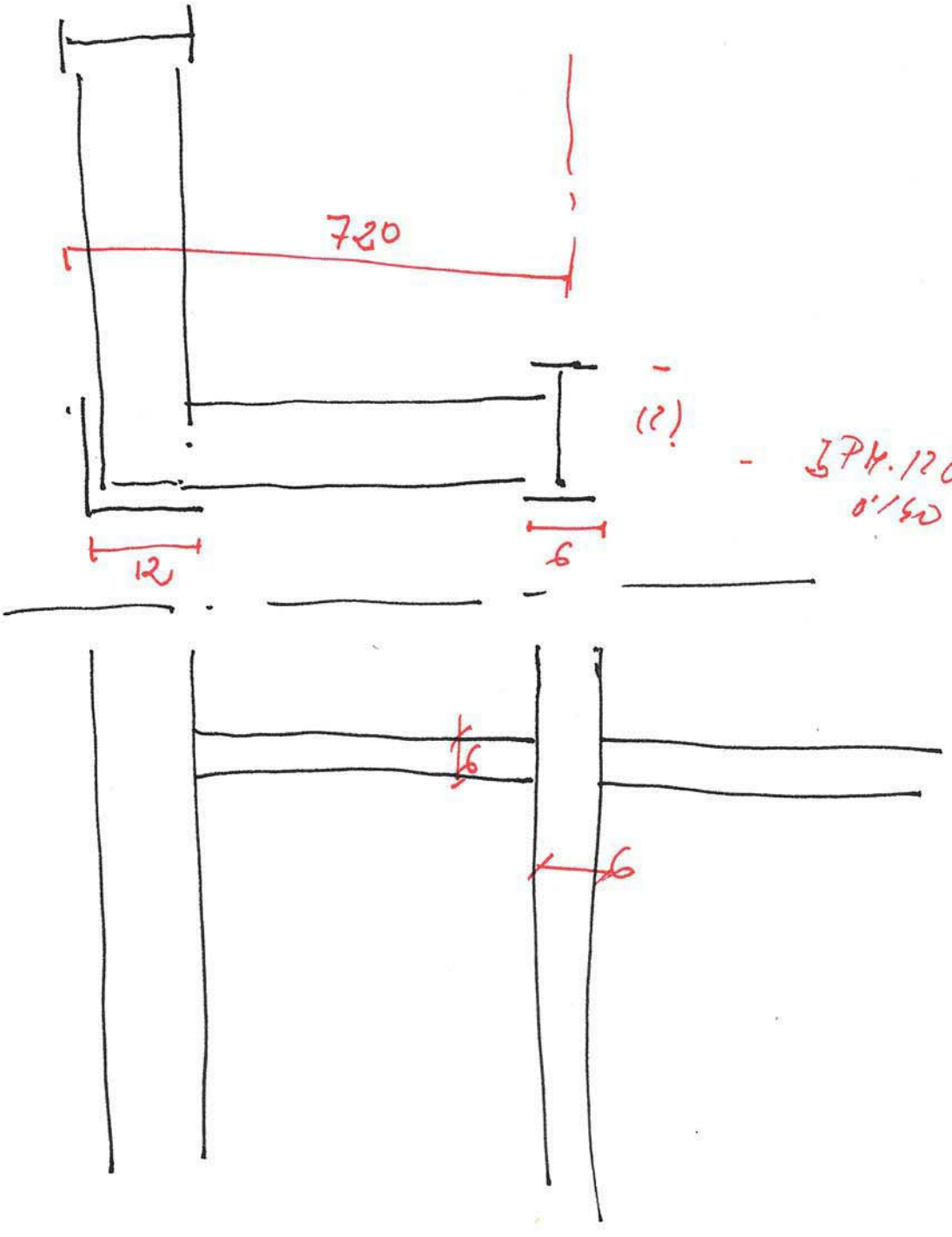
D.1

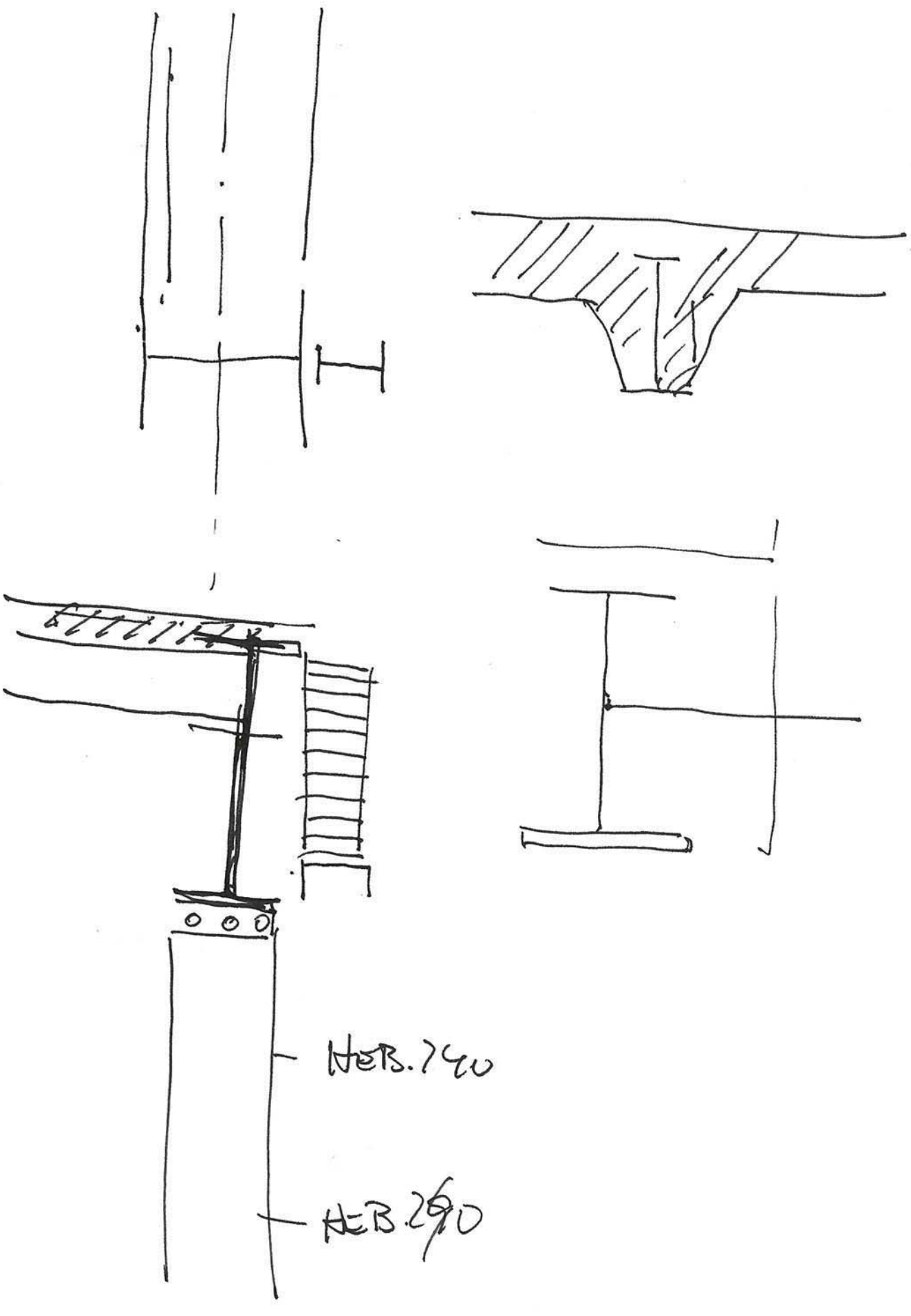


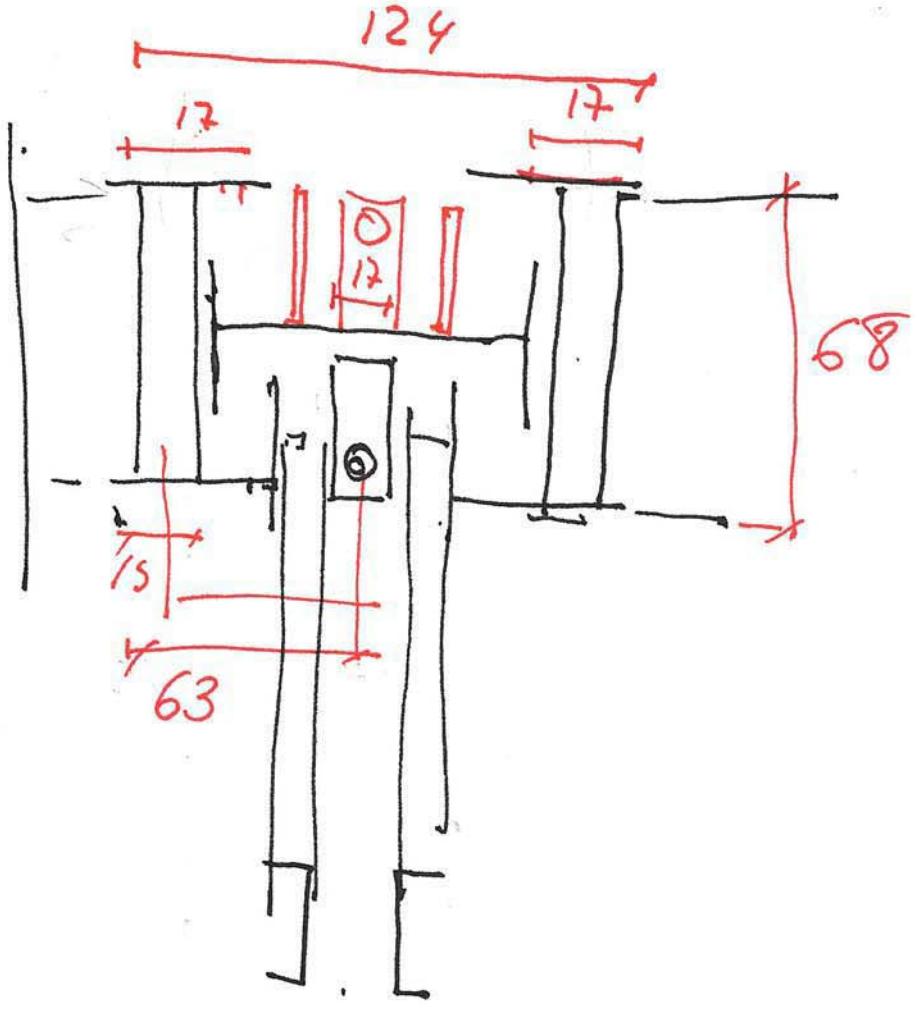
- Travões horizontais c/ vão soldados

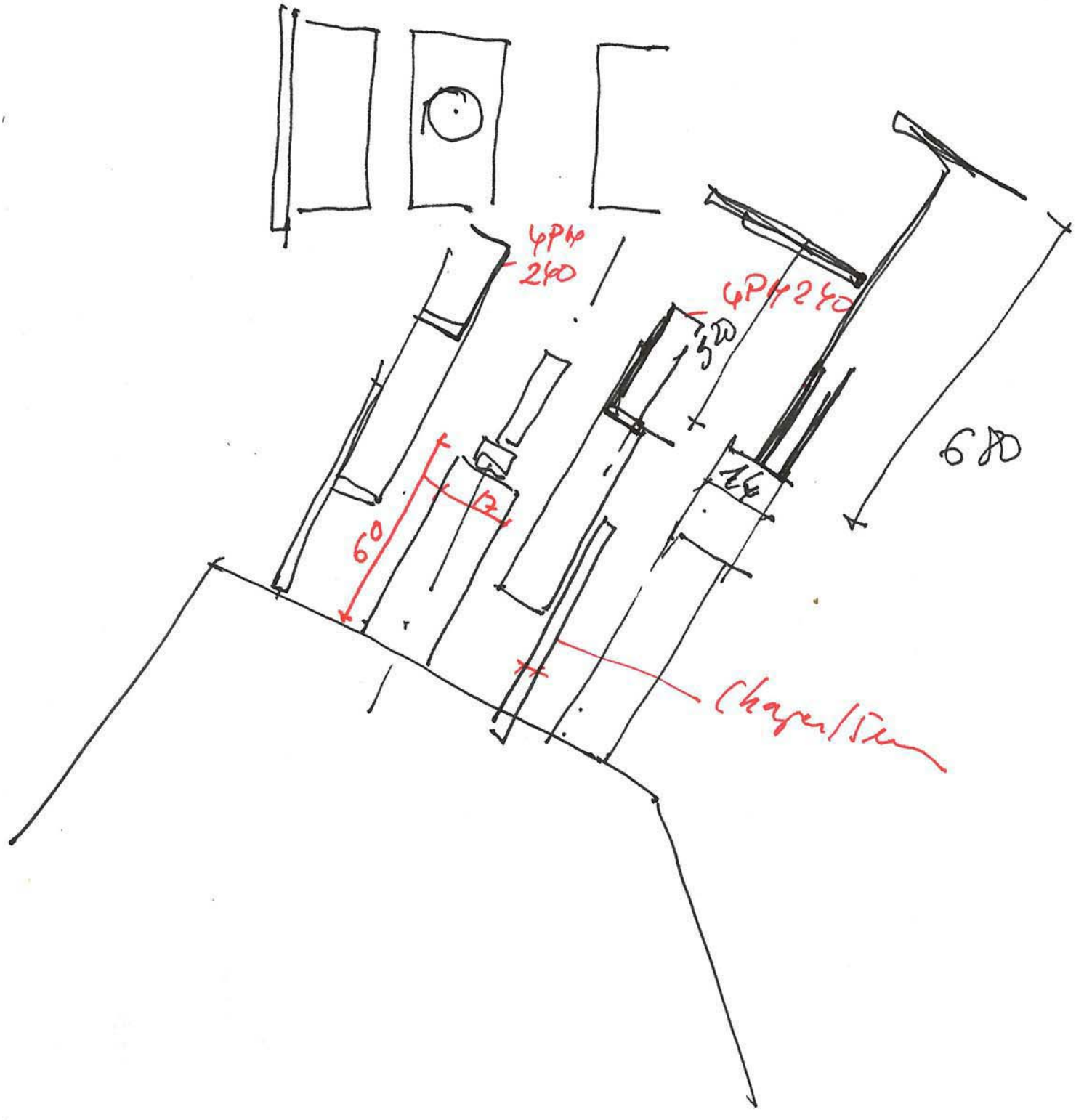
cada 1'40 - ó cada 2'80. Varão vertical

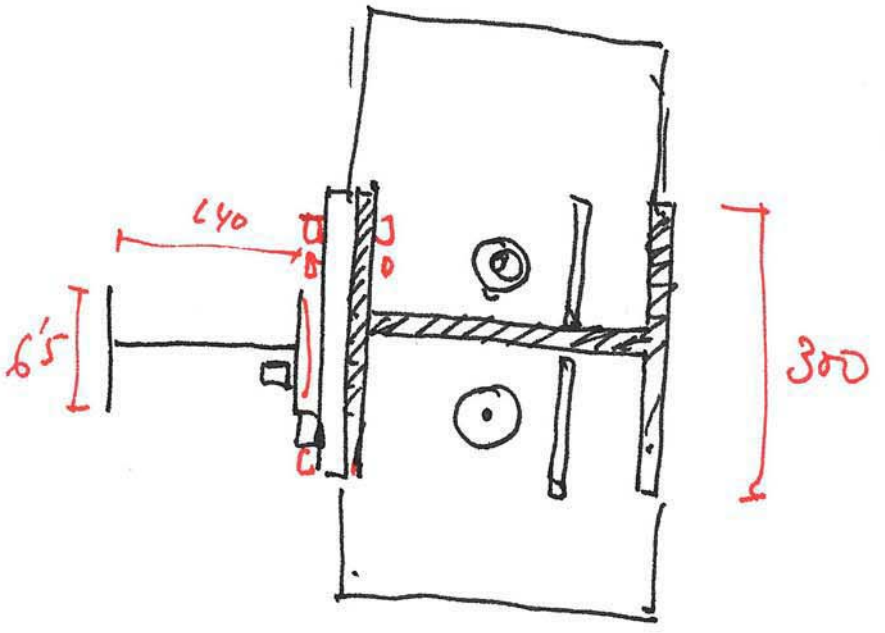


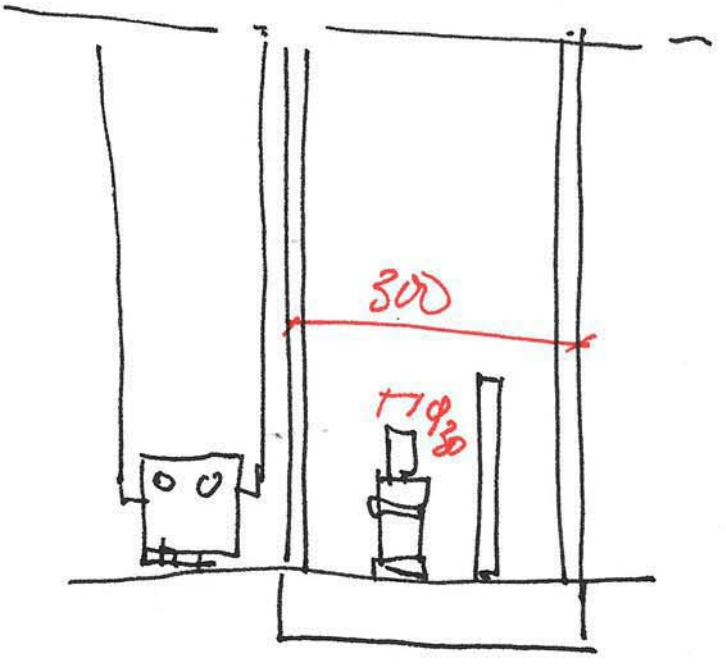

720
12
6
6
6

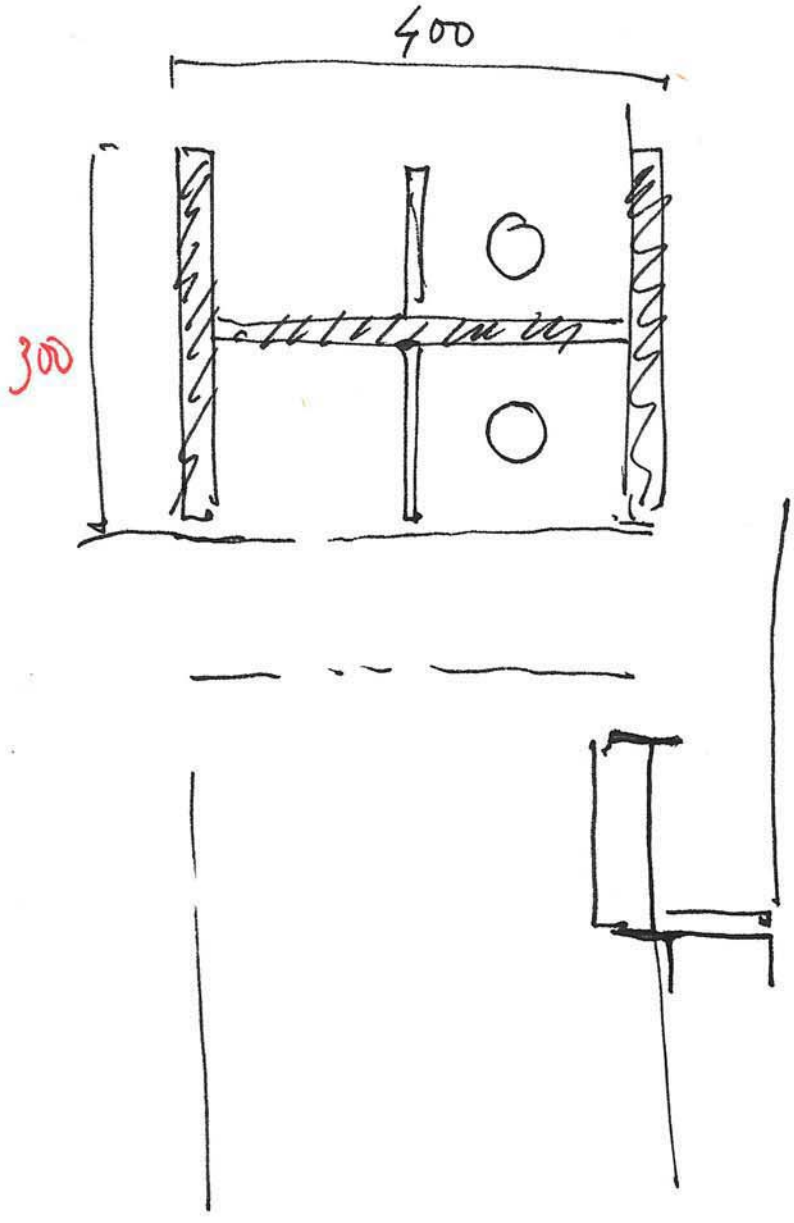

HEB. 240
HEB. 260

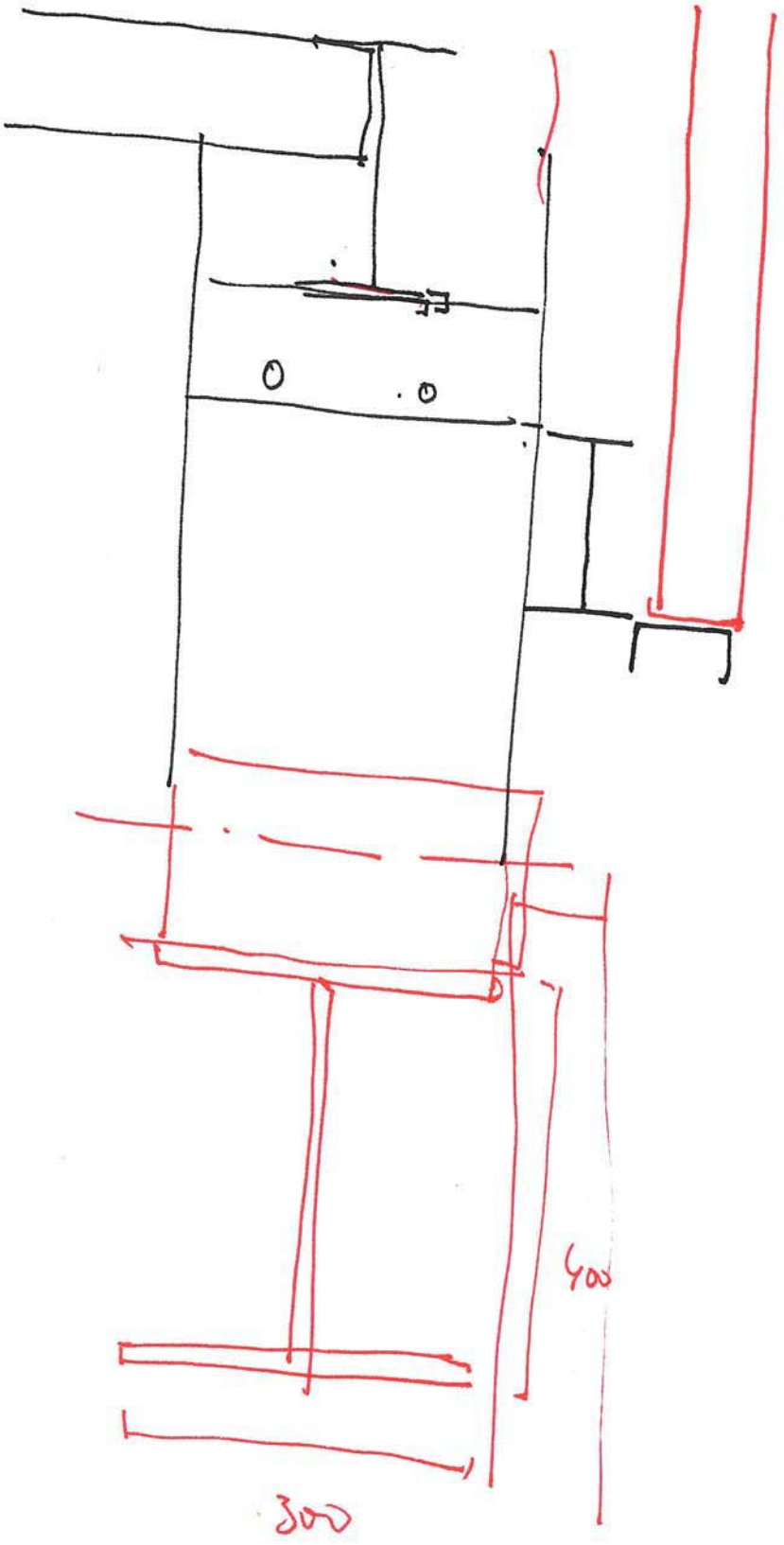

124
17
17
12
68
15
63

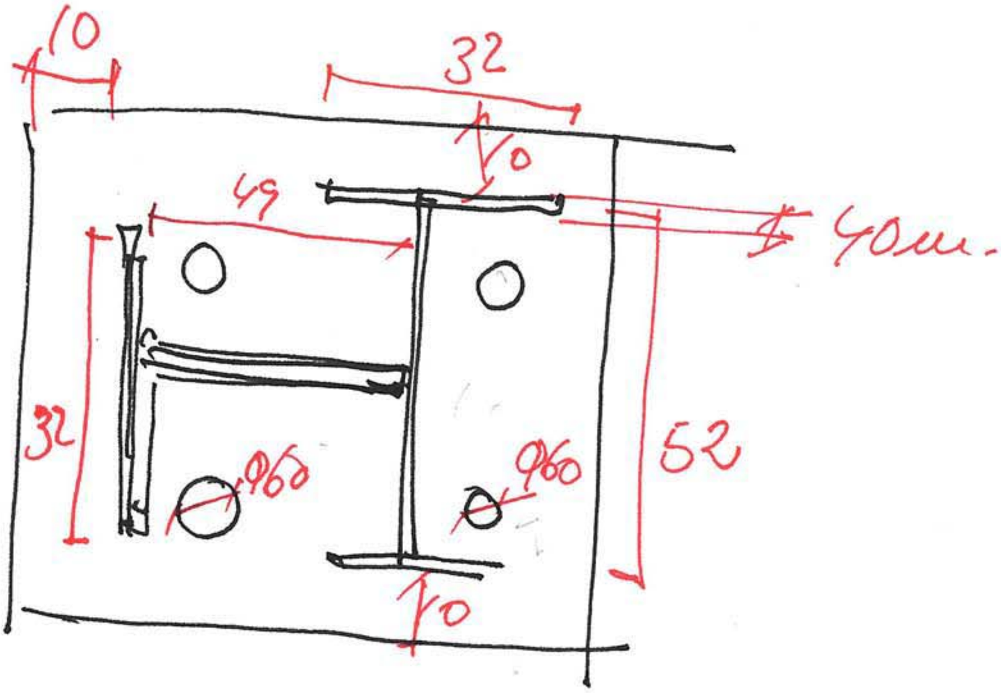

4PH
240
4PH 240
320
680
60
12
14
Chaperon


140
65
300

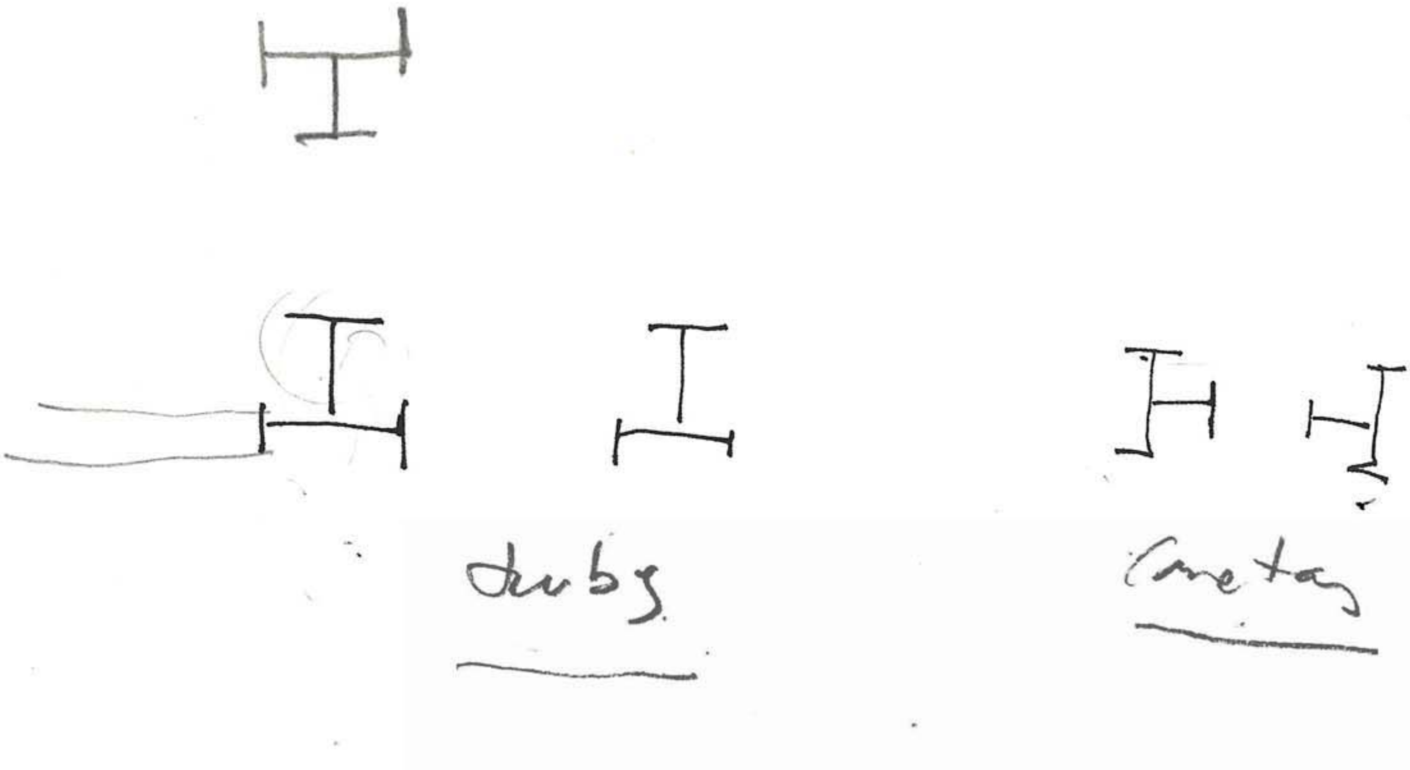

300
17φ30

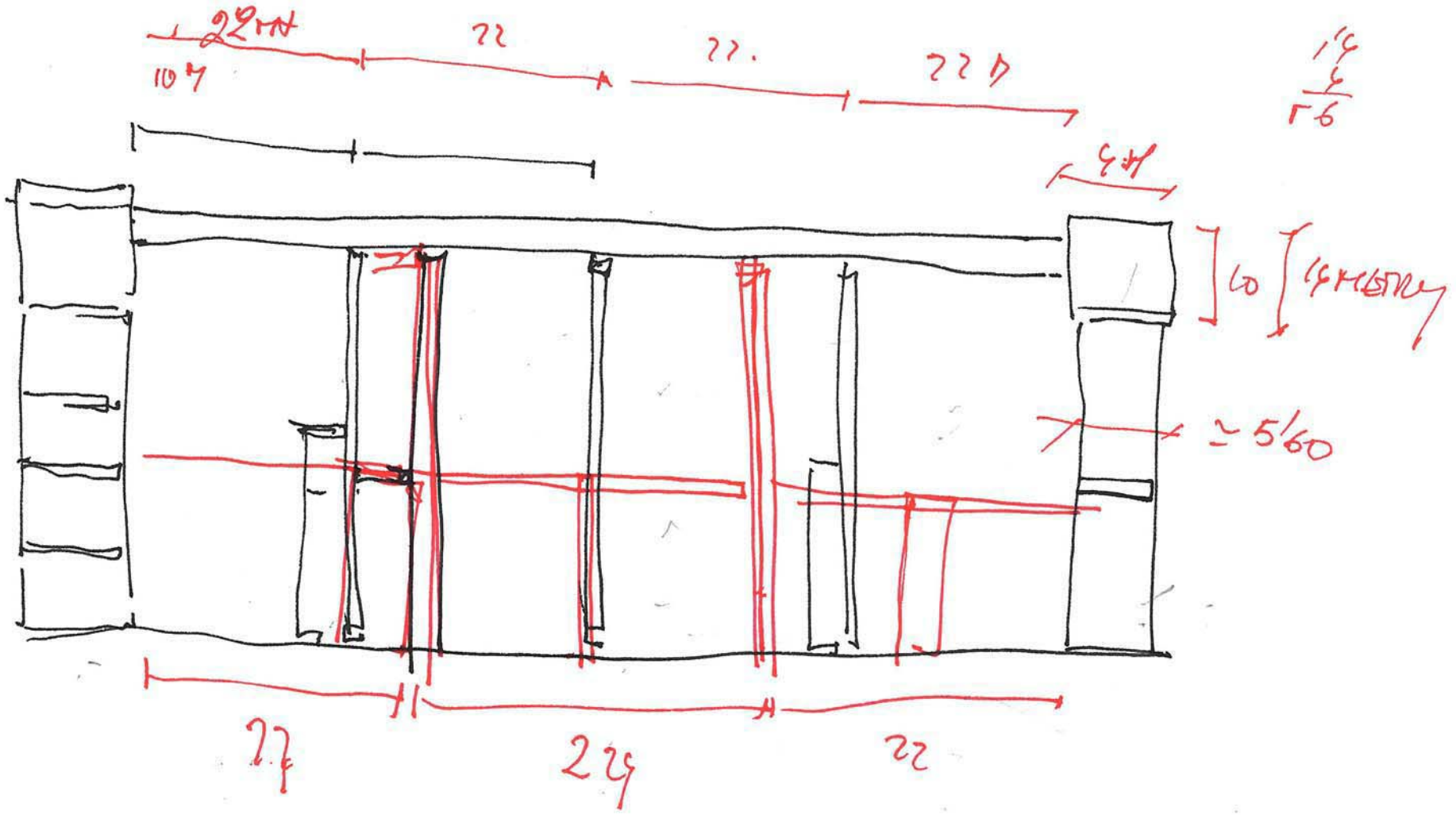

400
300

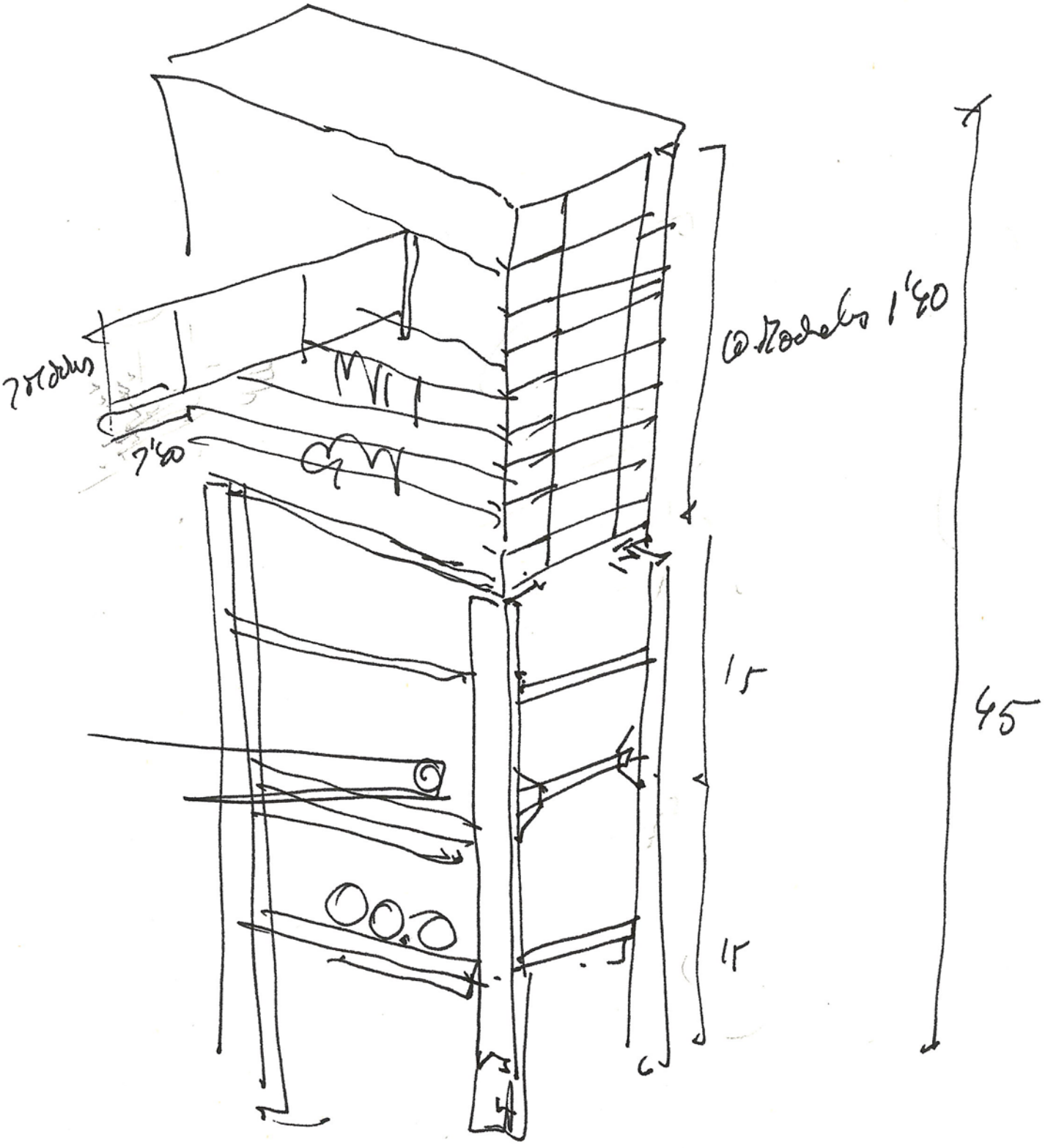

400
300



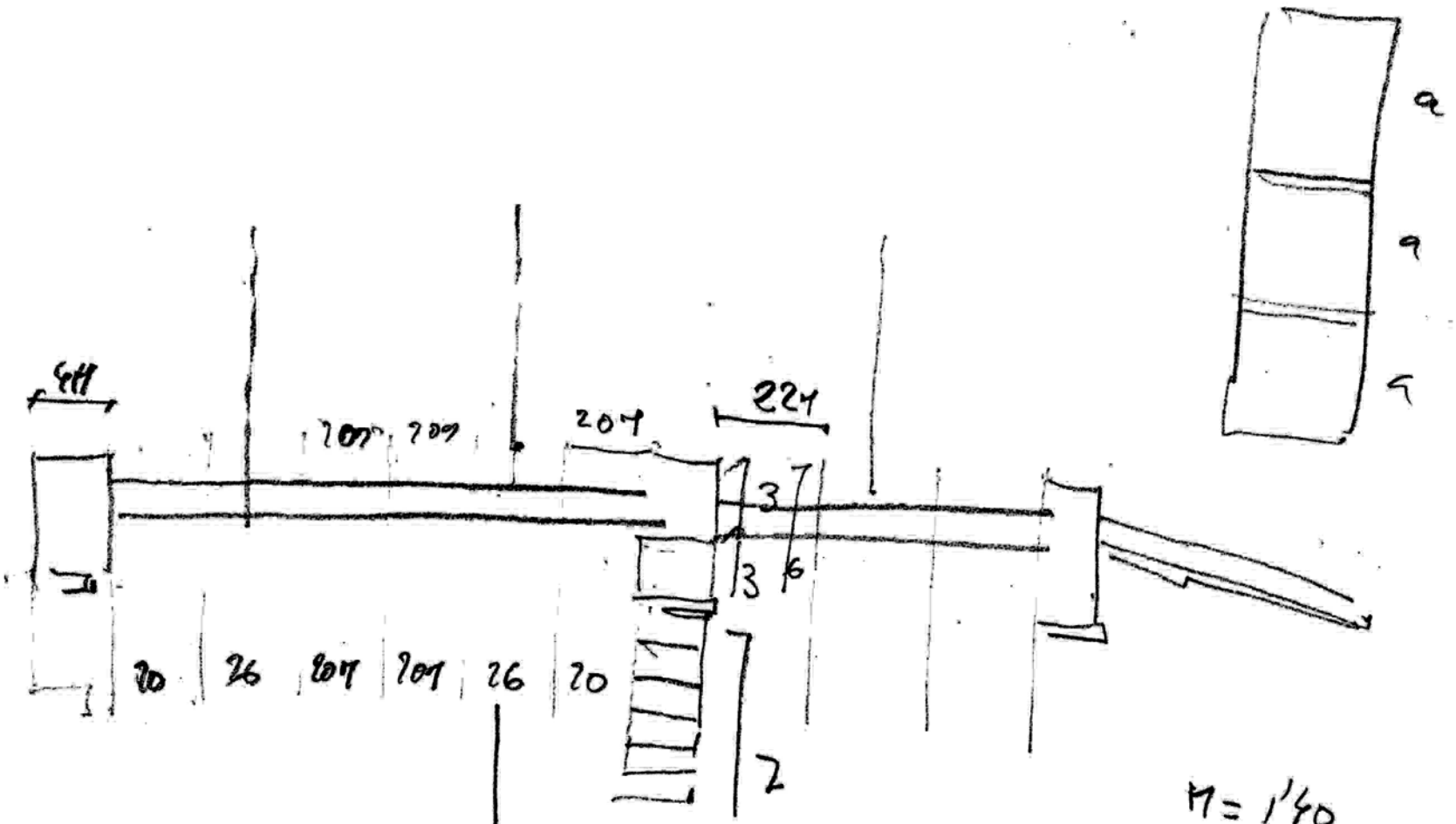
10
32
10
49
40m.
32
Ø60
Ø60
52
10






7'60
@ Modelo 1'60
15
45
15

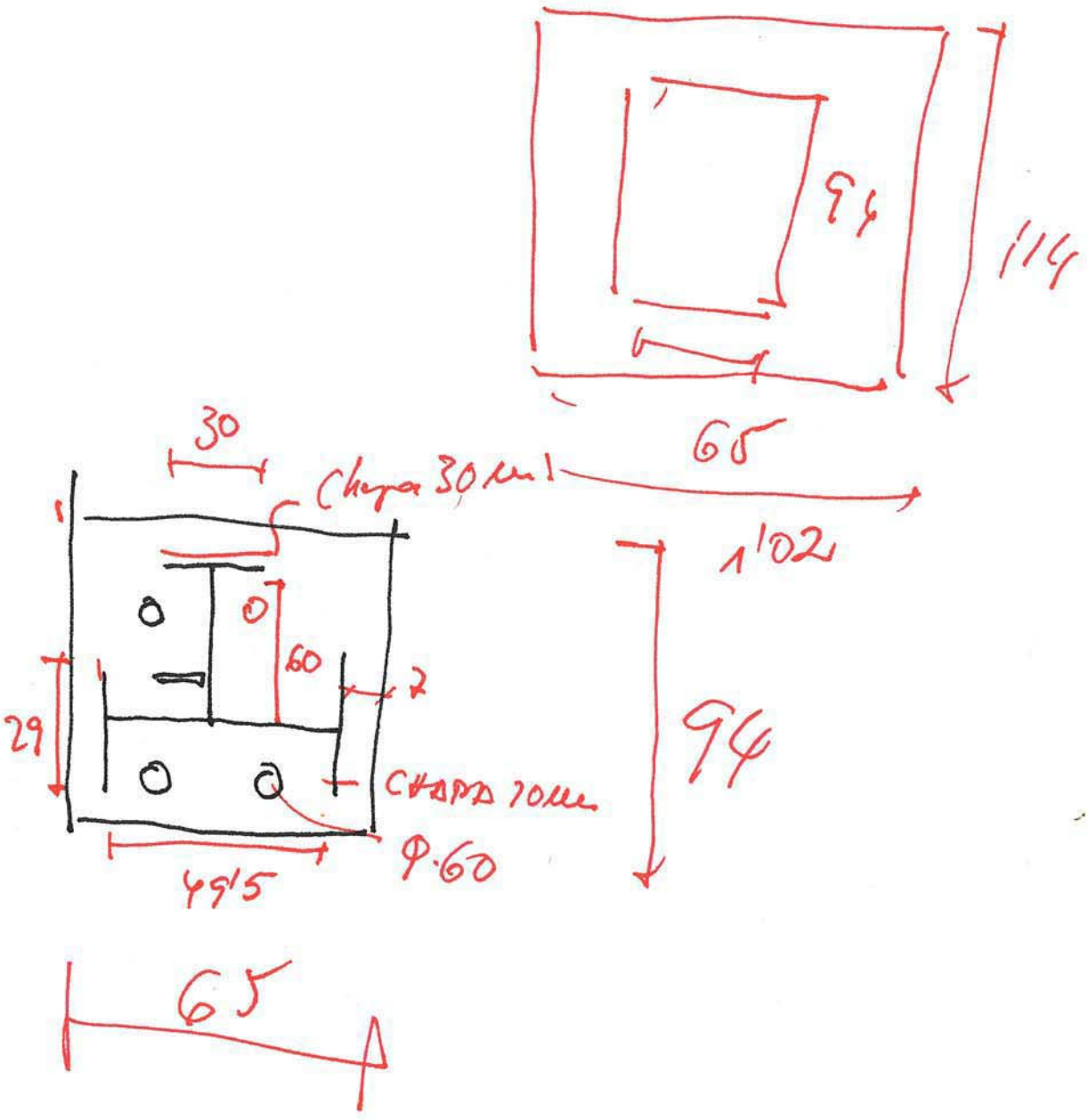
Em. 1'4



M = 1'40

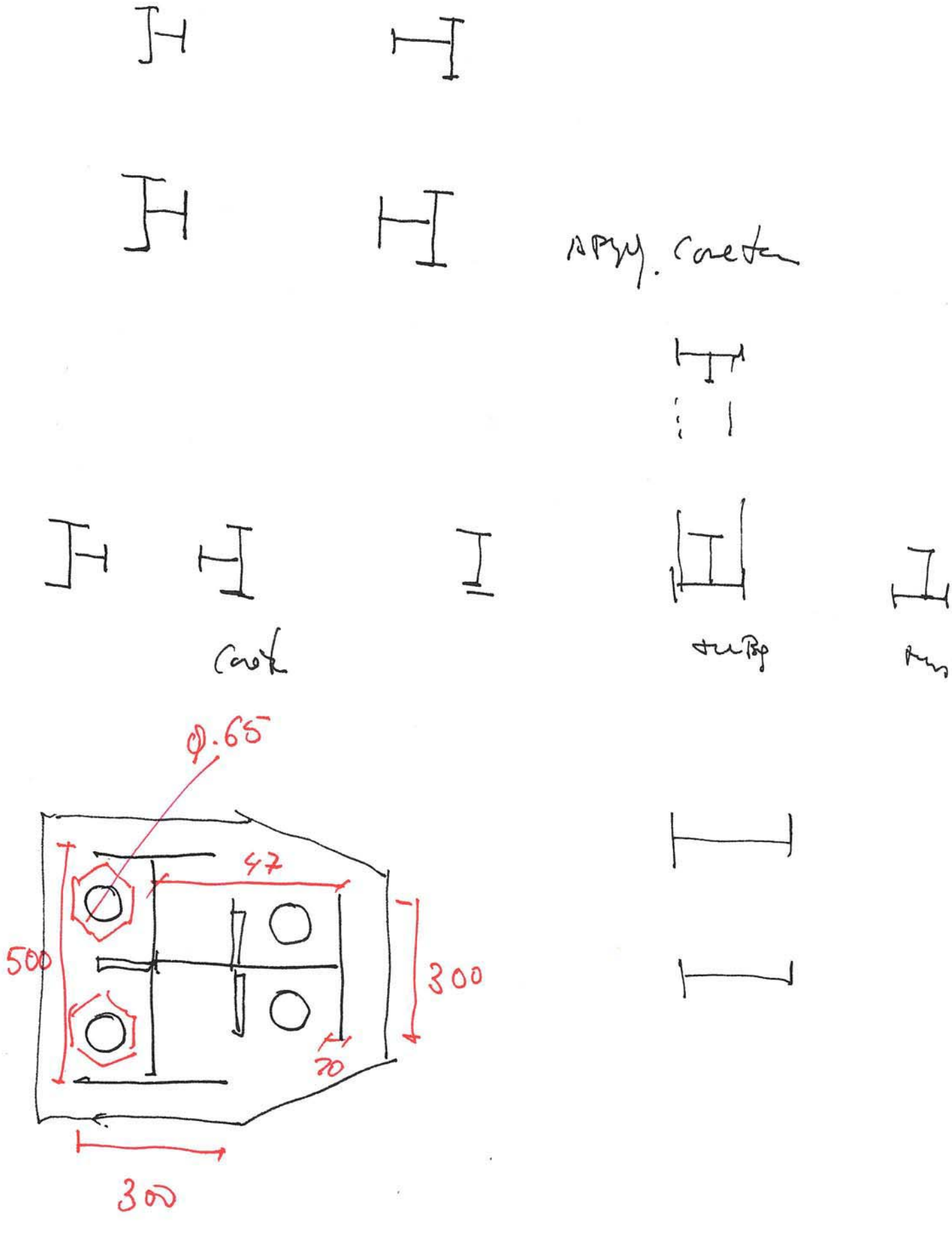
124 +

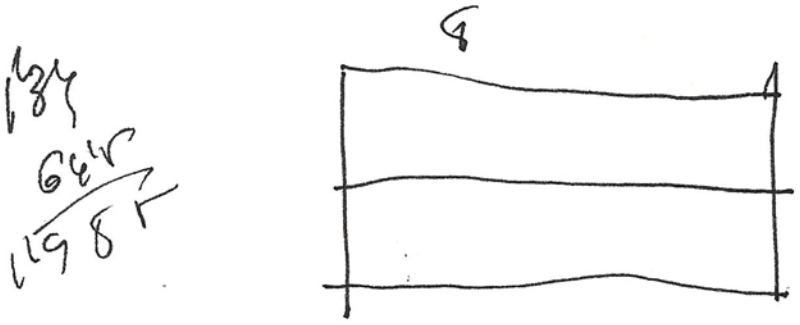
244 + 2 - 140 - 6 Cabrens

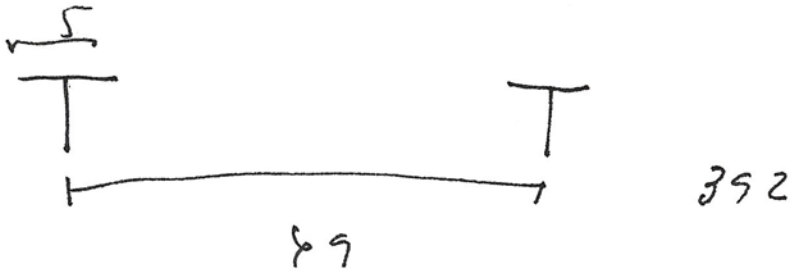


11'2 to = 44.80

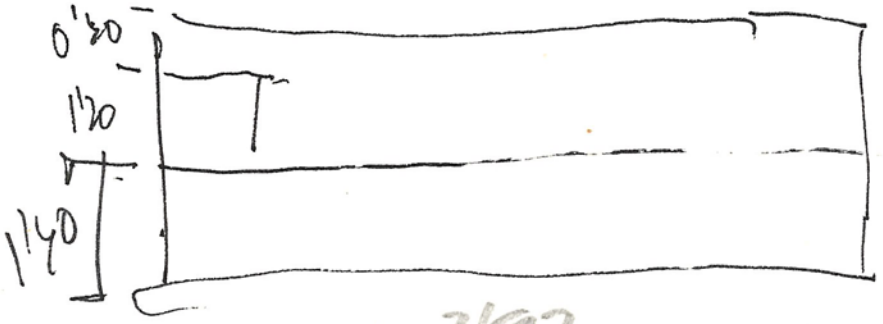
11.42 . 436 - 8'3 t → 32.to

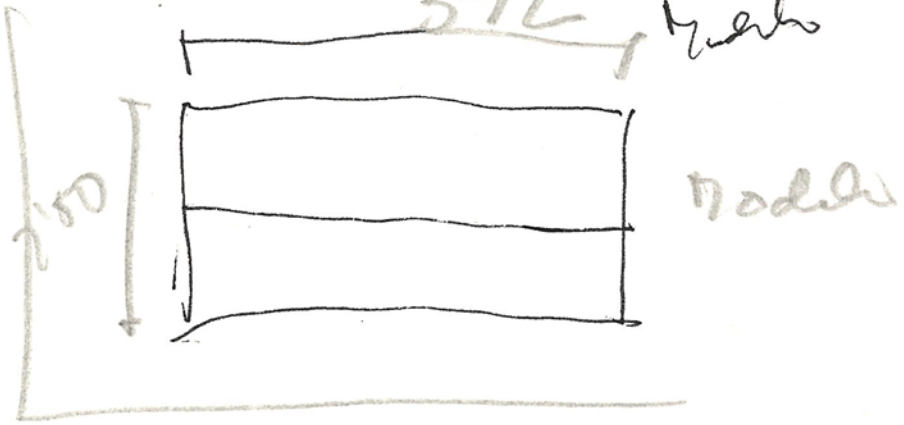

Ø.65"
47
500
300
70
300

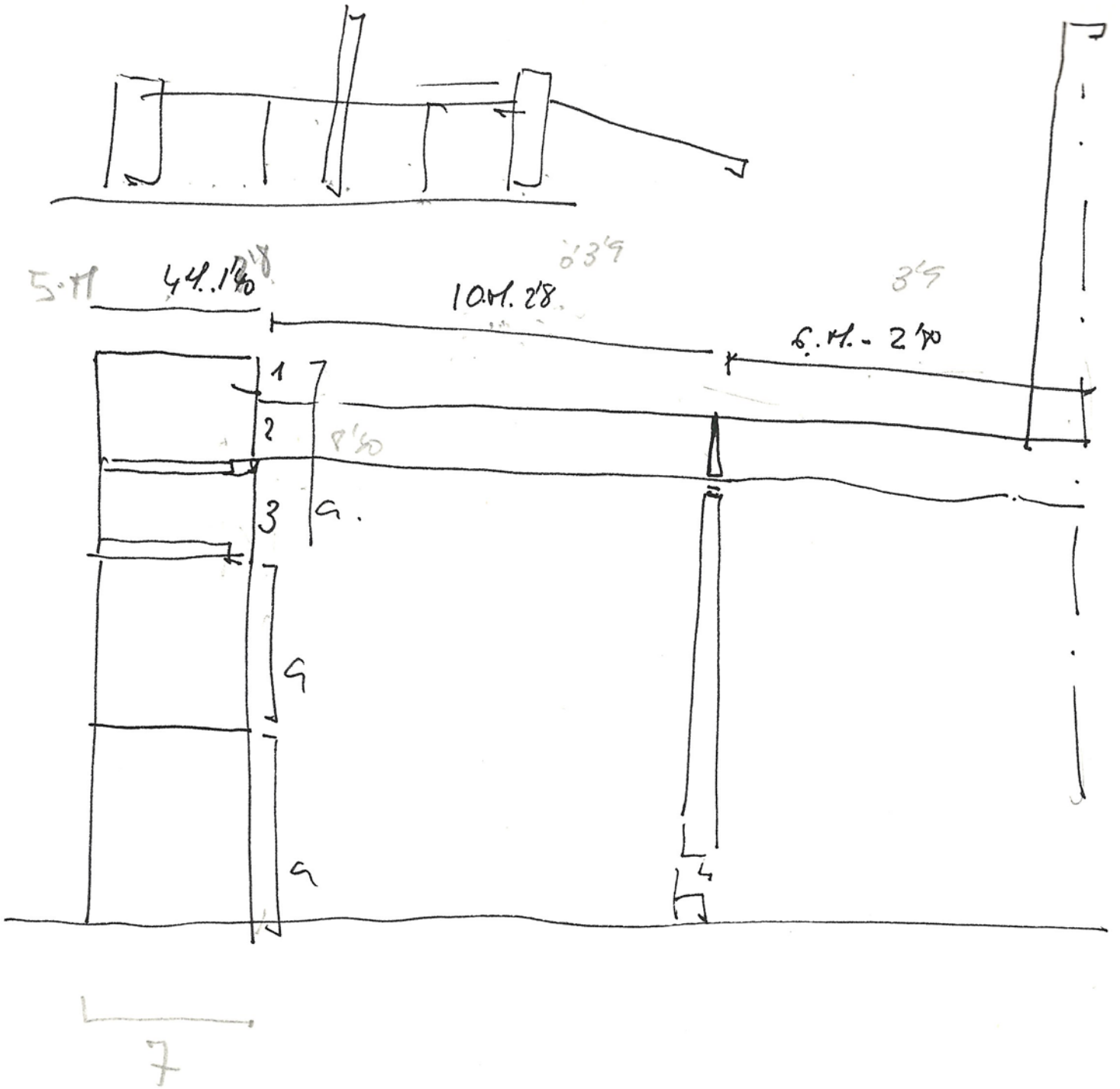


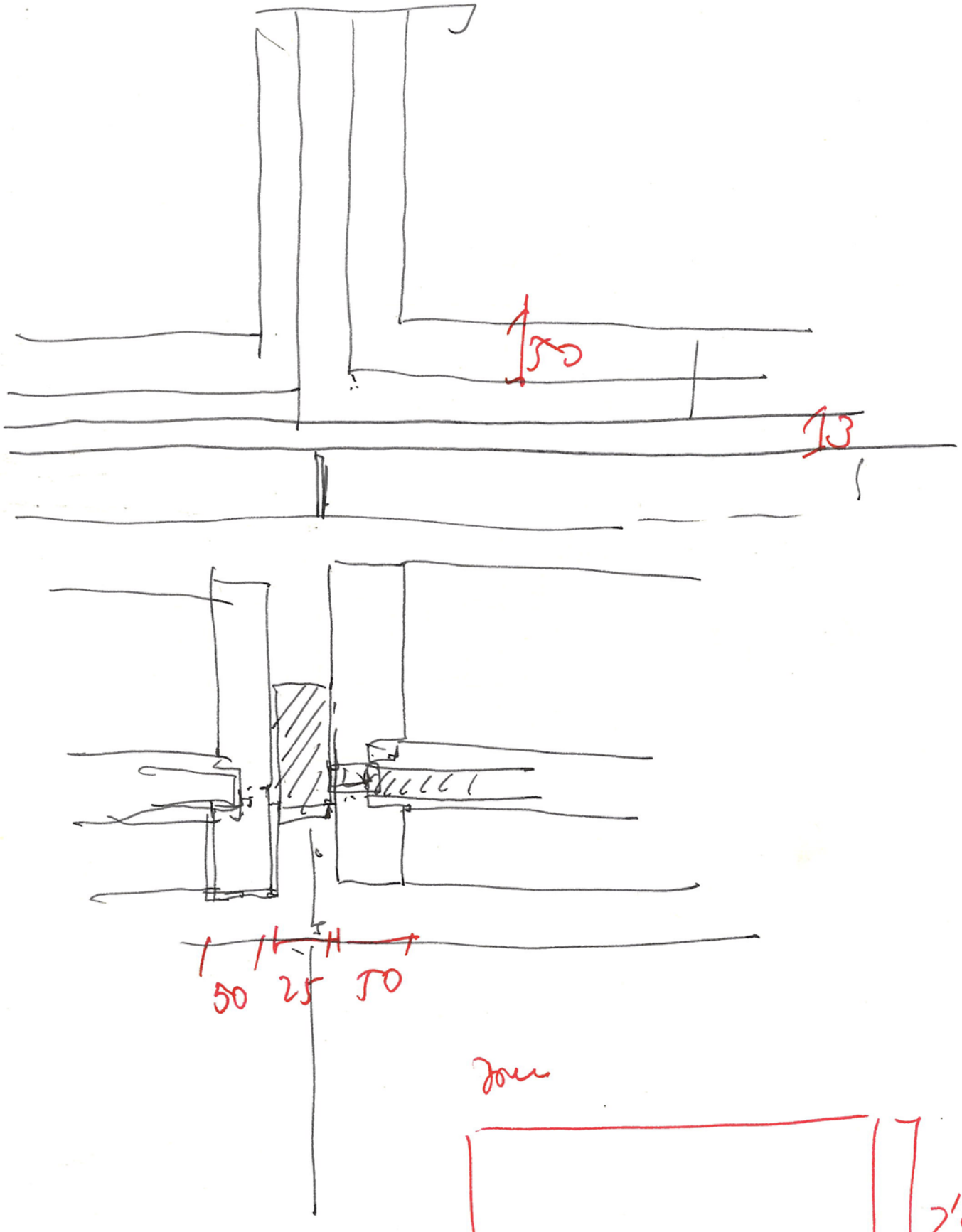


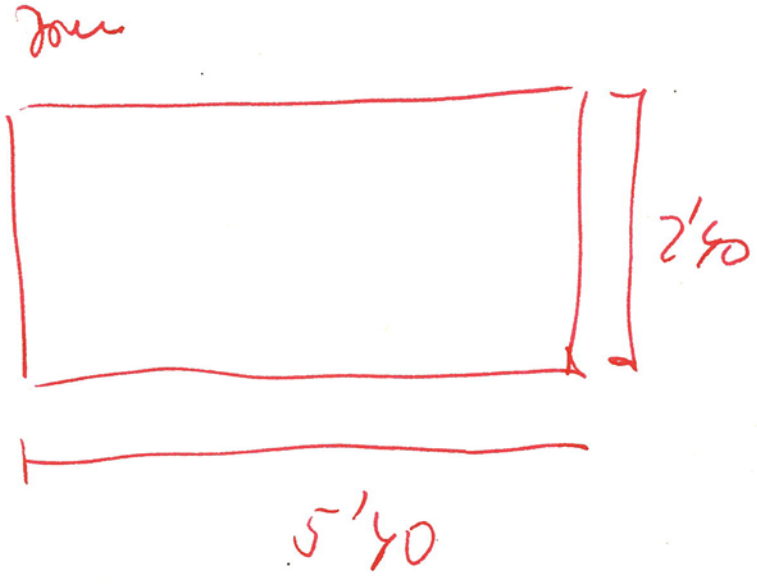
Modulo 8-49 → 3'92 Mod.





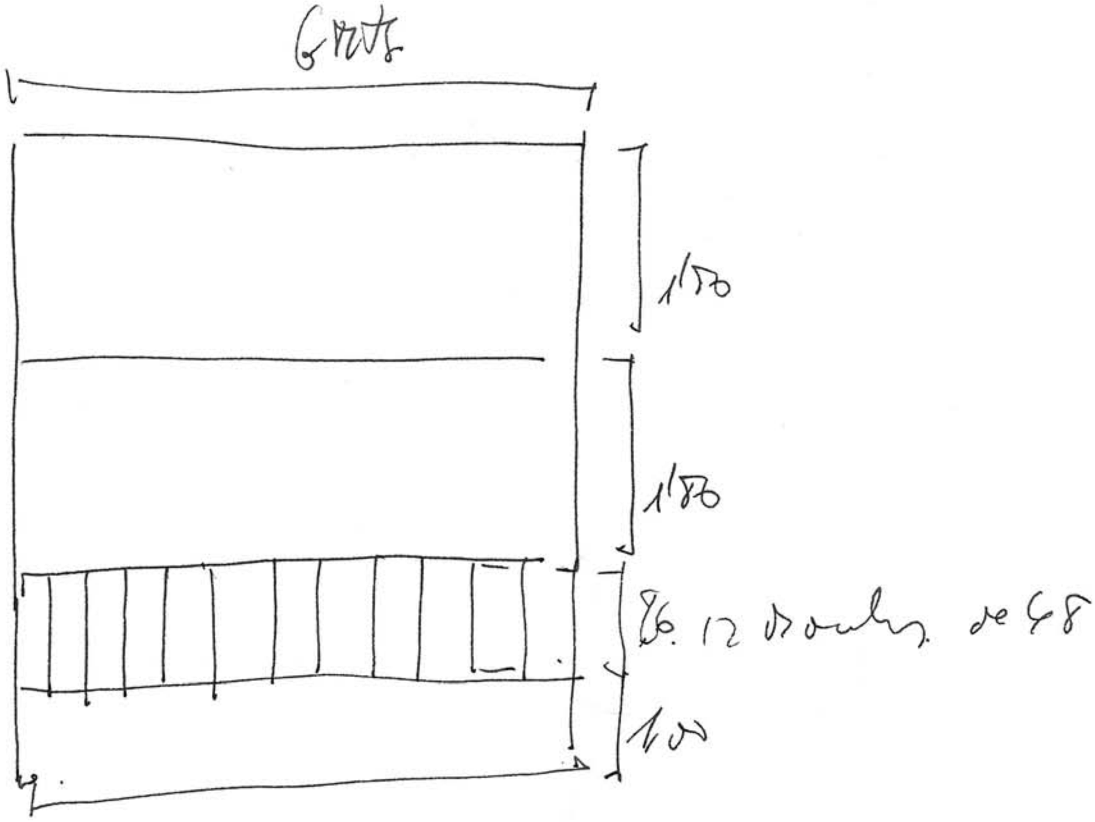

5.M
44.1
10.M. 28
6.M. - 2
1
2
8'50
3
4
4
4
7


150
13
50
25
50

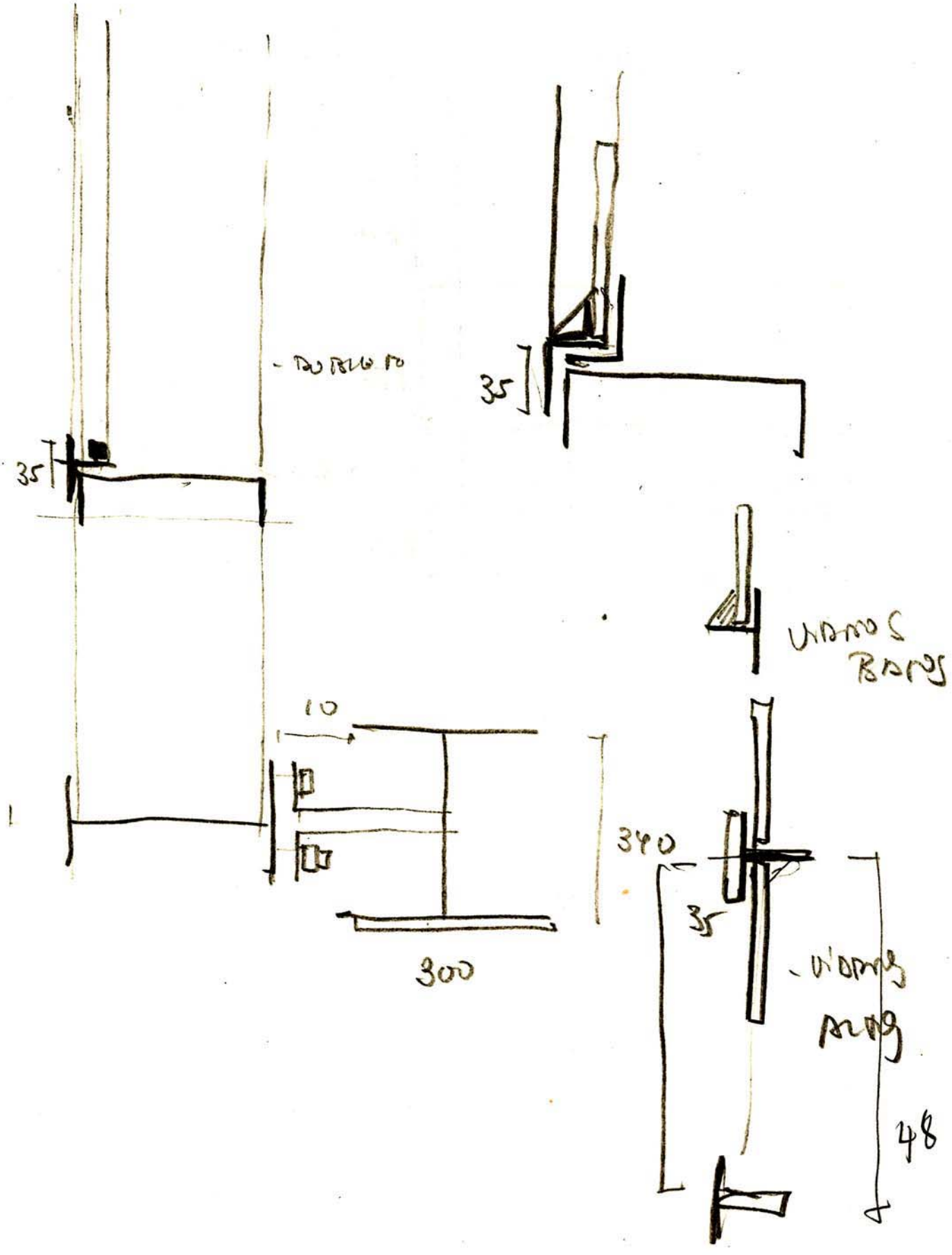

2'40
5'40

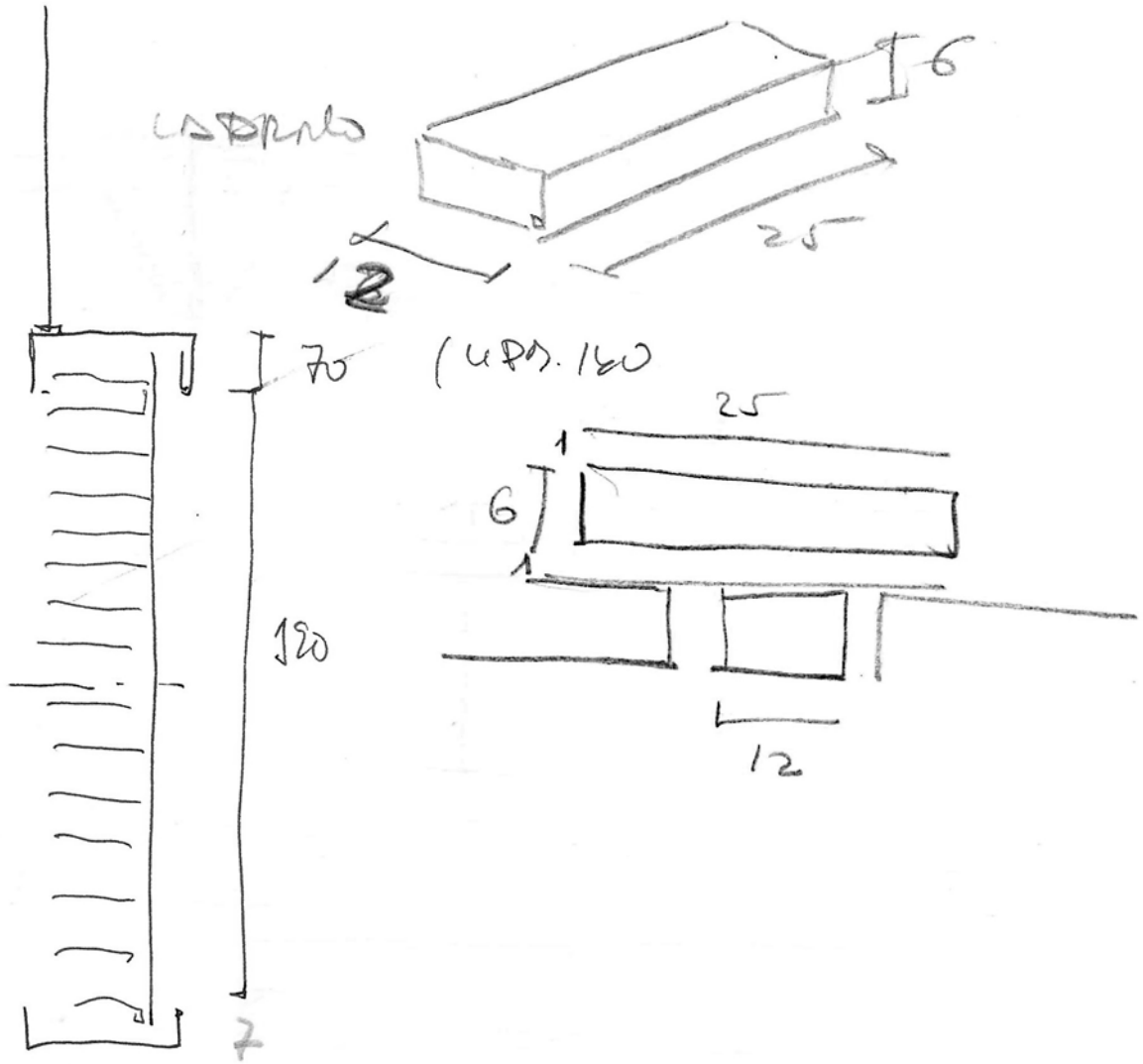
- anchura rodillo ventana 48 cm

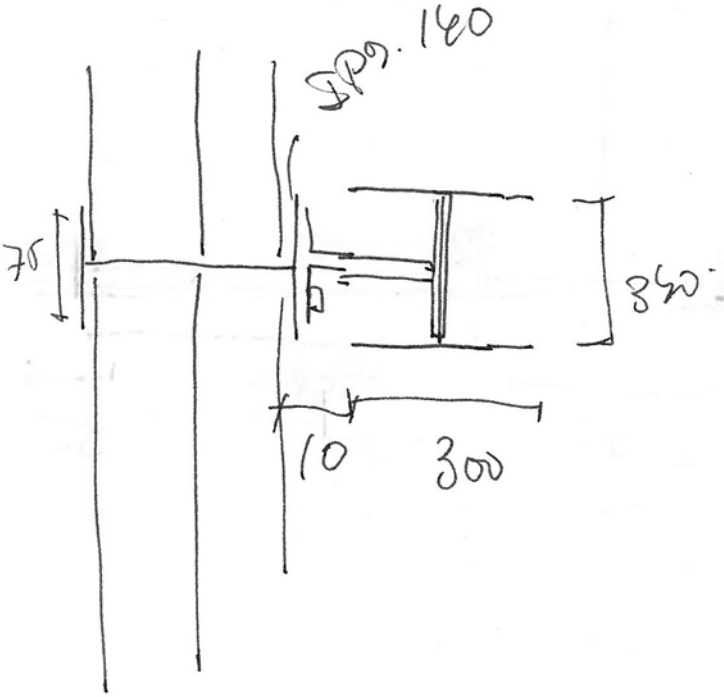
- rodillo abertura — 6 MTS



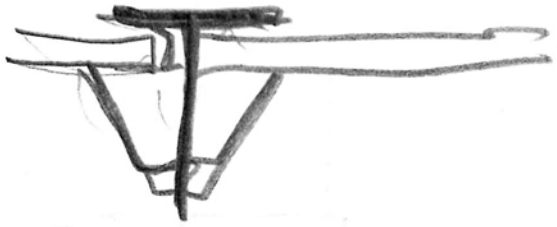
48
12
6

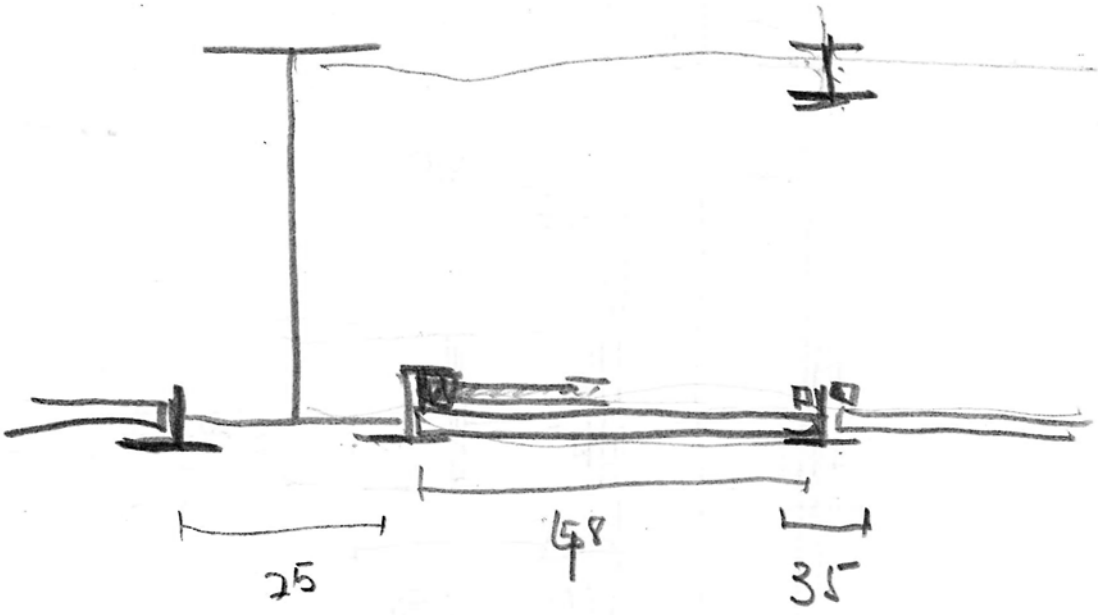

35
35
10
340
300
48

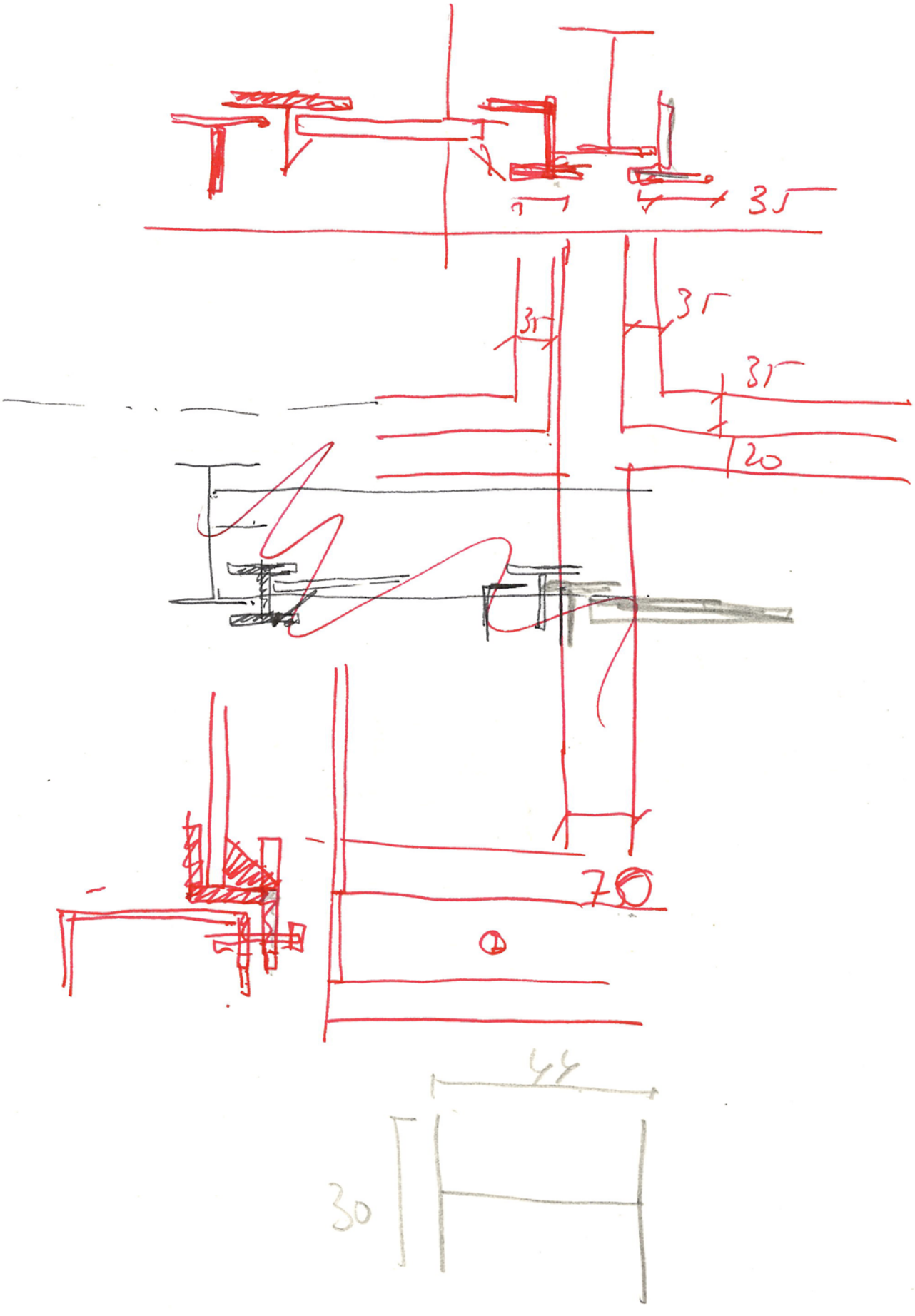

6
25
12
70
(UPN. 160
25
1
6
1
120
12

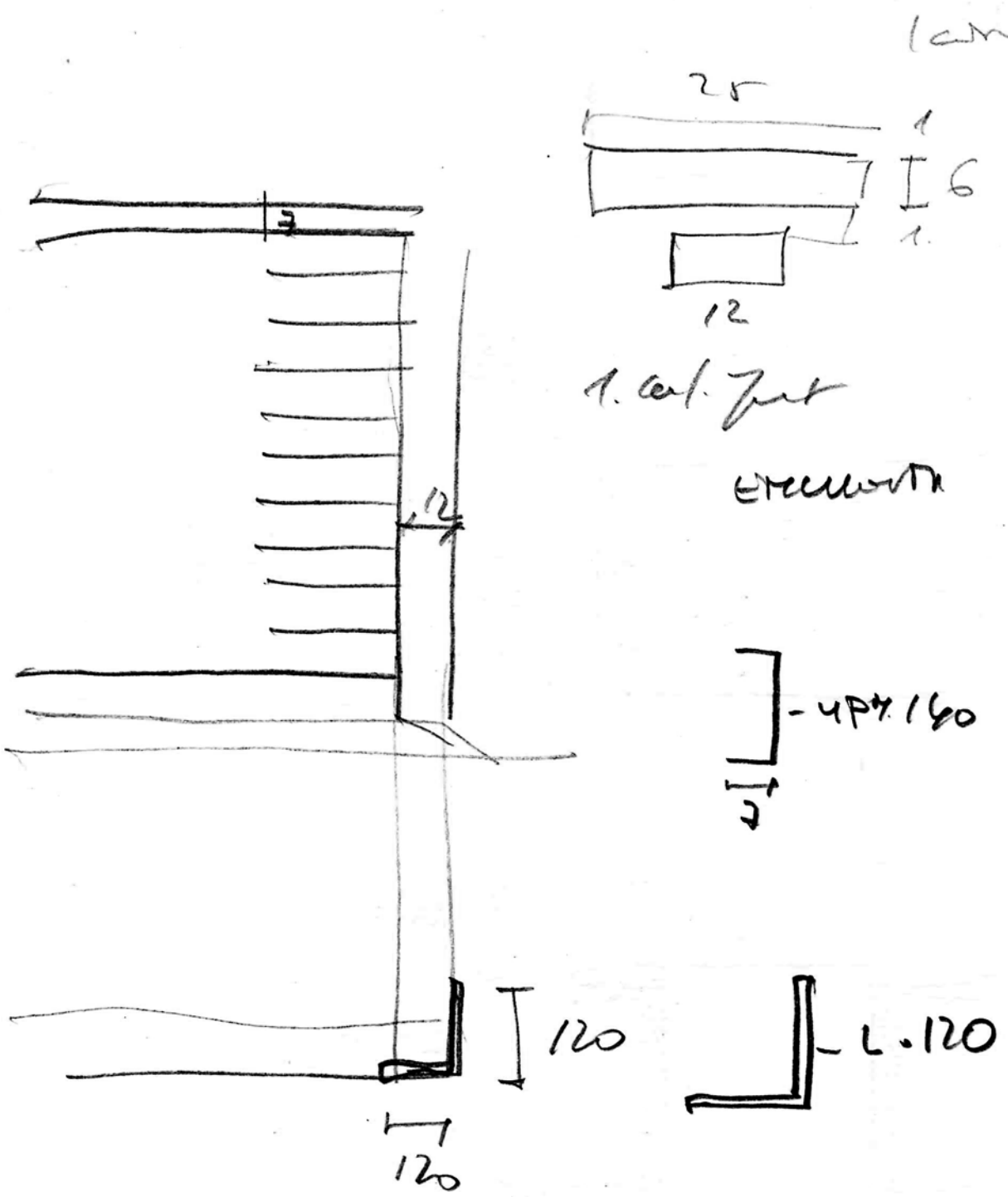

UPN. 160
75
850
10
300

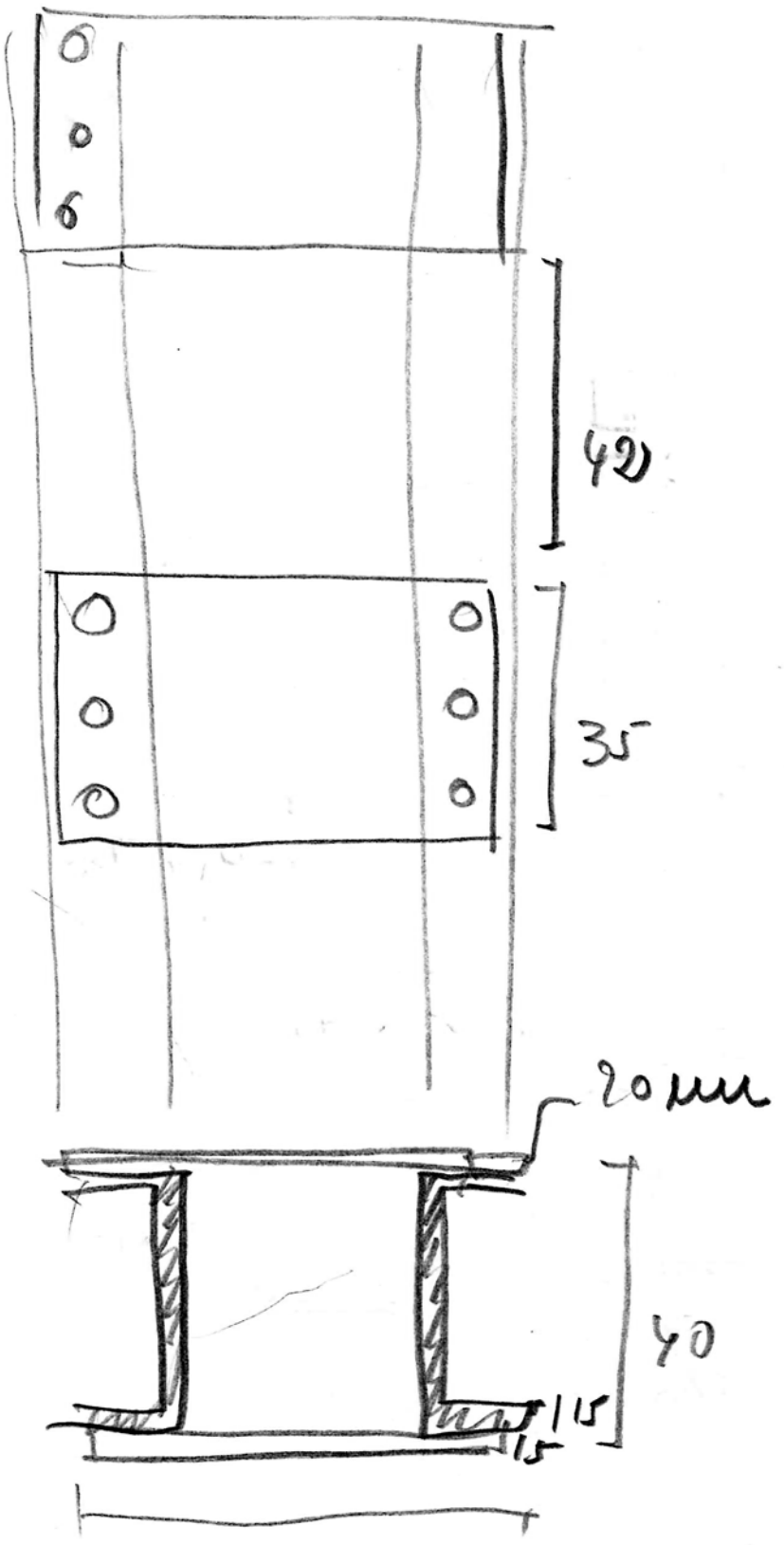
A vers





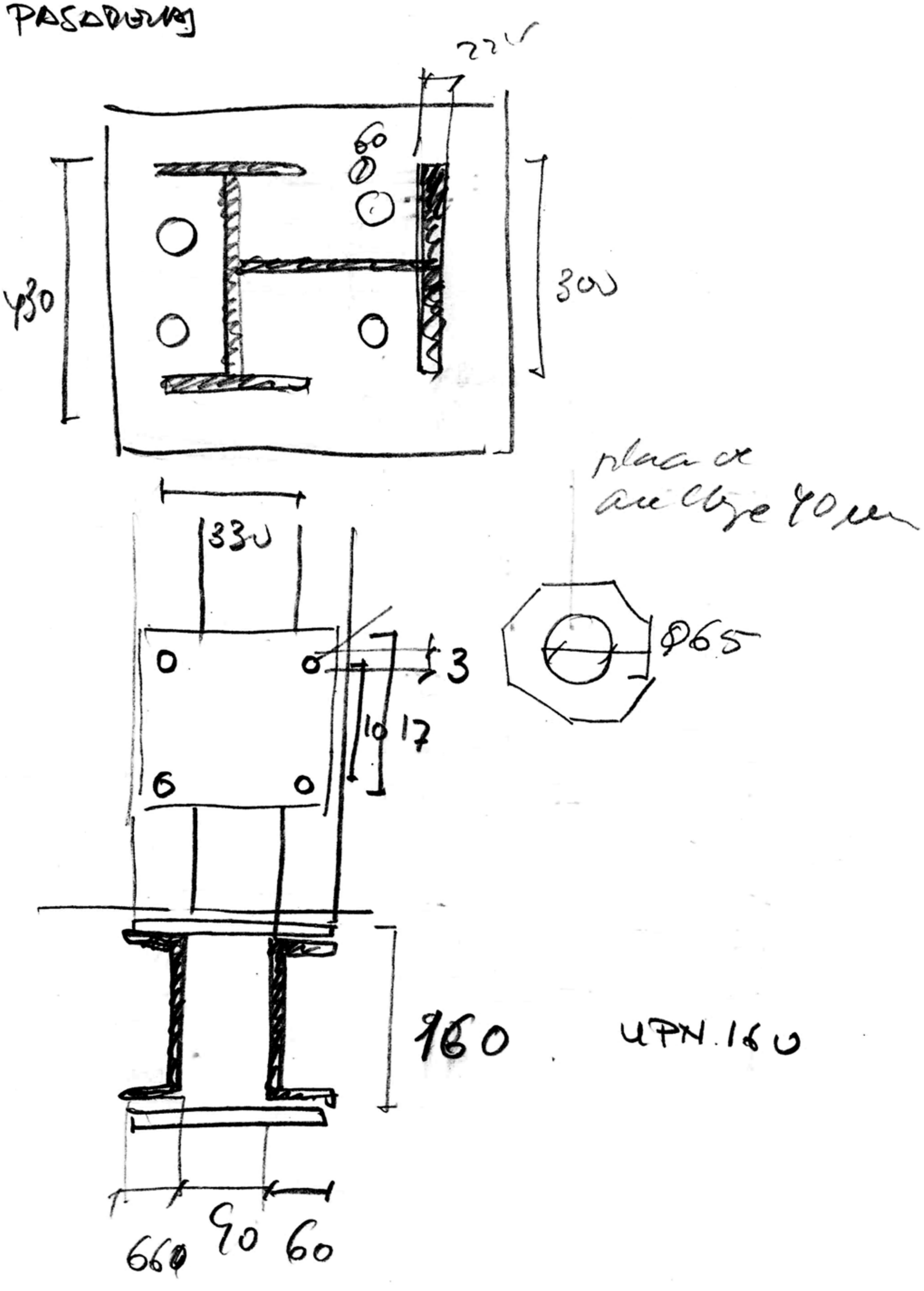

35
31
31
31
20
70
44
30

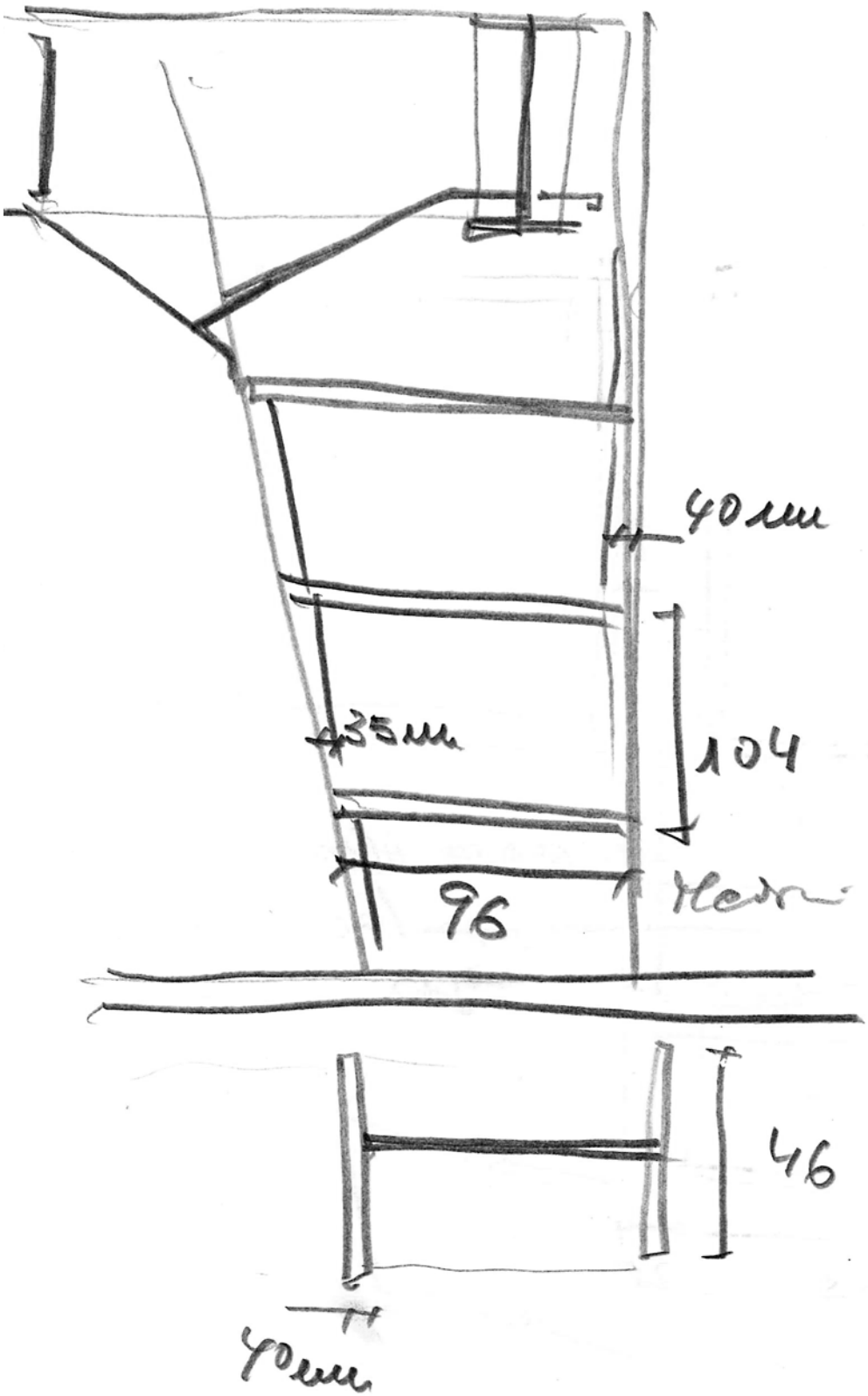

25
1
6
1
12
3
12
- 4P% 160
3
120
120
L. 120


420
350
20 mm
400
15
15
600

APOYO PILARES.

PASADORES



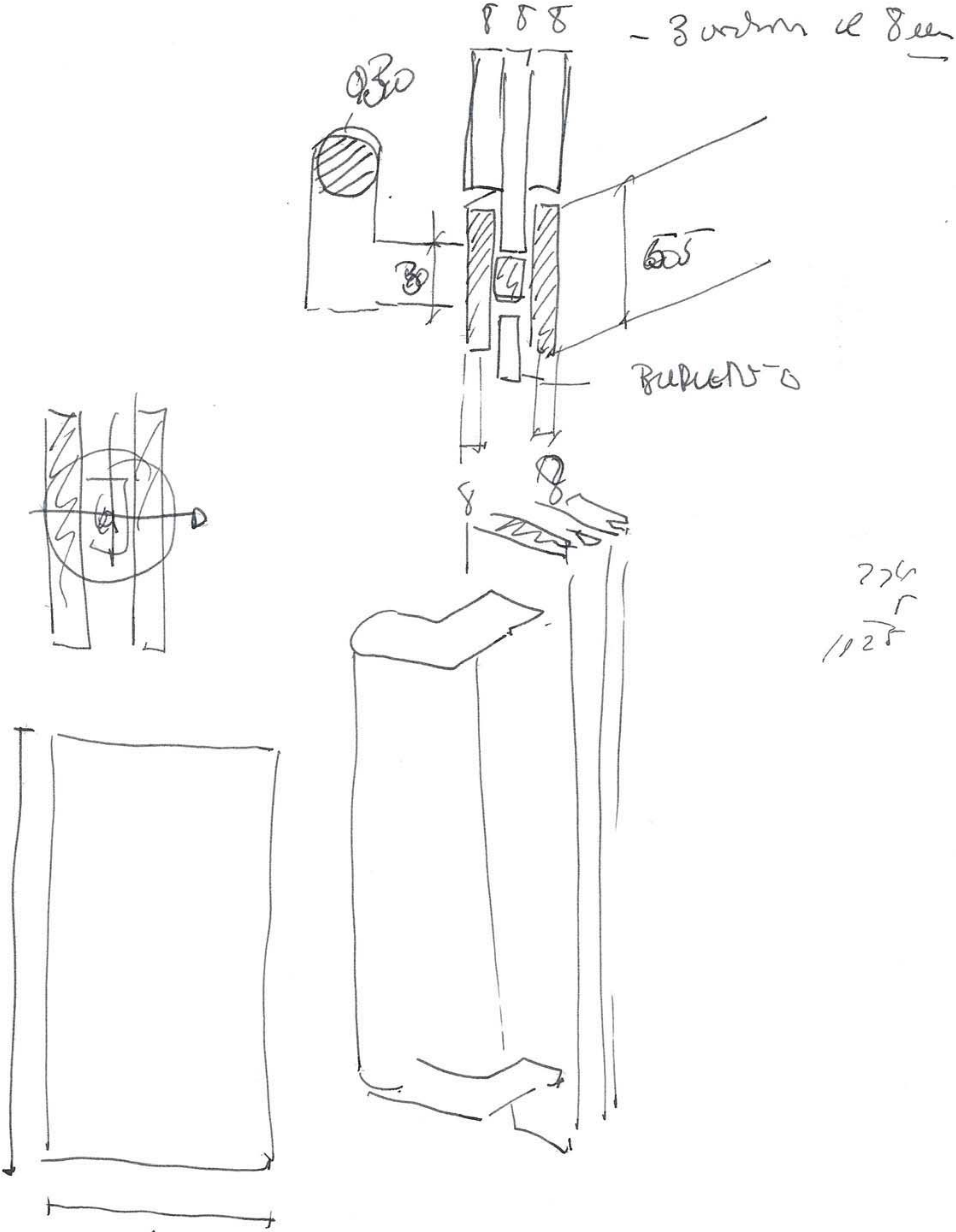

40 mm
35 mm
104
96
46
40 mm

Apuntes

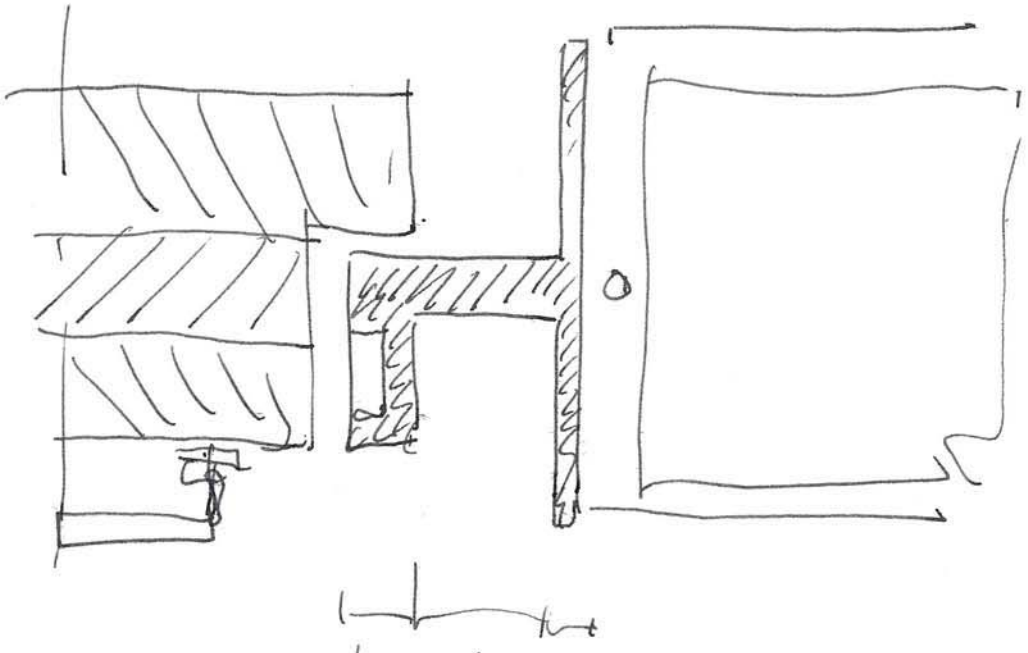
Gewerbeschule (Berna)

Scuza.

Jalro. 2009

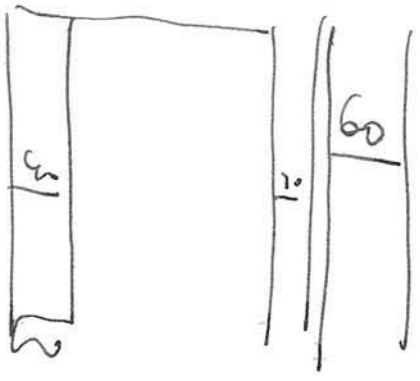

8 8 8
Ø30
30
8
8
1412

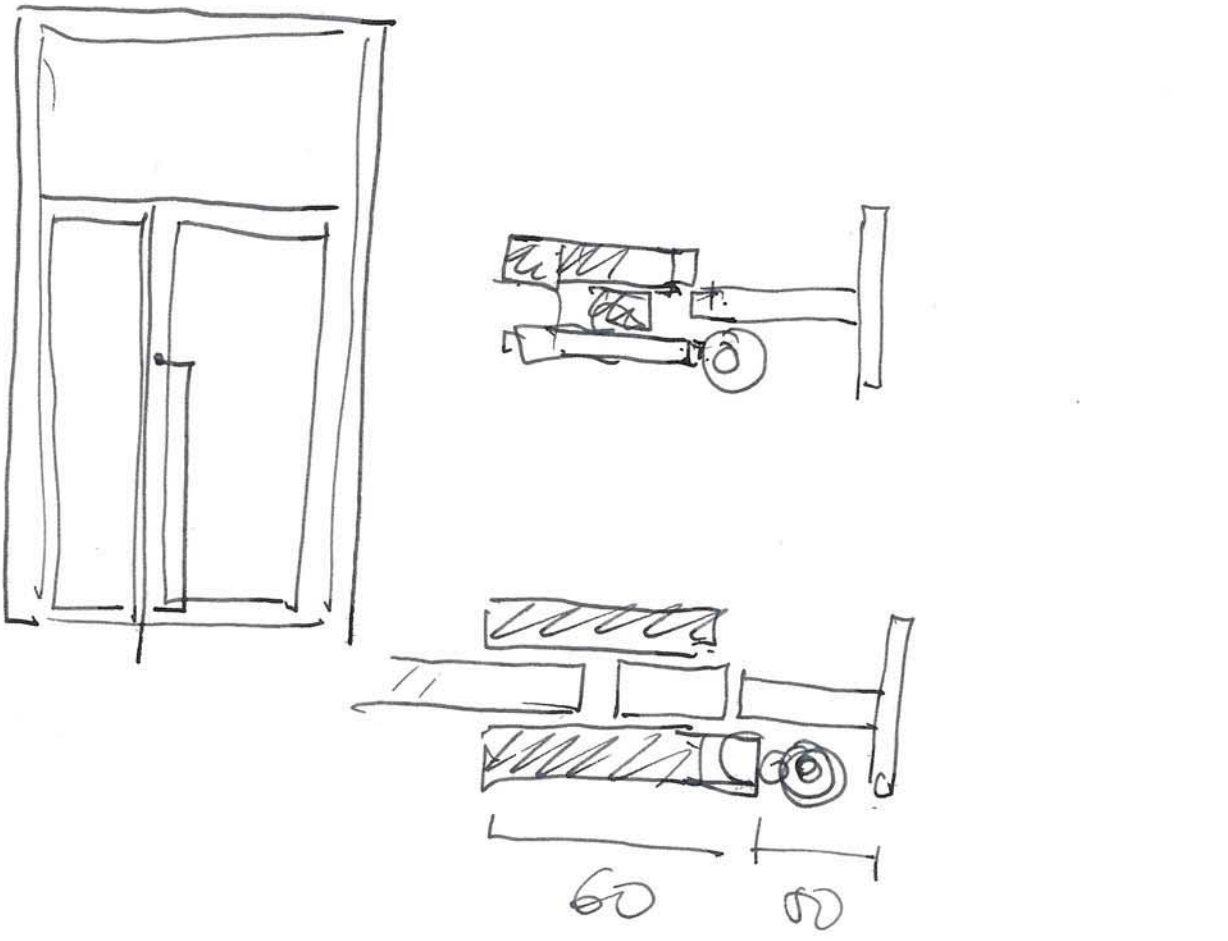
80
ø. 50
ø.15
Appoggio
1/50

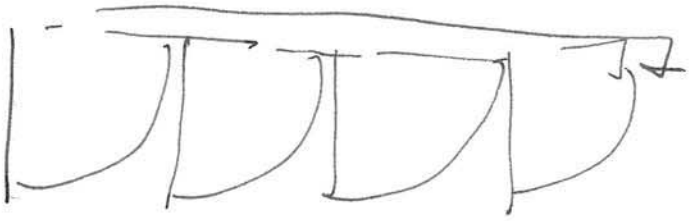


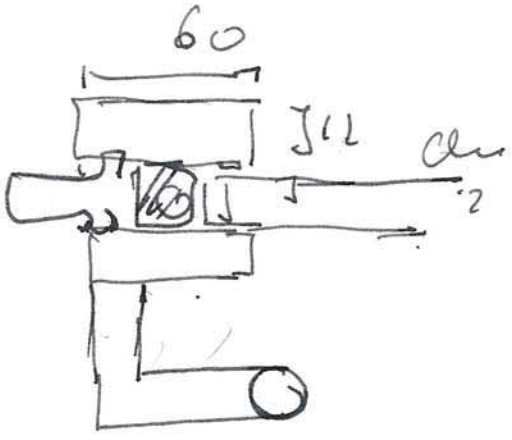
puerta

- Hoja de Pino de 50cm

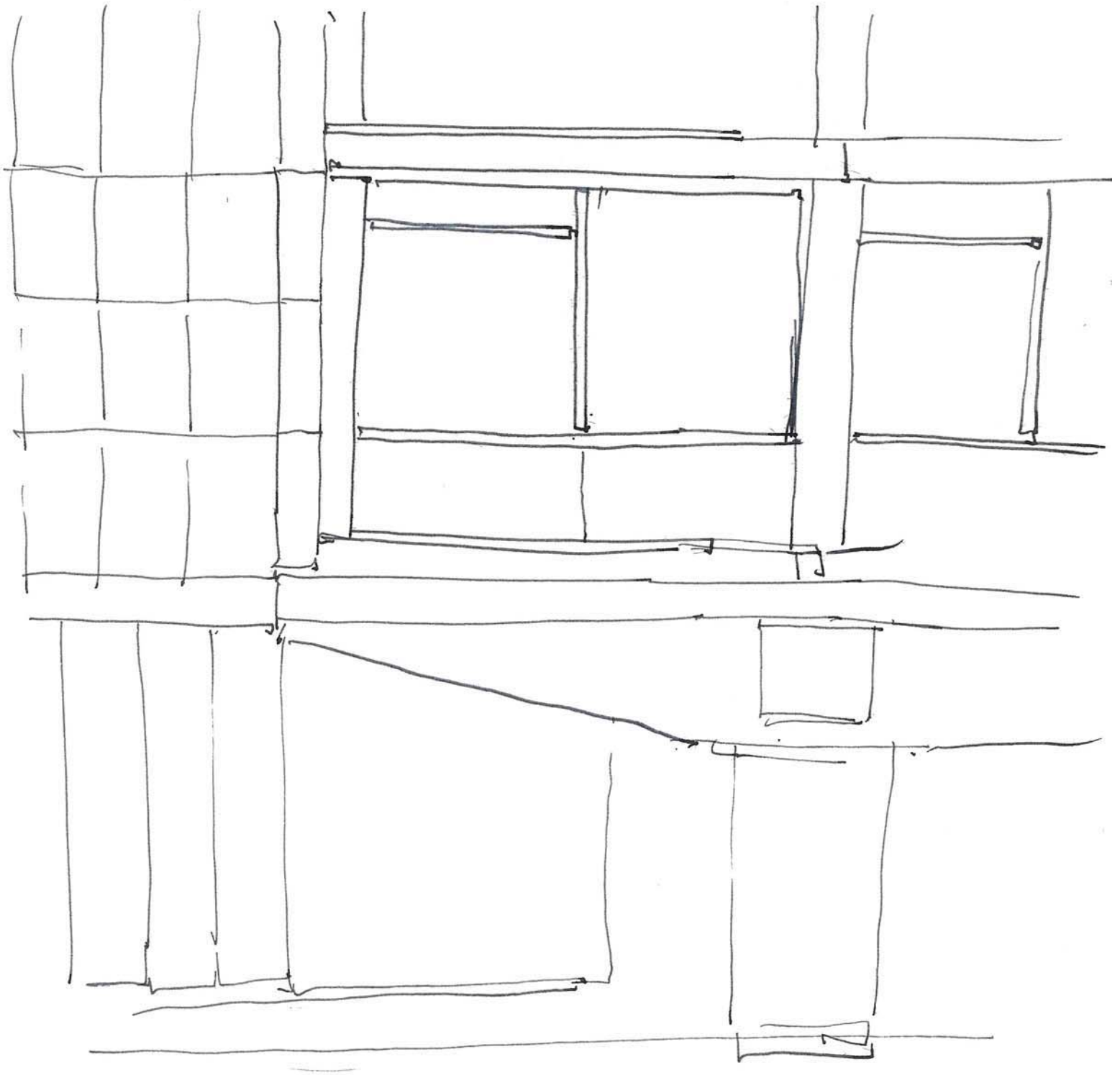


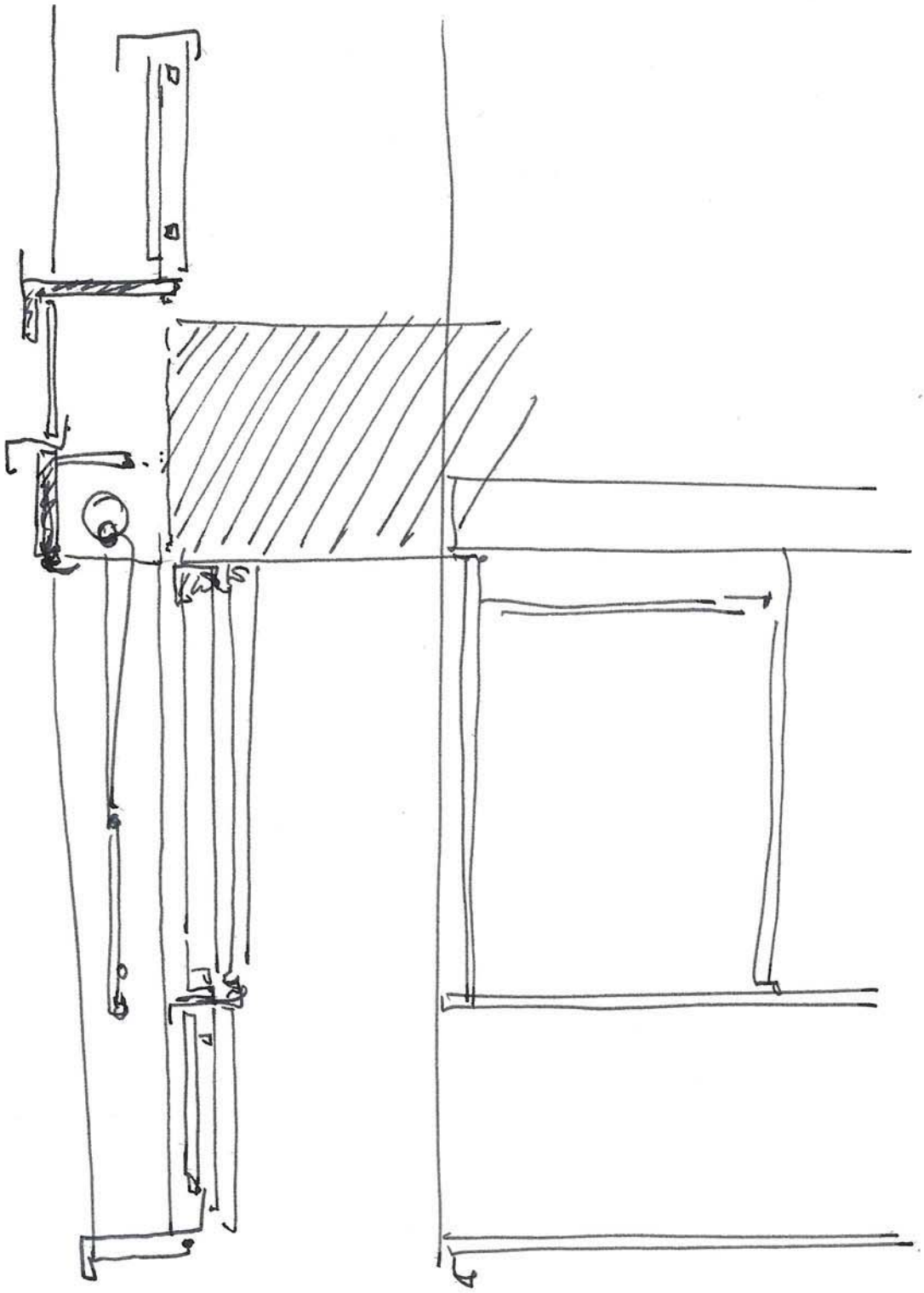

60
50
40
4




60

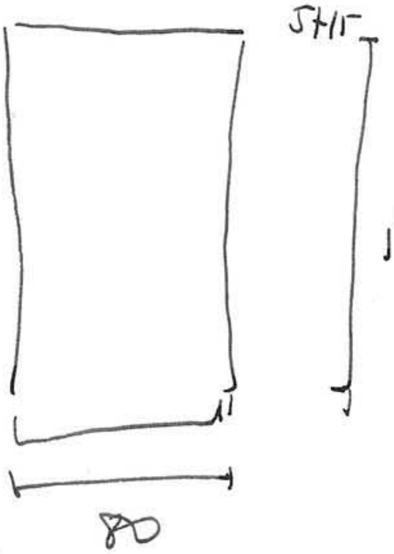
St. Paul





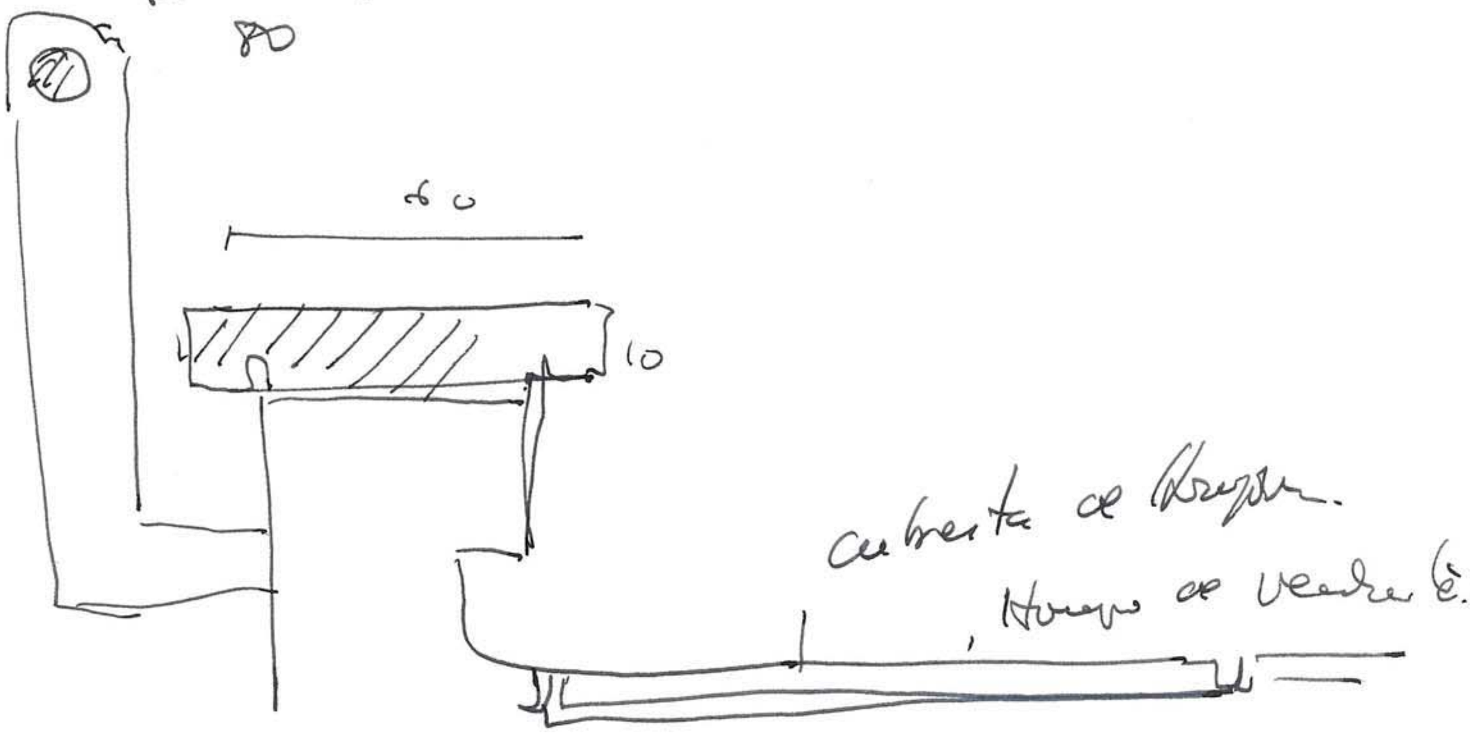
Zocalo

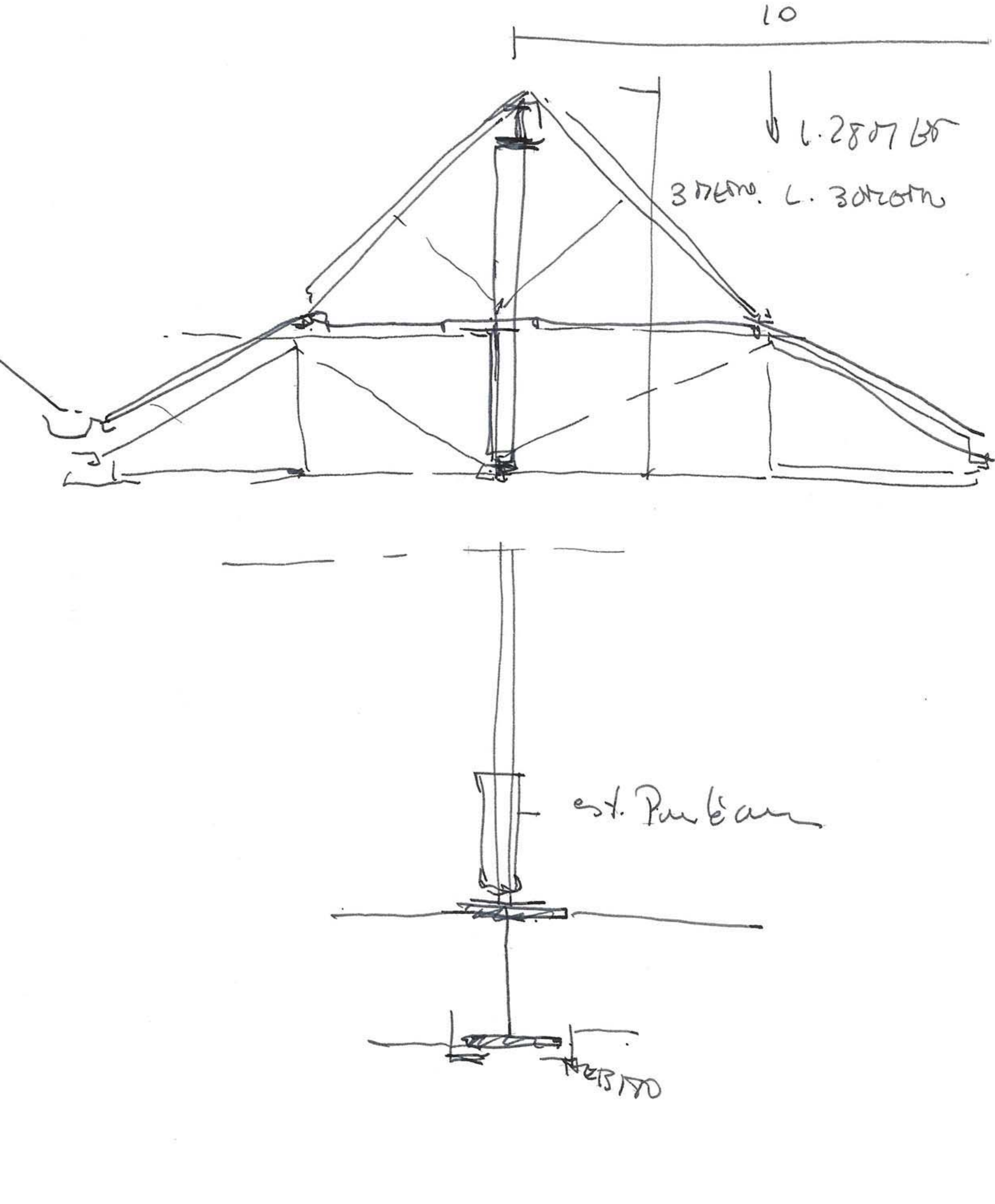
22
90
112
15
127 → Meseta. 4'20

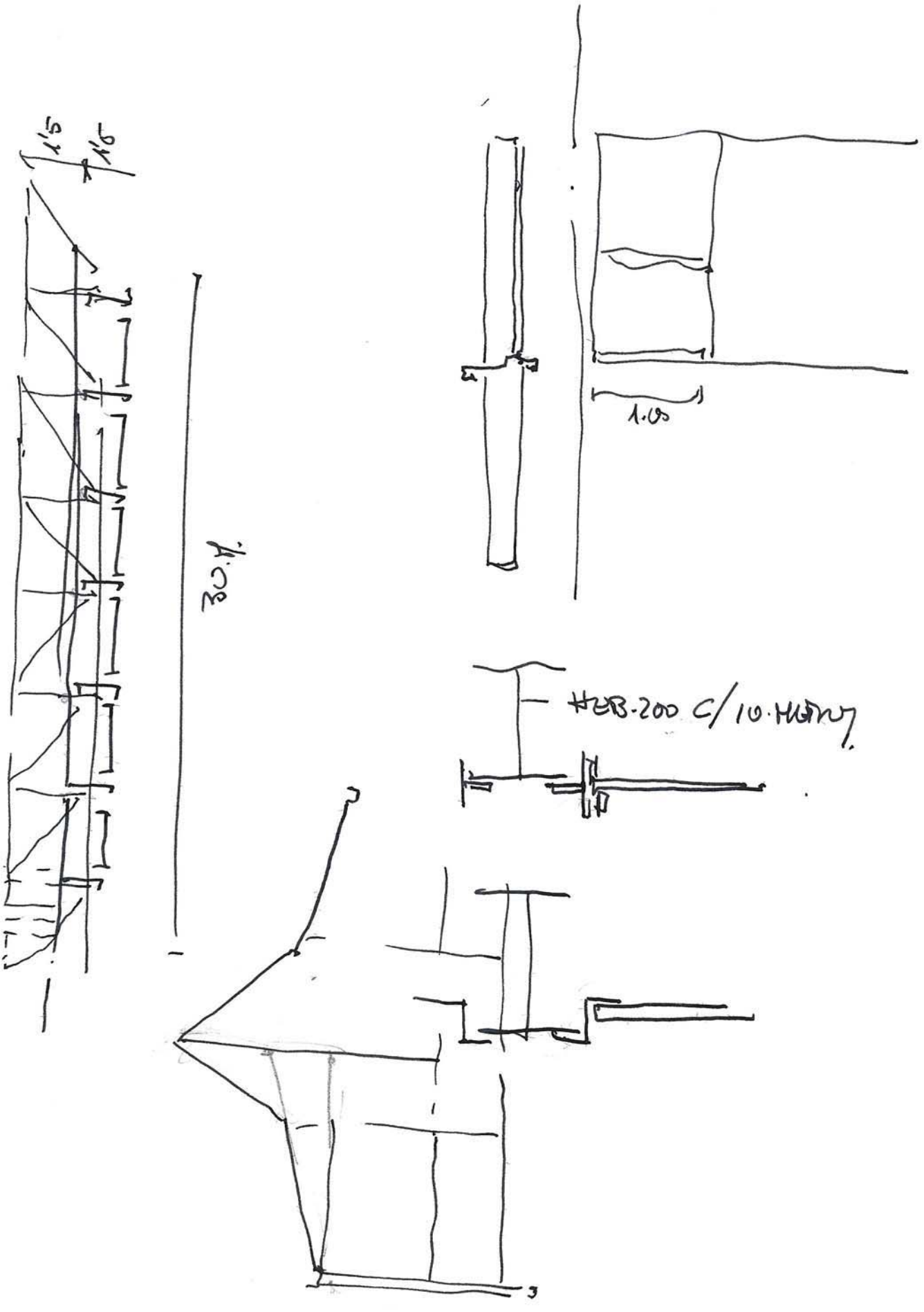


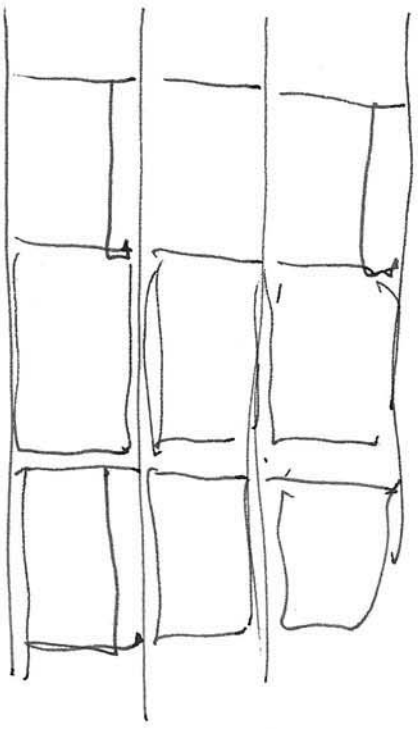
1'27 = 1'20

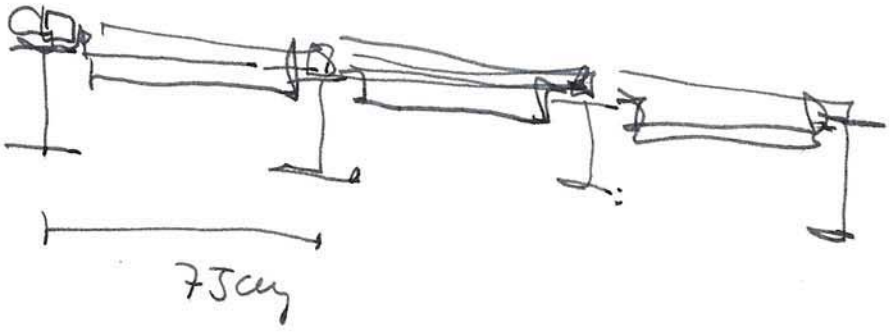
→ zocalo base = 80 x 1'20

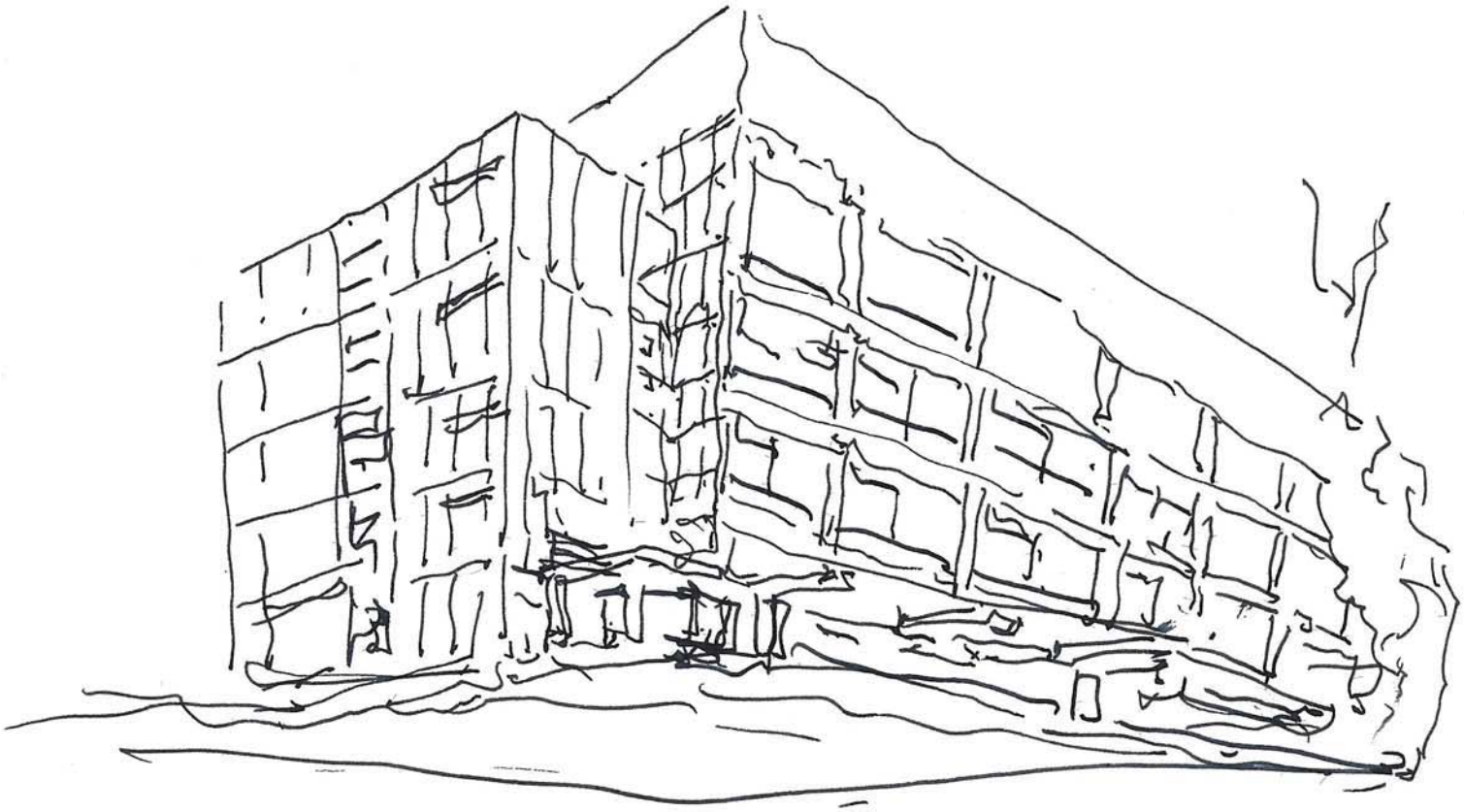



10


1.05
HEB-200 C/10 HUELGO

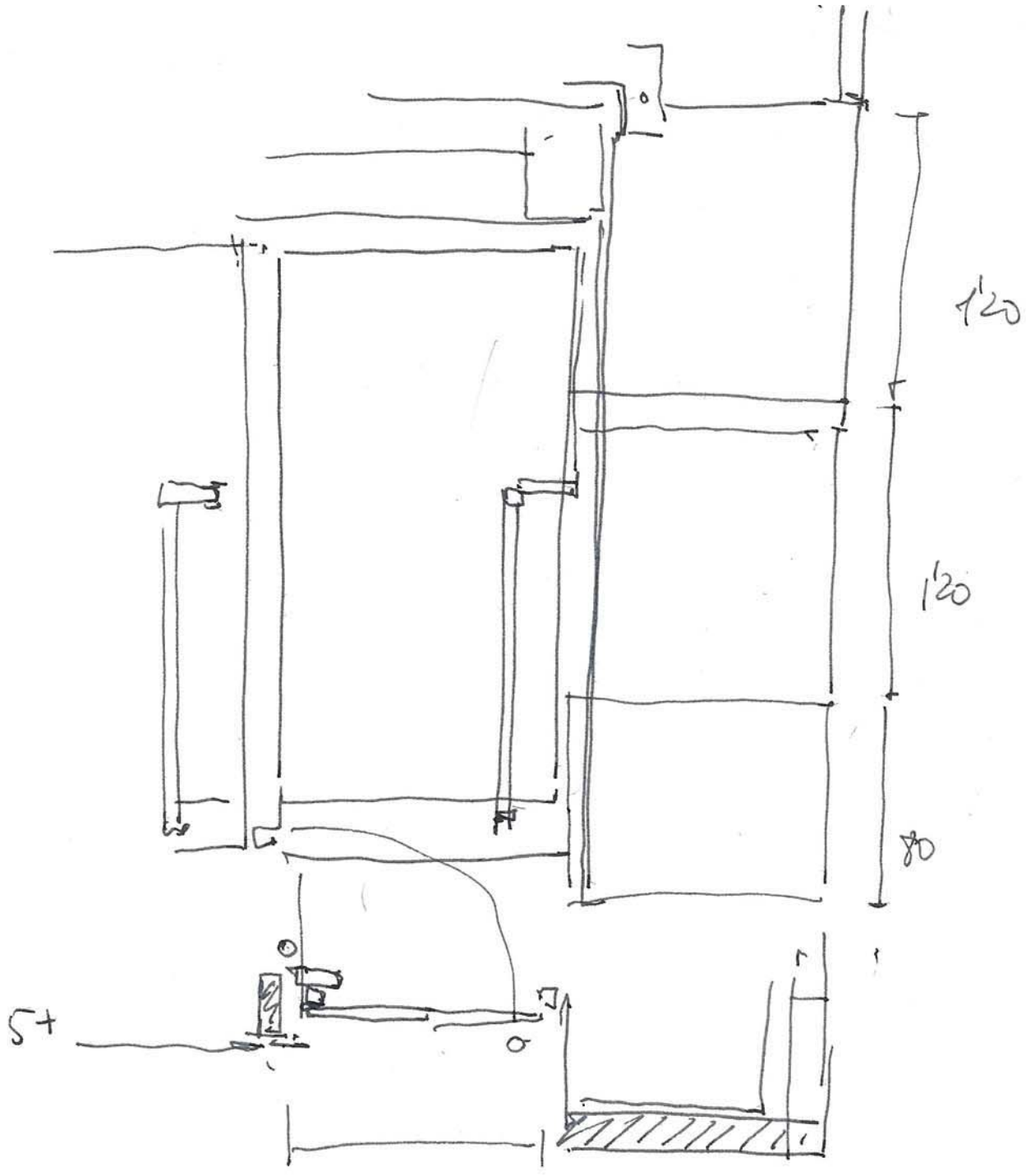



75cm

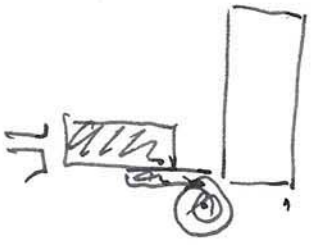


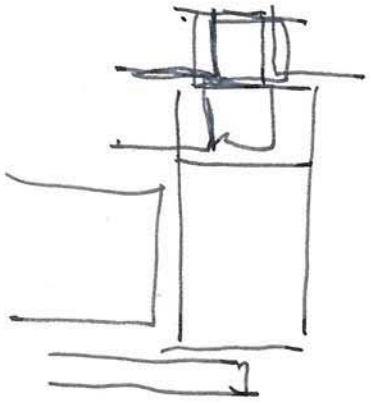
Rem.

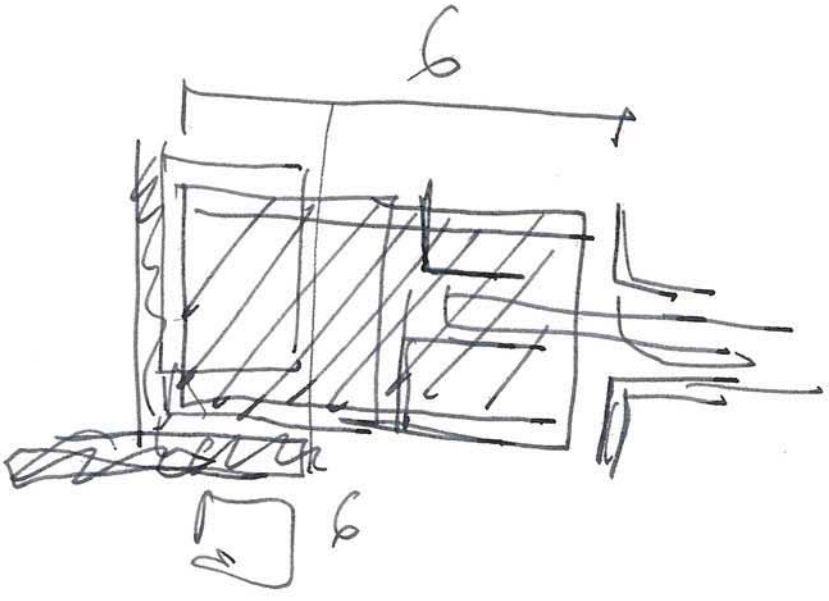
Dr Richter

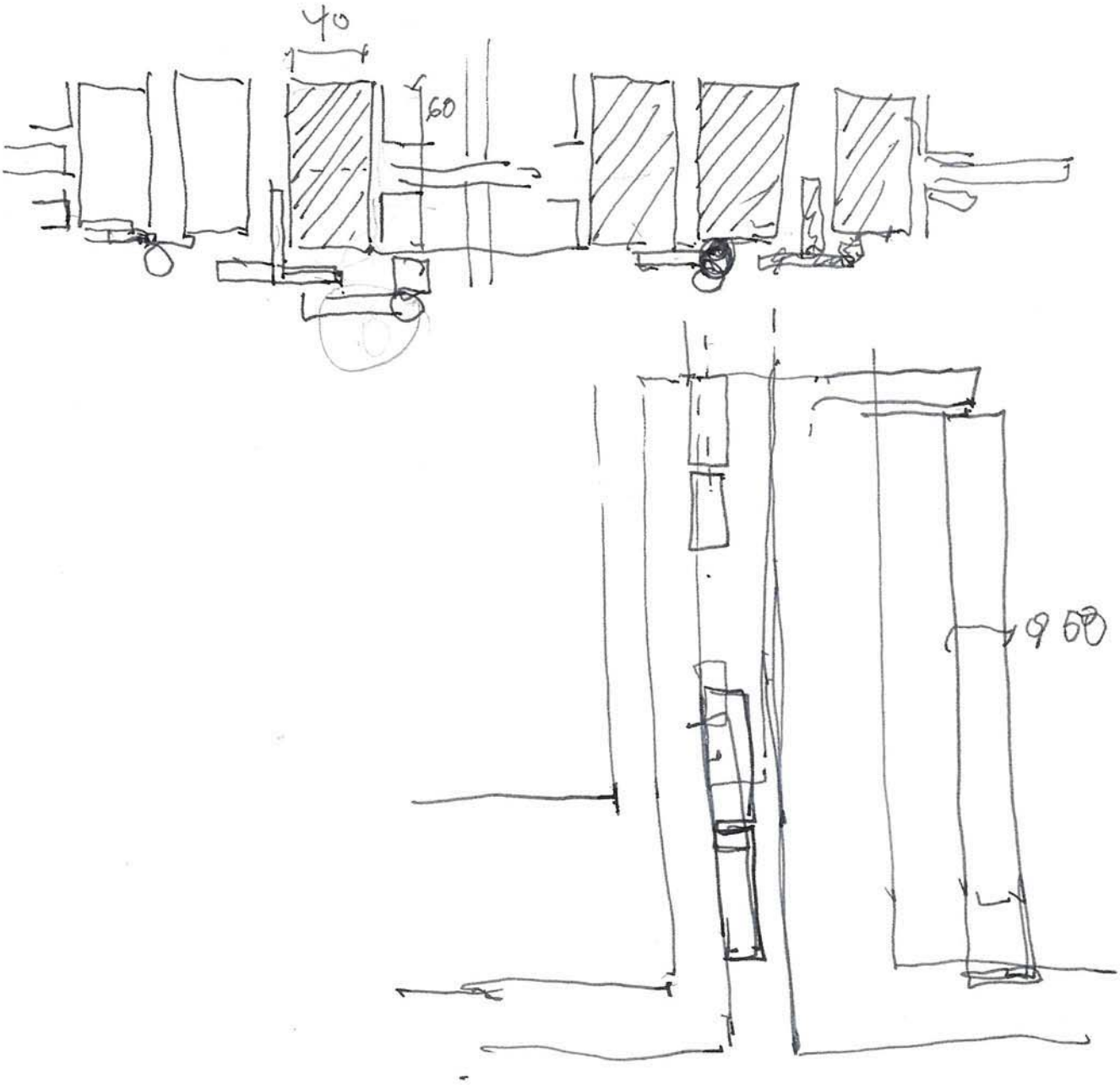


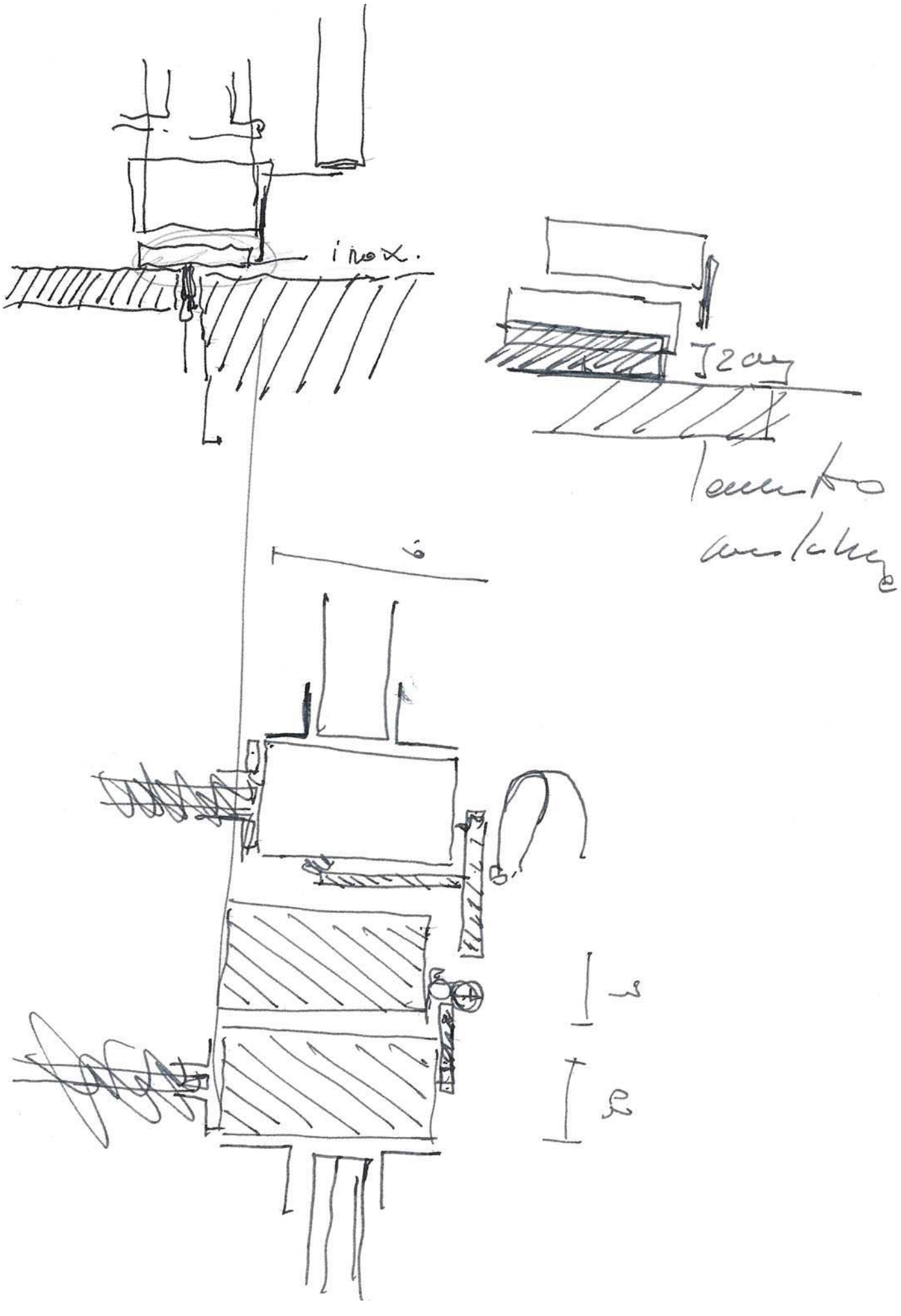
95

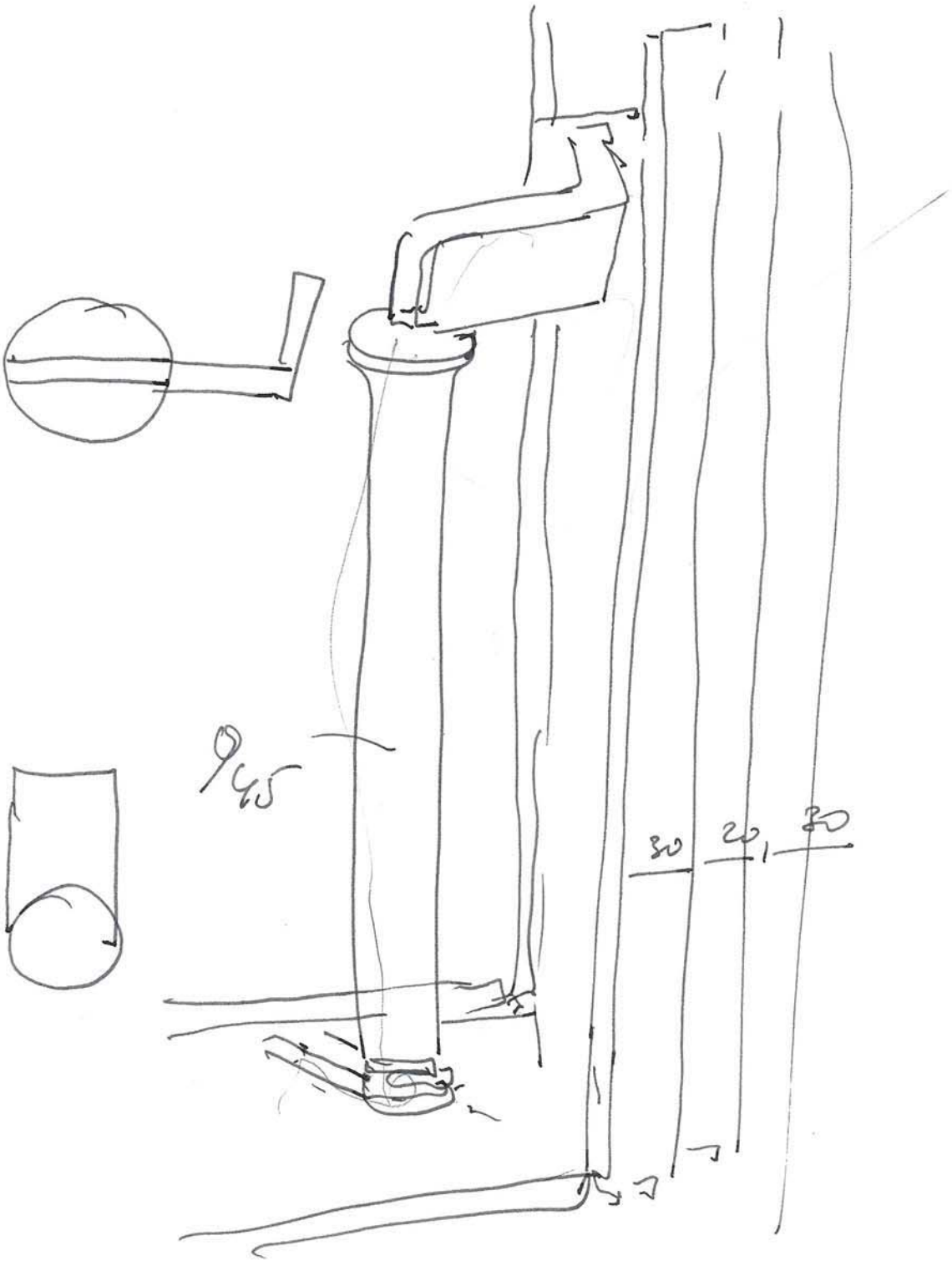




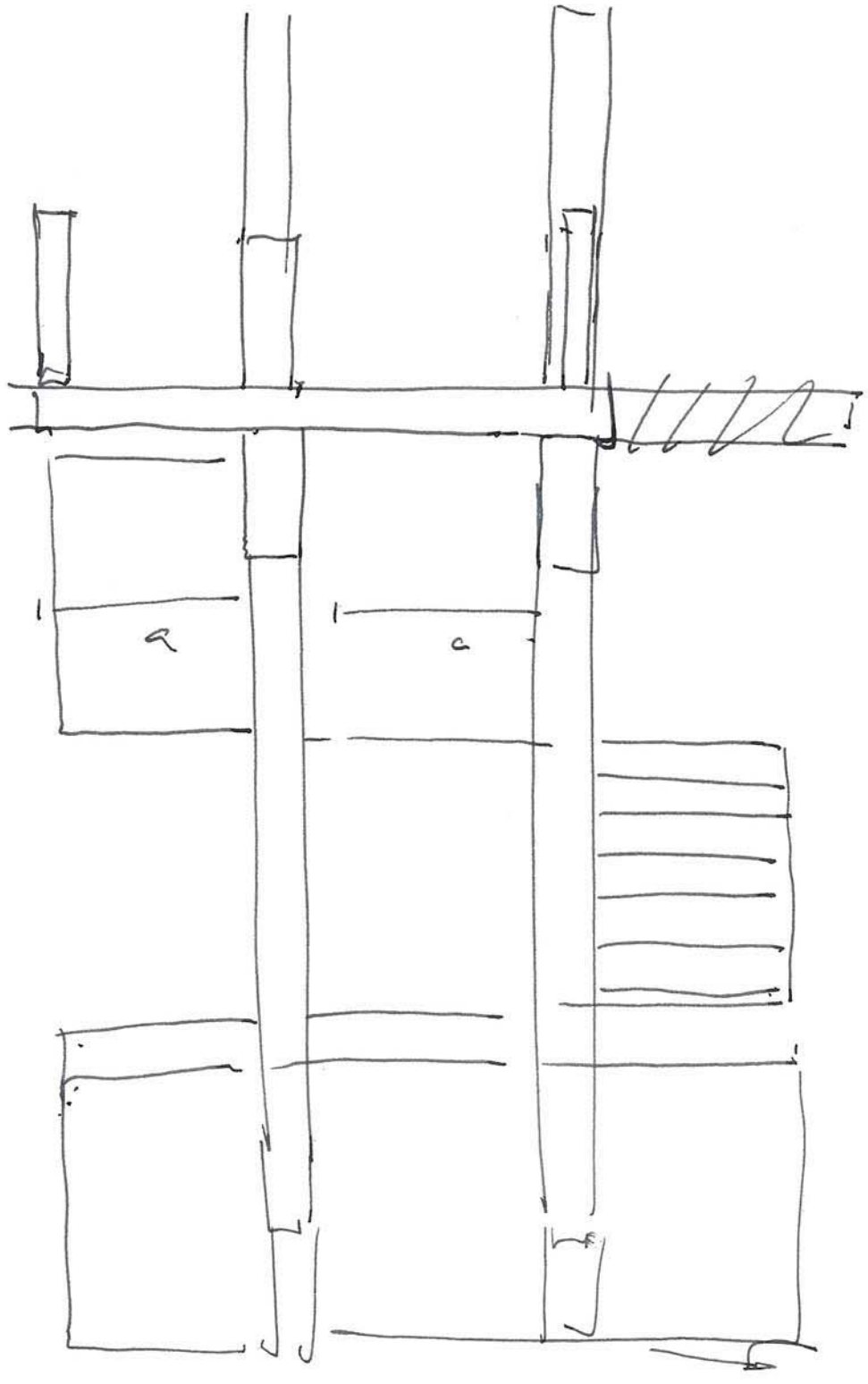

6
6

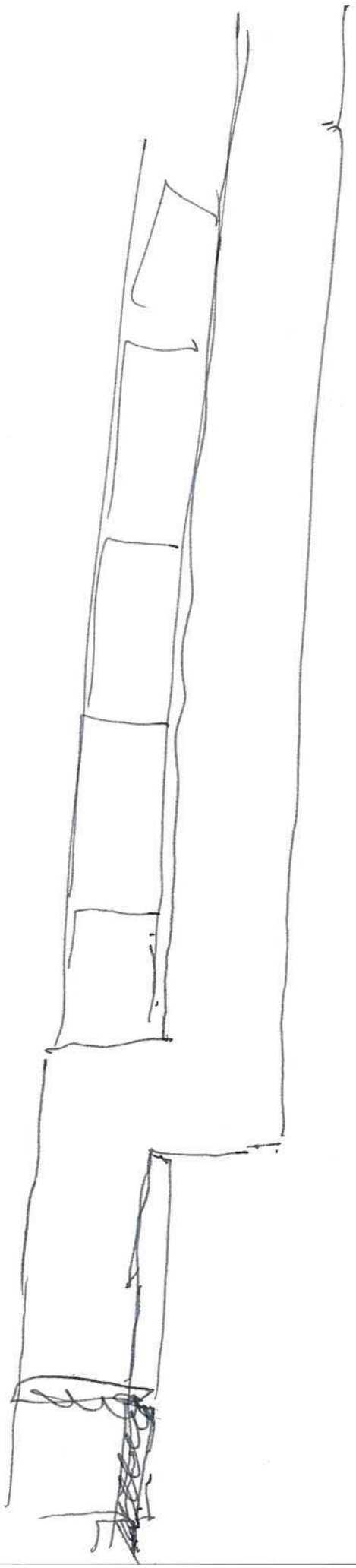

40
60
950

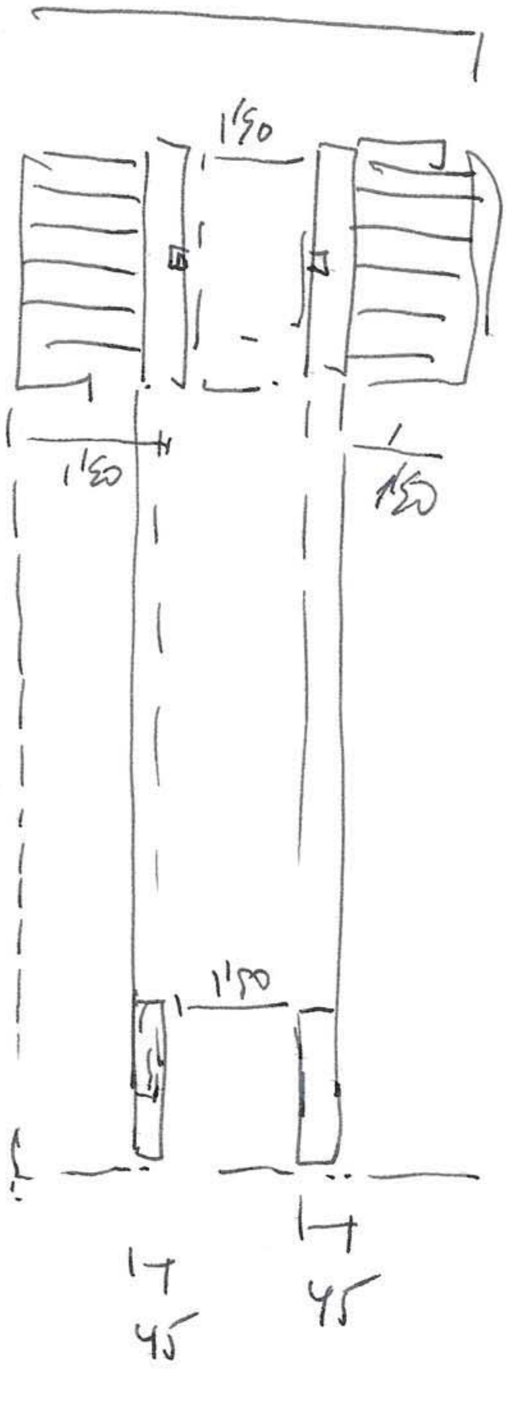

inox.
I 20
6

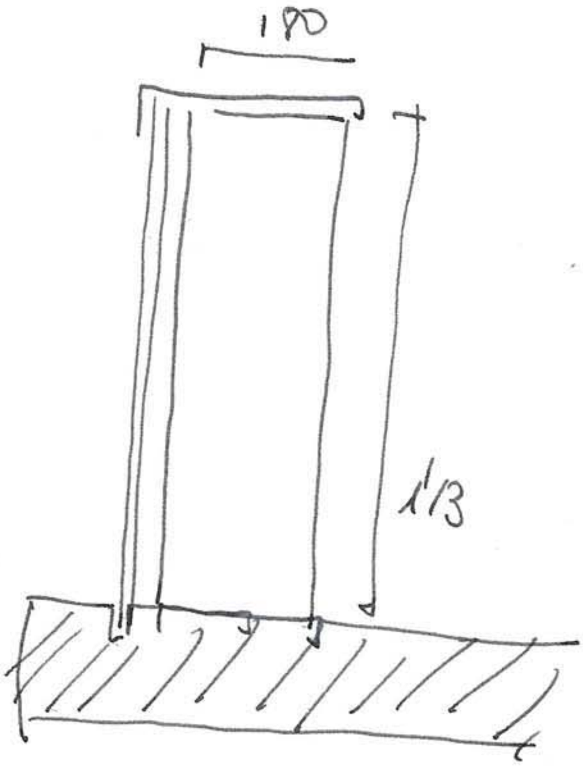

945
80
20
80

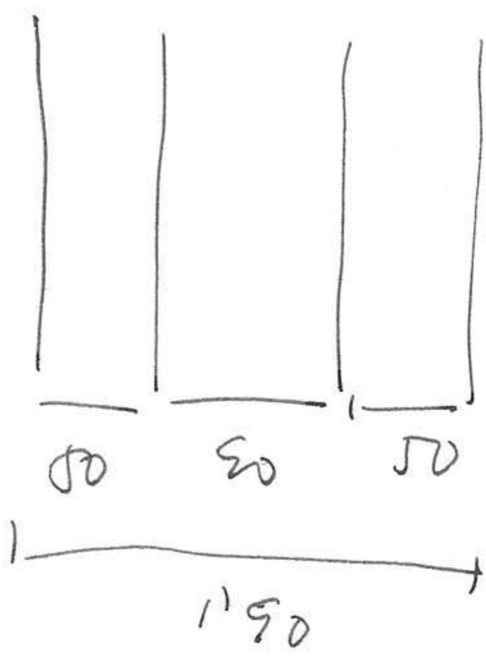
6'10
3'20



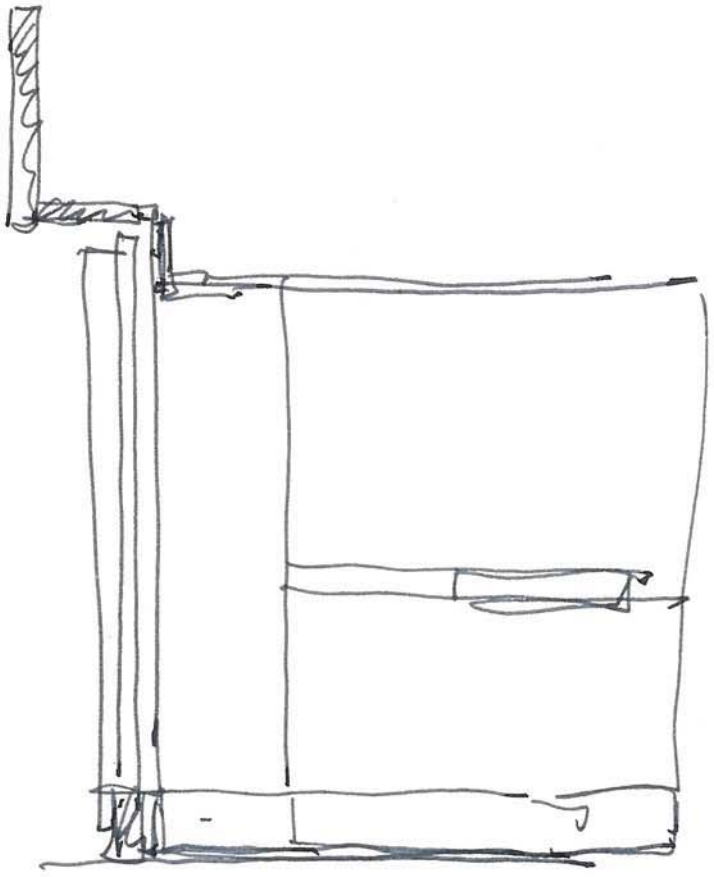


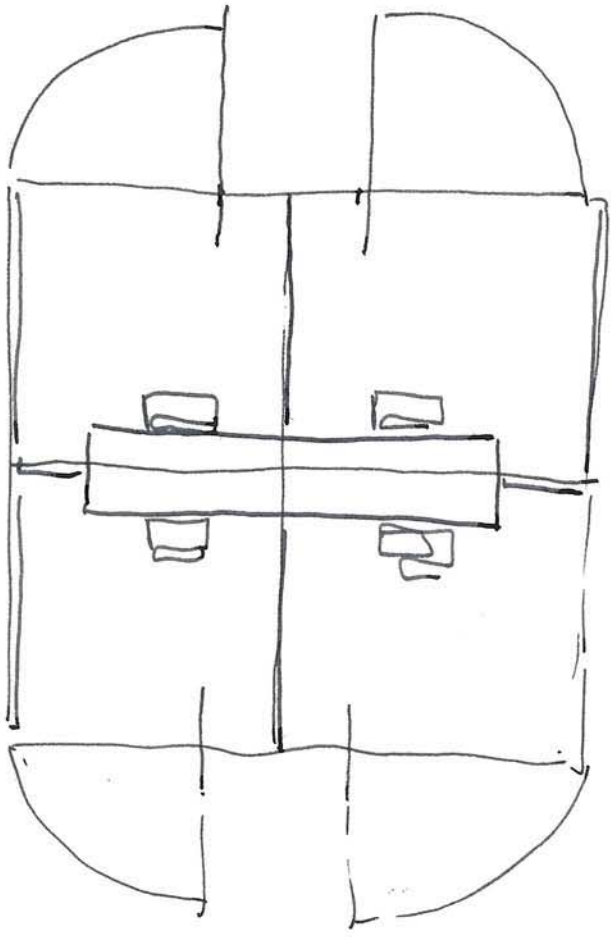


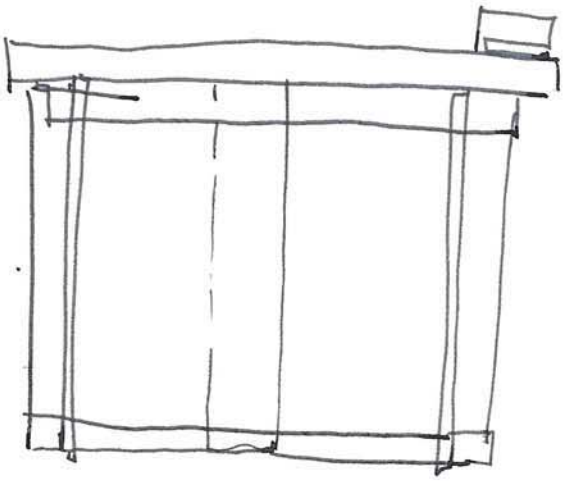


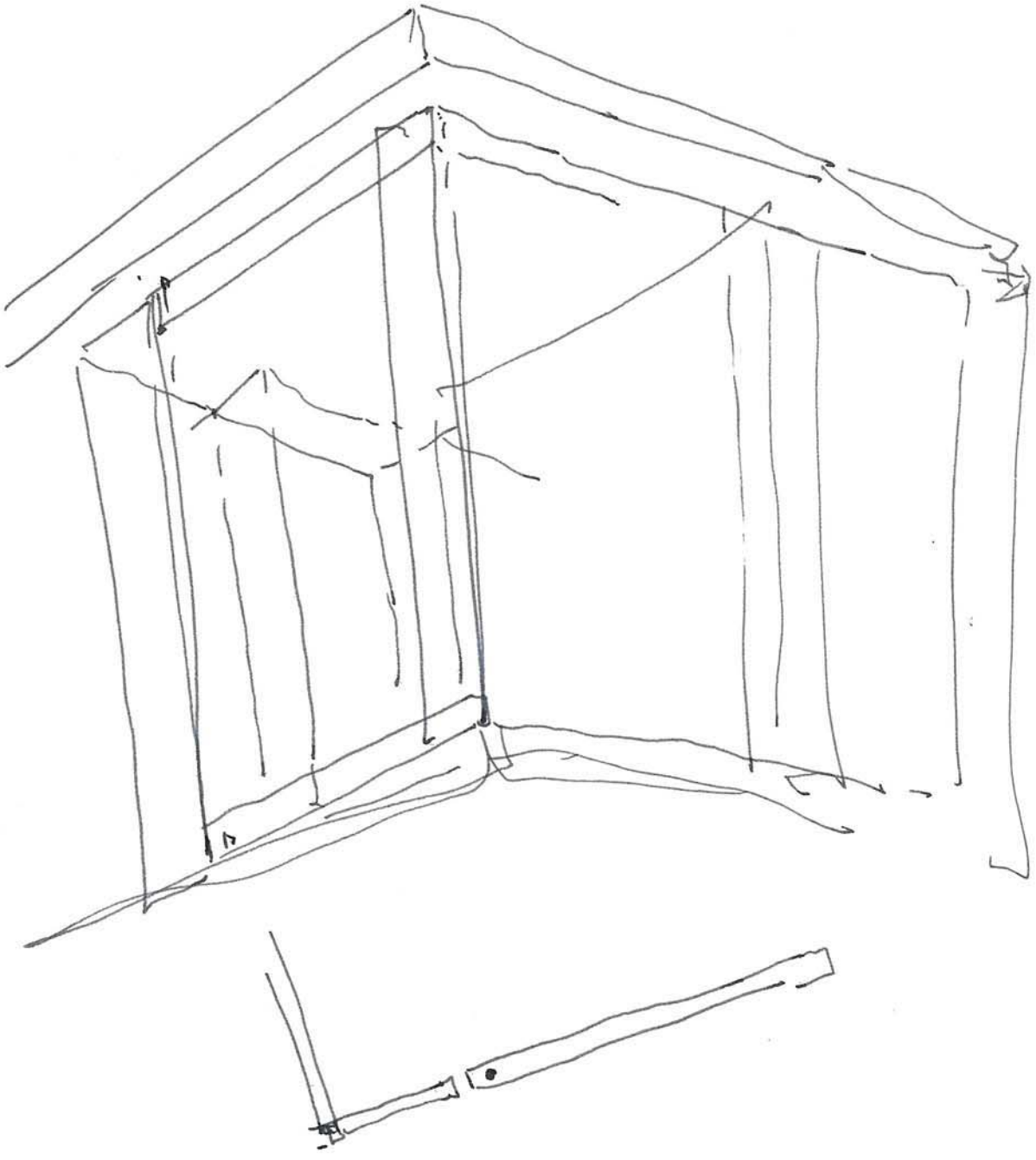


Pascuala Bena









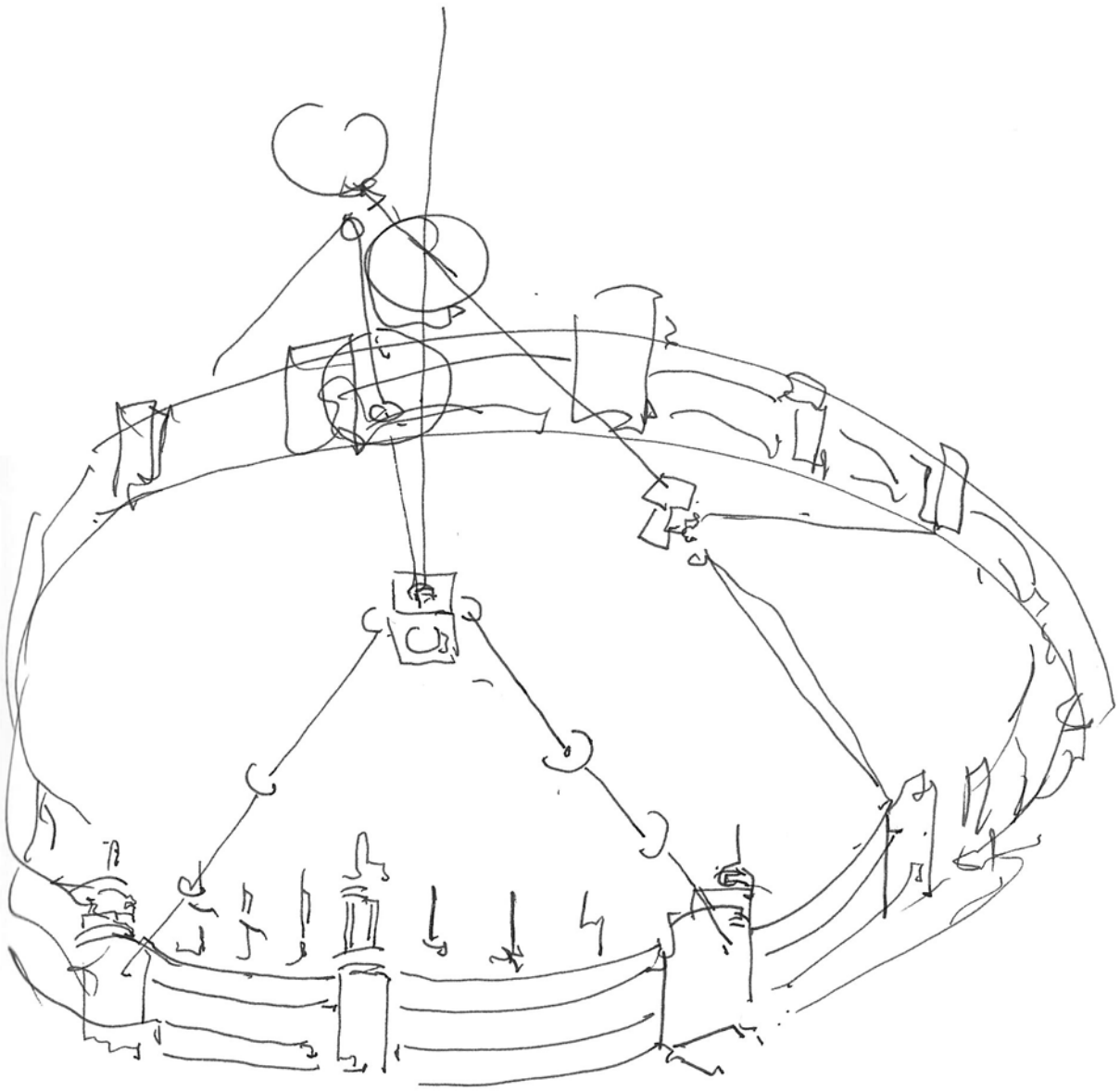
Apuntes

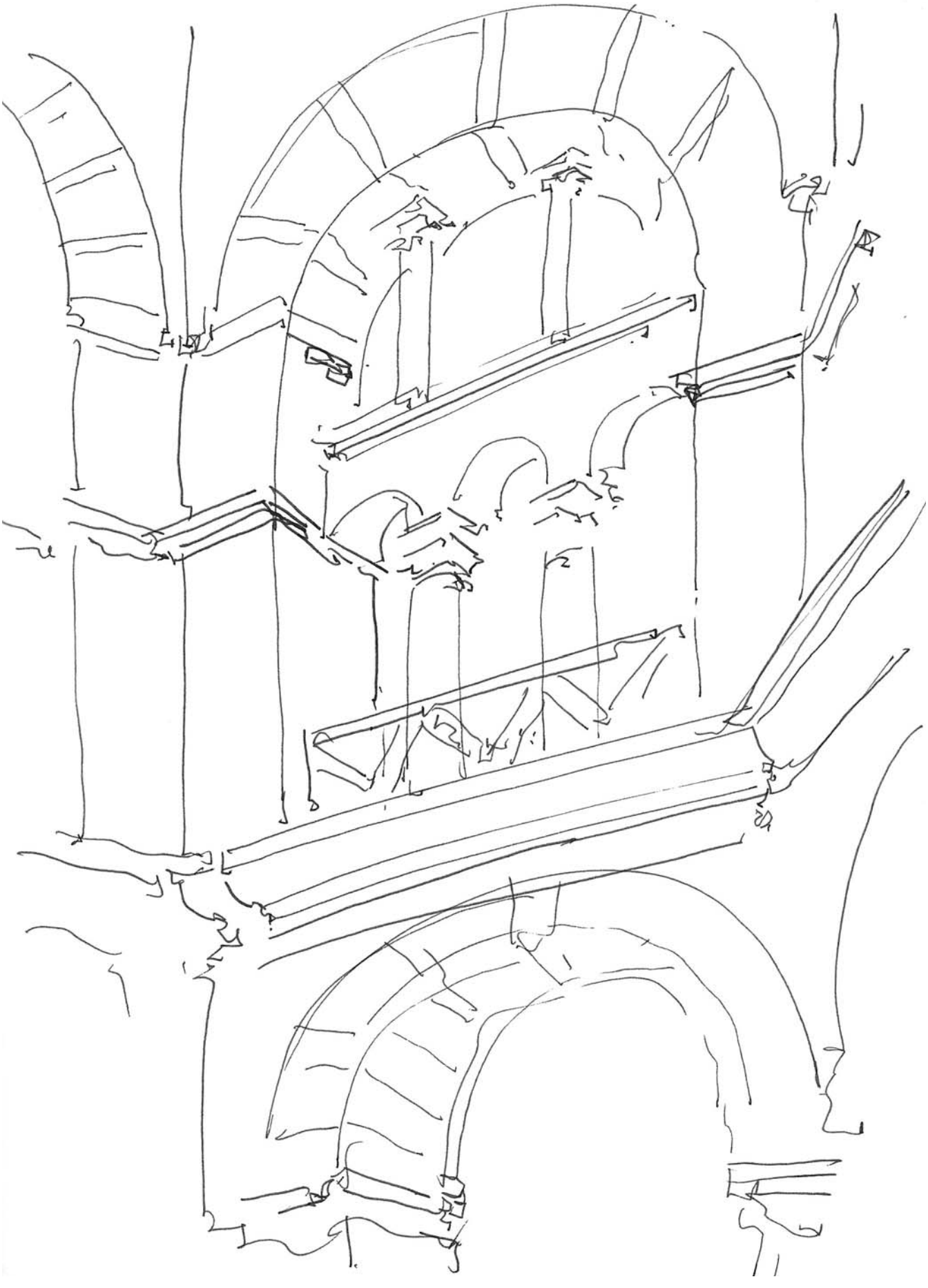
Aquisgran-Westfalia

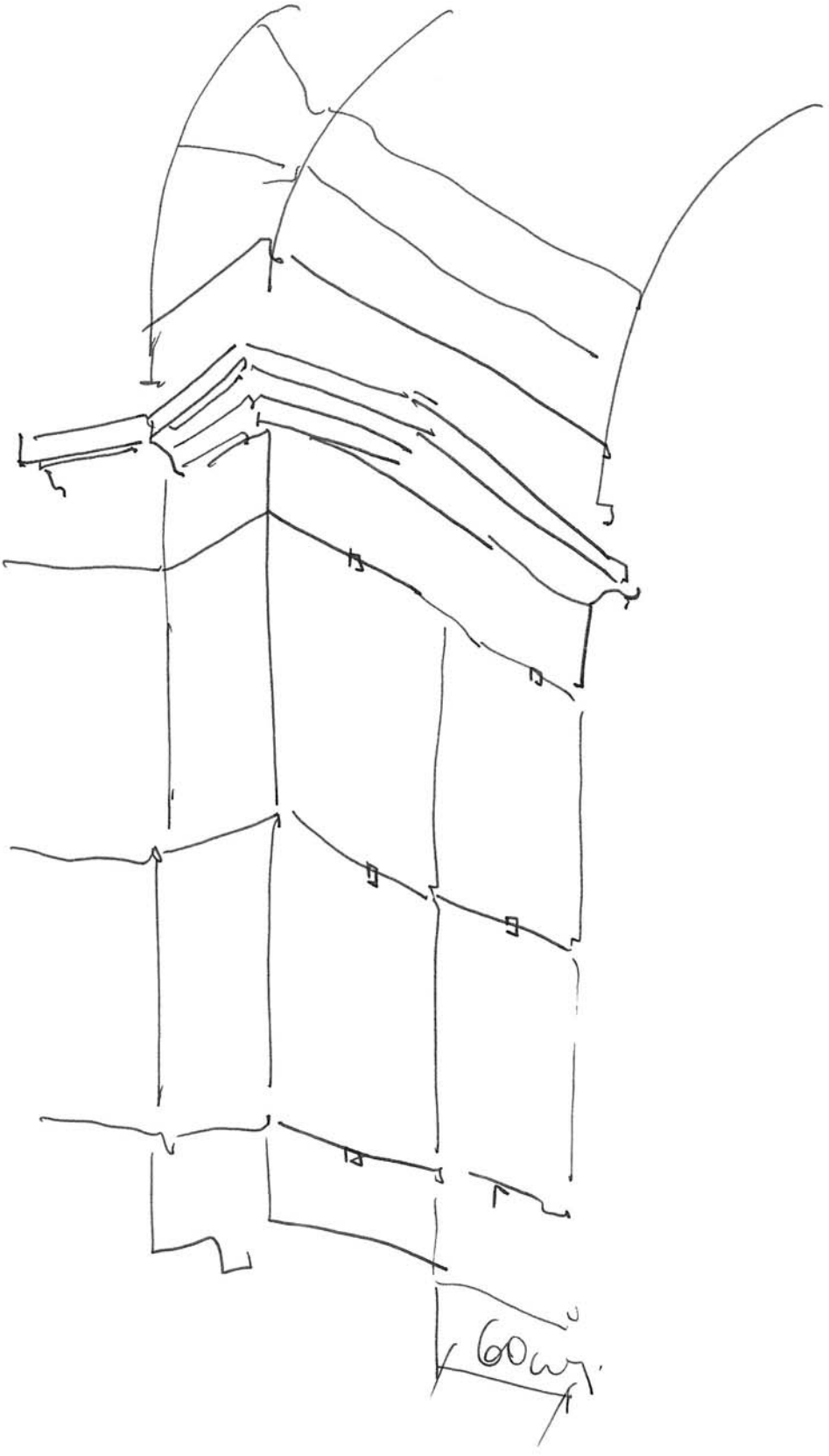
[illegible] October 2003

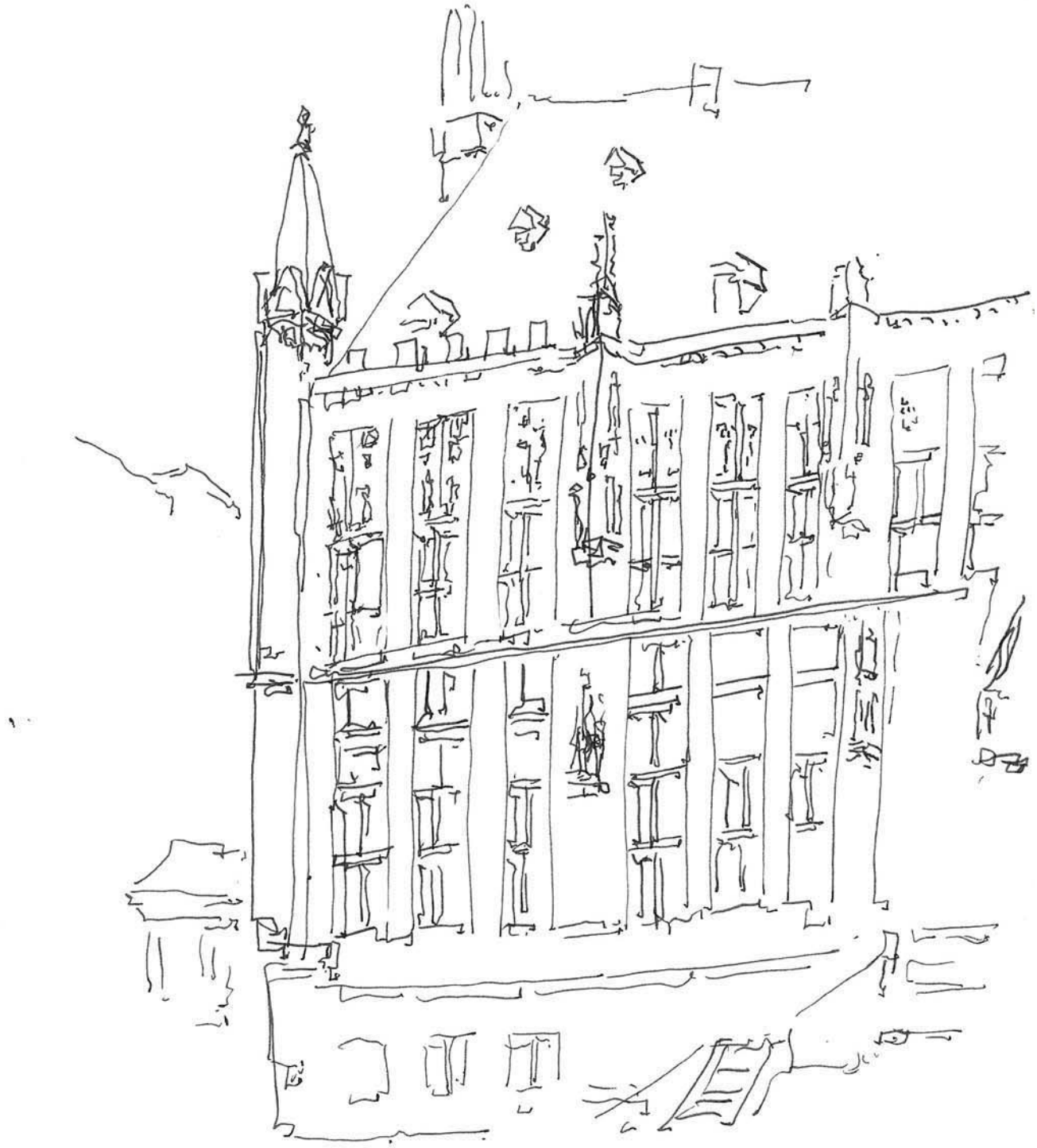
Badajoz.
octubre-2003

11-10-2003

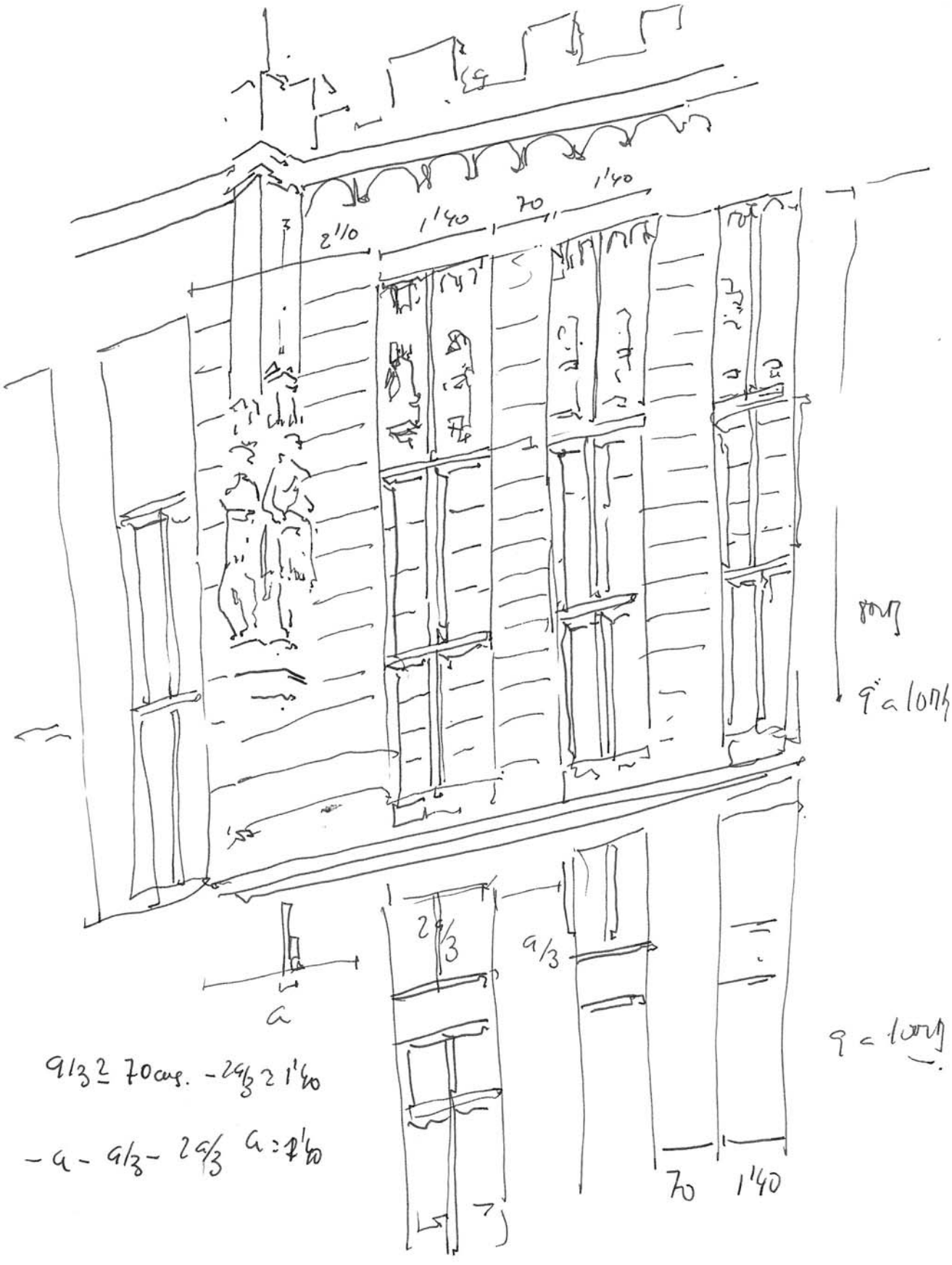





60ซม.



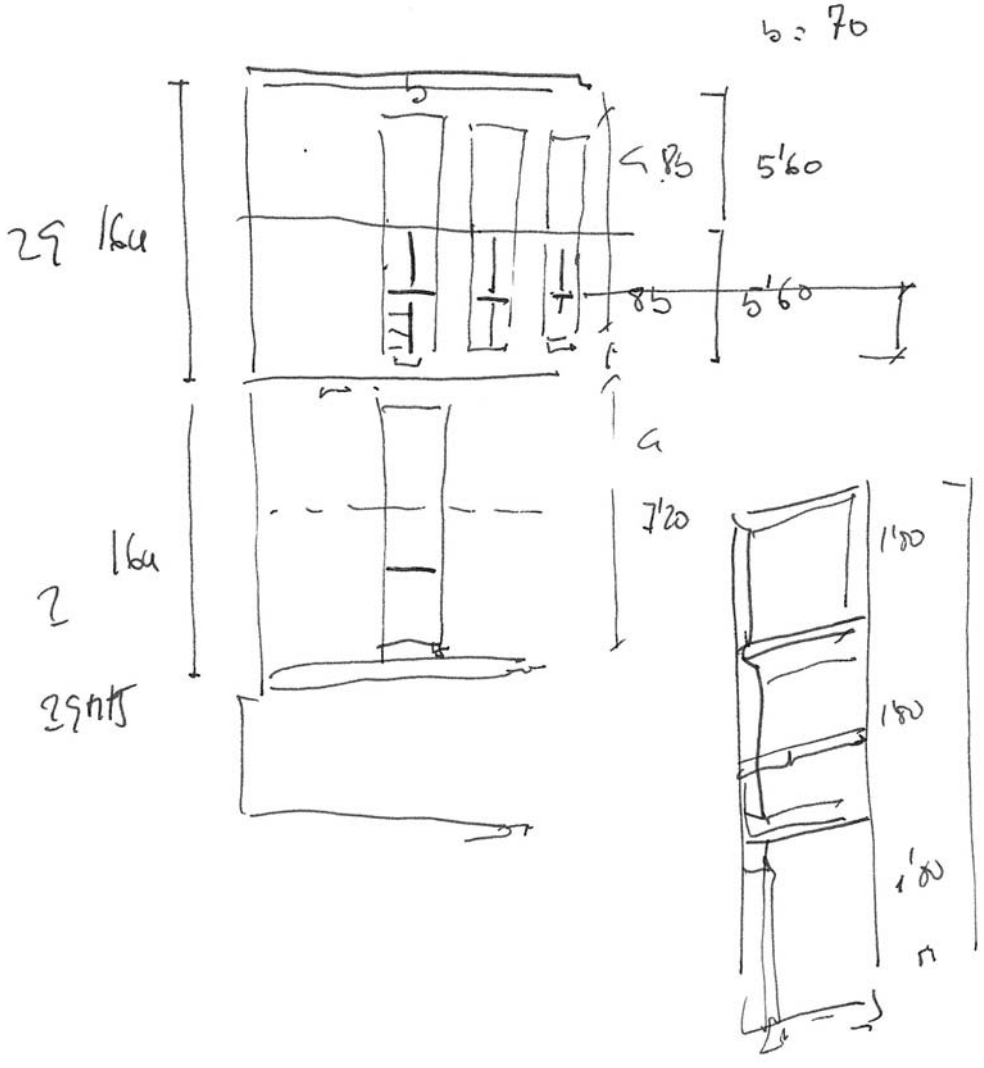
[illegible]. 11-10-2003. Ayuntamiento



a/3 ≥ 70 cm. - 2a/3 ≥ 1'40

- a - a/3 - 2a/3 a = 1'40

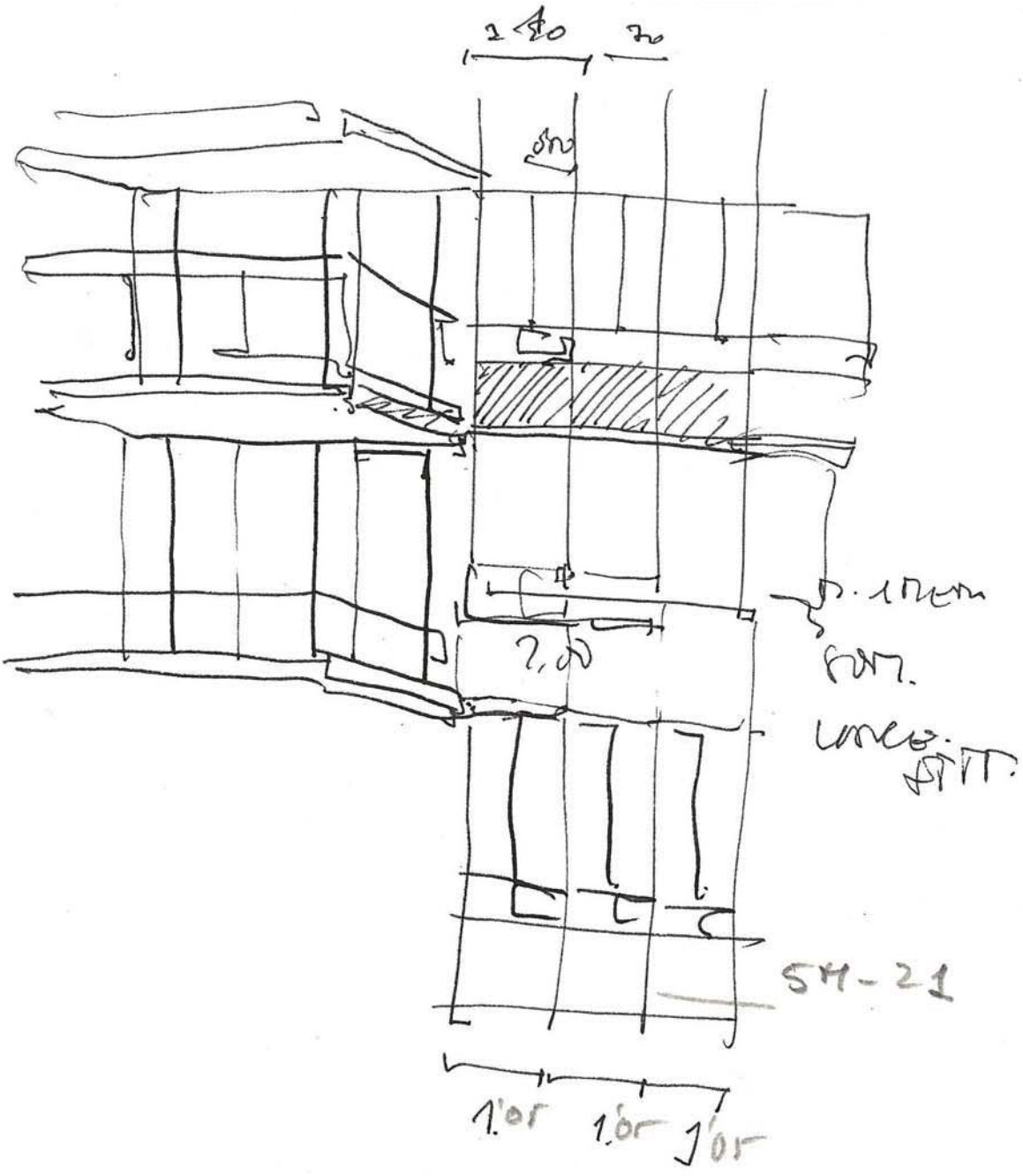
Ascoli. Ajuntament. 11-10-2009.

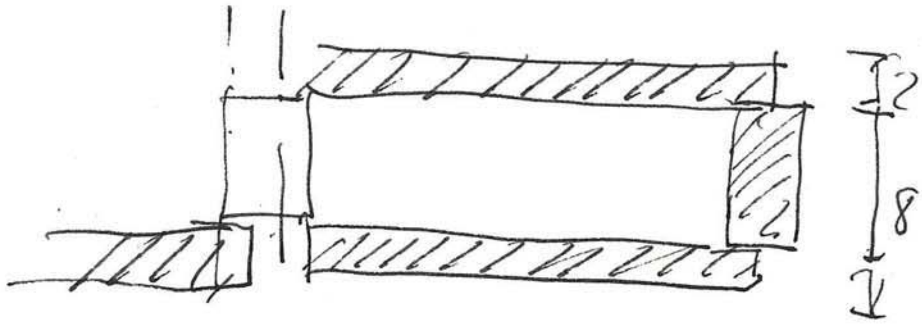

b = 70
85
5'60
85
5'60
7'20
1'80
1'80
1'80

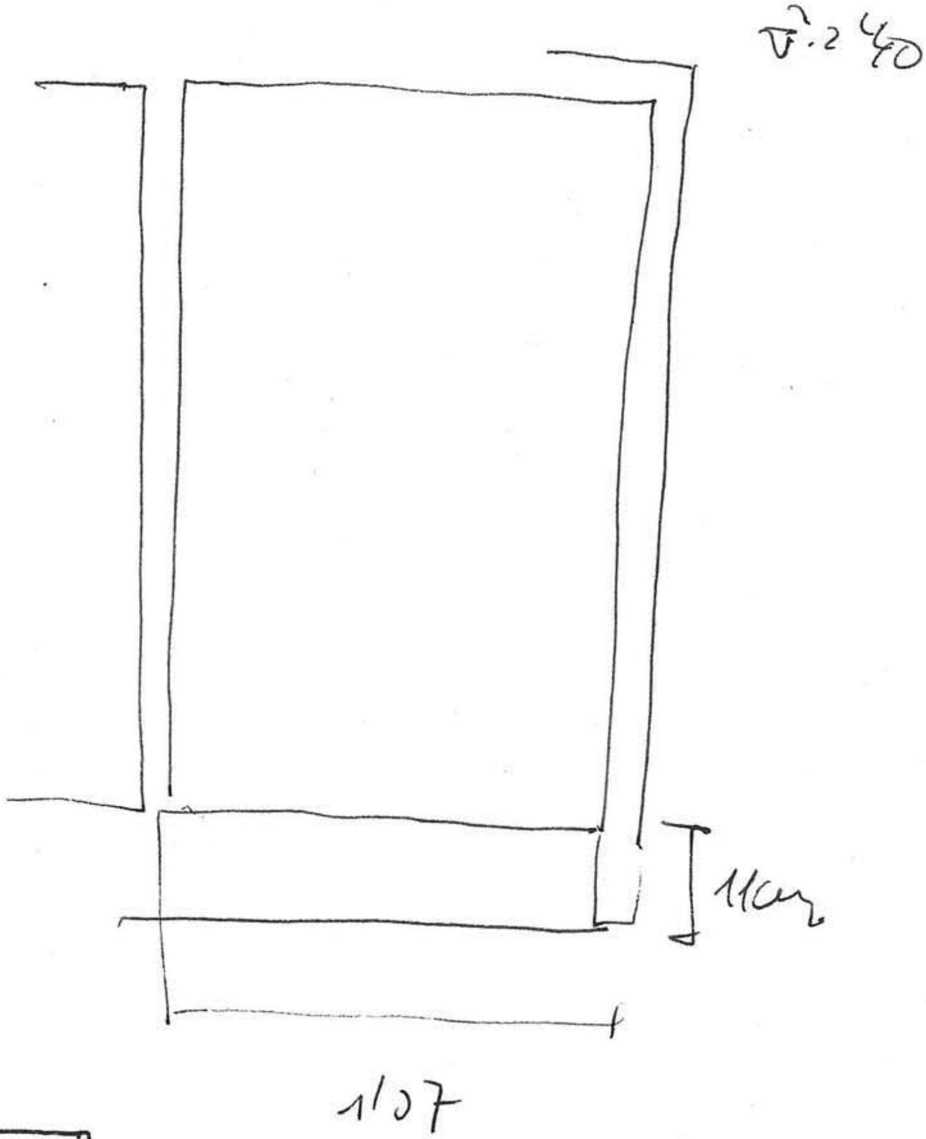
Athens. 11-10 79.

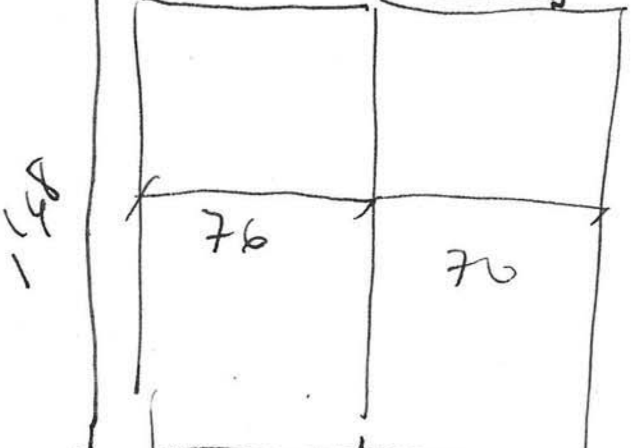
Apuntes

Chicago


1.80
2.00
SH-21
1.00
1.00
1.00

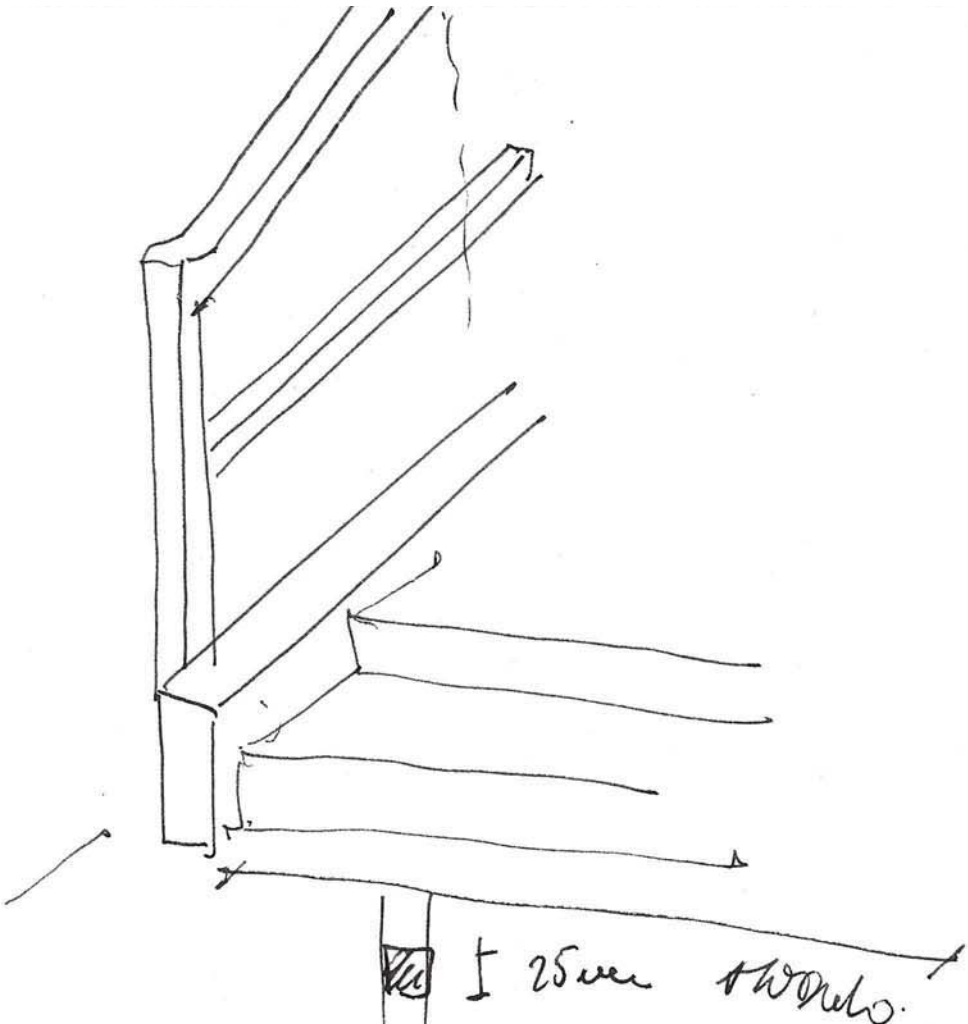


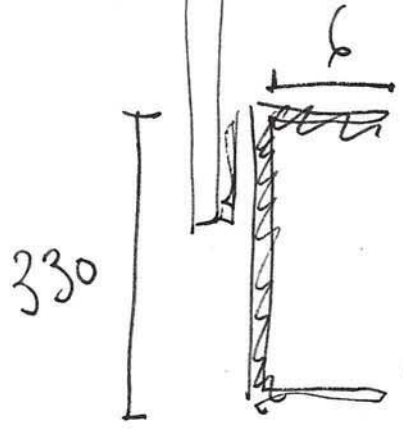


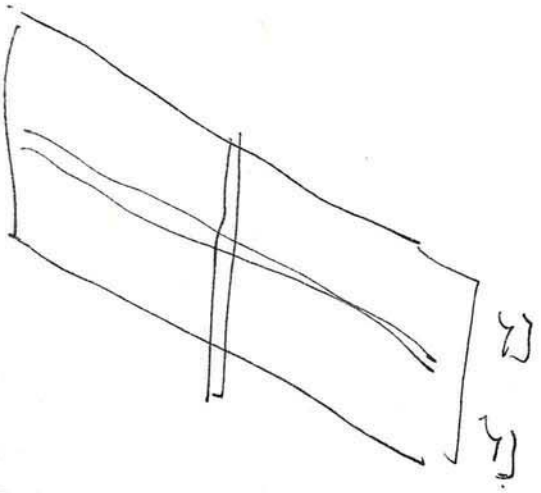


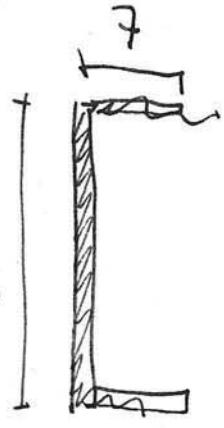
76
16

PANEL DE
MADERA

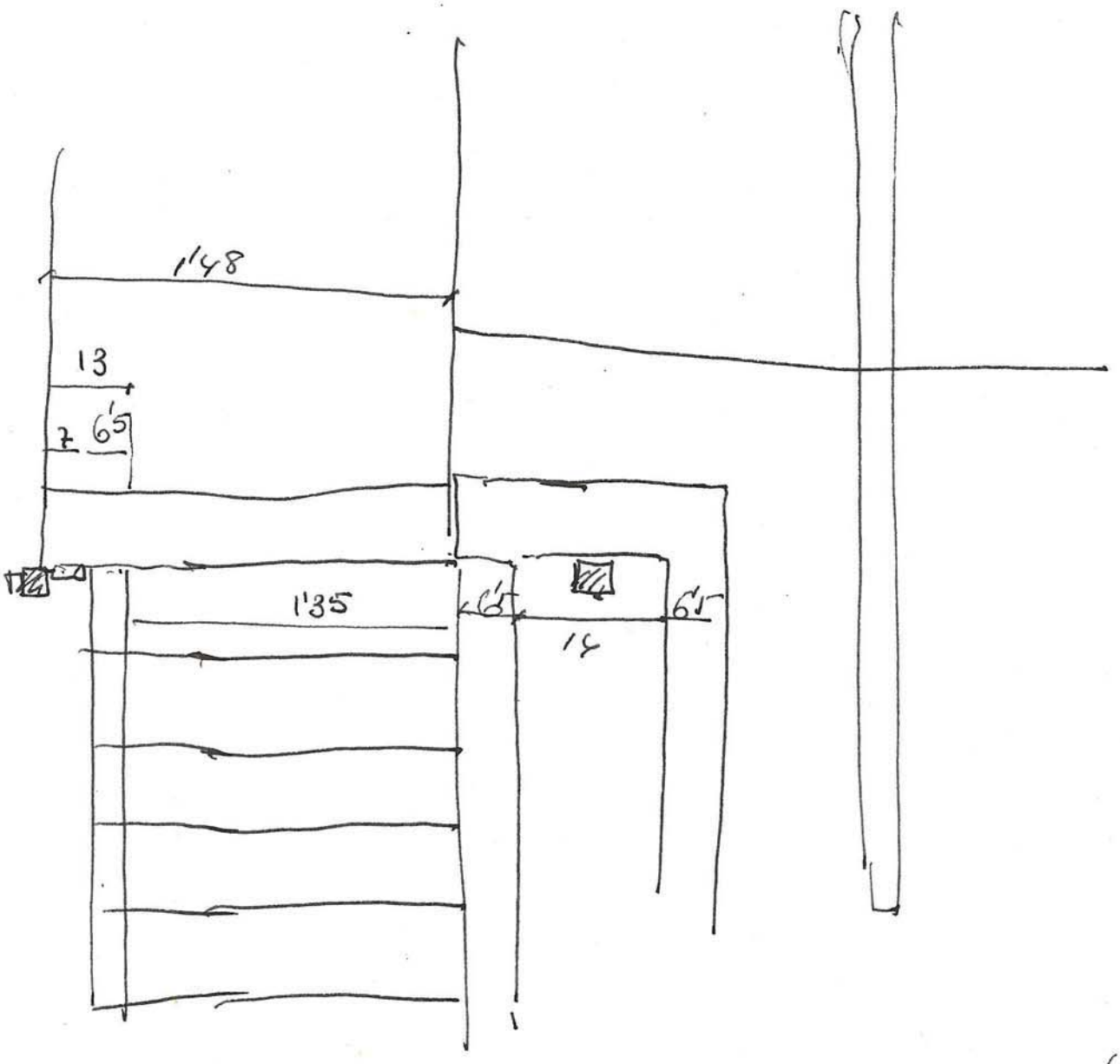




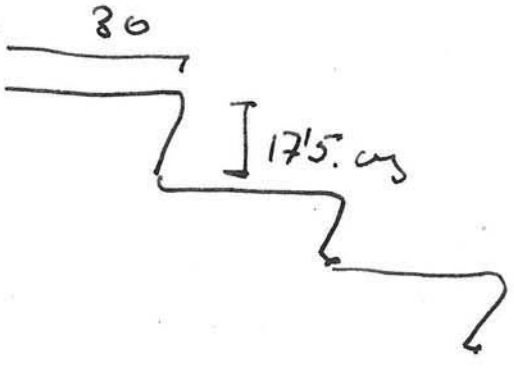




- Canto de Perfil 48

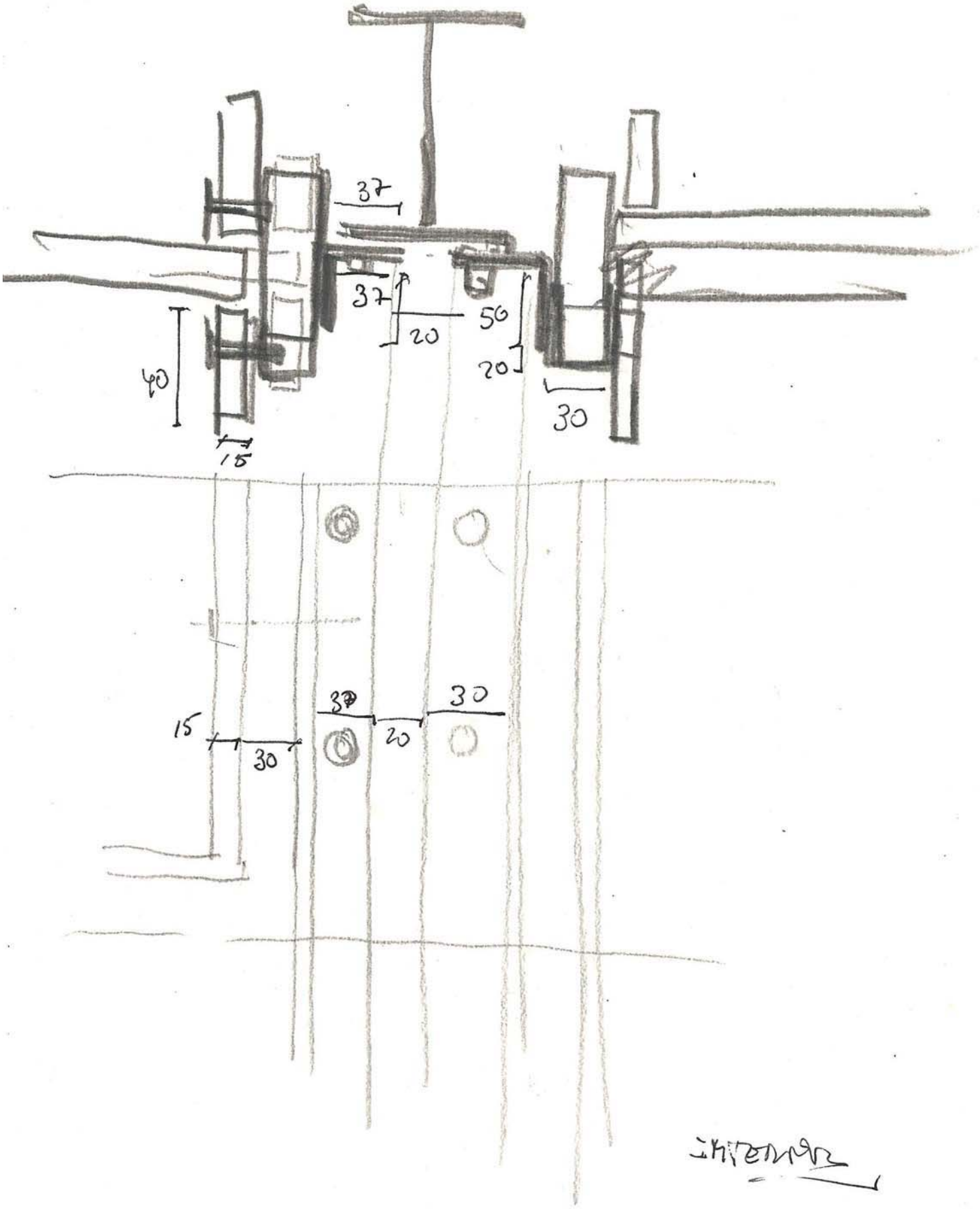


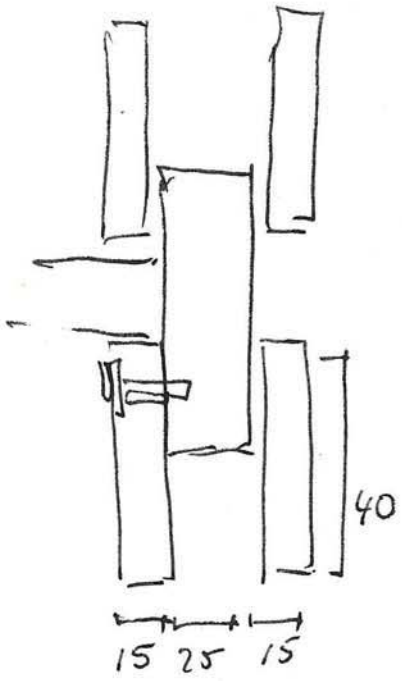
4. 30×17'5

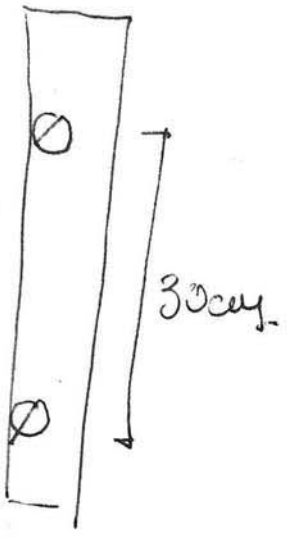


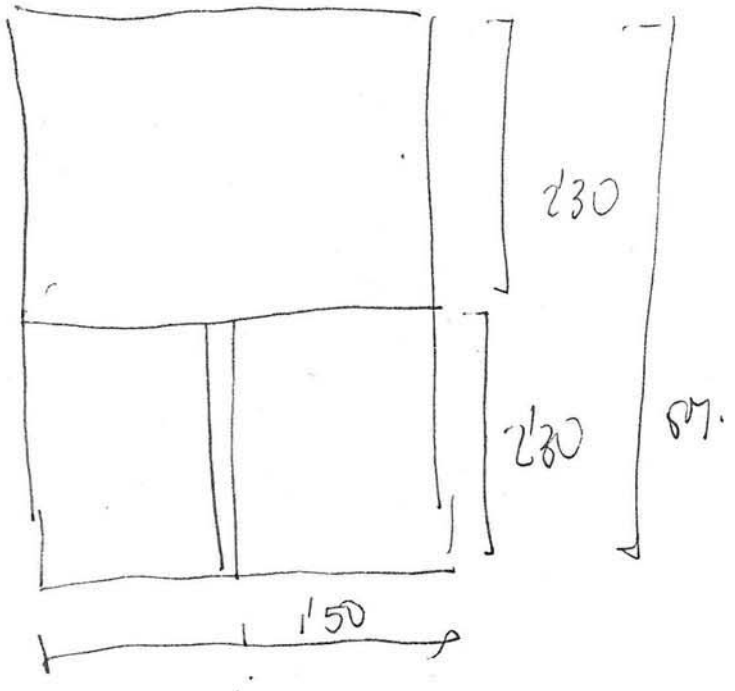
Madera 76×1'48

1'48. Modules




40
15 25 15

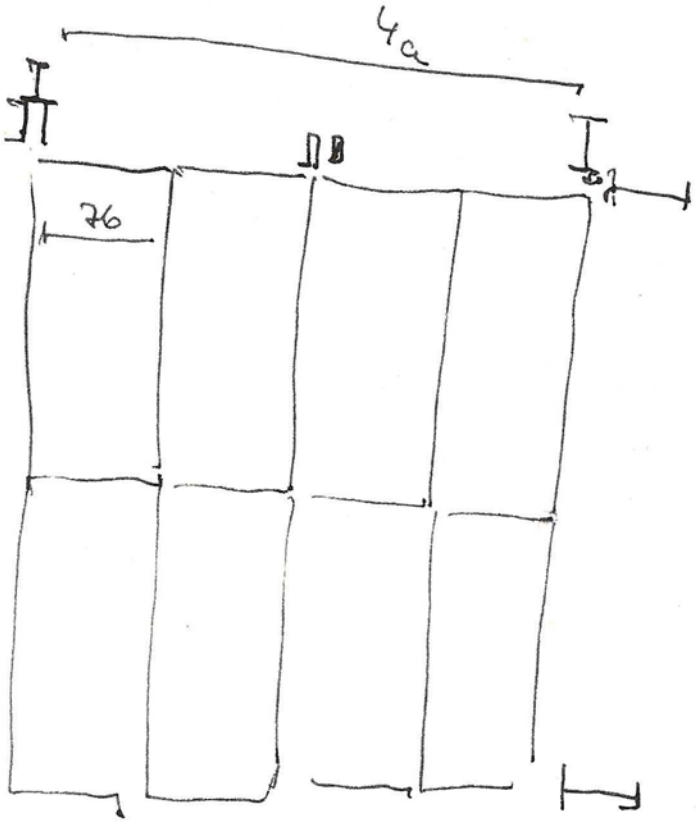

30cm.

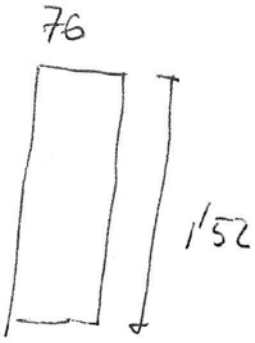

230
280
87.
150

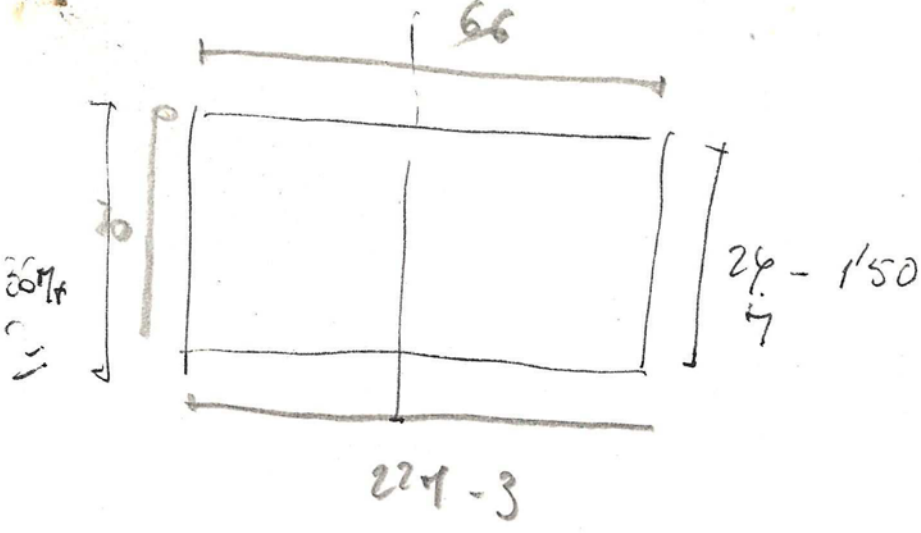
$4a = 25$

$a = 25$

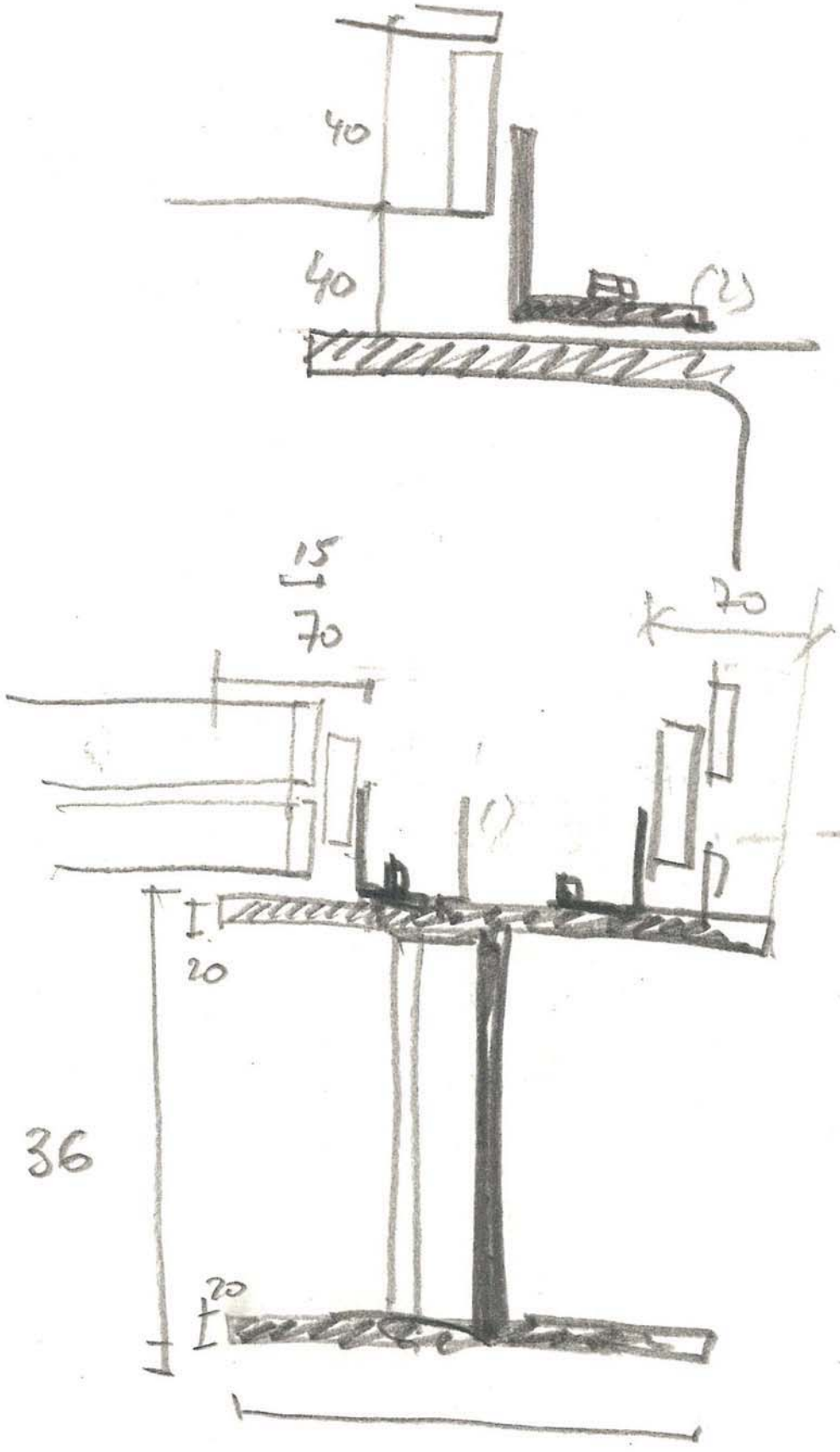
$a = \frac{76}{2}$

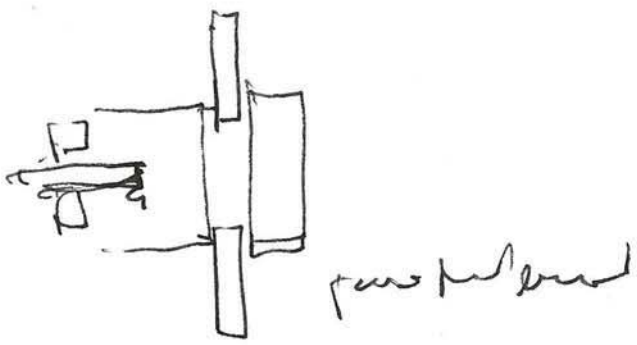


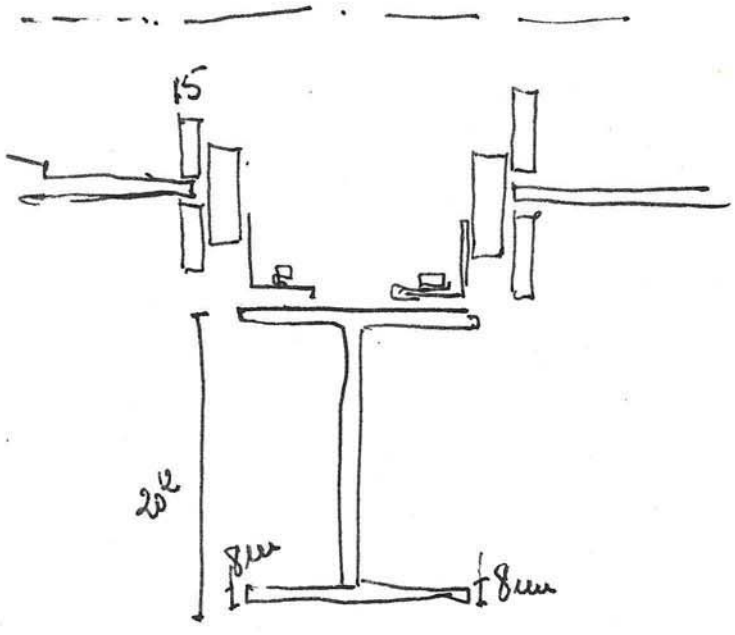


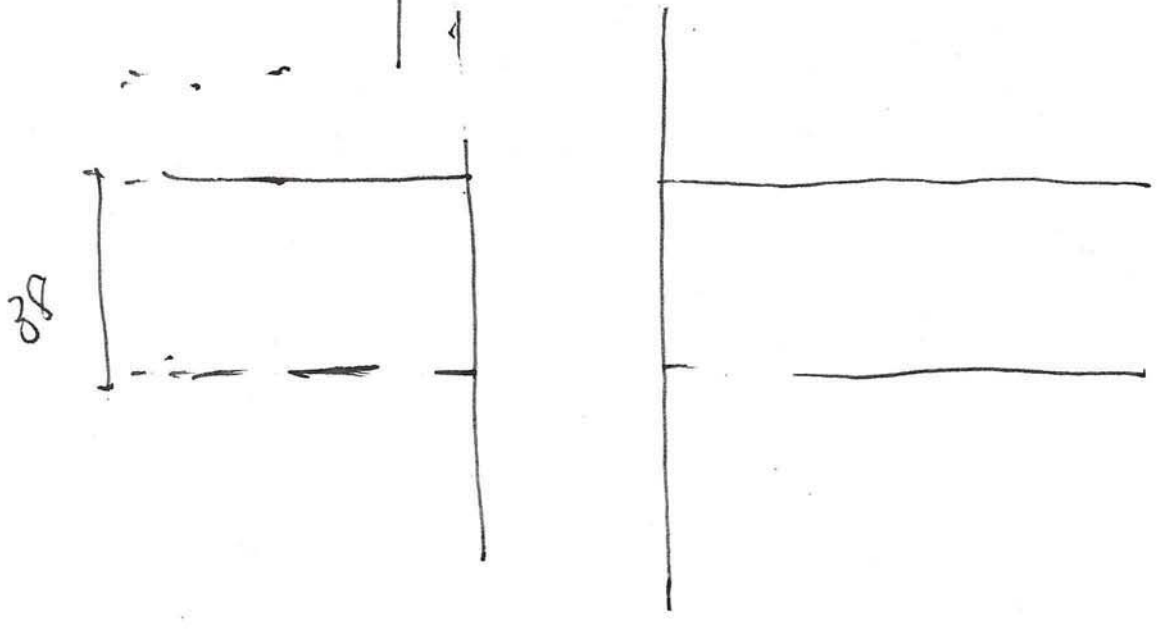


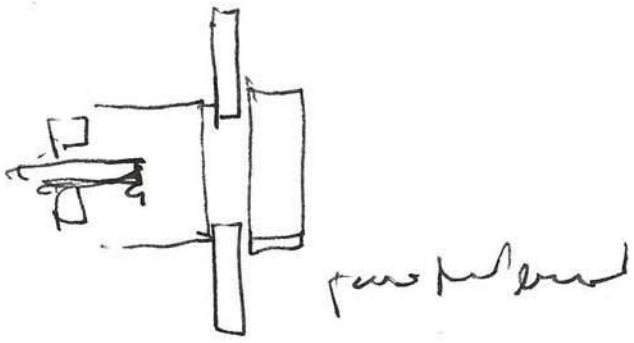
15
30
25
40
170
70
40
100
100

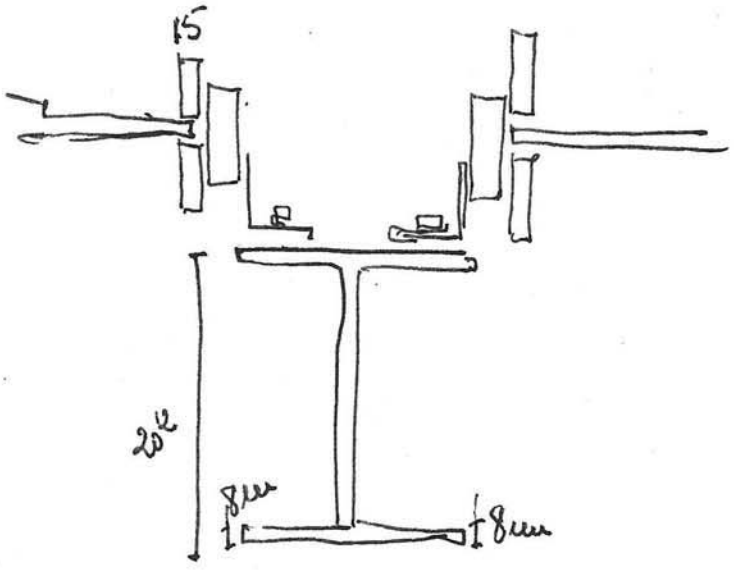

40
40
(2)
15
70
70
(1)
20
20
36
31

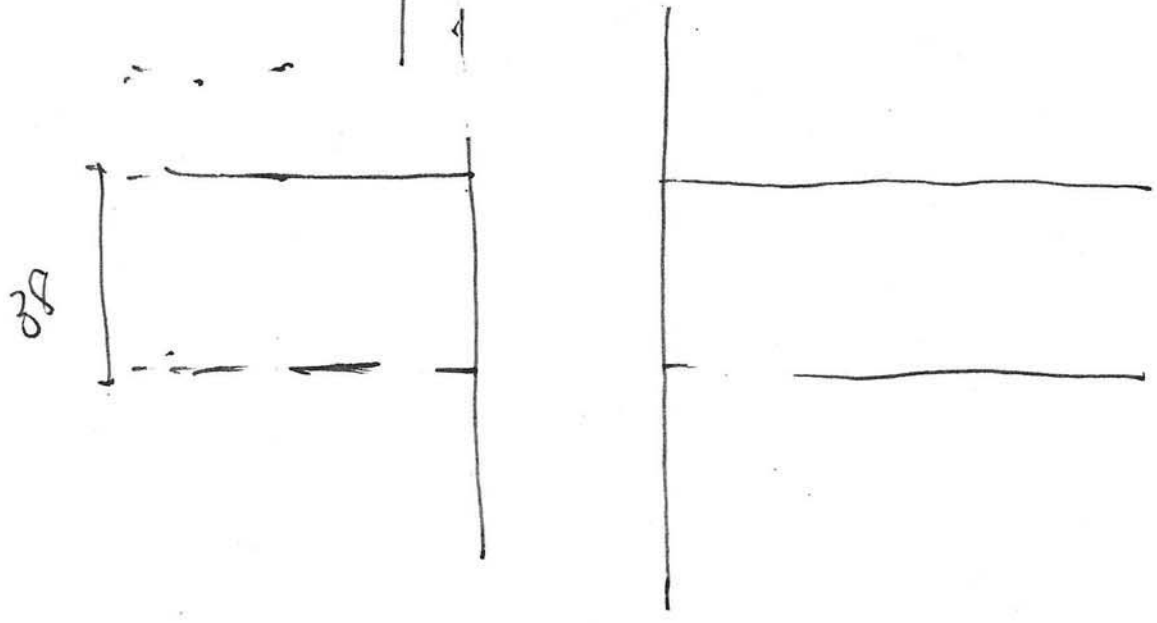


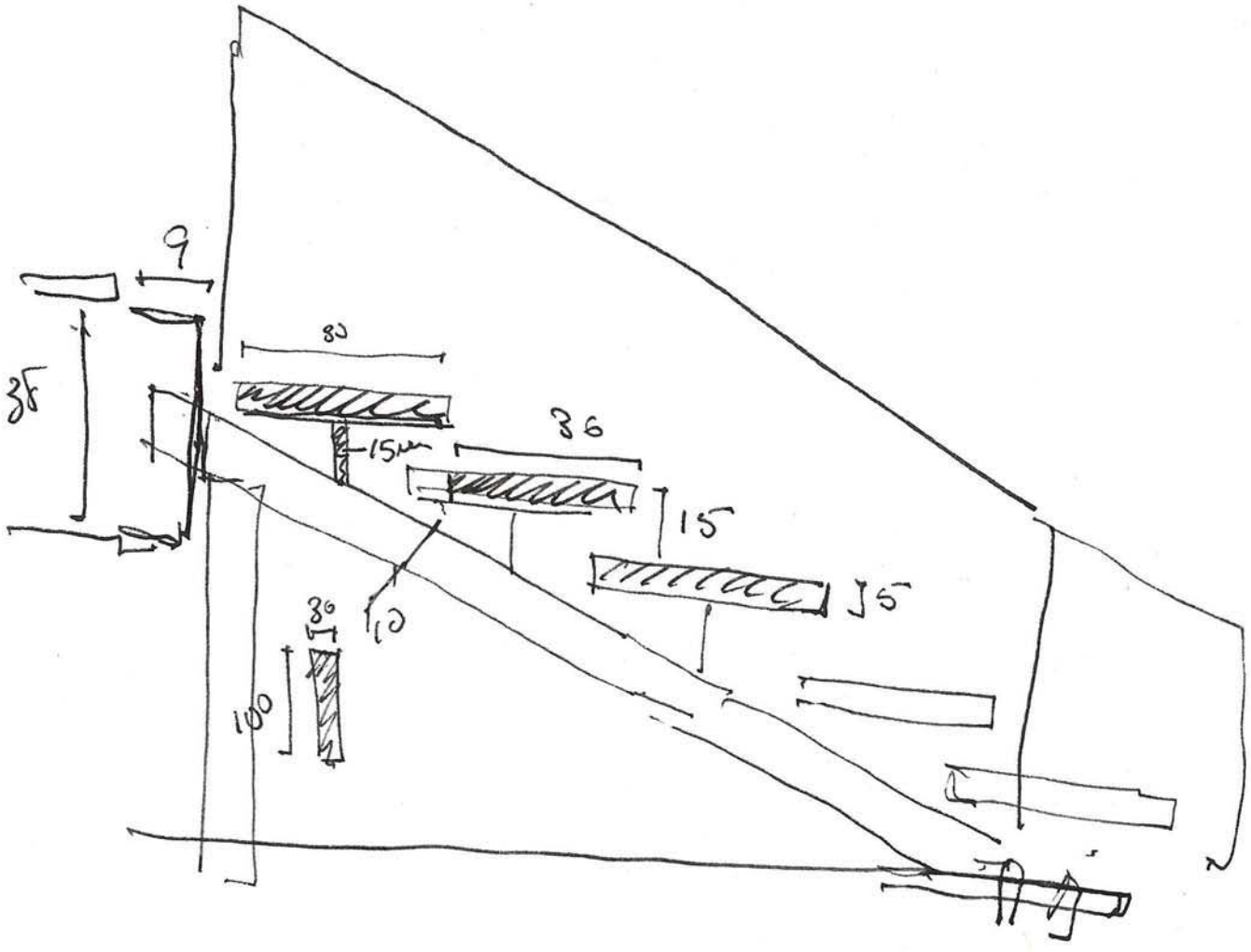

15
20
8mm
8mm
13'5

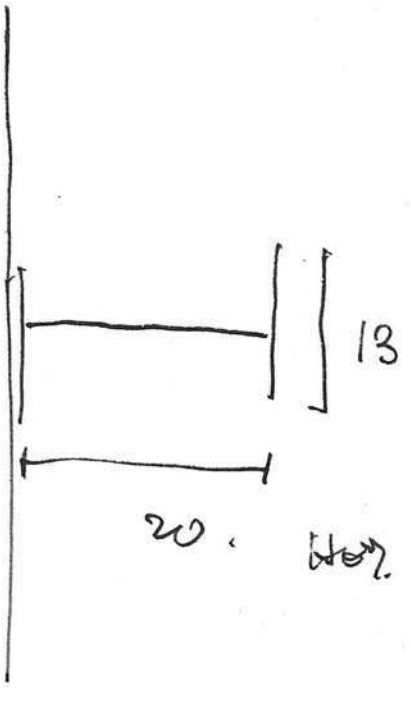

38

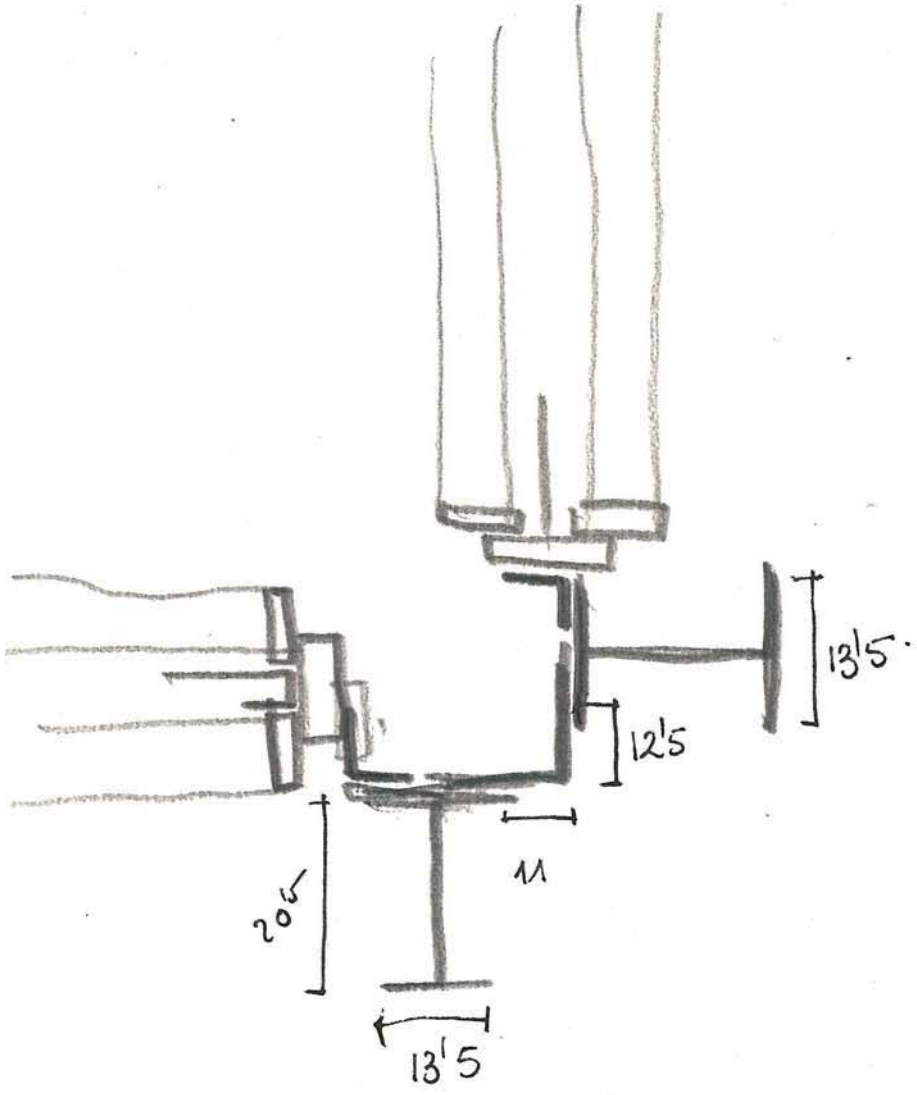


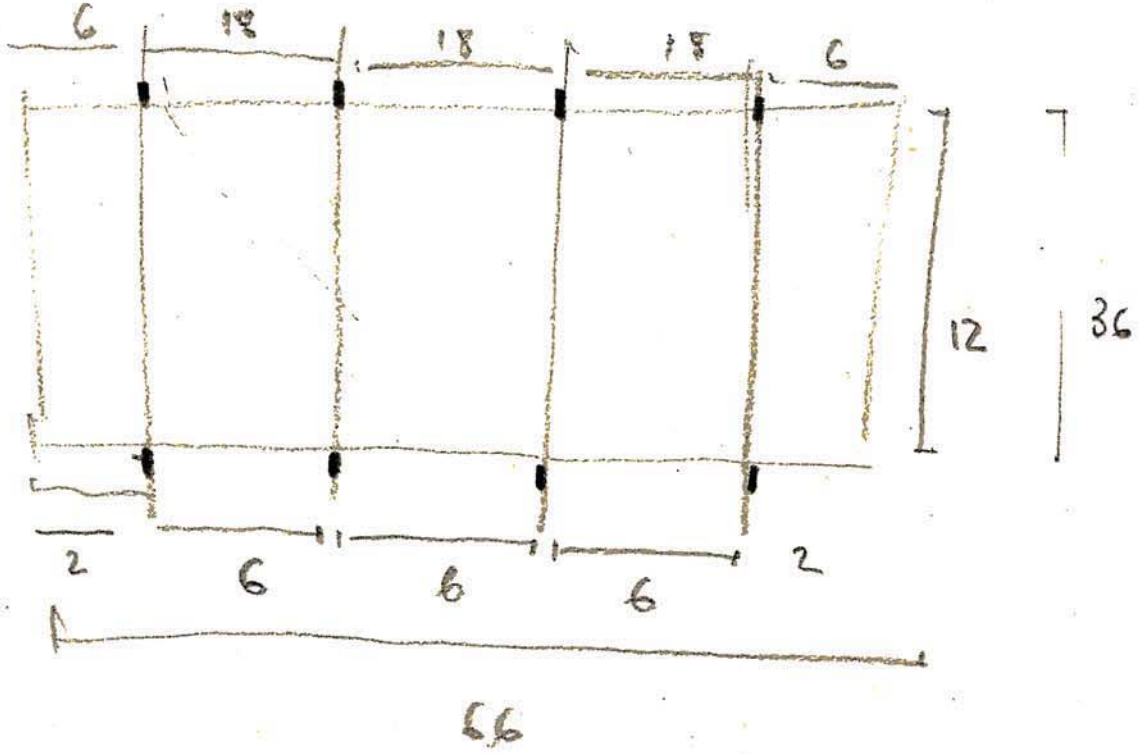

15
25
8mm
8mm
13'5

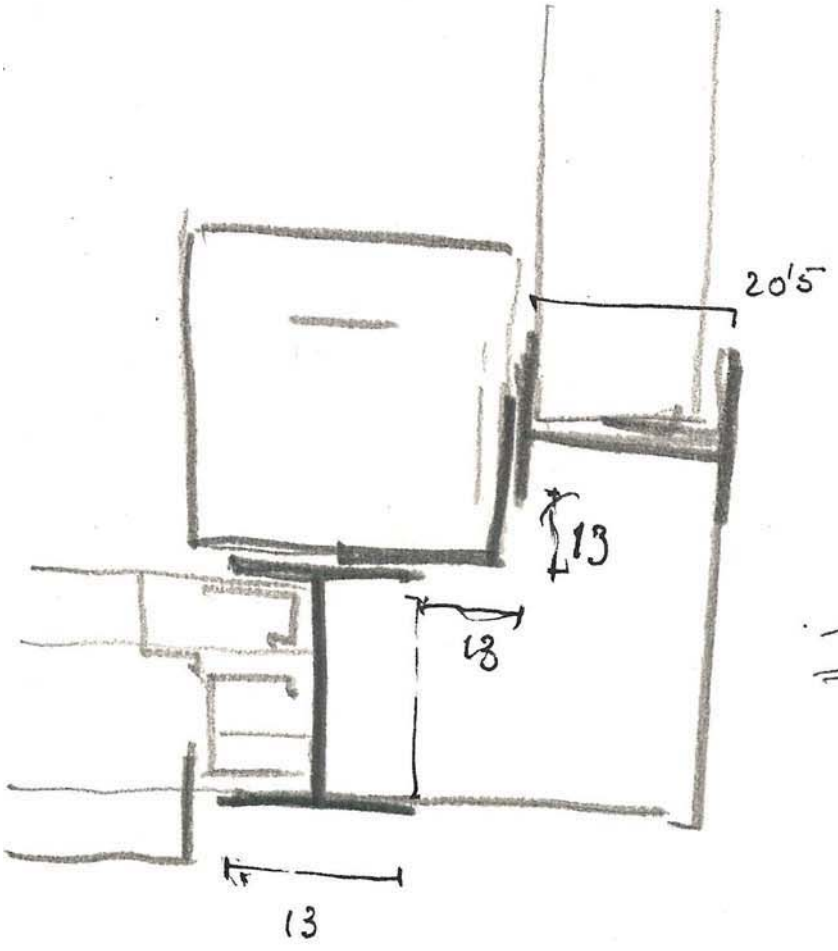

38

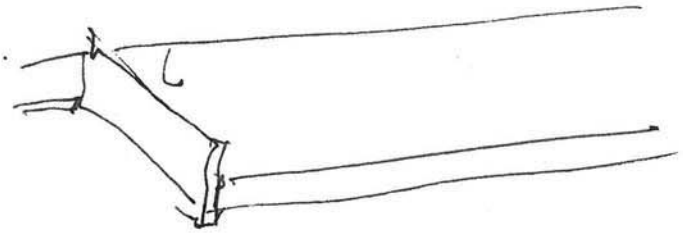

9
35
80
15
36
15
15
36
10
100

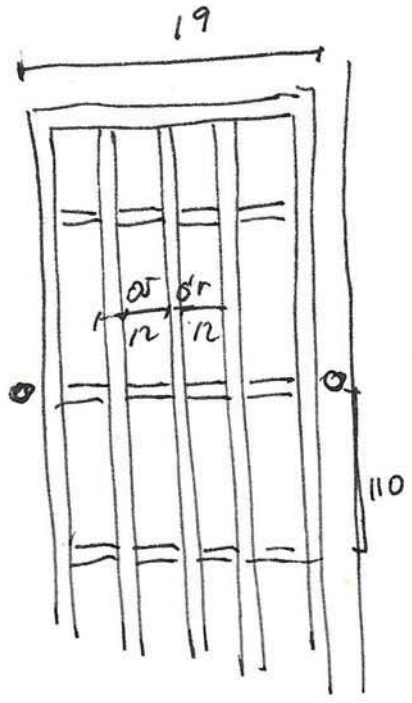

13
20

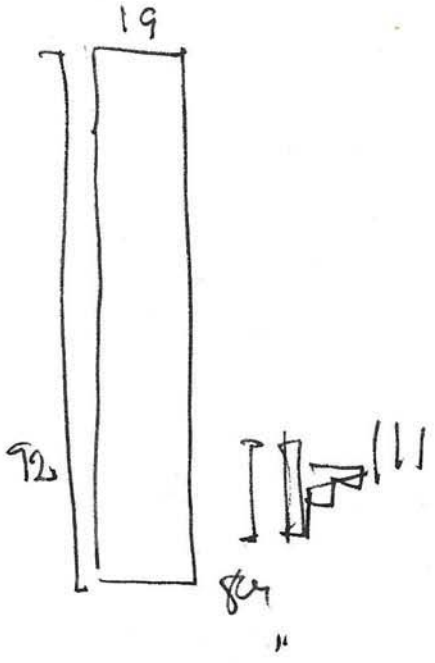

13'5
12'5
11
20'5
13'5

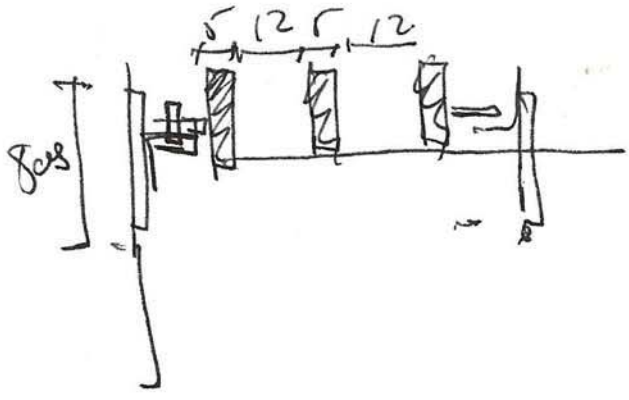

6
18
18
18
6
12
36
2
6
6
6
2
66

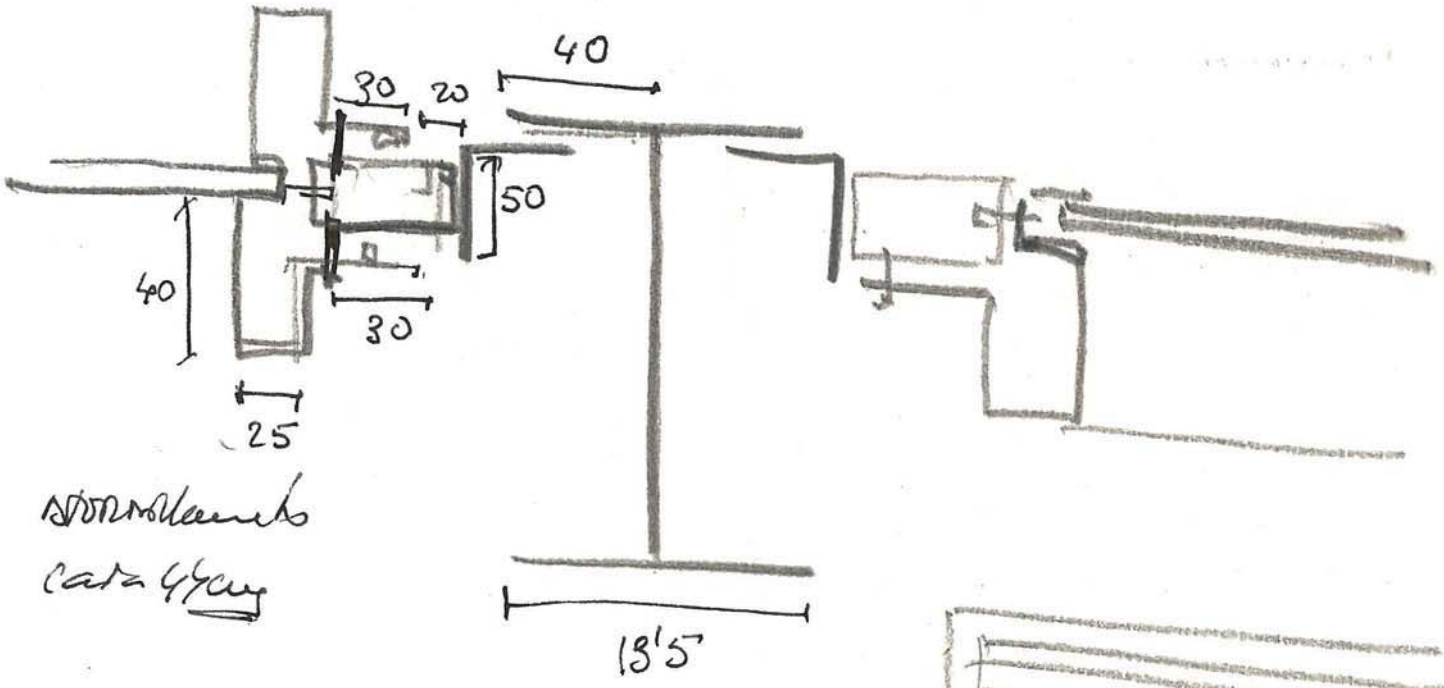

20'5
13
13
13

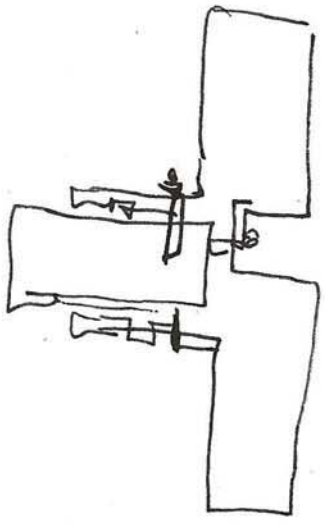

L

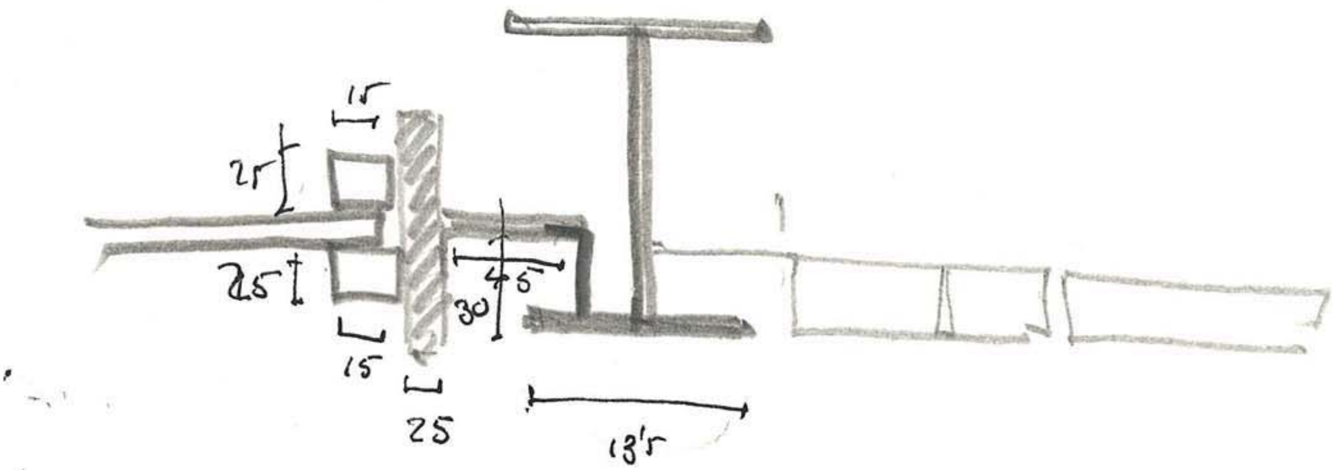

19
12
12
110

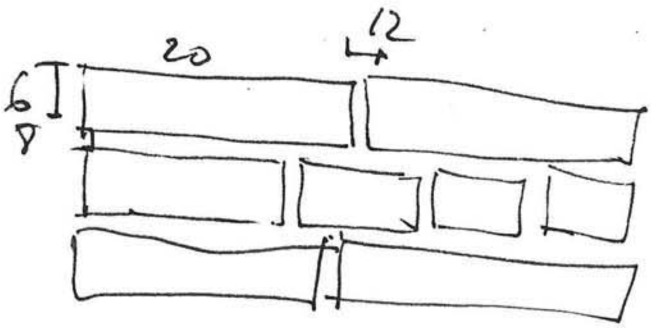

19
92
11


5
12
5
12


40
30
20
50
40
30
25
13'5

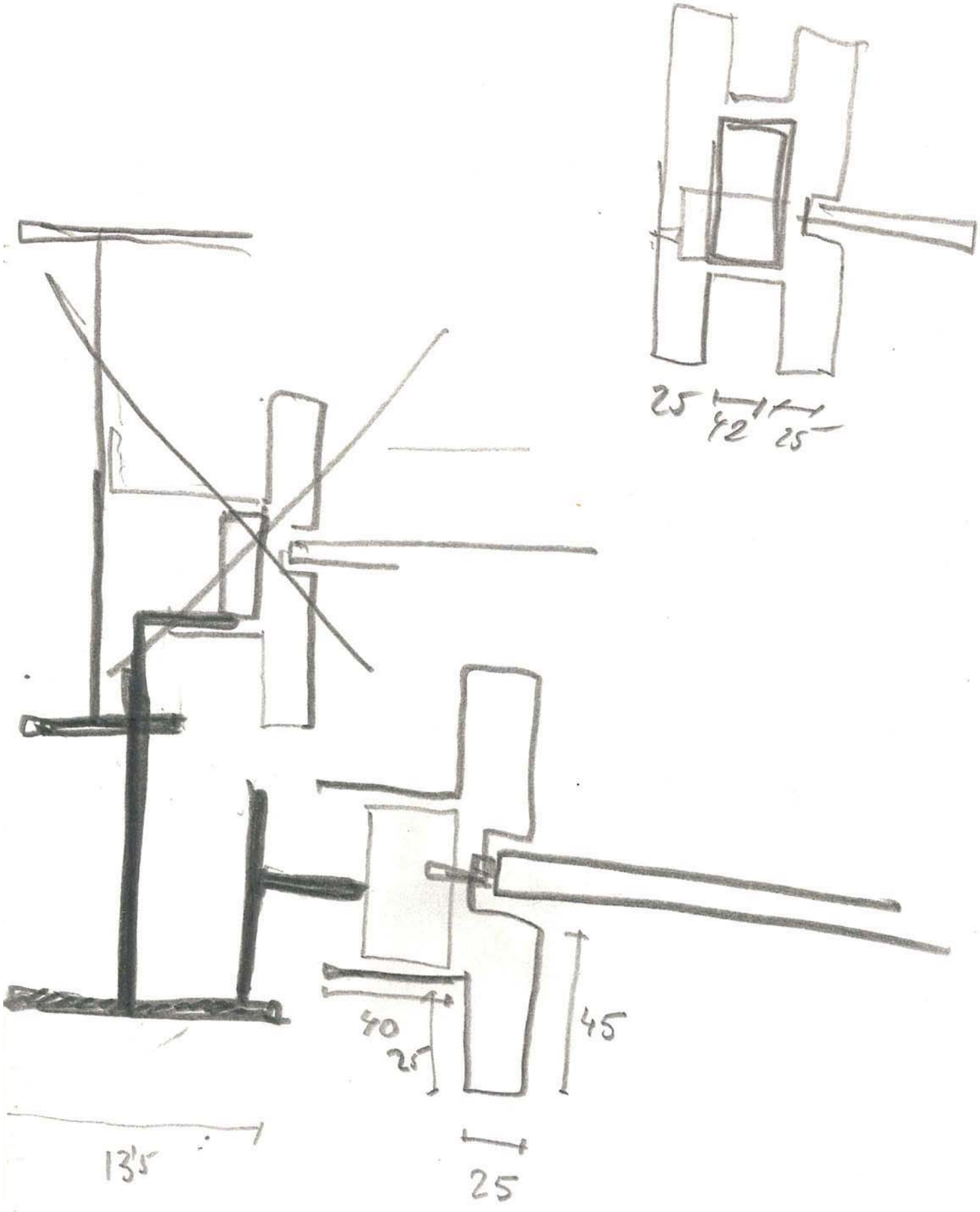




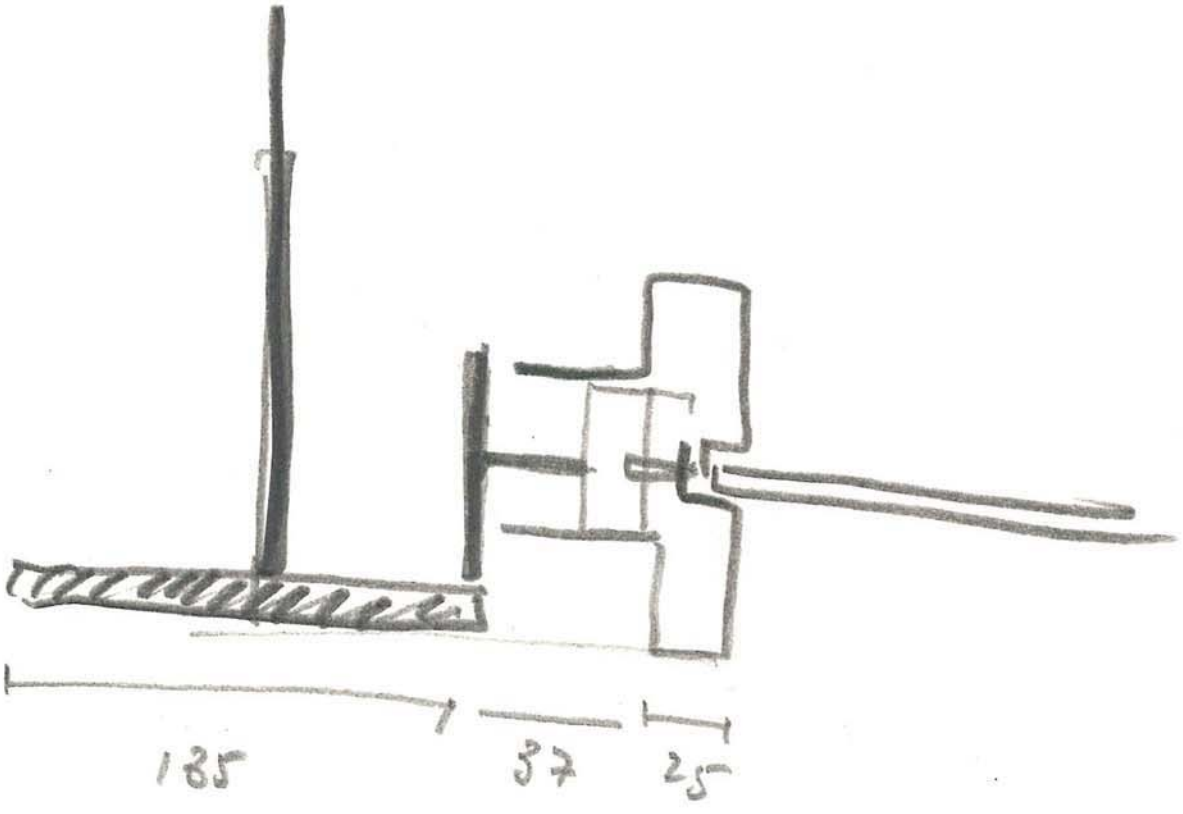


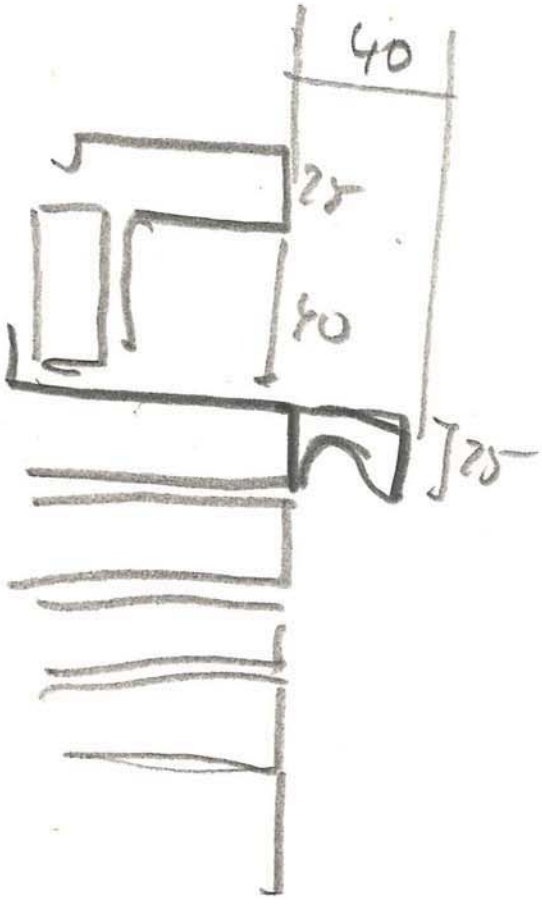
WPE Screening Building

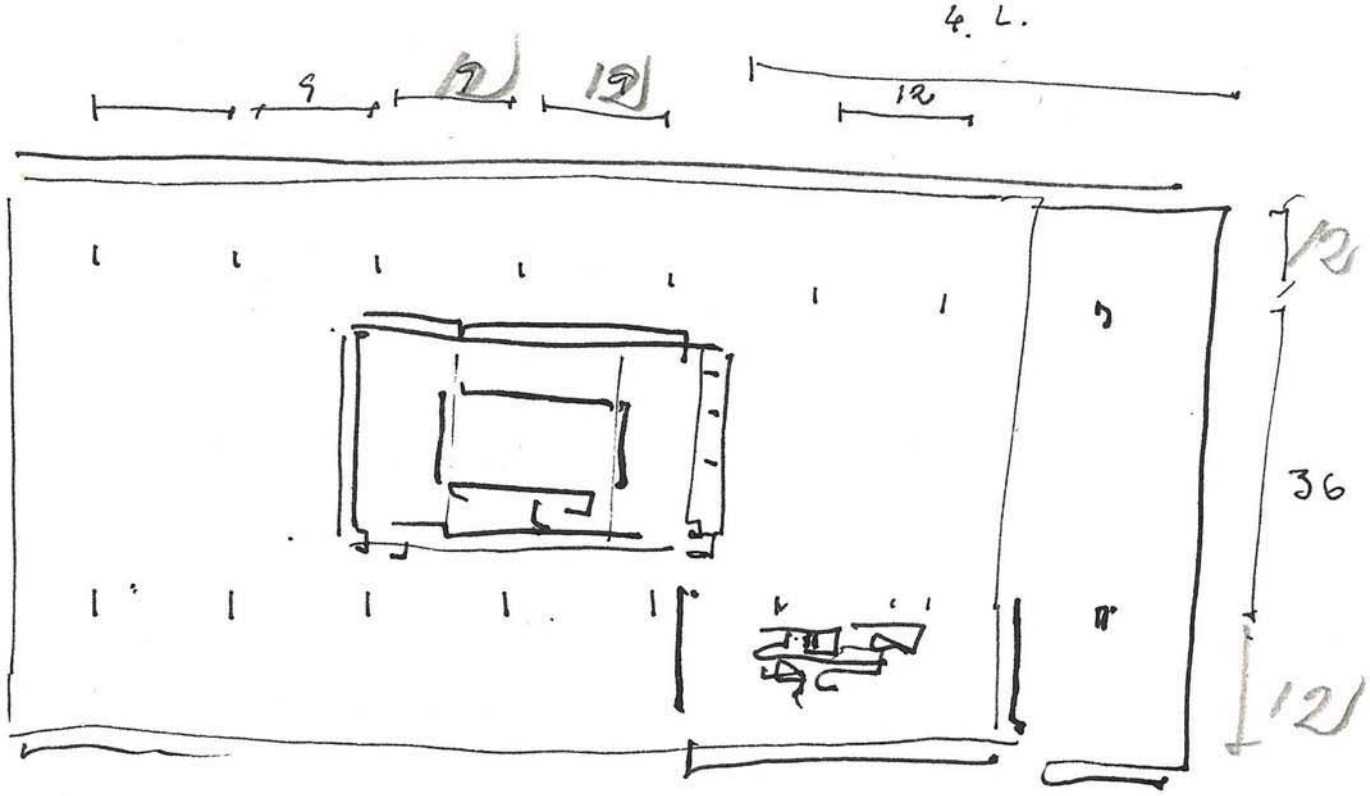
DETALLE. [illegible]

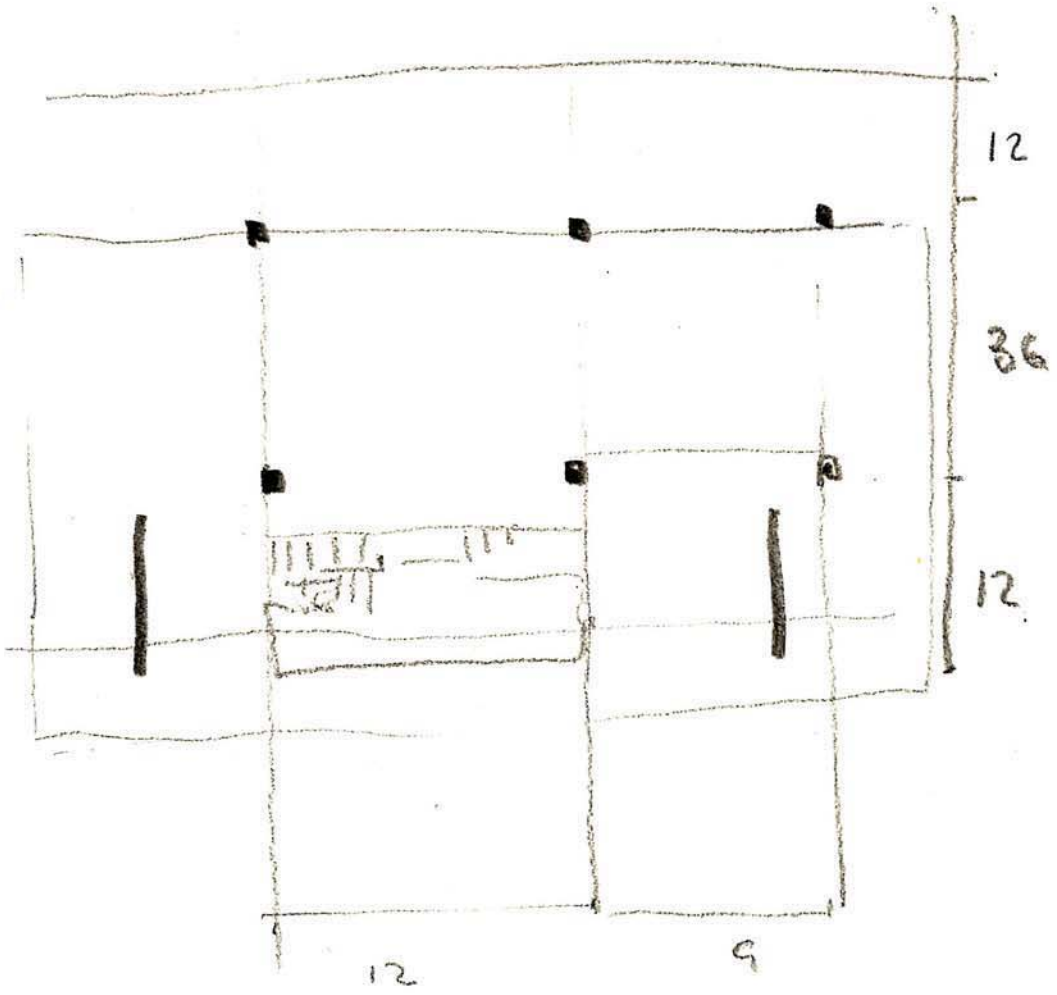


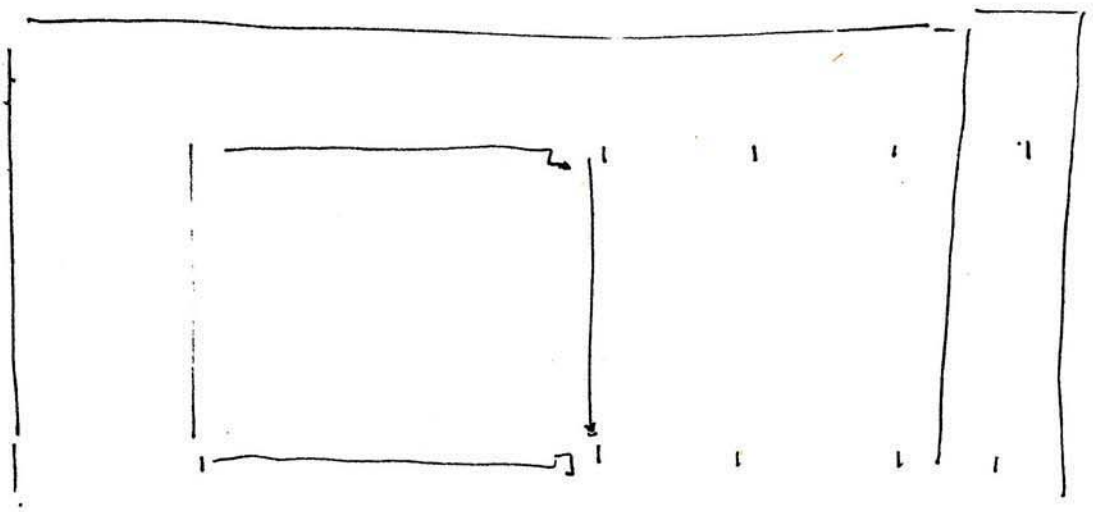
HOLD

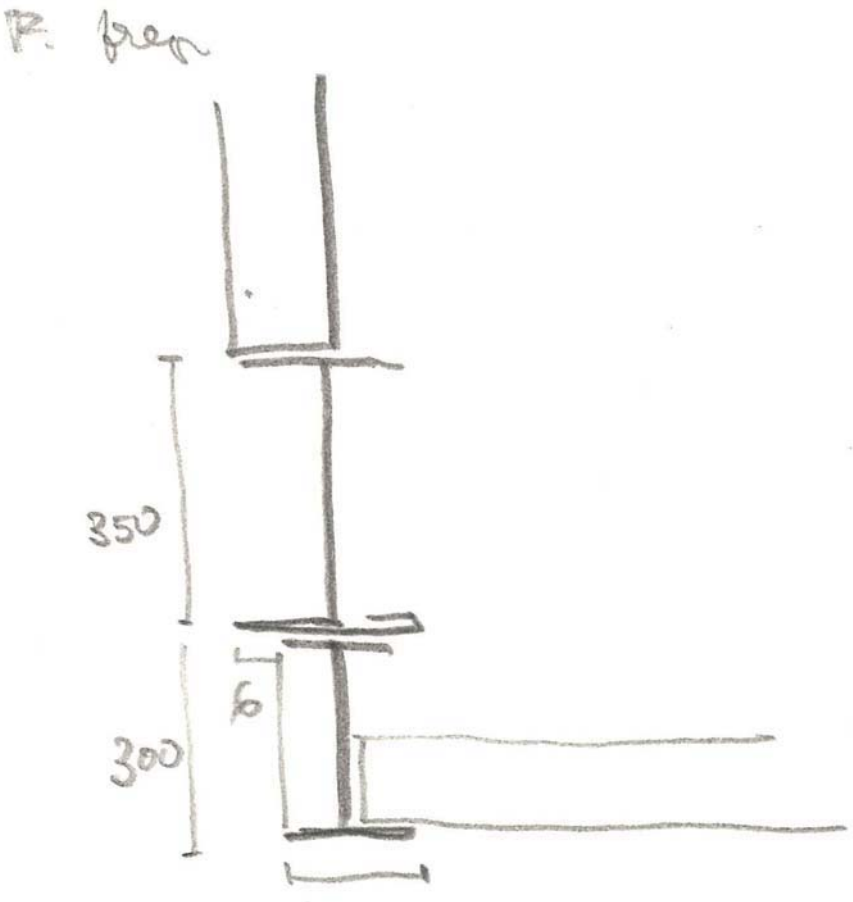

185
37
25


40
25
40
25

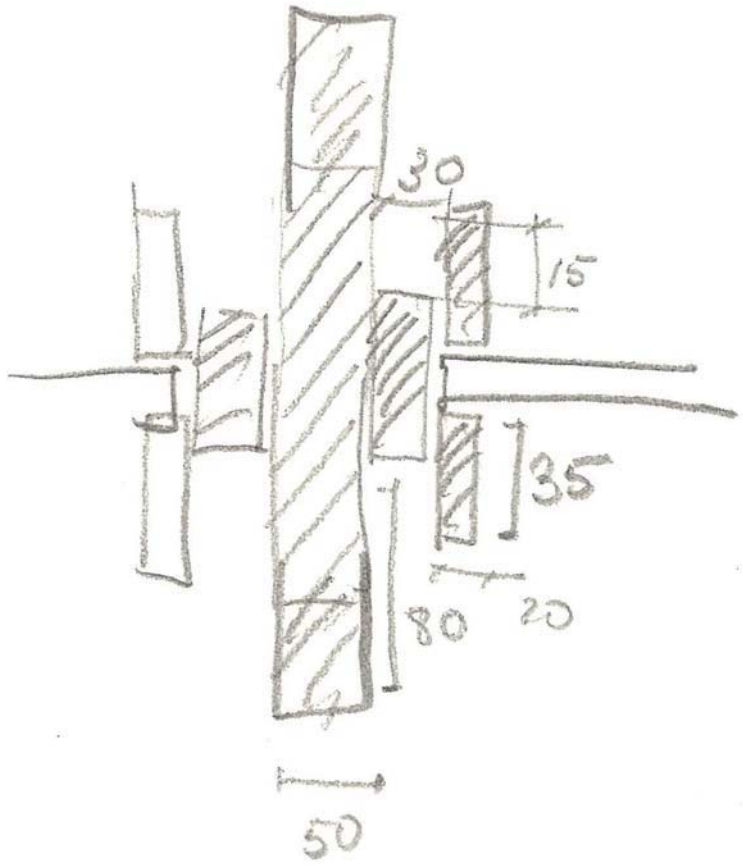

4. L.
9
12
12
12
36
12


12
36
12
12
9

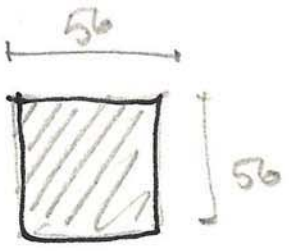




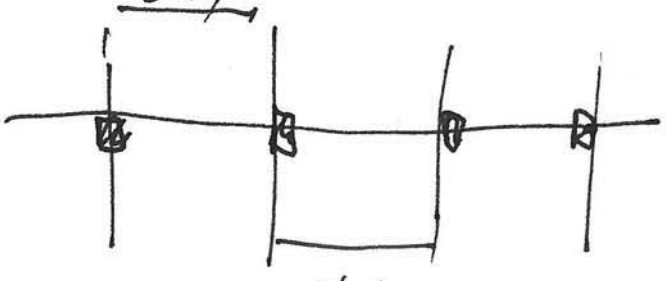
17

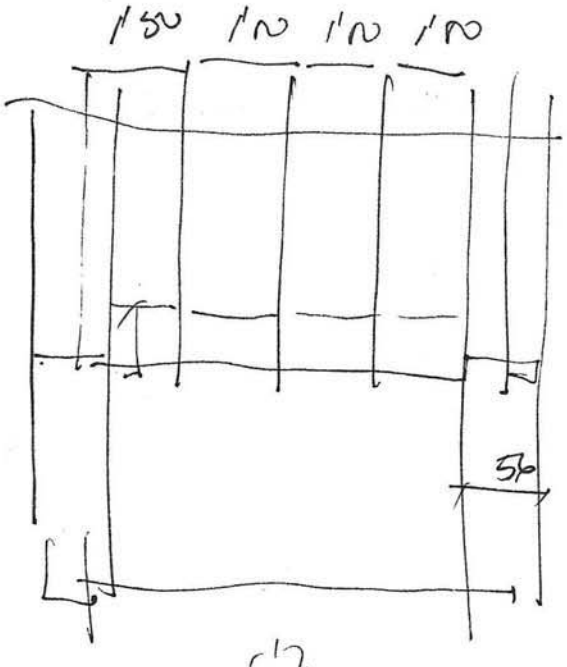


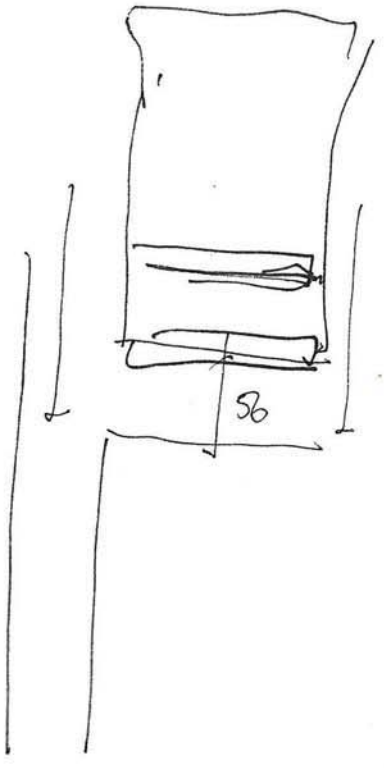
PEDESTAL
CENTER.



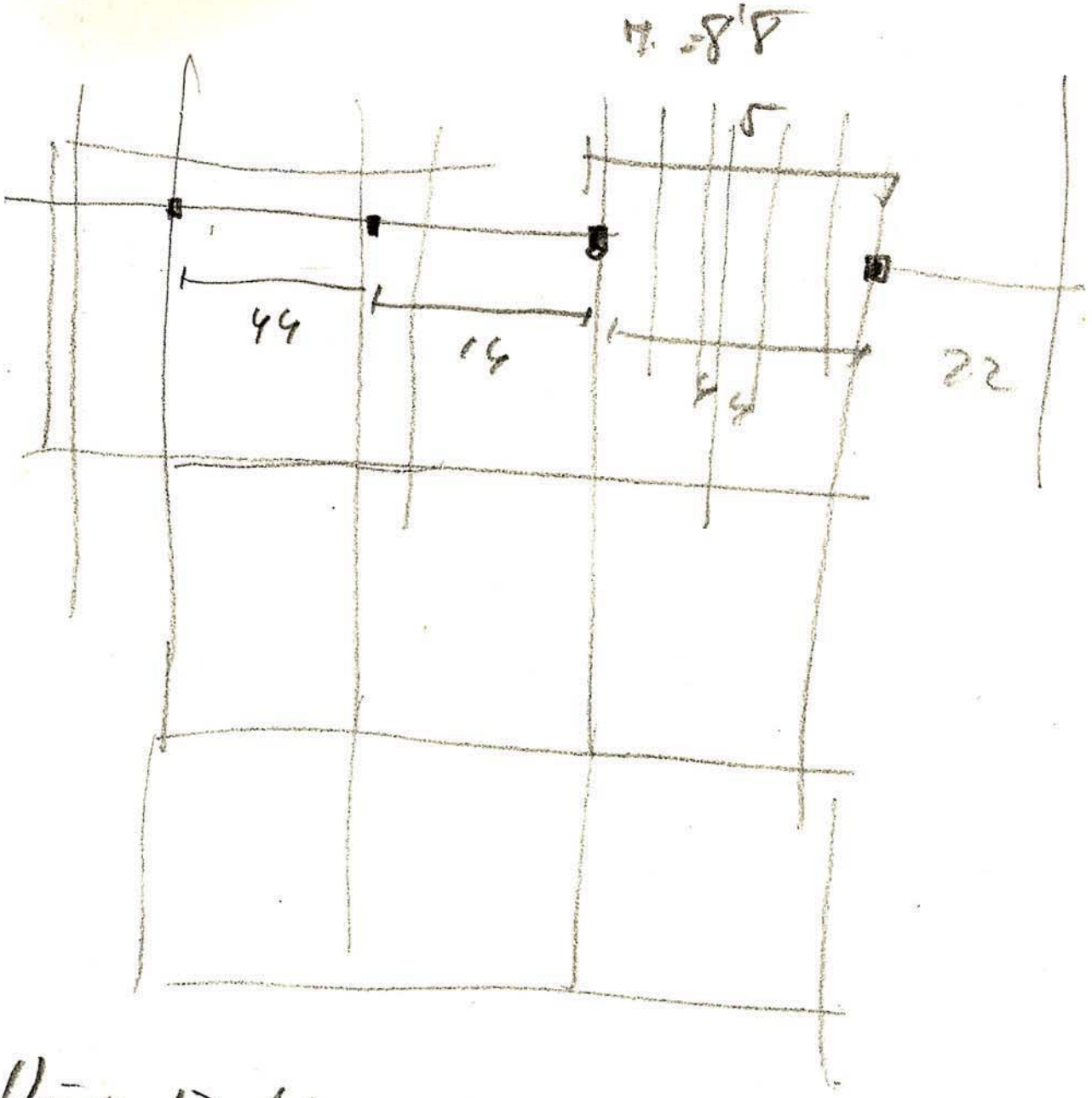
- מודול בסיס 1'10 x 1'10 - פרופיל 56x56

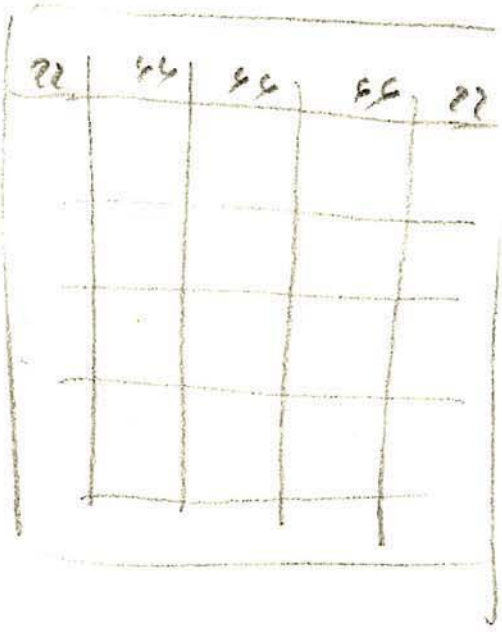






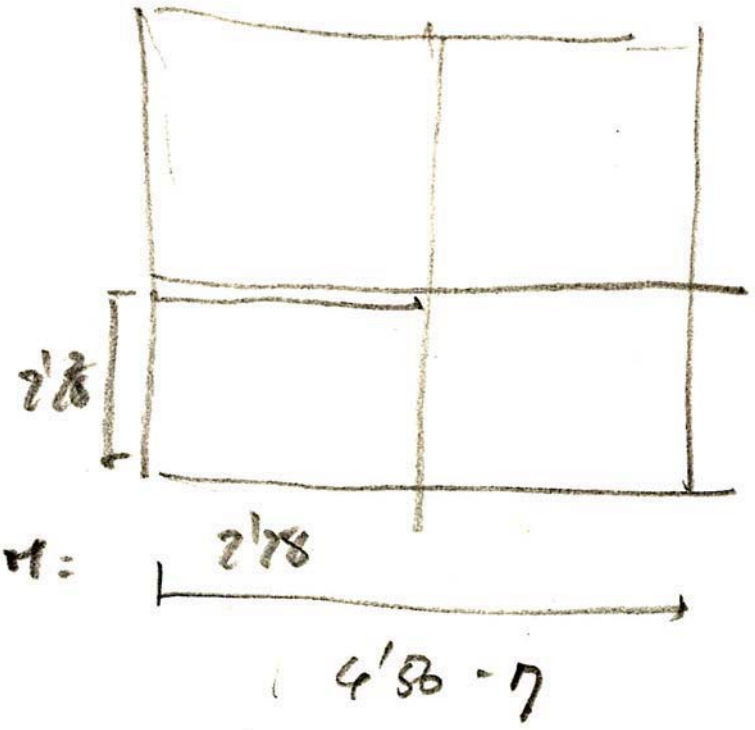
HARMONIC PLAN

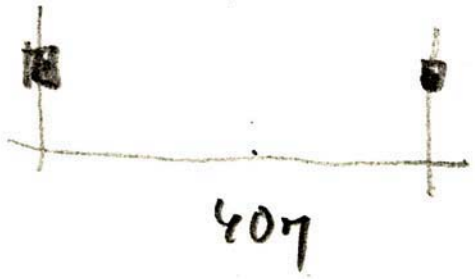




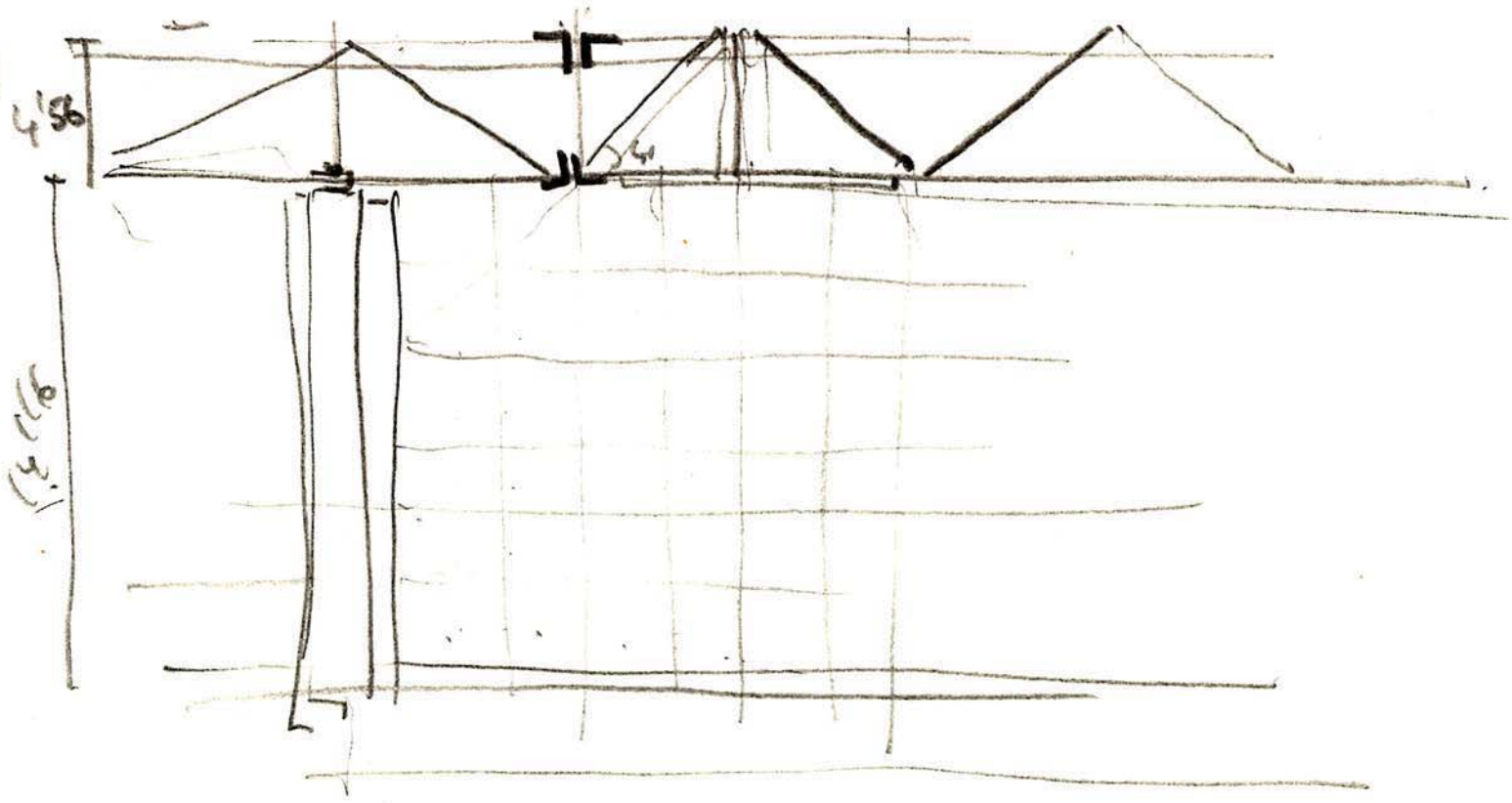
76 → 728

2'28 → 4'56

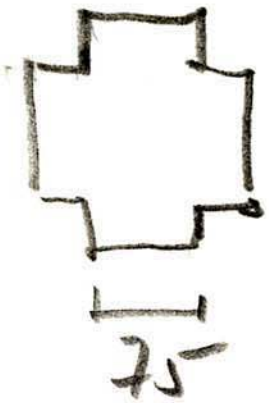




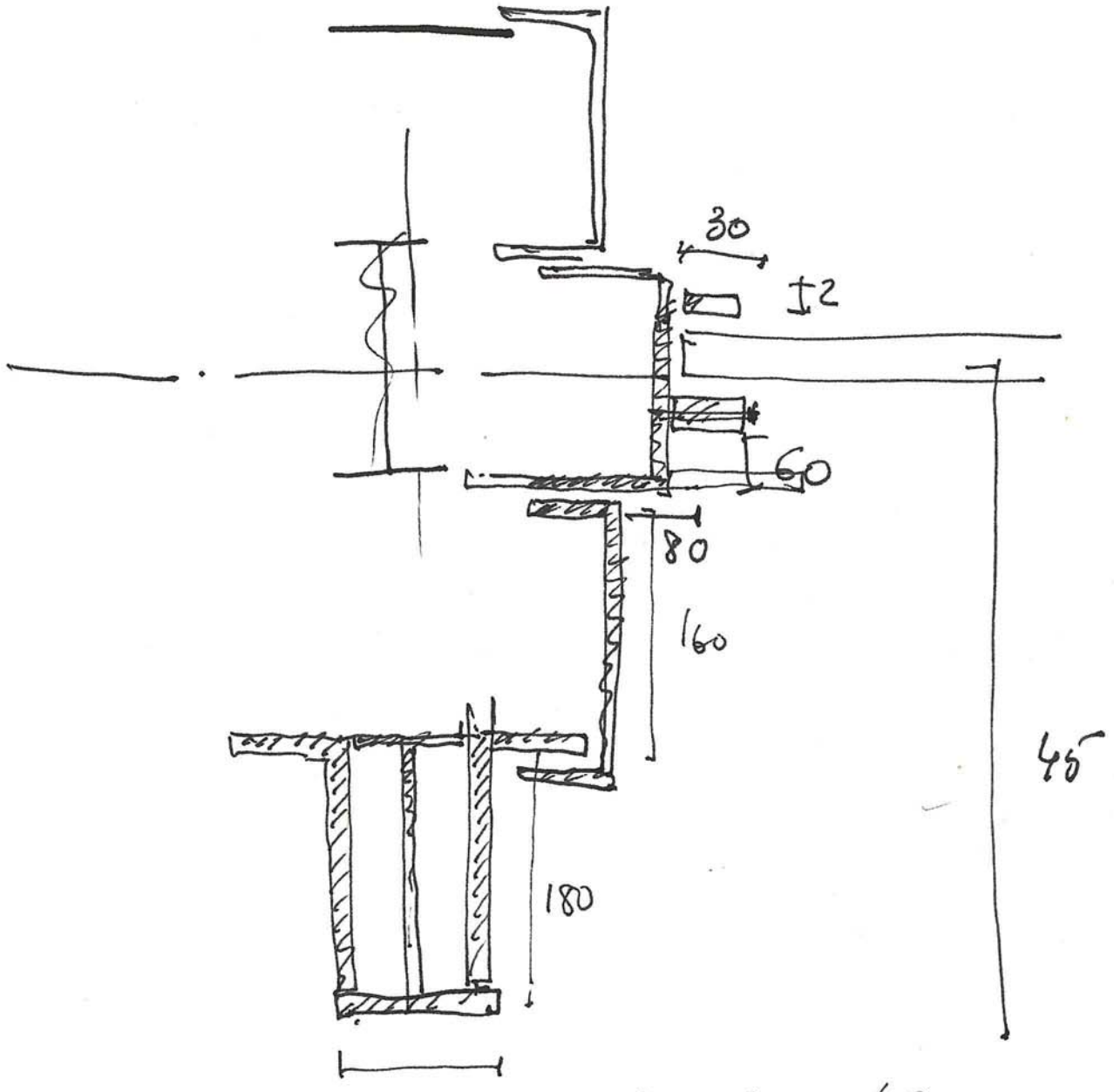
6x 2'76
4 1 6



904 - 456



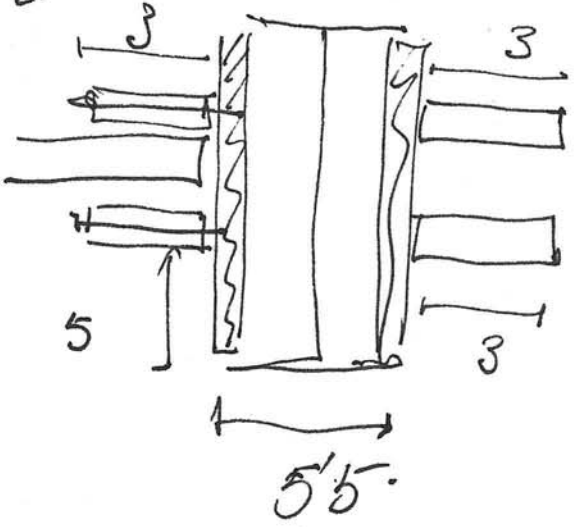
corte. perfil. cimiento. suelo

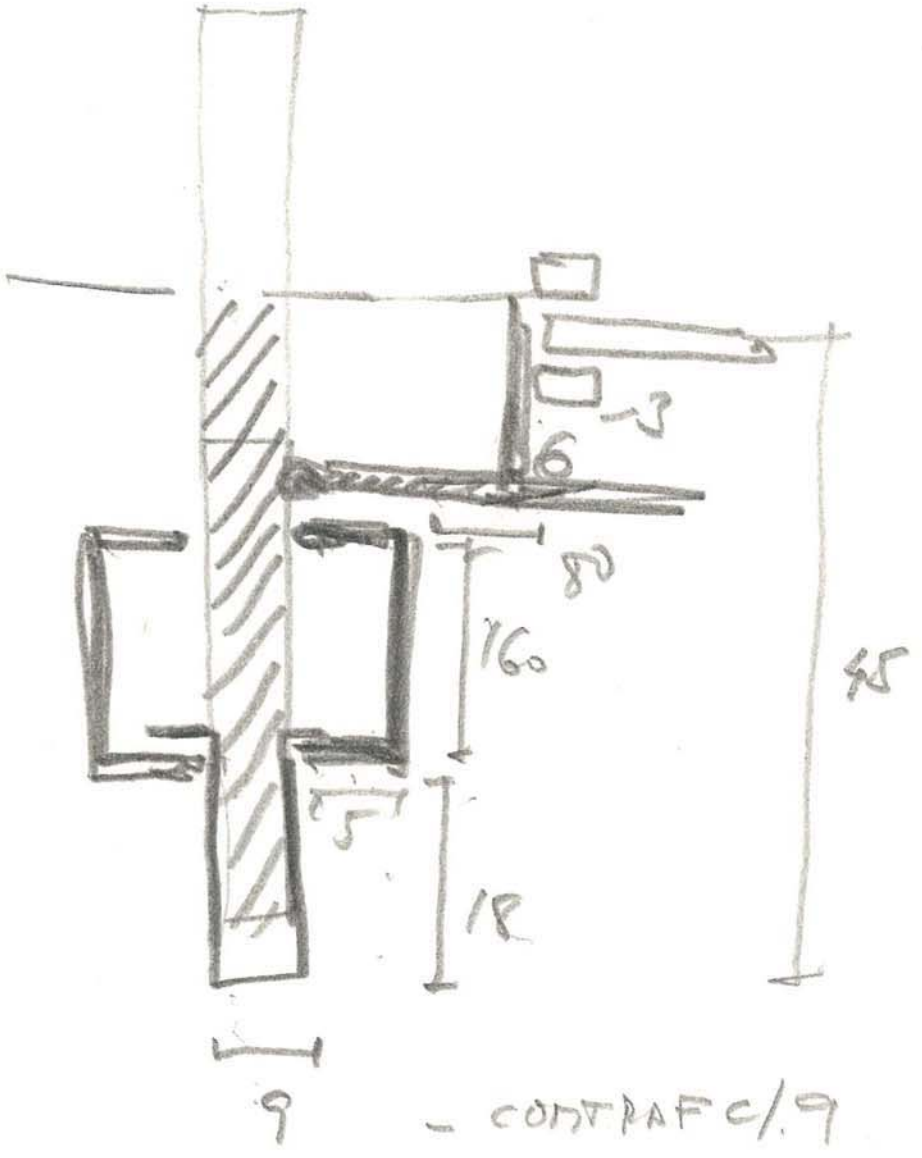


Modelo c/ 9 pilotes

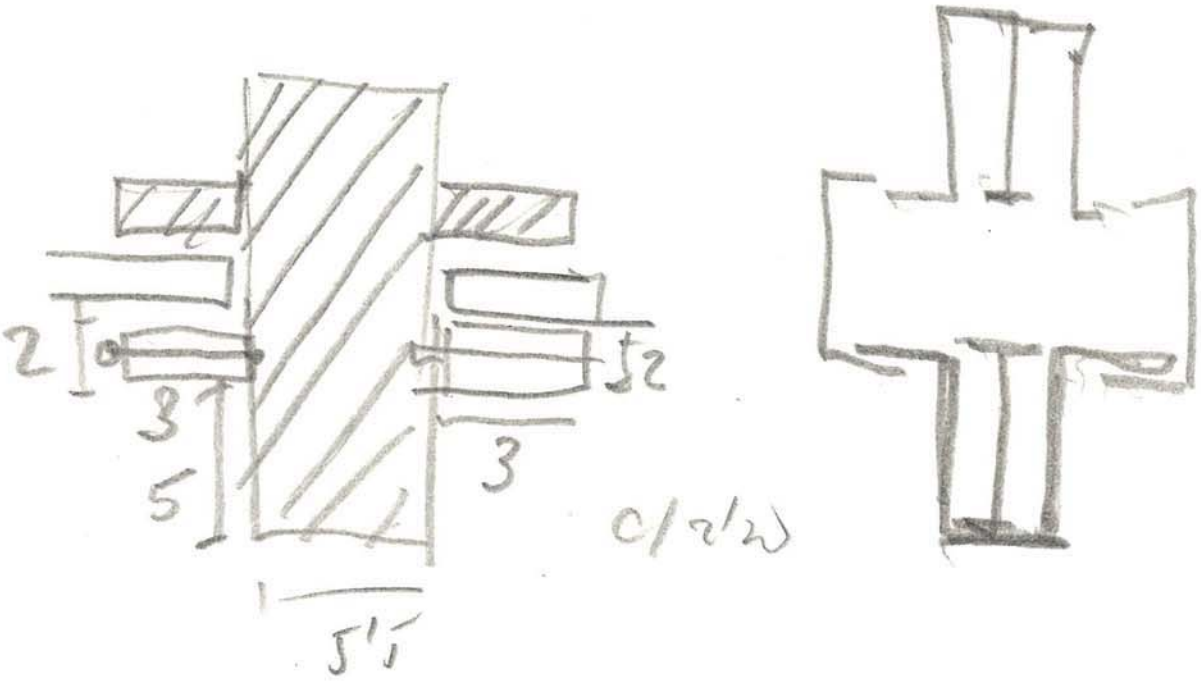
Plano. Cabezal.

Cuadrícula de 5 cm.

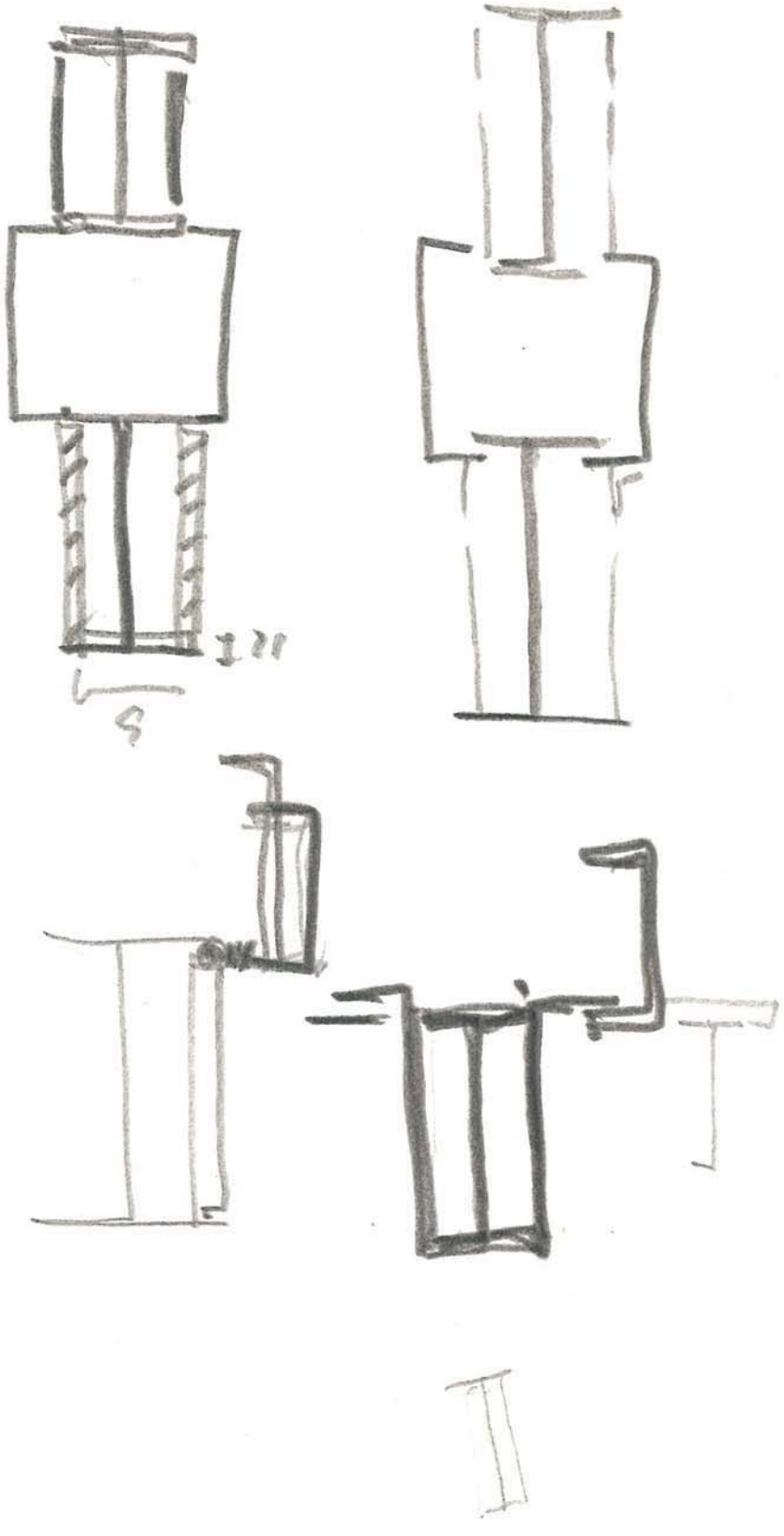


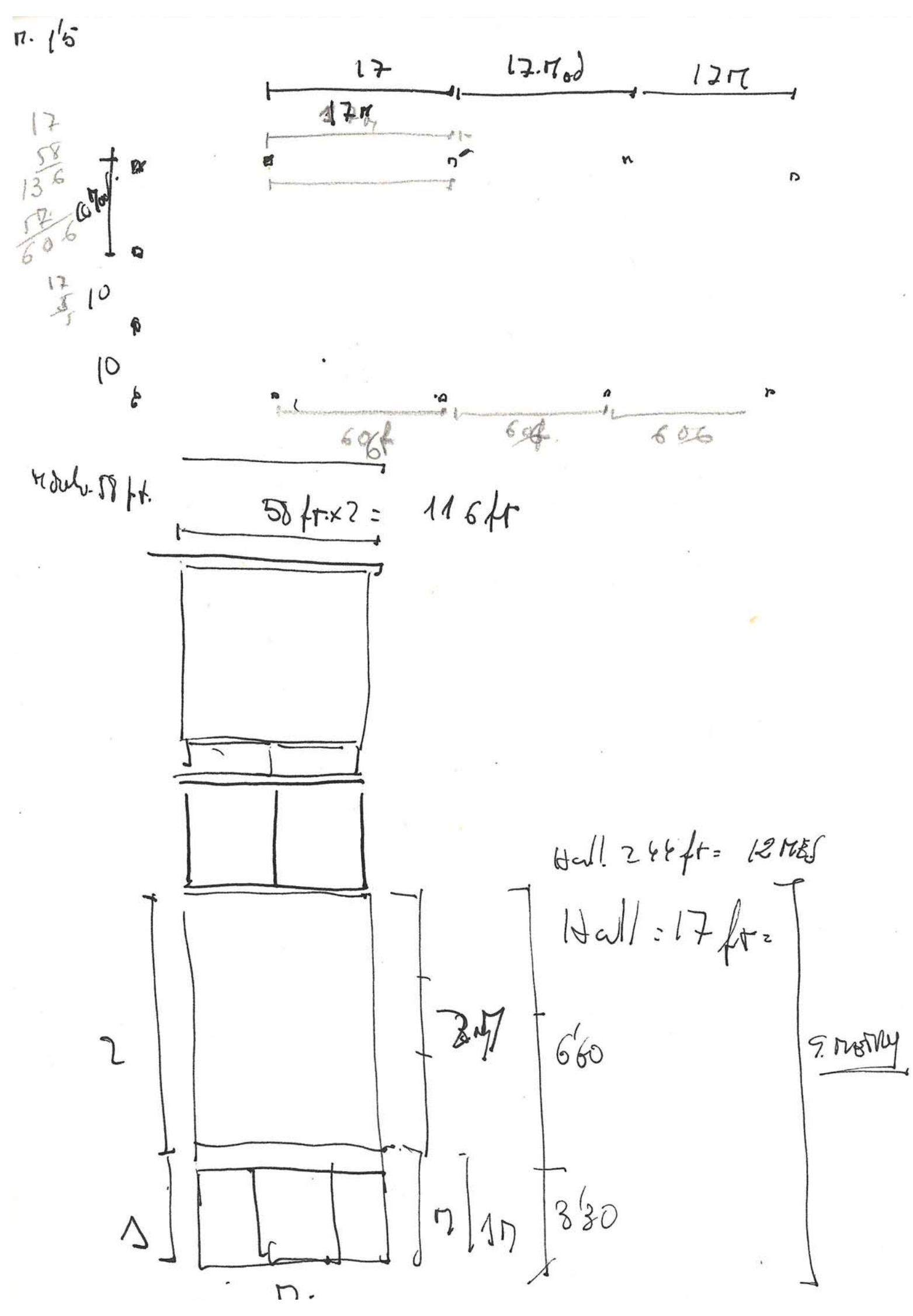


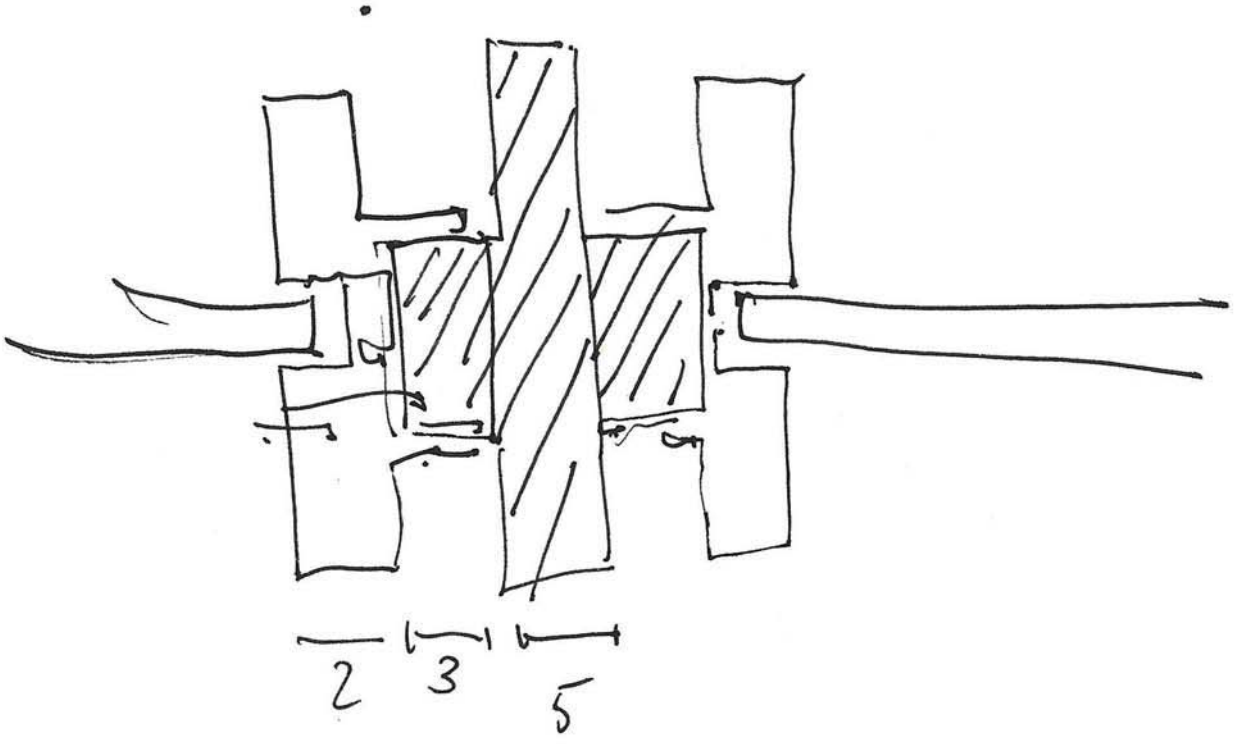
- CONTRAF C/9

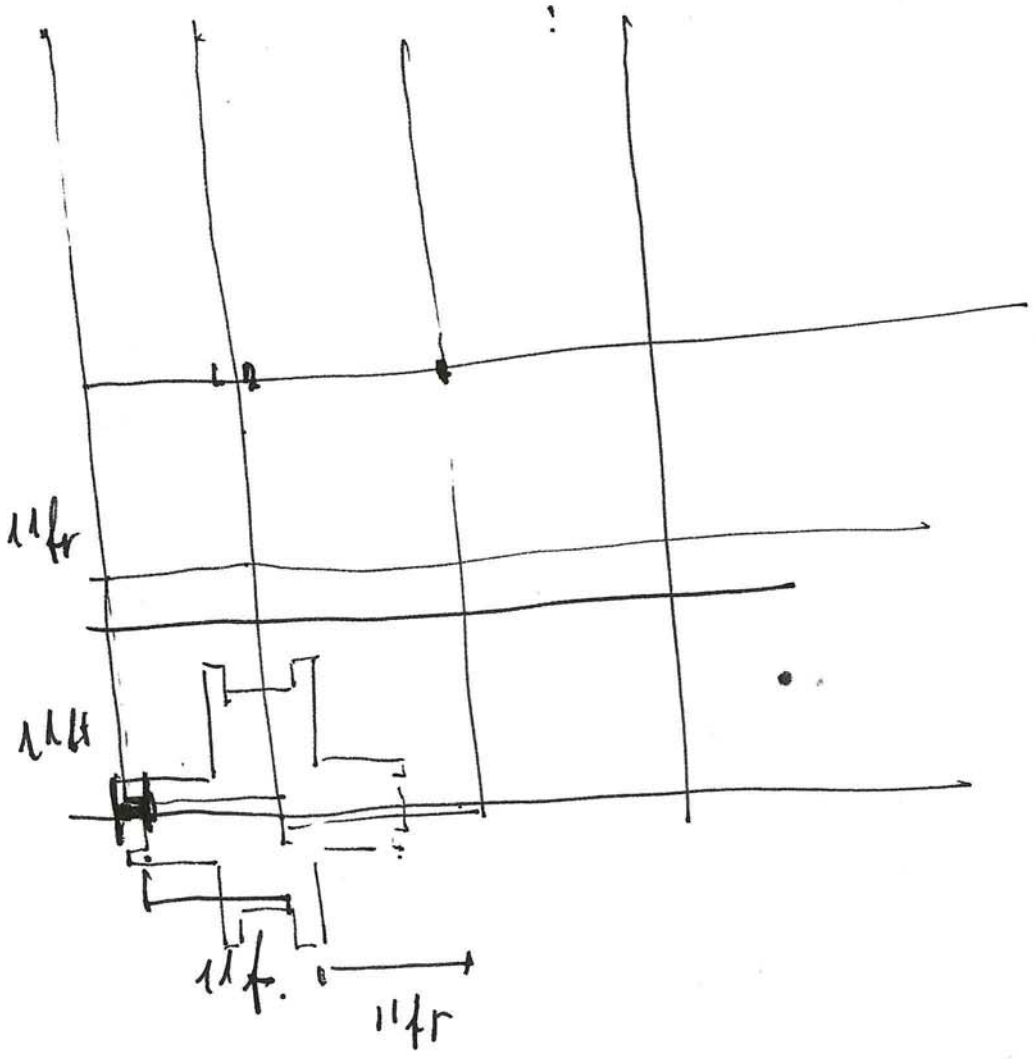


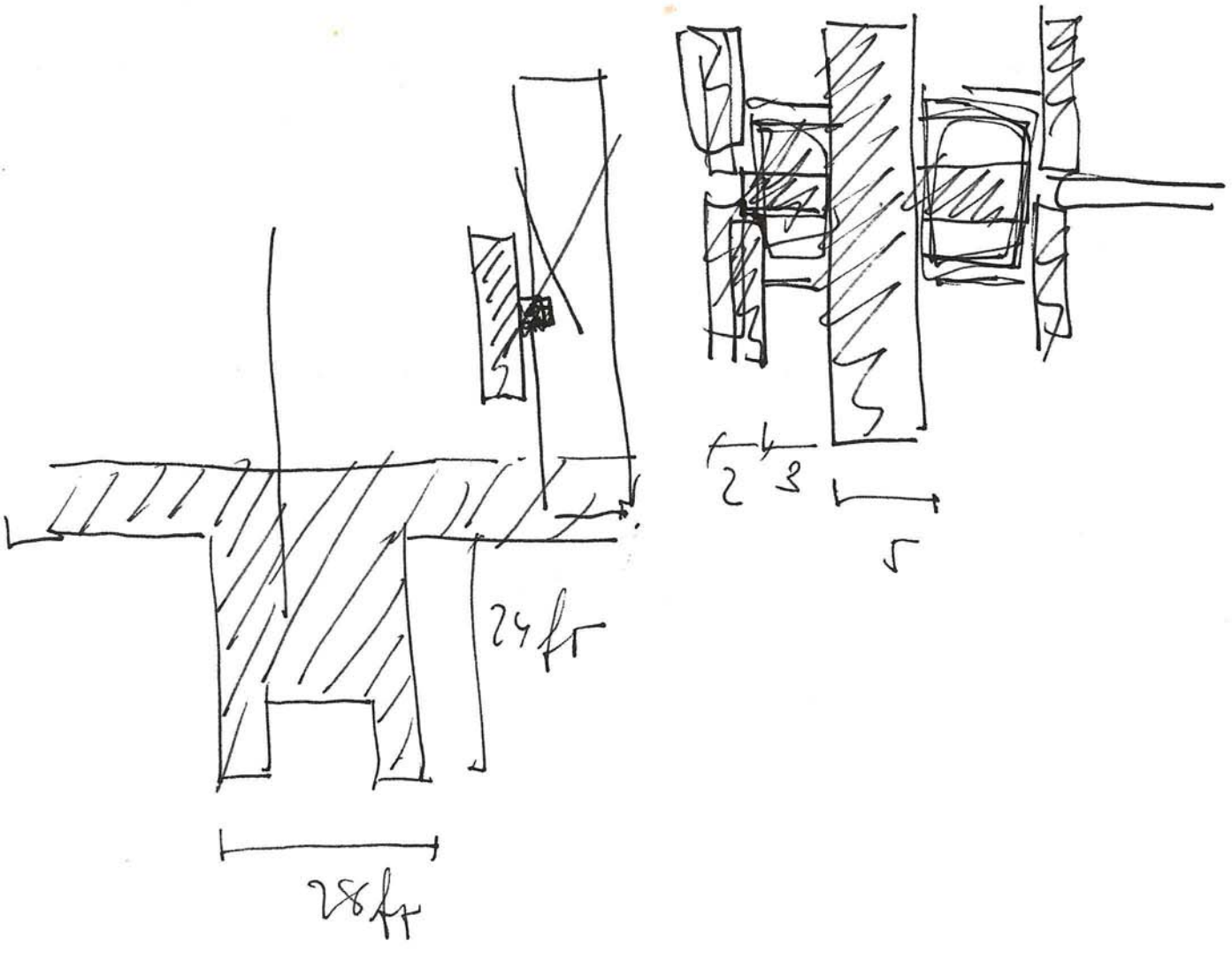
C/2/2




17
17.Mod
12M
17M
17
58
136
58
606
17
5
10
10
606
606
606
Modul. 58 ft.
58 ft. x 2 = 116 ft
Hall 24 ft = 12 Mtr
Hall : 17 ft =
2
2M
6'60
5. Mstry
4
7 17
3'30


2
3
5

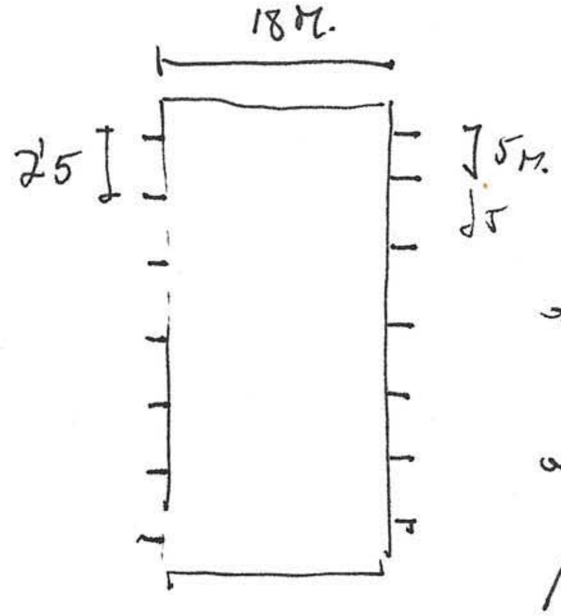

11ft
11ft
11ft.
11ft


2
3
5
24ft
28ft

[illegible]. Sted. 1958

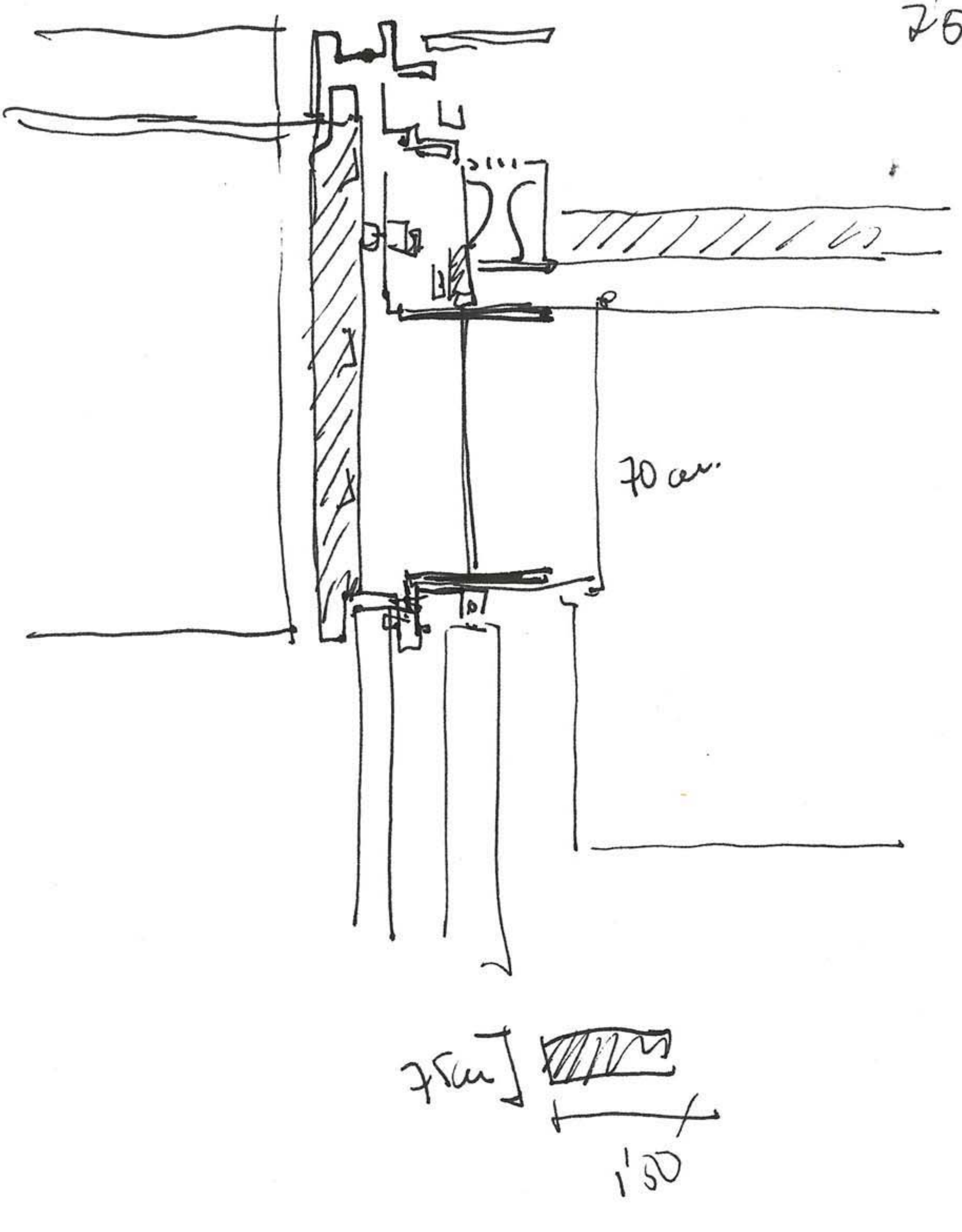
18 m

modelo 1'57 x 1'57



→ vãos cada
1'50

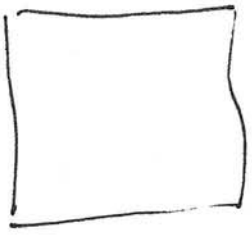
→ janelas em
/ cada
2'5 → 70 cm

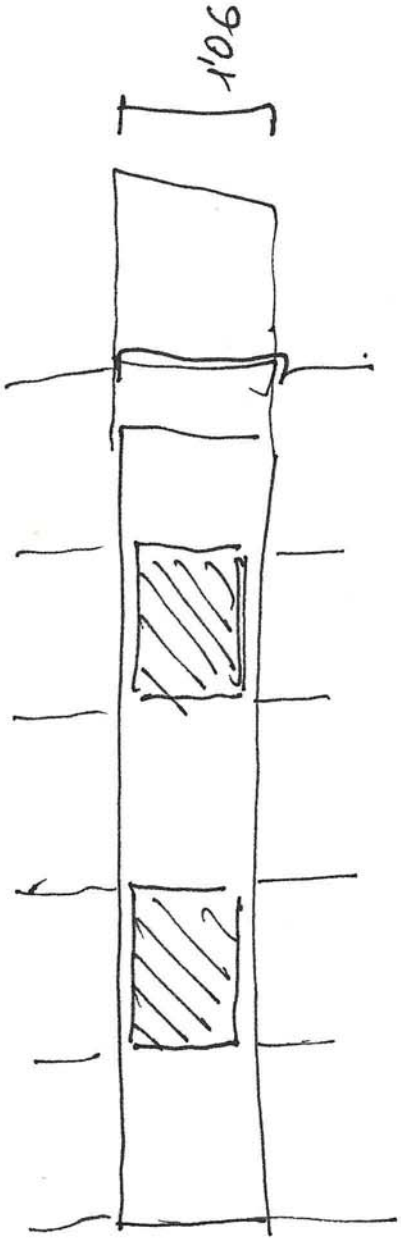


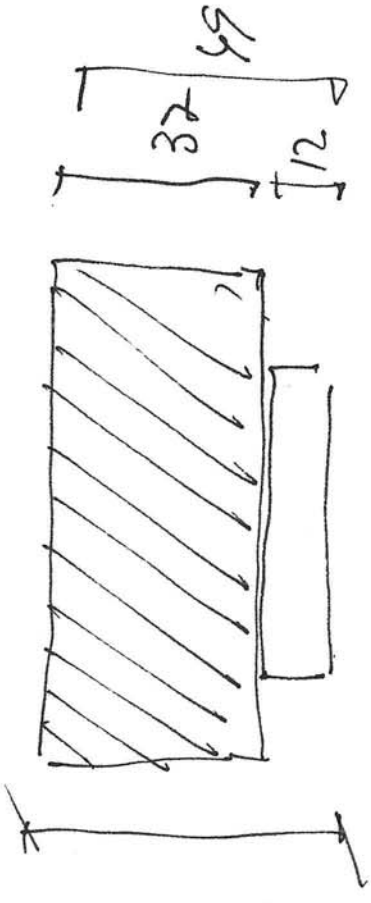
Federal Center.

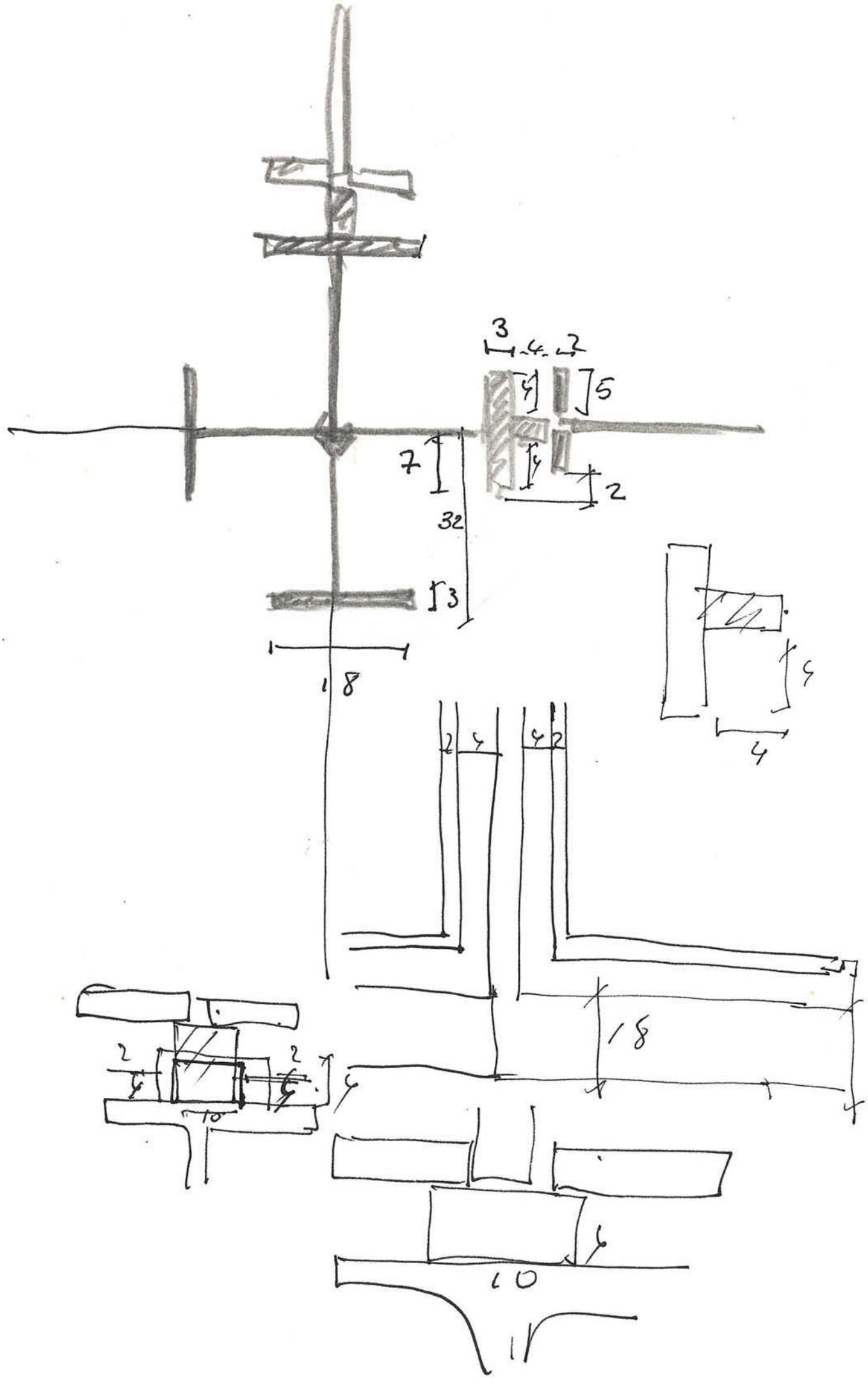
- polve 86 a 86

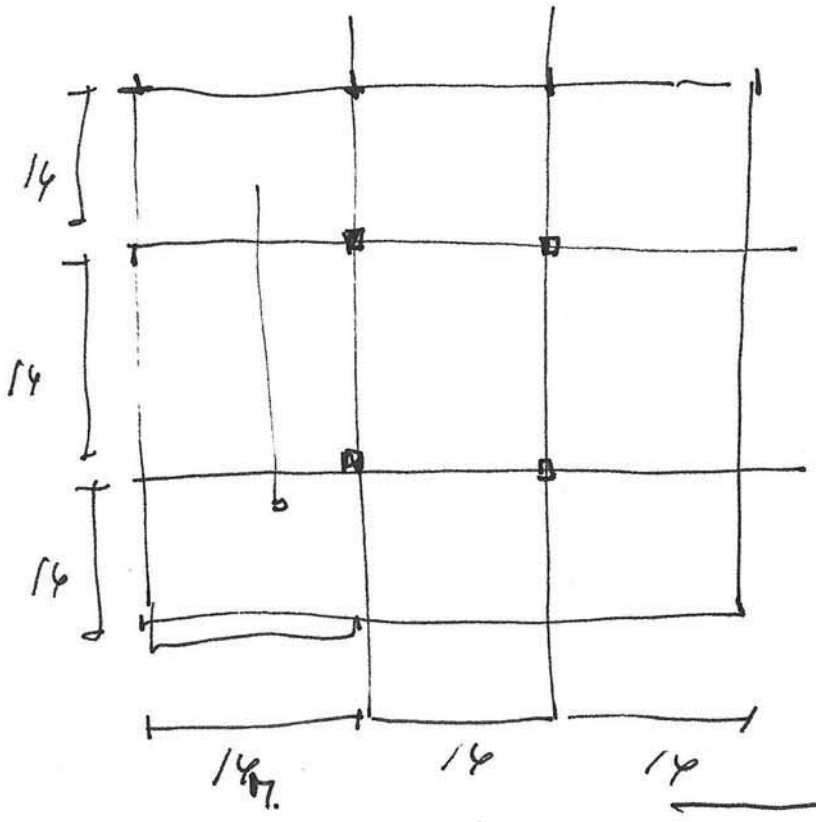
- Modulo 56 ft.



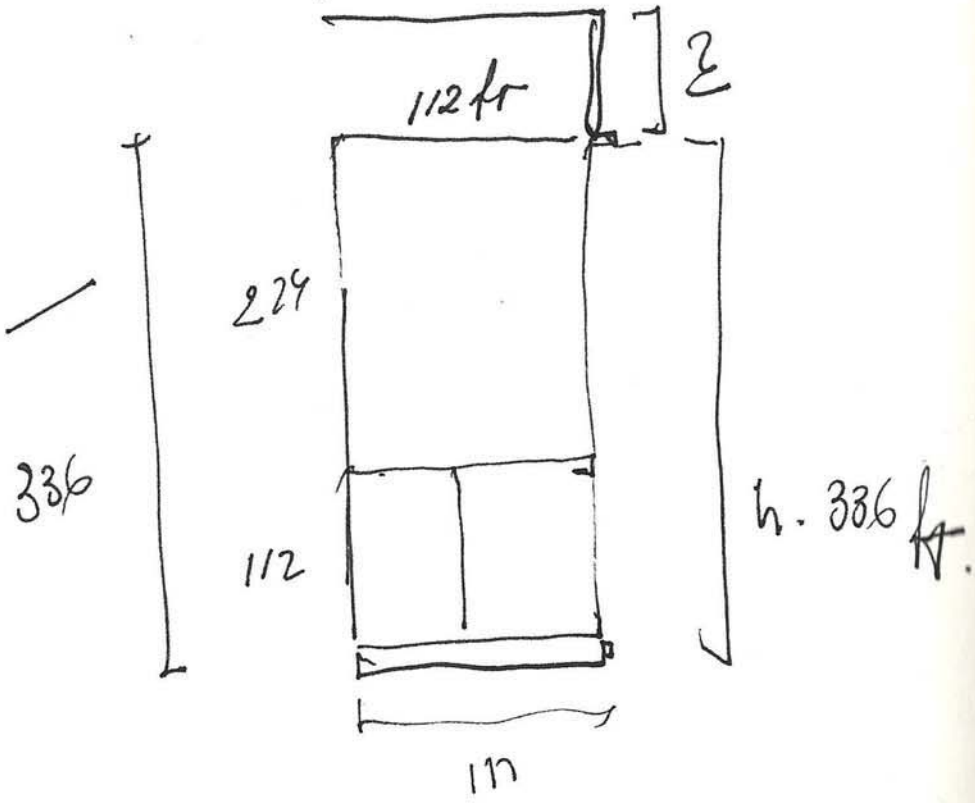


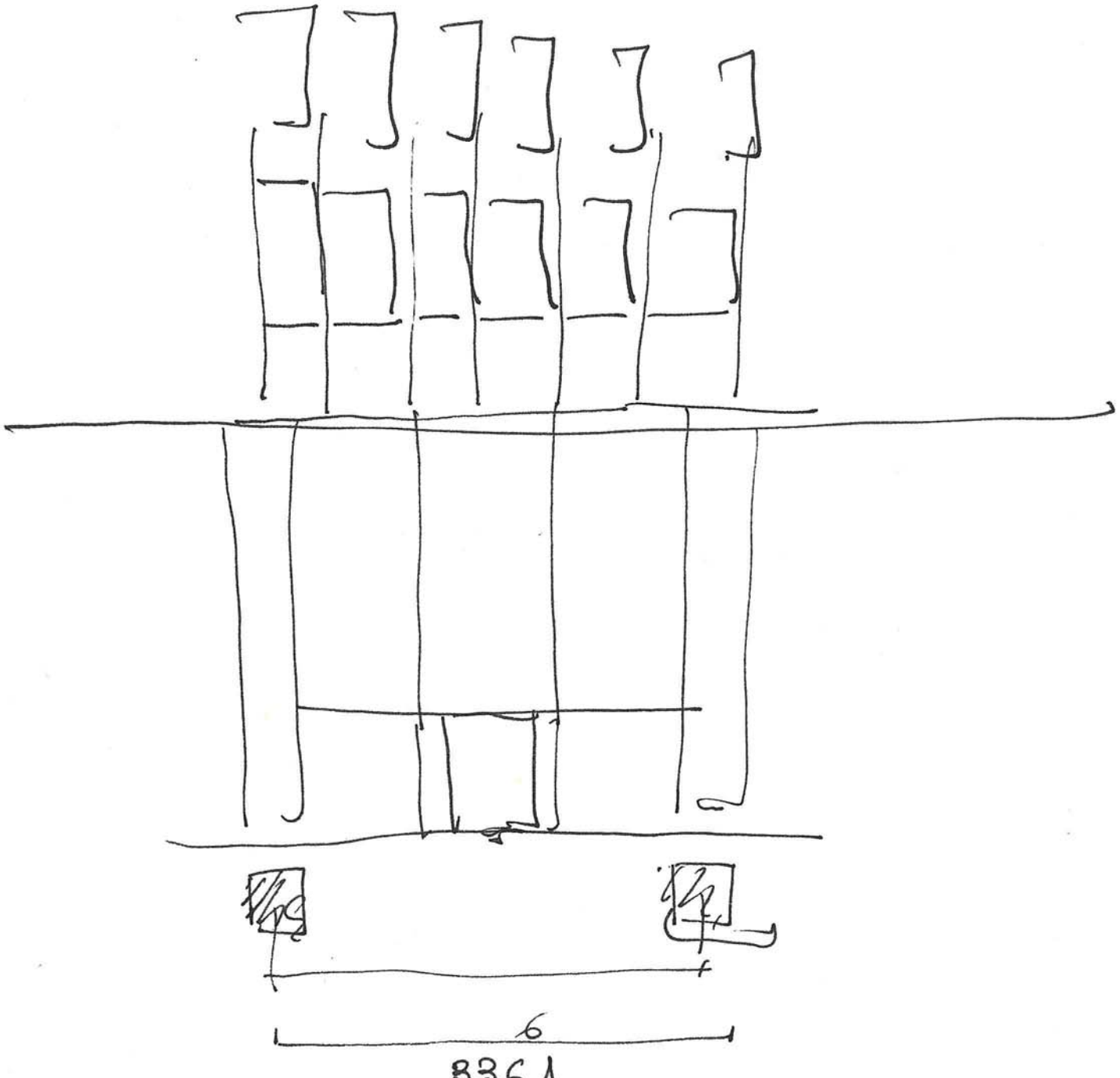



3
4
2
4
5
7
4
2
32
3
1
18
4
4
2
4
4
18
2
2
4
4
10
10
11

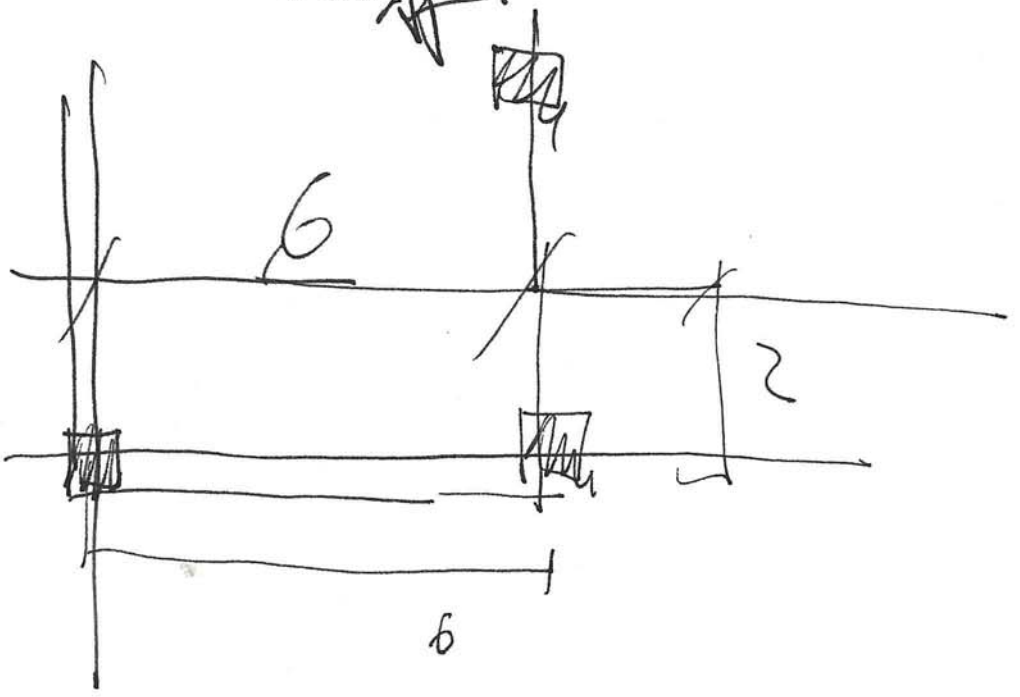


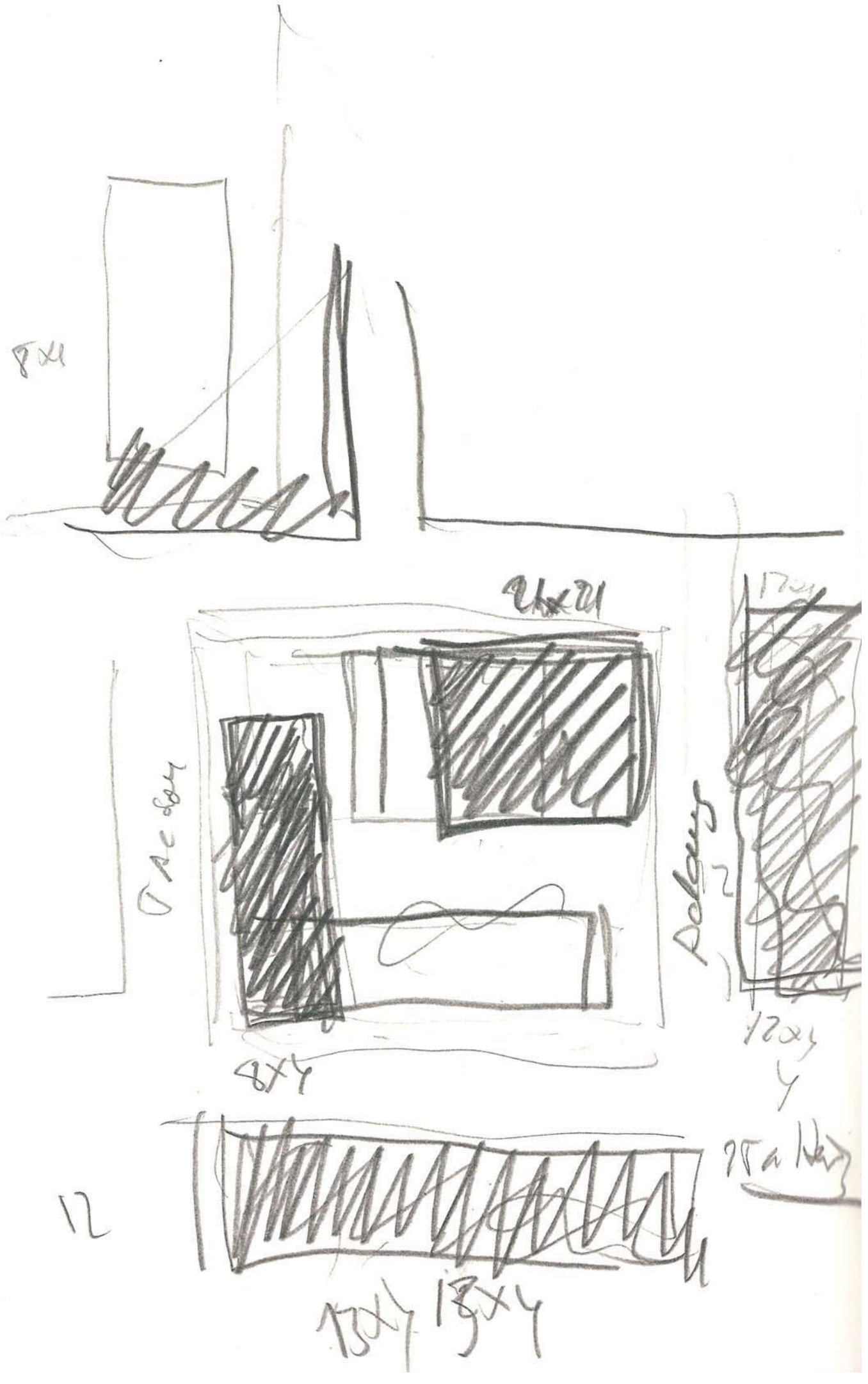
≈ 22ft.





16
6
336
3
1008

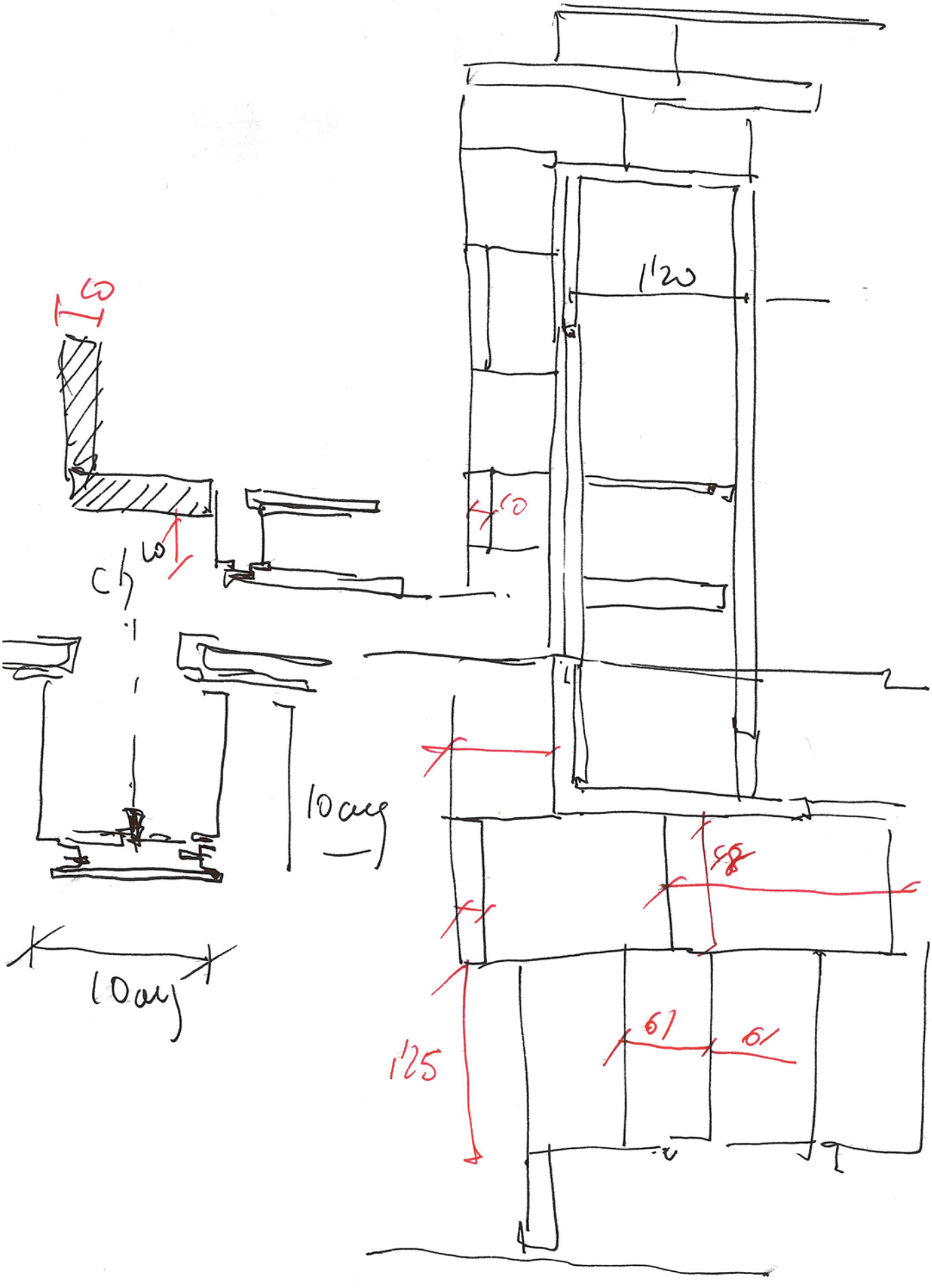


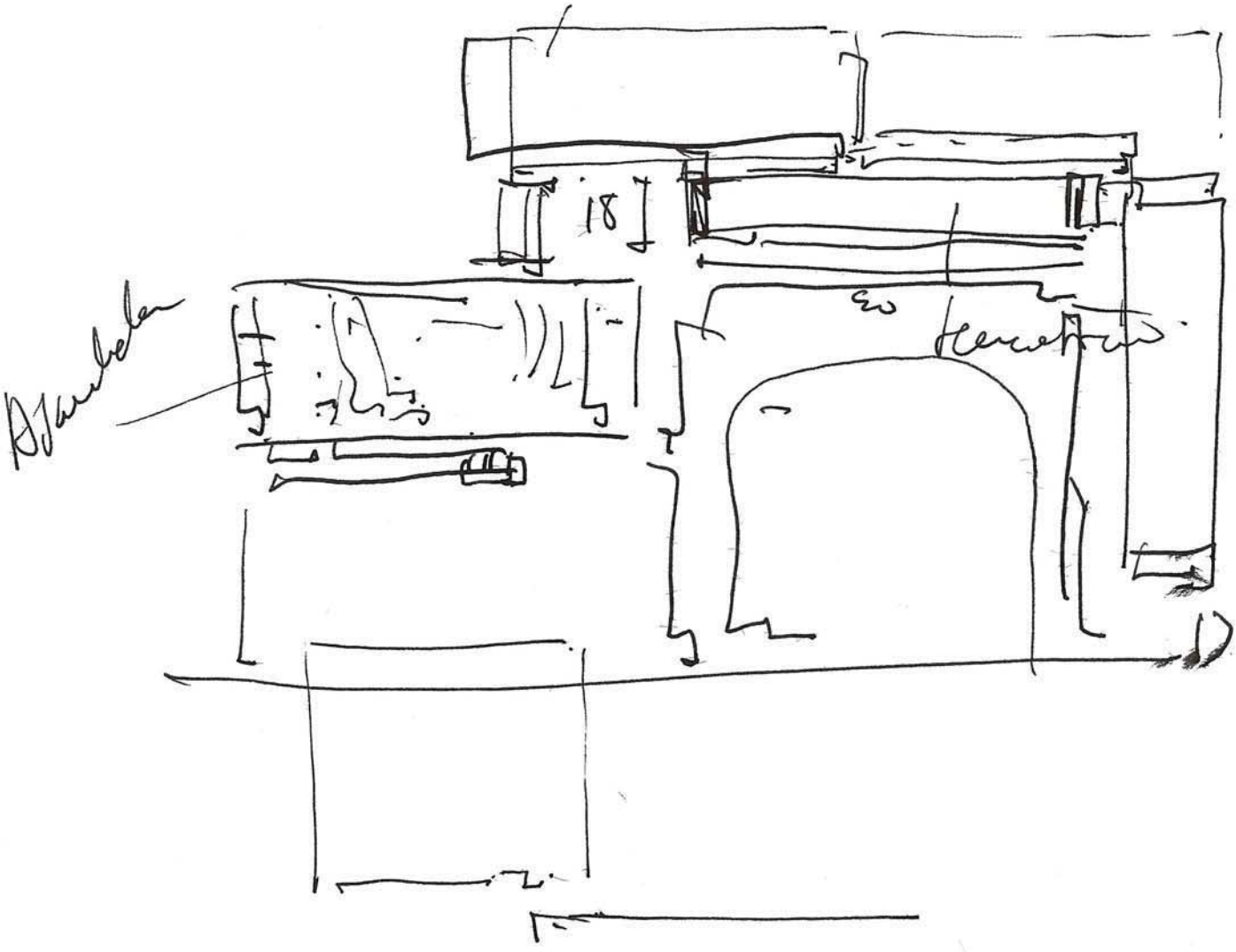

8x4
8x4
8x4
12
13x4
13x4

Apuntes

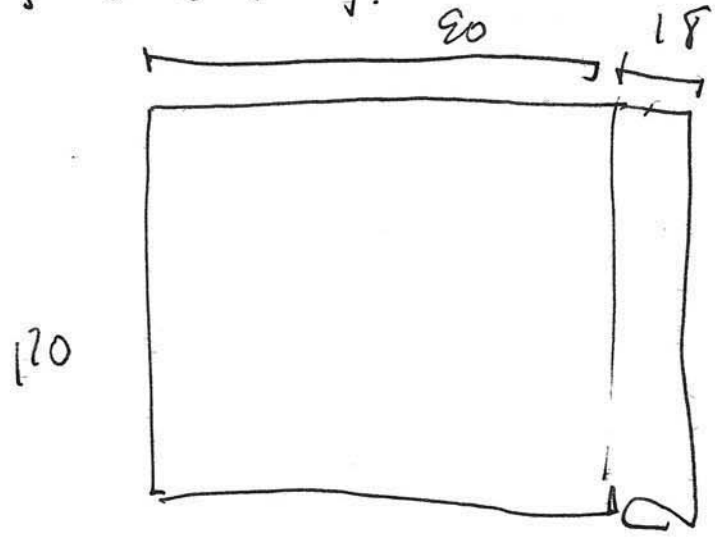
Nueva York, Chase Manhattan

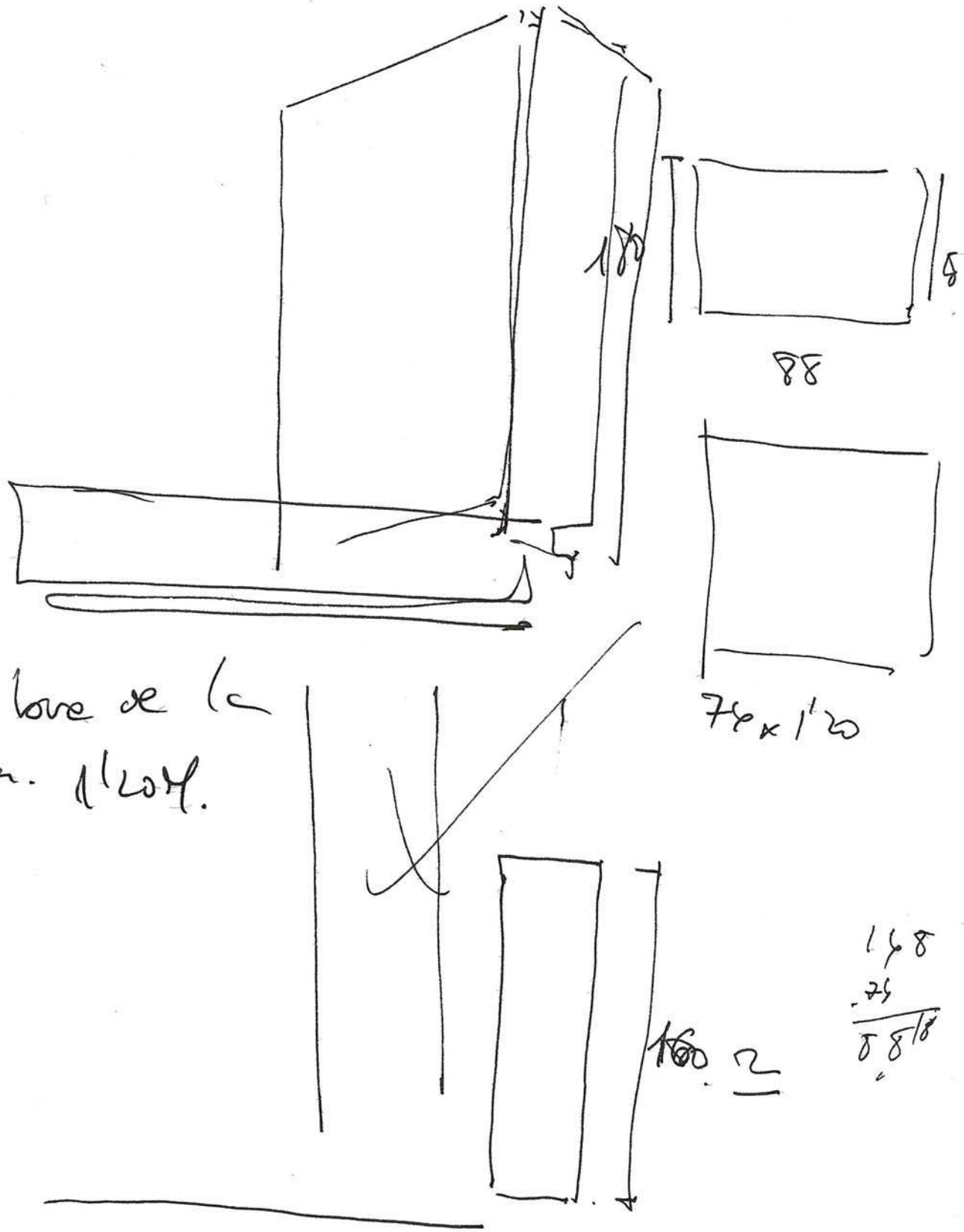
ONU, Fundación Ford


120
10
10
10 cm
10 cm
58
61
61
125



prop. arch. V. Mahrály.





modelo base de la ventana. 1/20 H.

168
-75
88'8

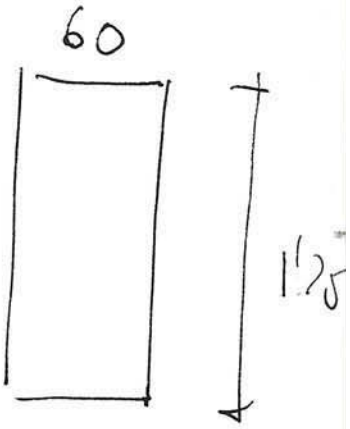
74
112
14'8
74
88'8

1/20

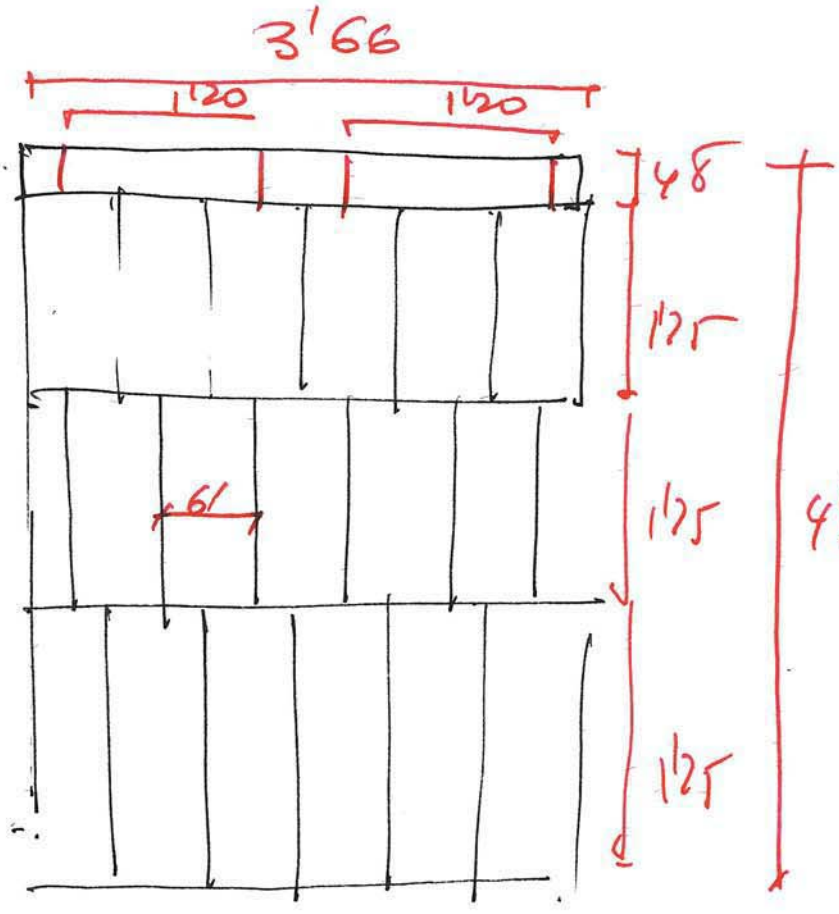
Medidas Base. Nave Cuna

- TESTERO

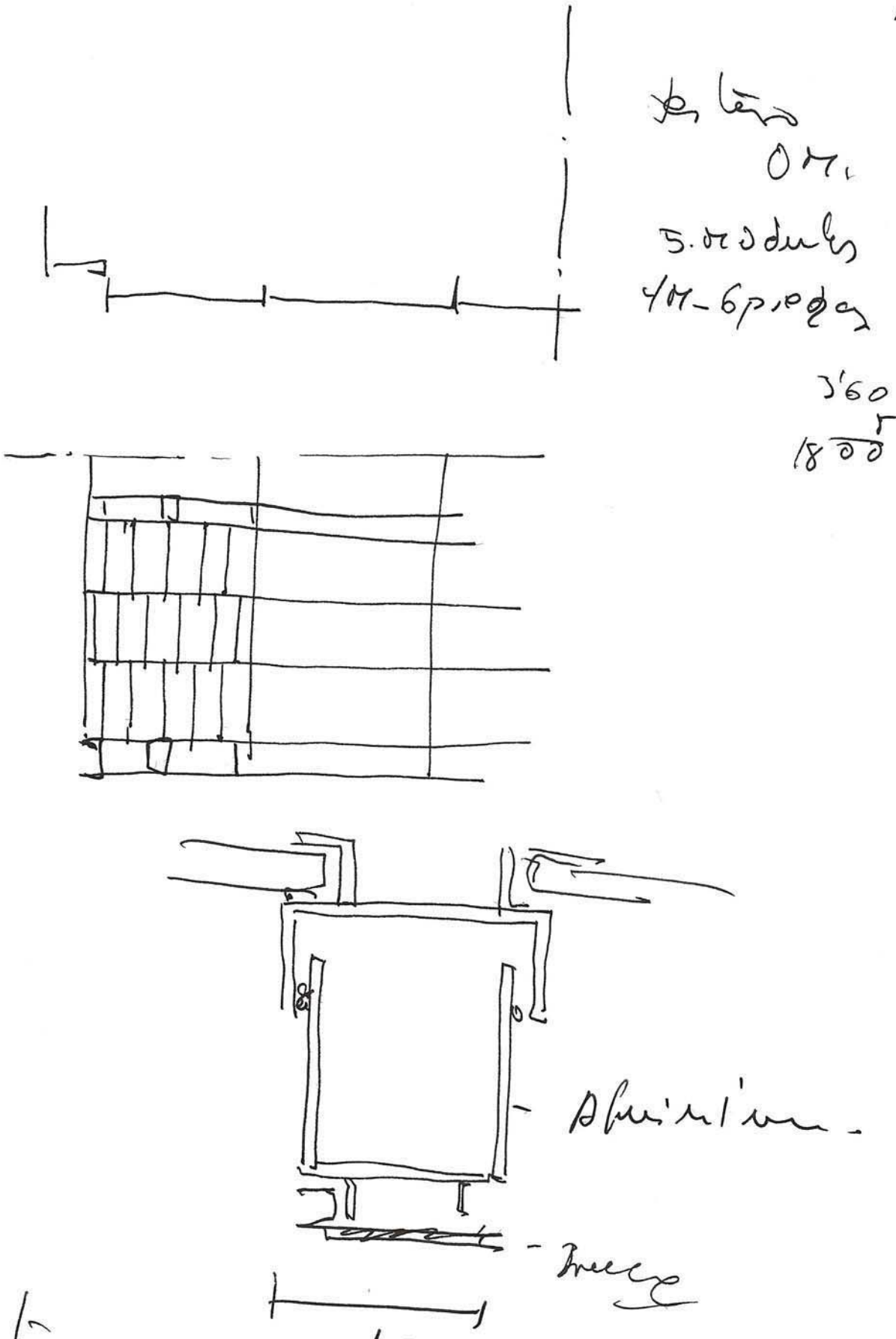
— 5. Modulos — 6. Piezas de Piedra

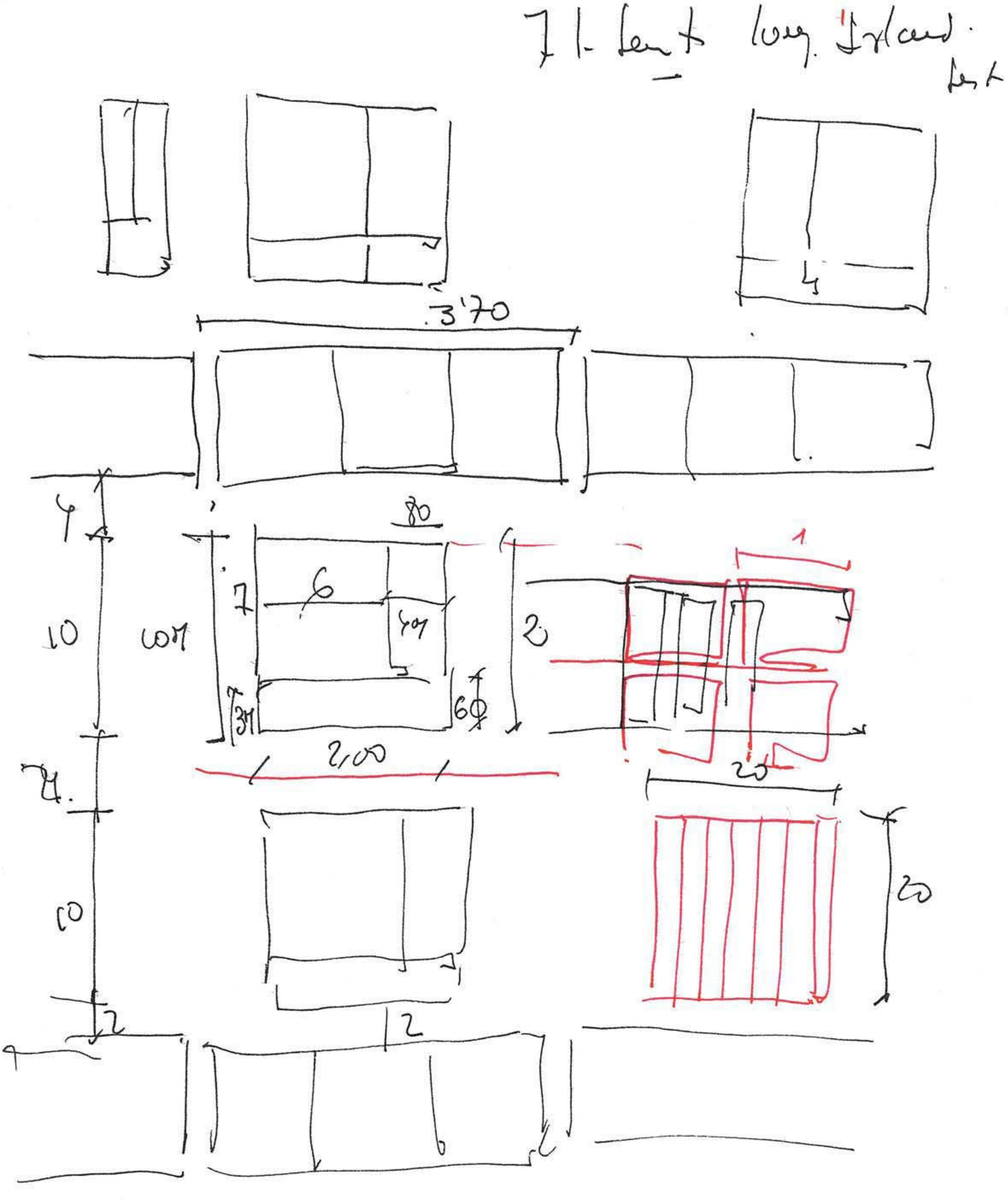


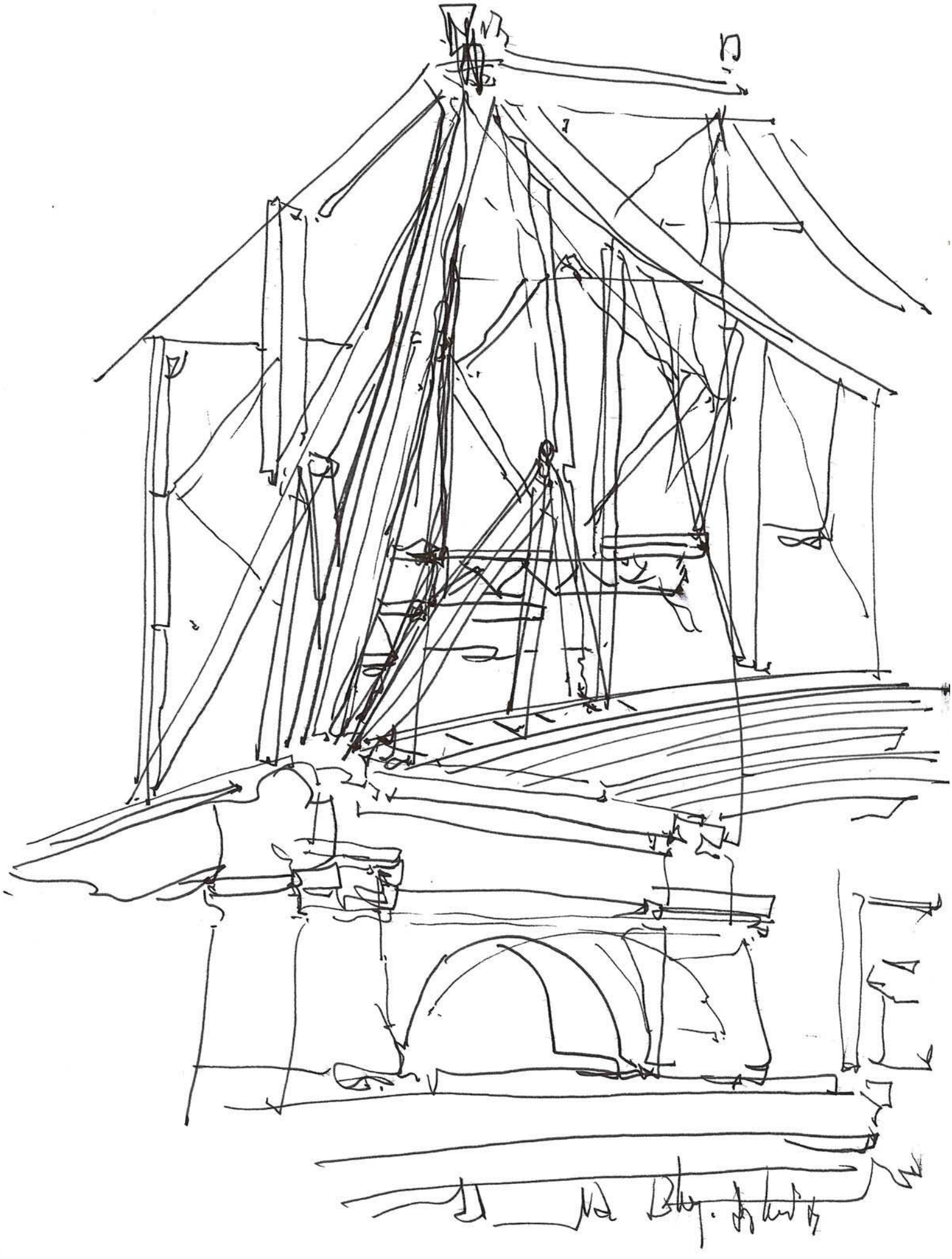
- Espesor Base - 18 M.

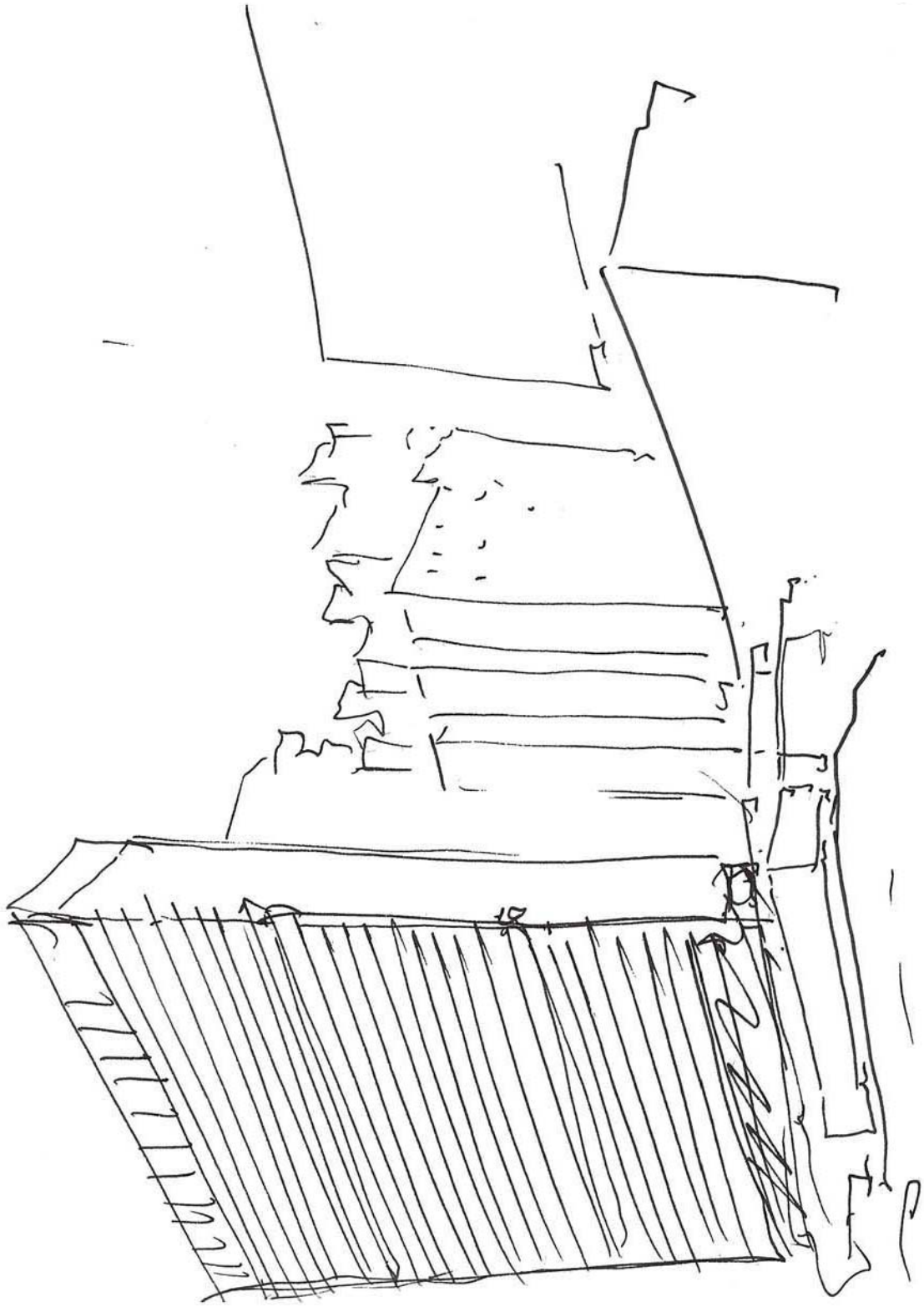


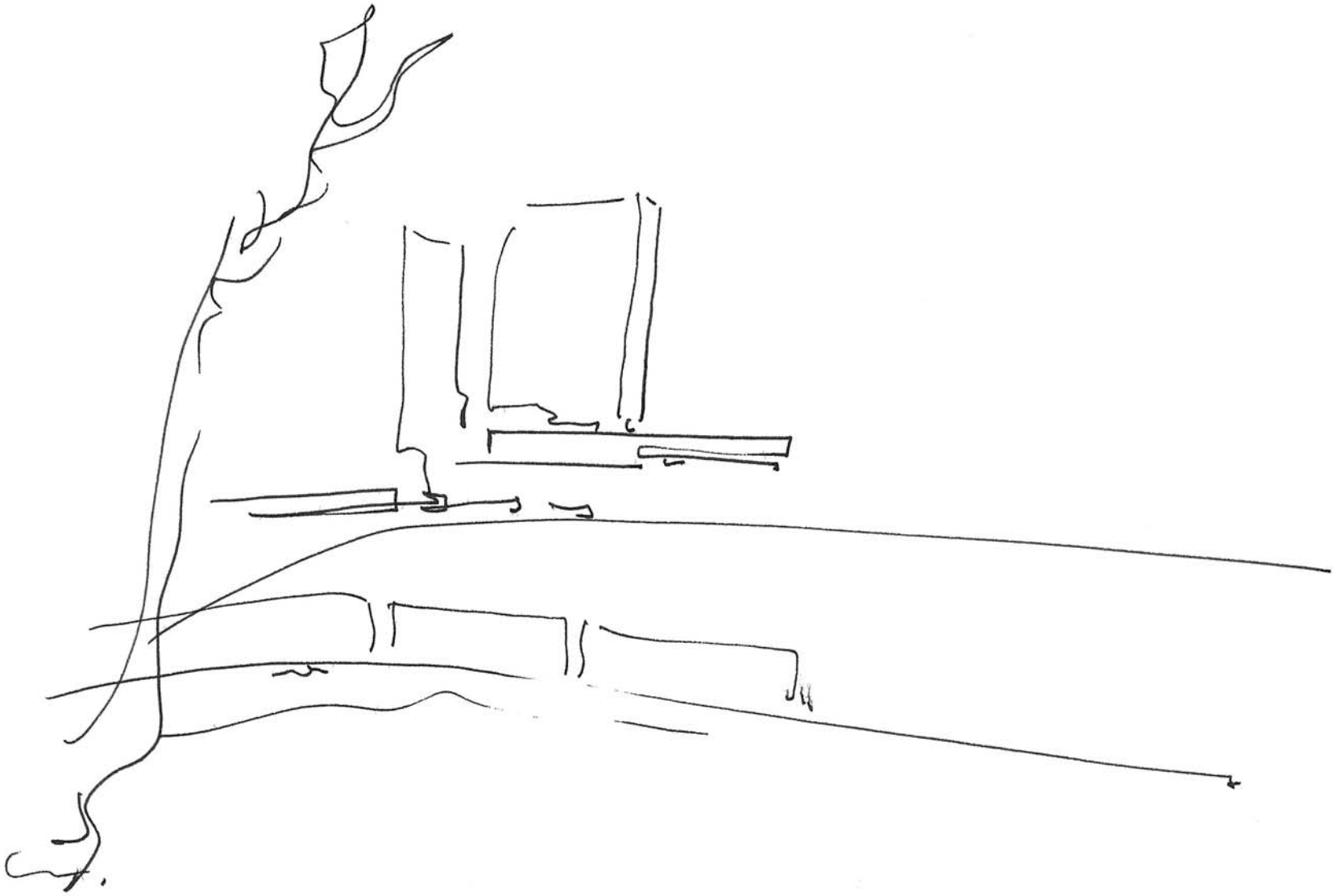
1'25
3'75
48
4'23



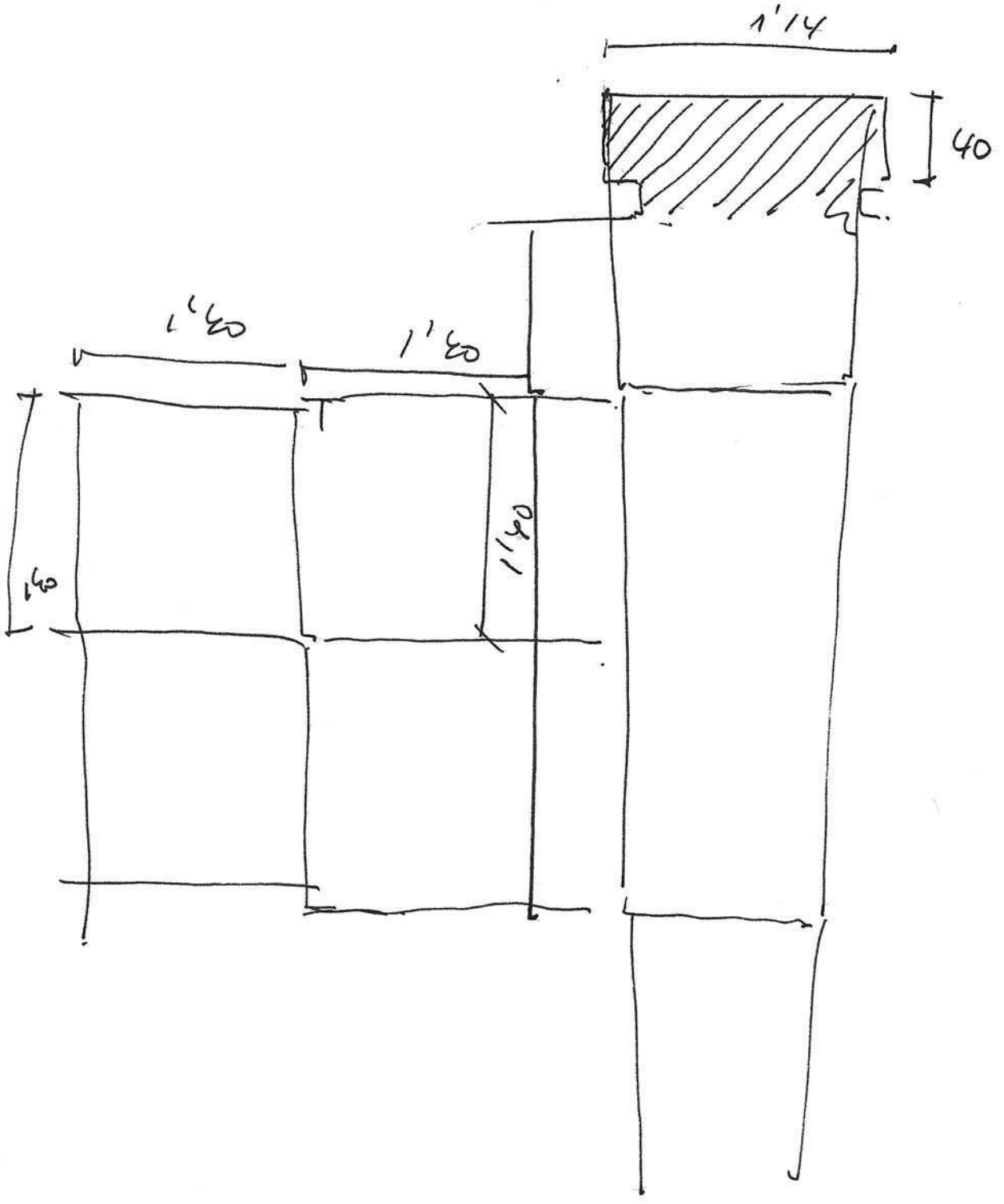

3'70
80
10
7
6
2,00
20
20
10
2
2

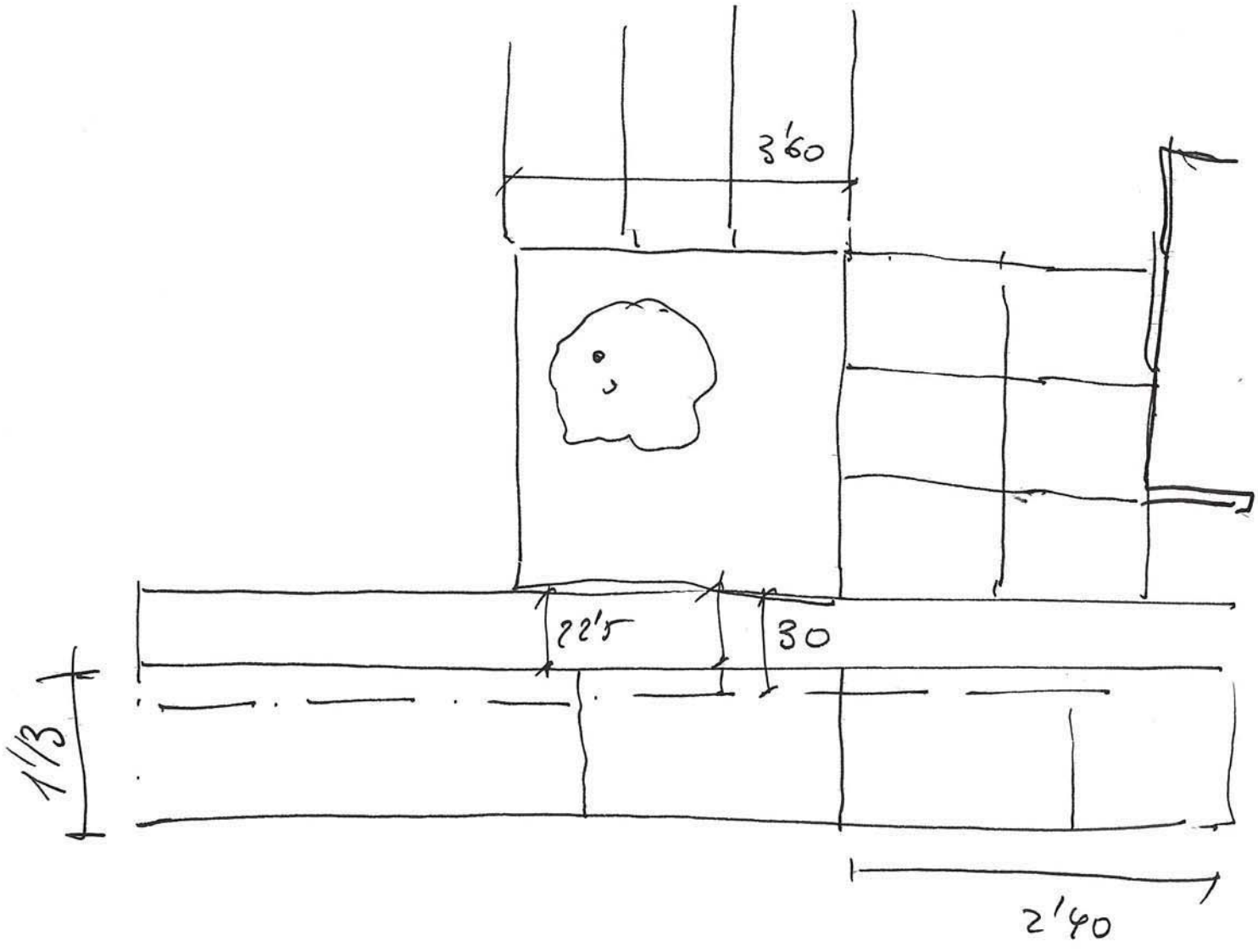


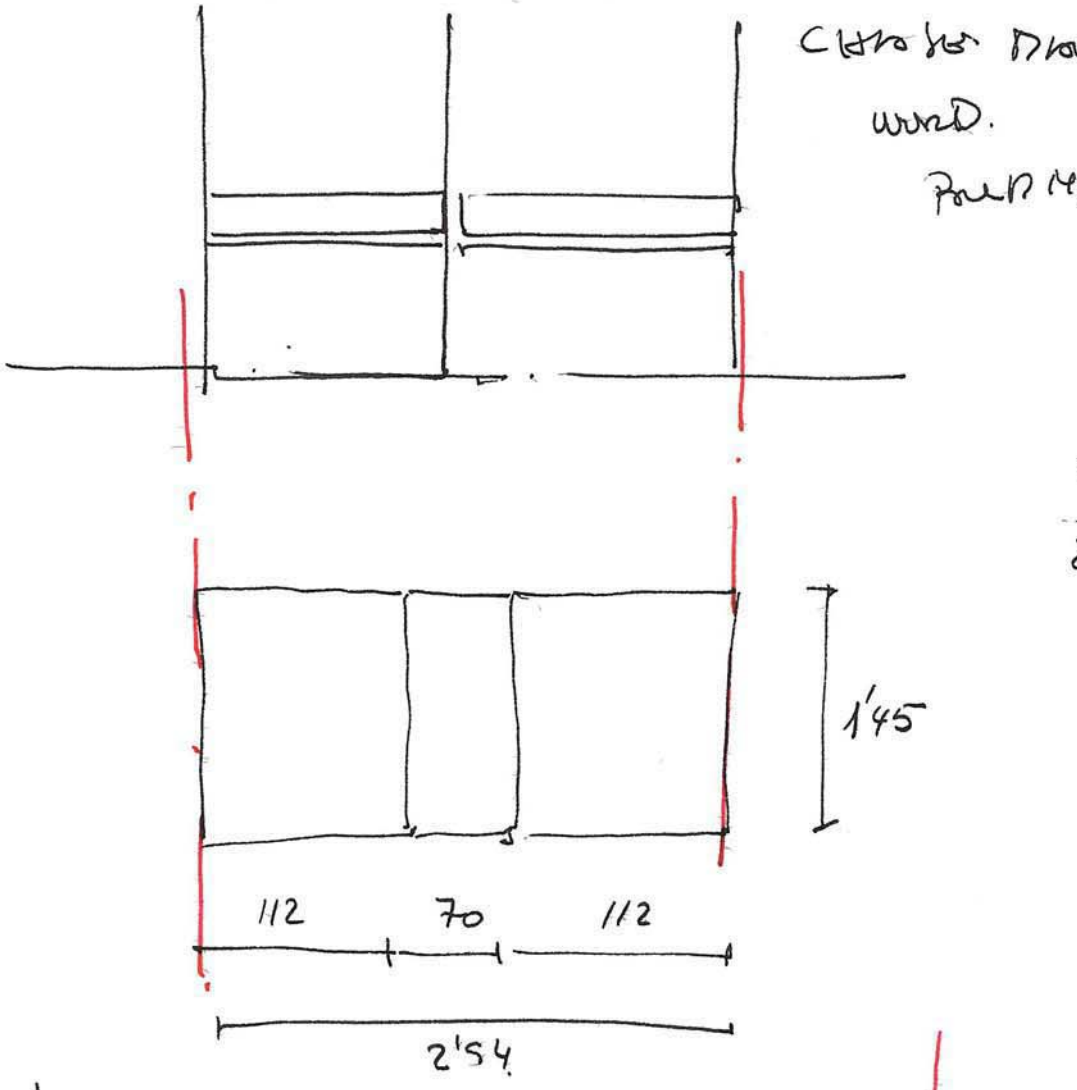


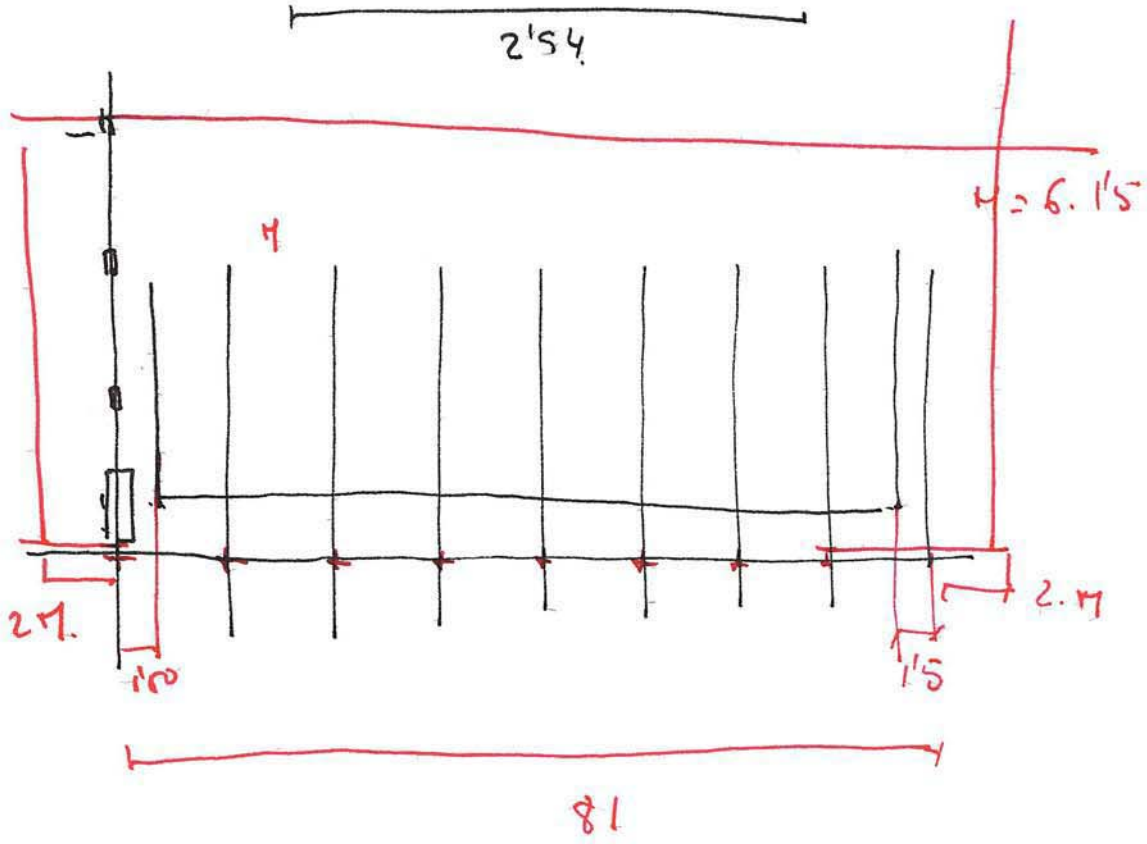


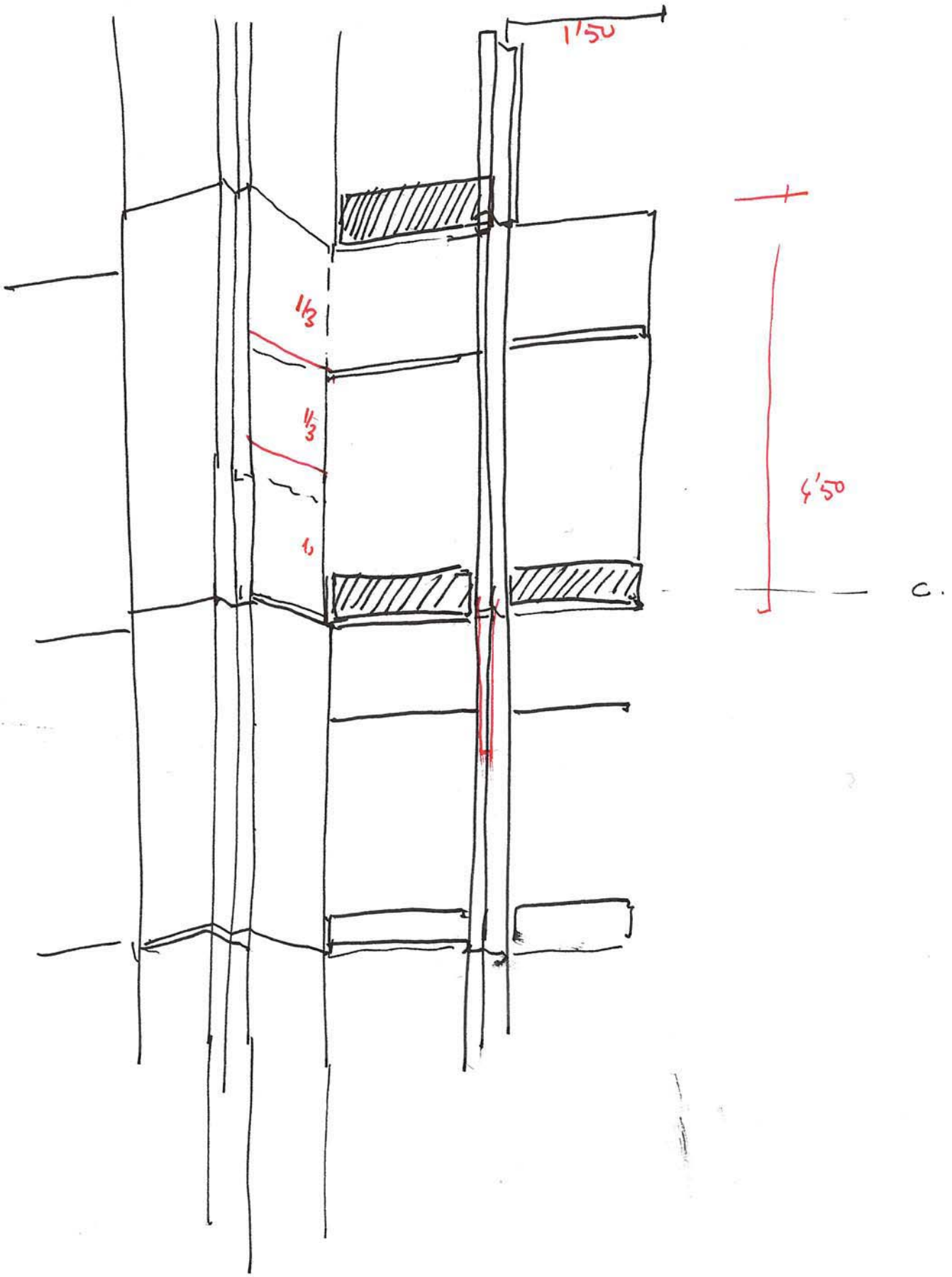
BARBERO BASE. 1'40 x 1'40

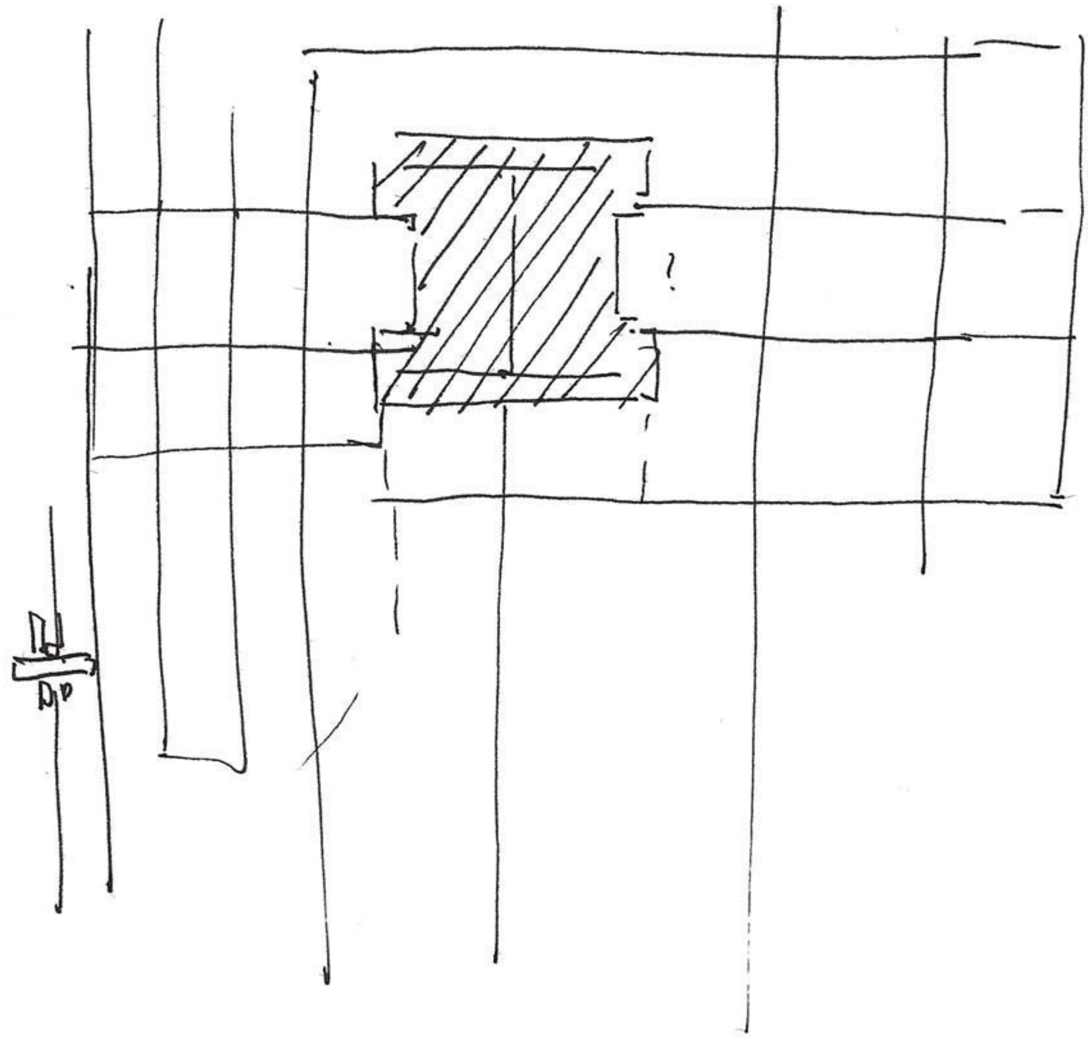



3'60
22'5
30
1'13
2'40

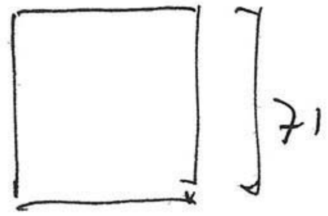

1'45
112
70
112
2'54


H=6.1'5
H
2M.
1'0
1'5
2.M
81

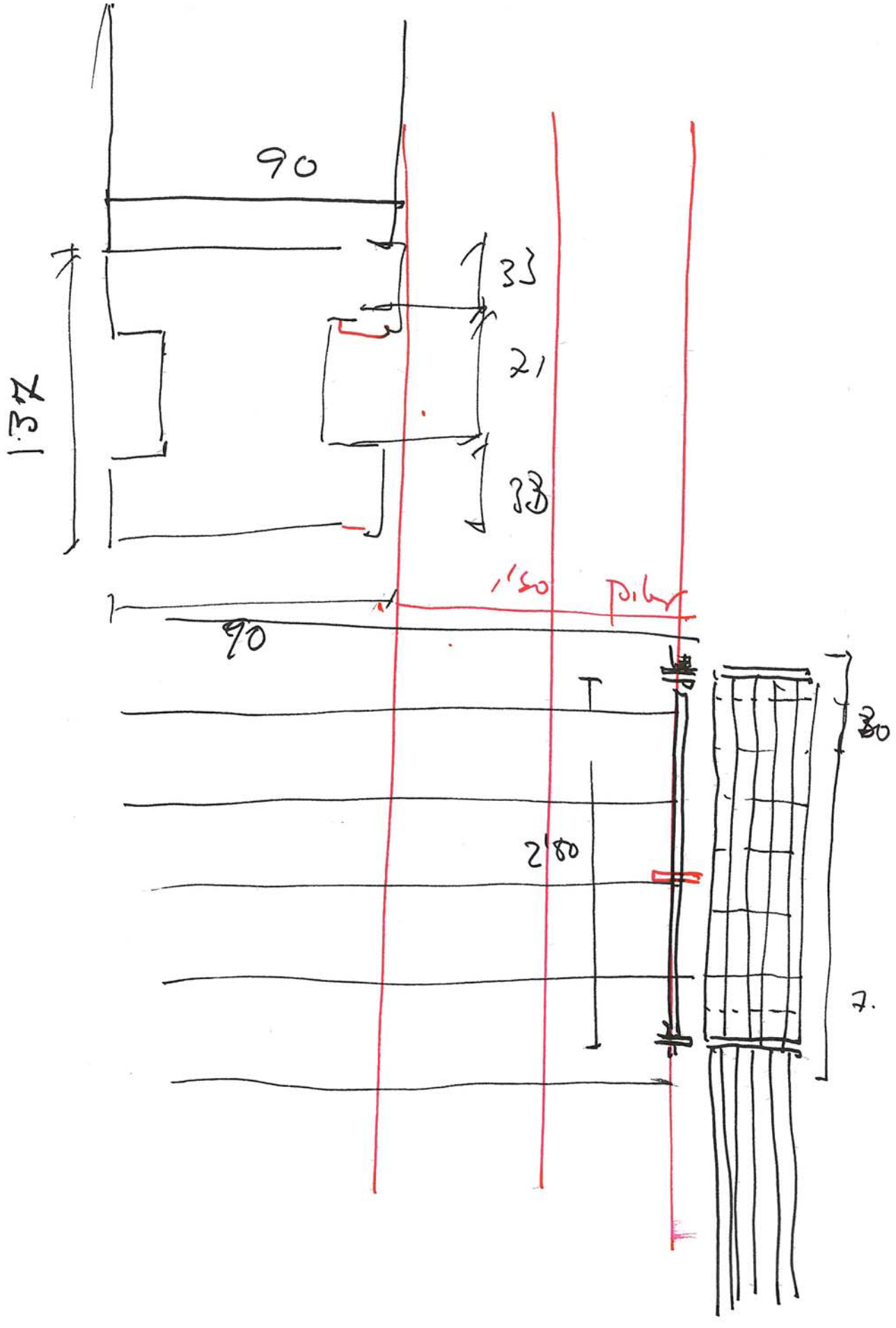

1'50
1/3
1/3
1
4'50
C.

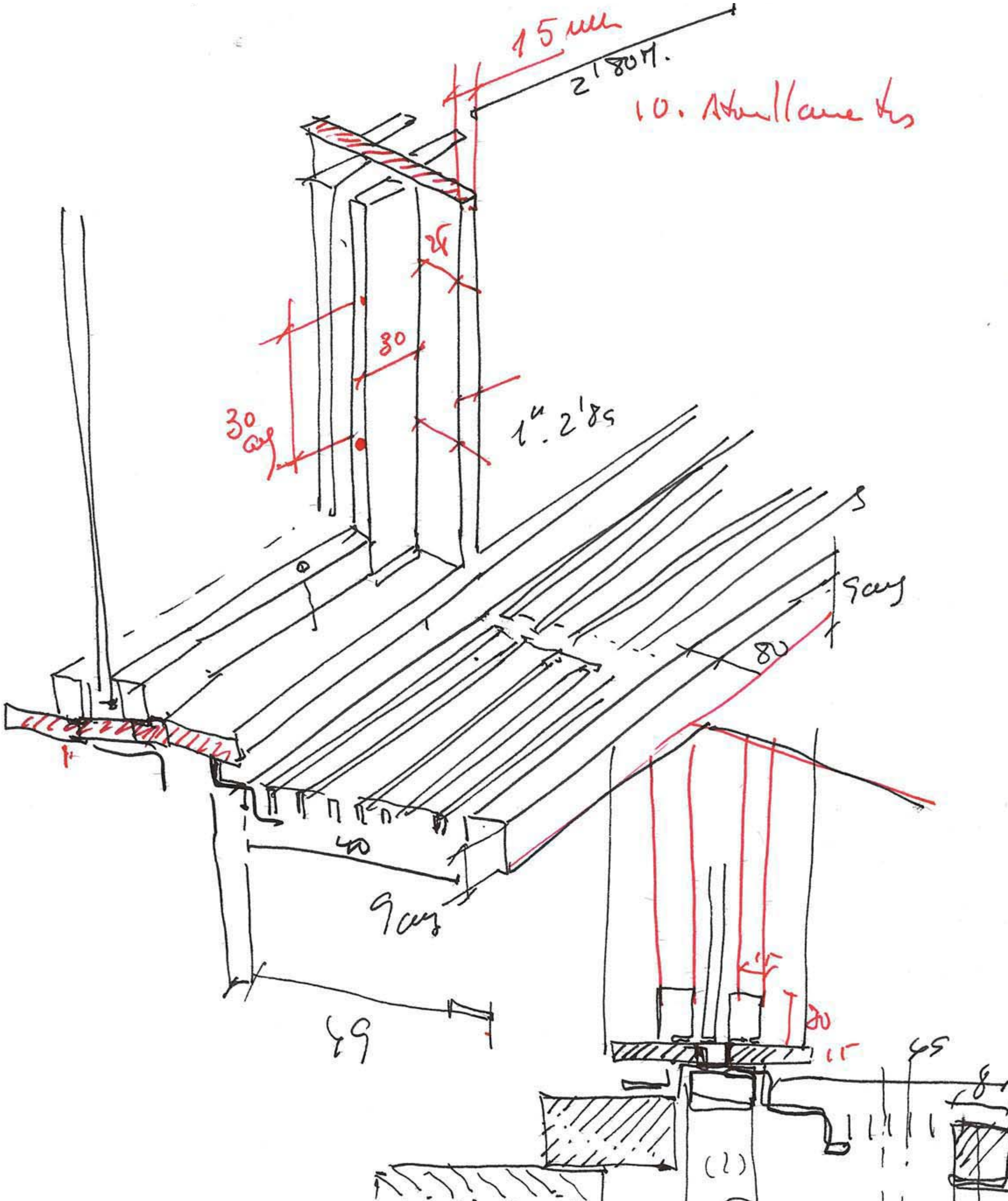


modulo Bassi



→ G. Rosels

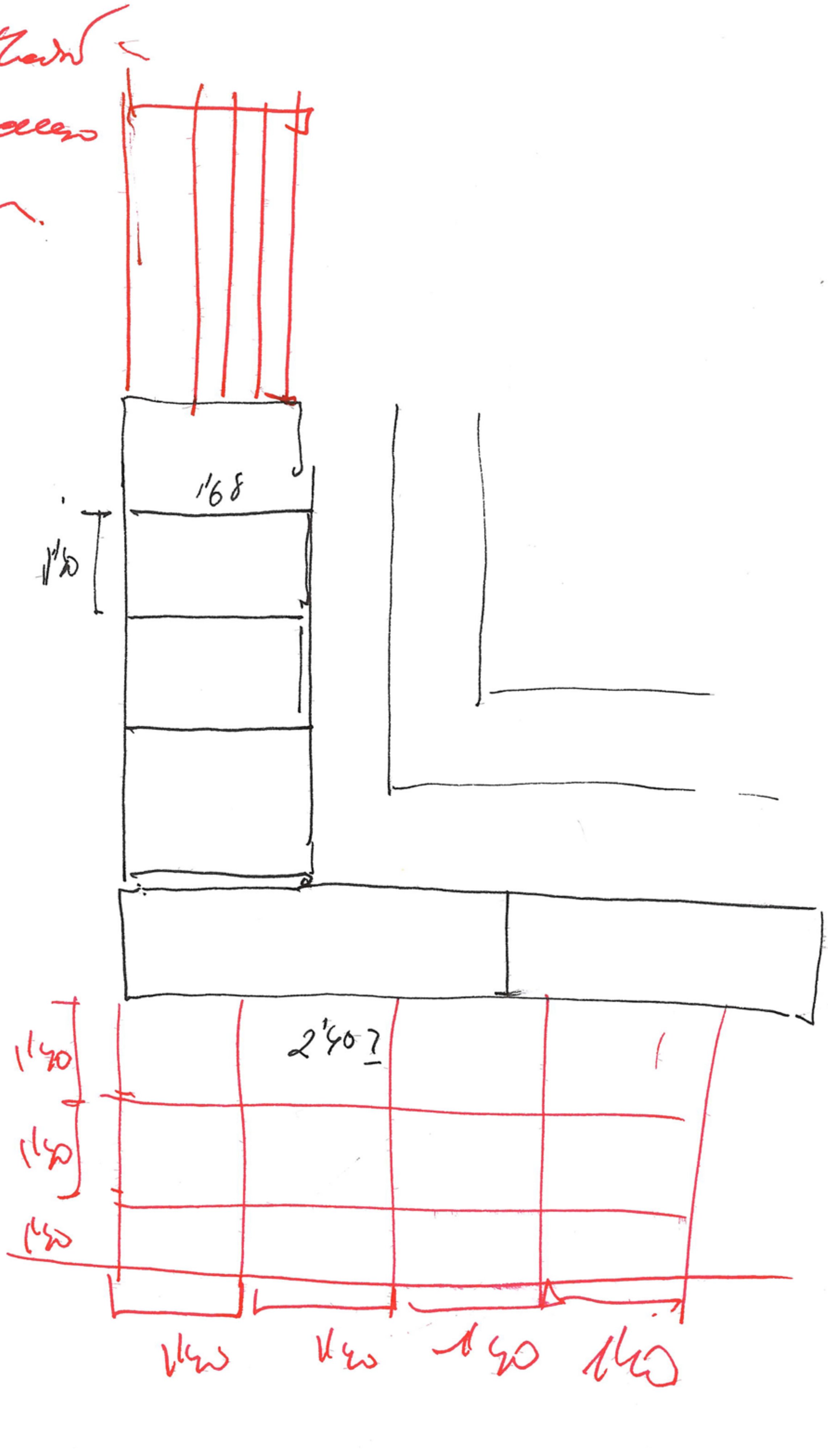

90
33
21
33
1.3K
90
1'50
2'80
30
7.



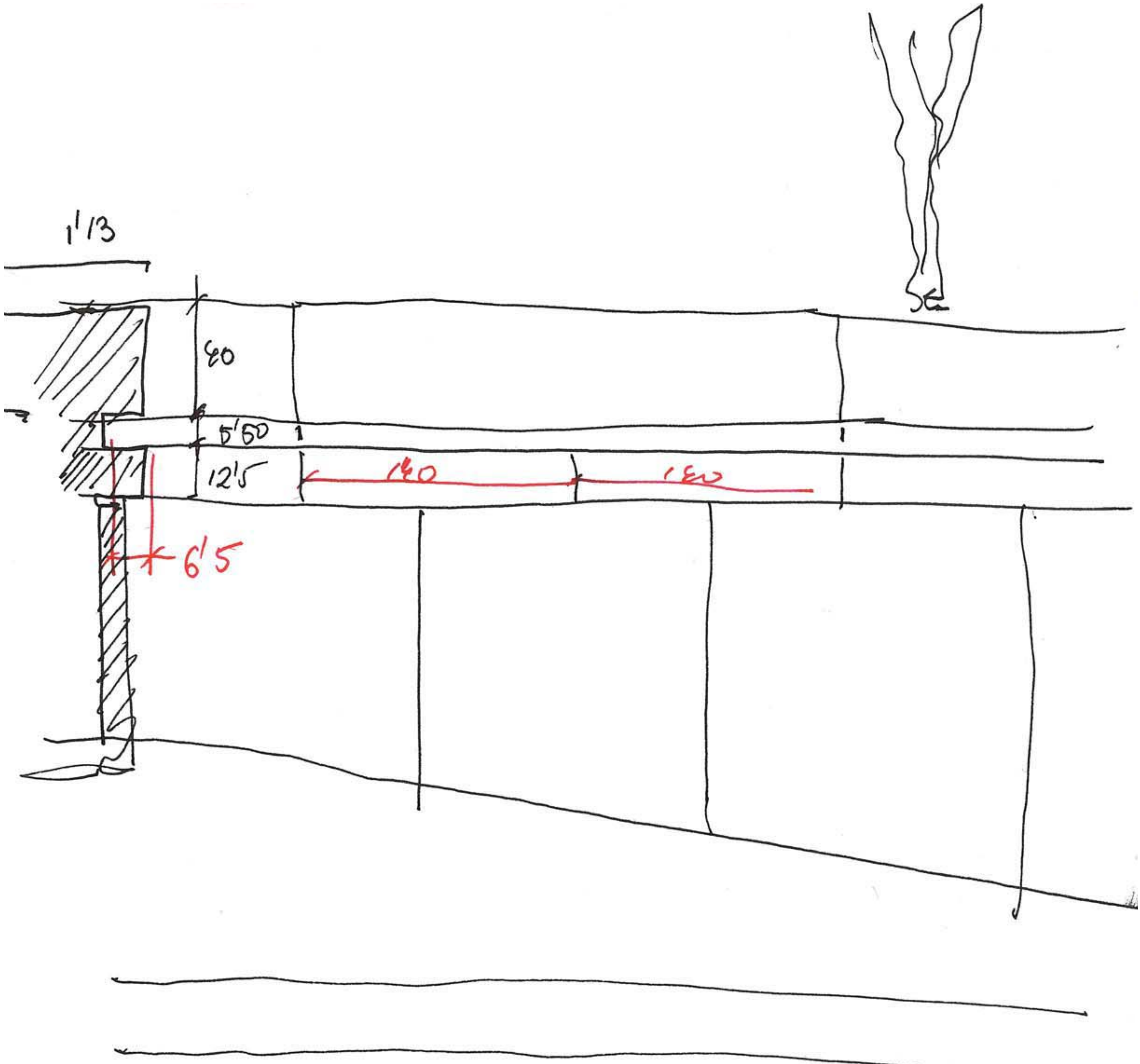
15.07. · [illegible]

[illegible]

88
13
2'14
1'40
1'14
1'68
Rodillo 1'40



1'68
1'40
2'40?
1'40
1'40
1'40
1'40
1'40
1'40
1'40

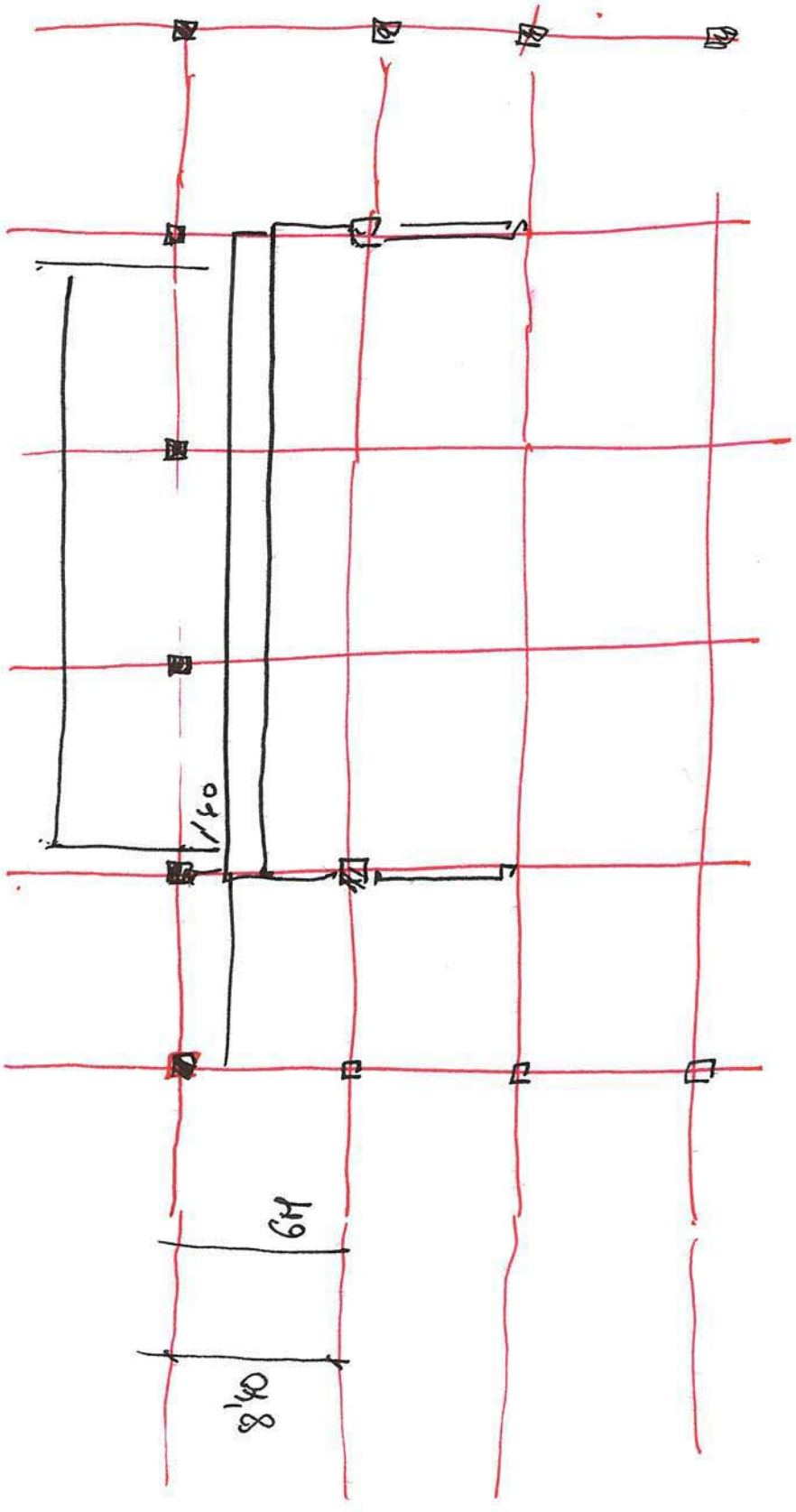


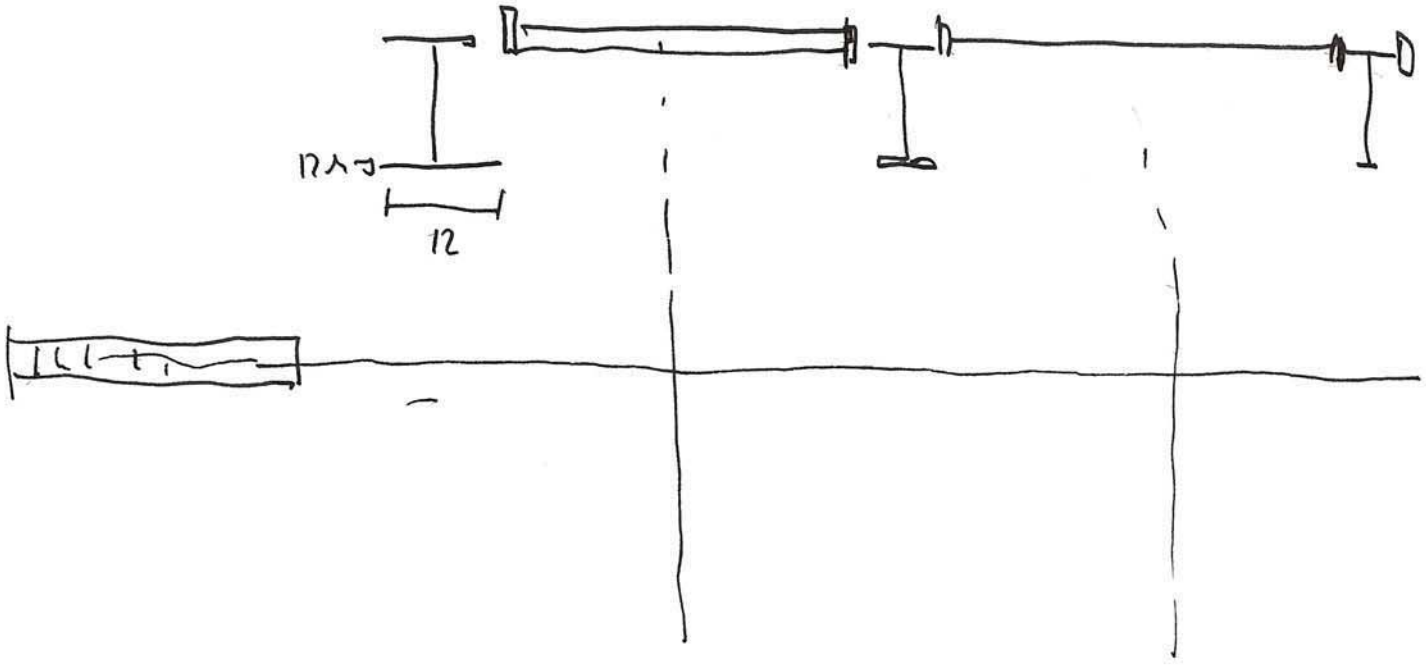
6-10-2009

2
1
2'40
2'80
87
87
87
87
1'50
1'50

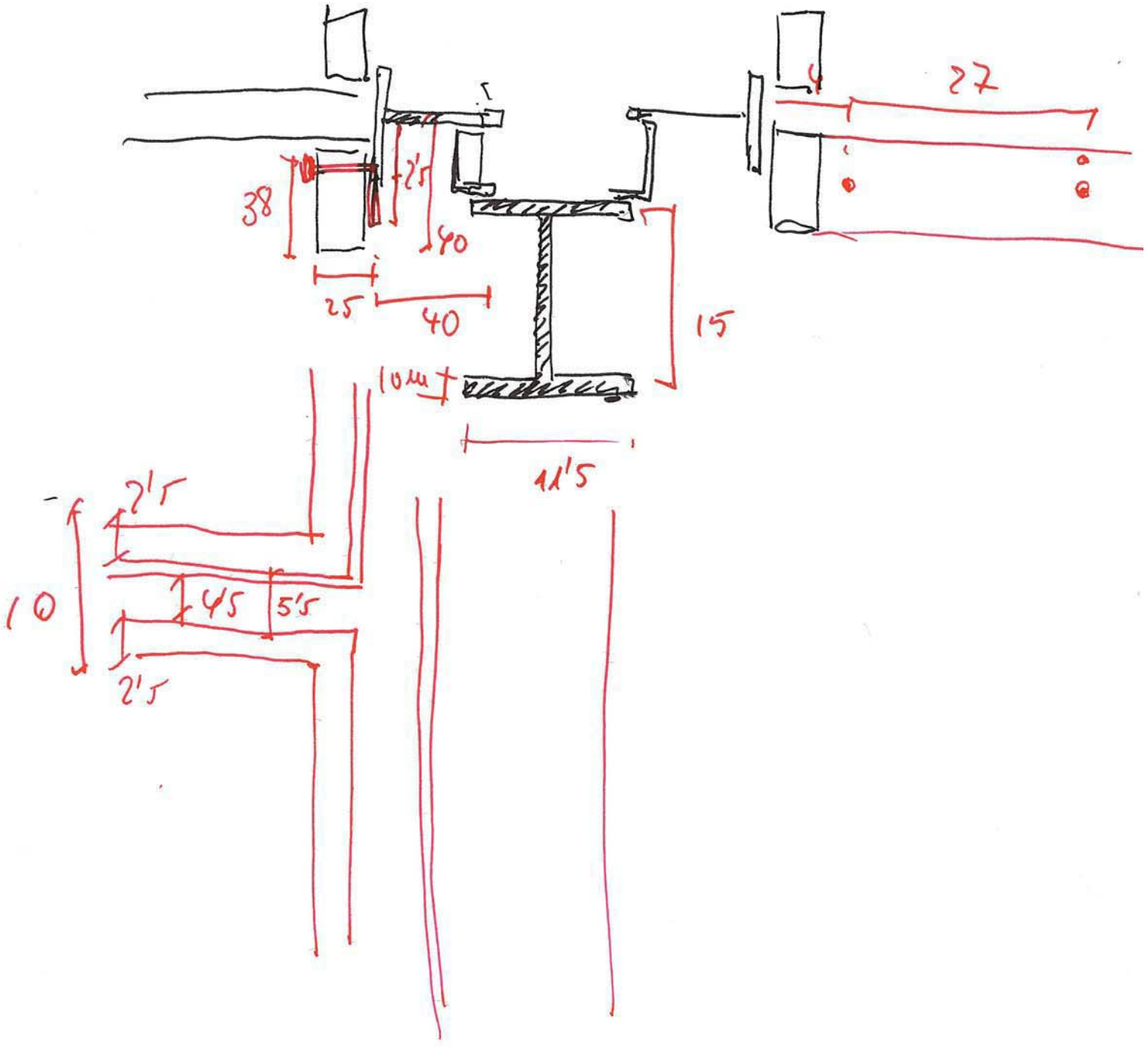
-6-4
J-3

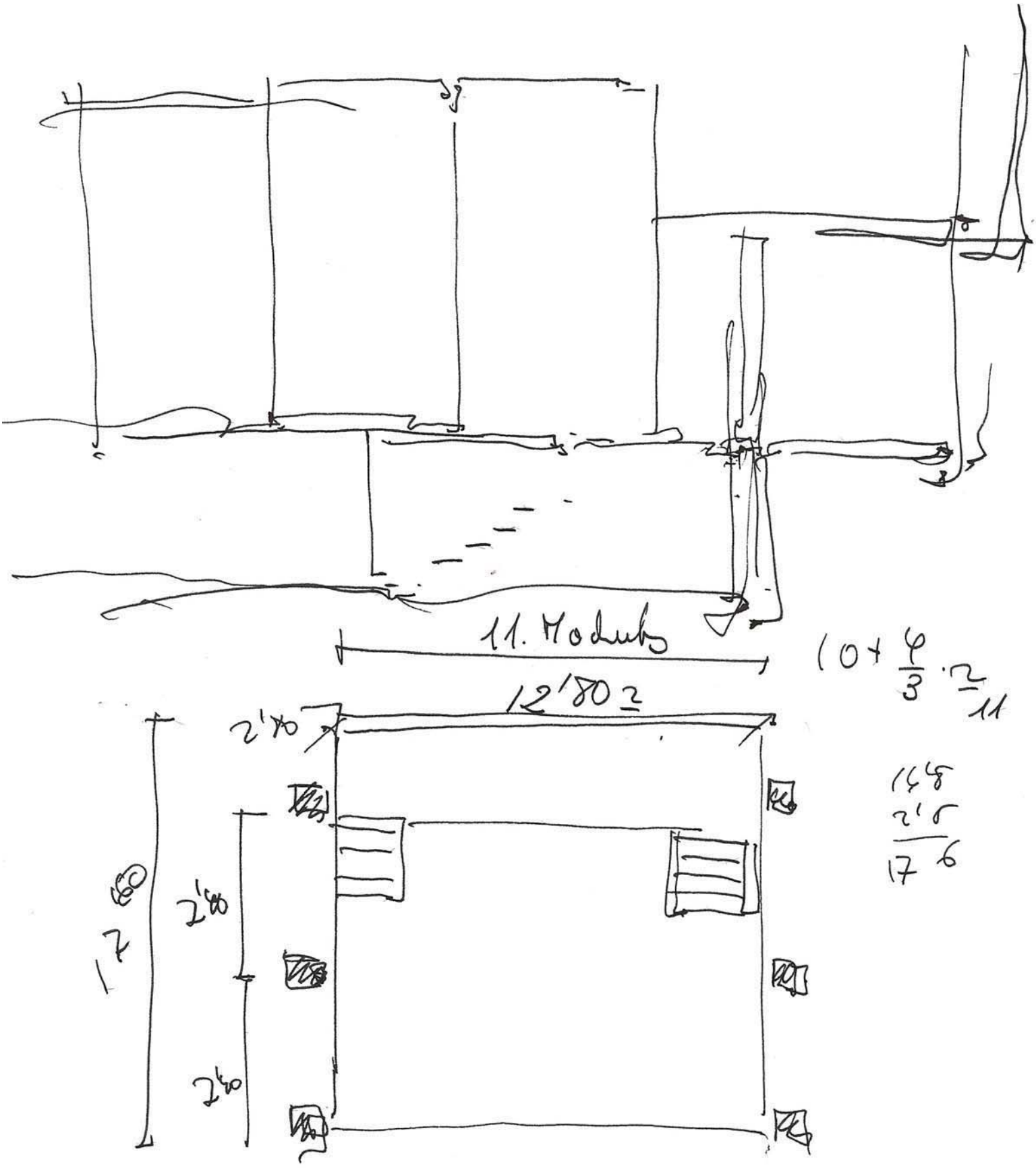
Schnitt
40. a/Leitung



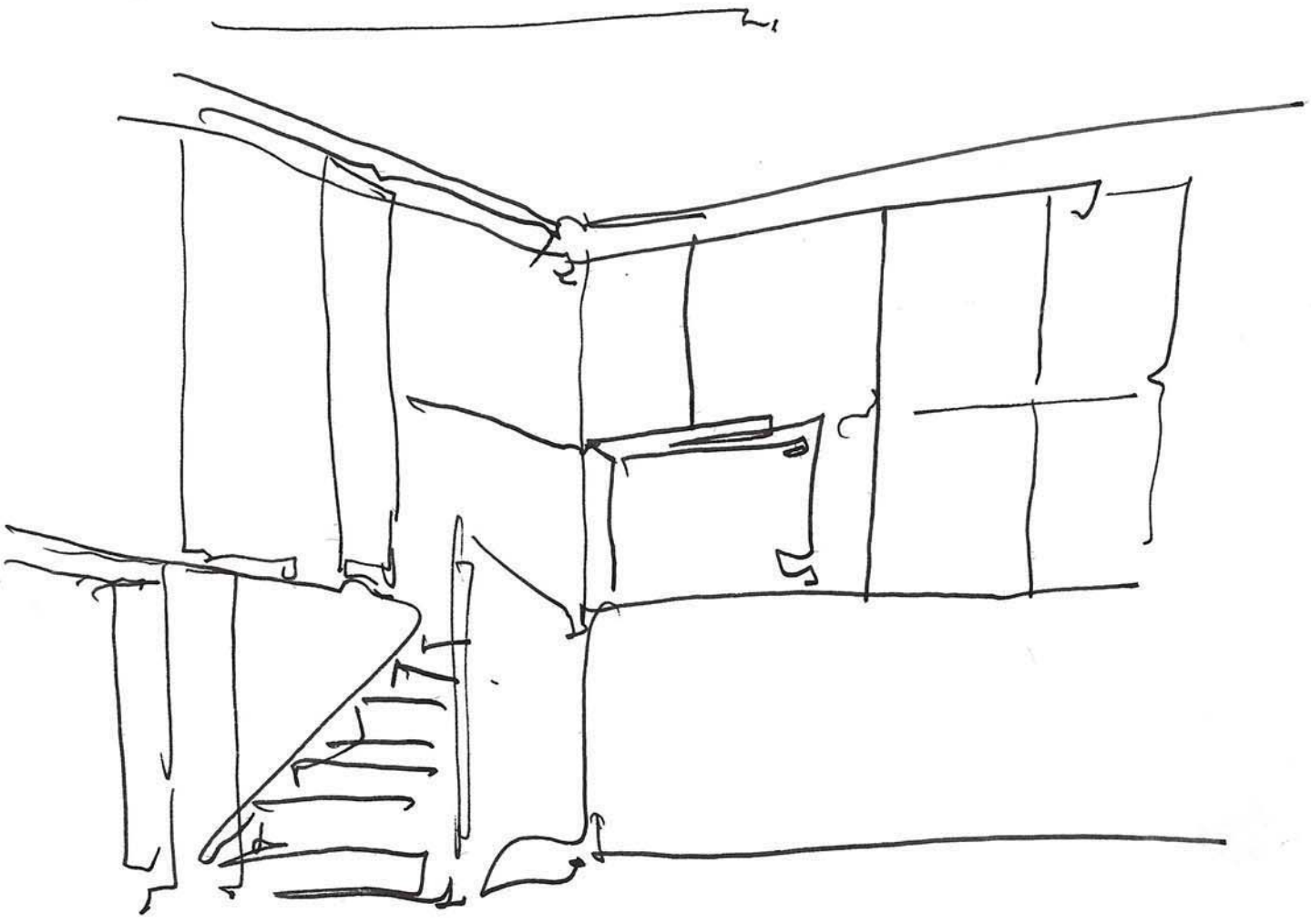


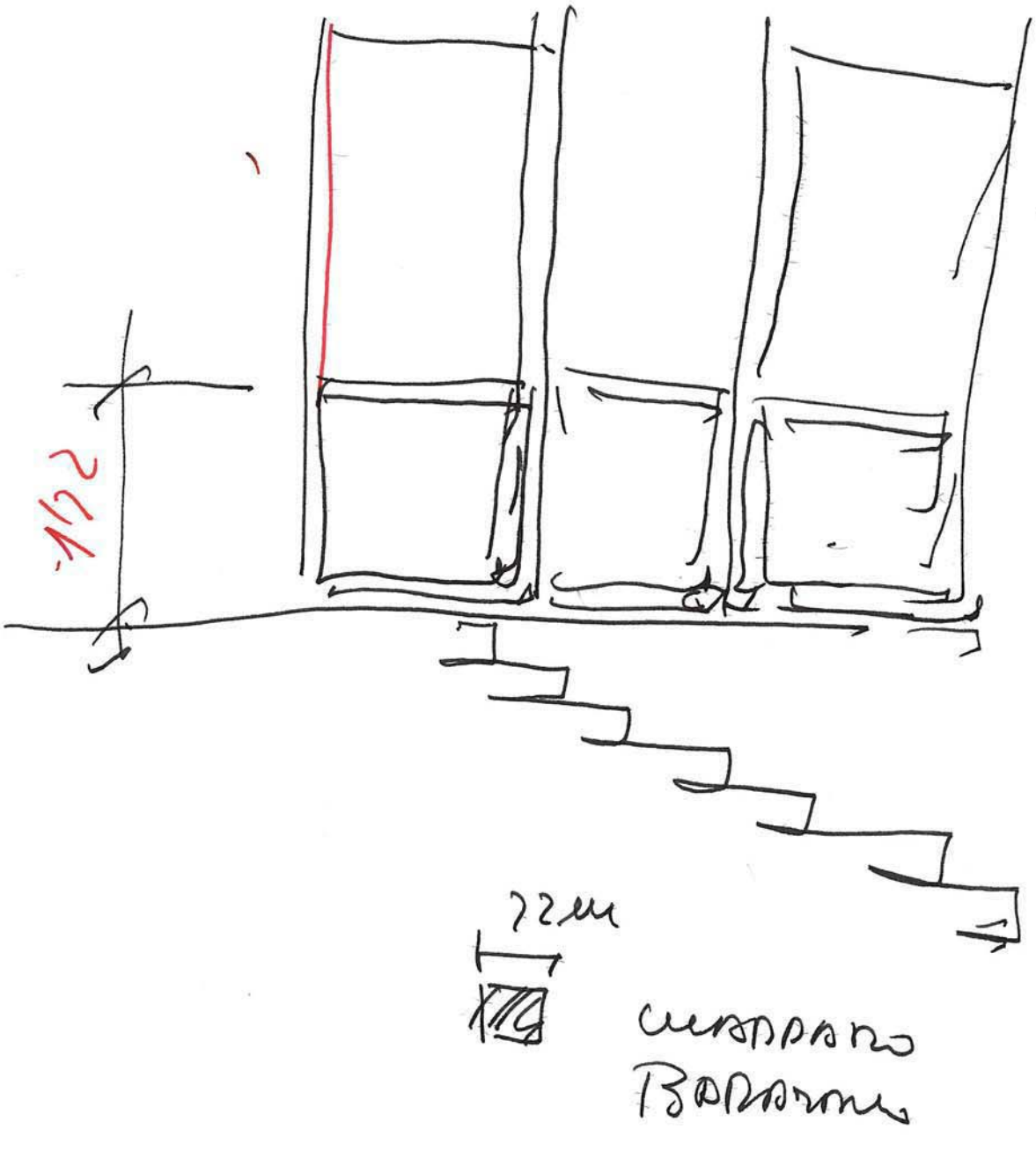
- 5 fourches c/. 1'50




11. Modulo
12'80 =
2'40
2'80
2'80
17'60
10 + 4/3 · 2 = 11
168
21'6
176

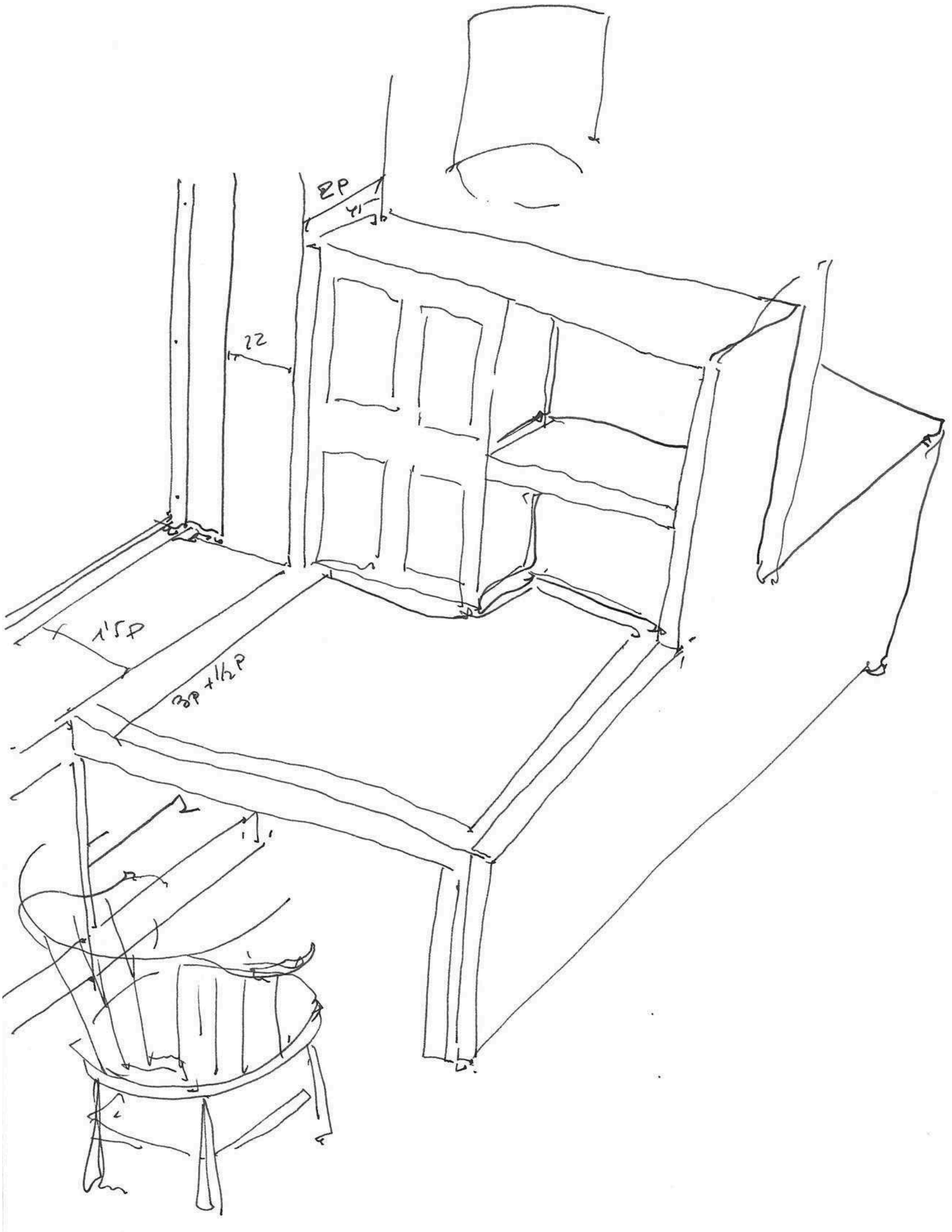
Lounge Bar.

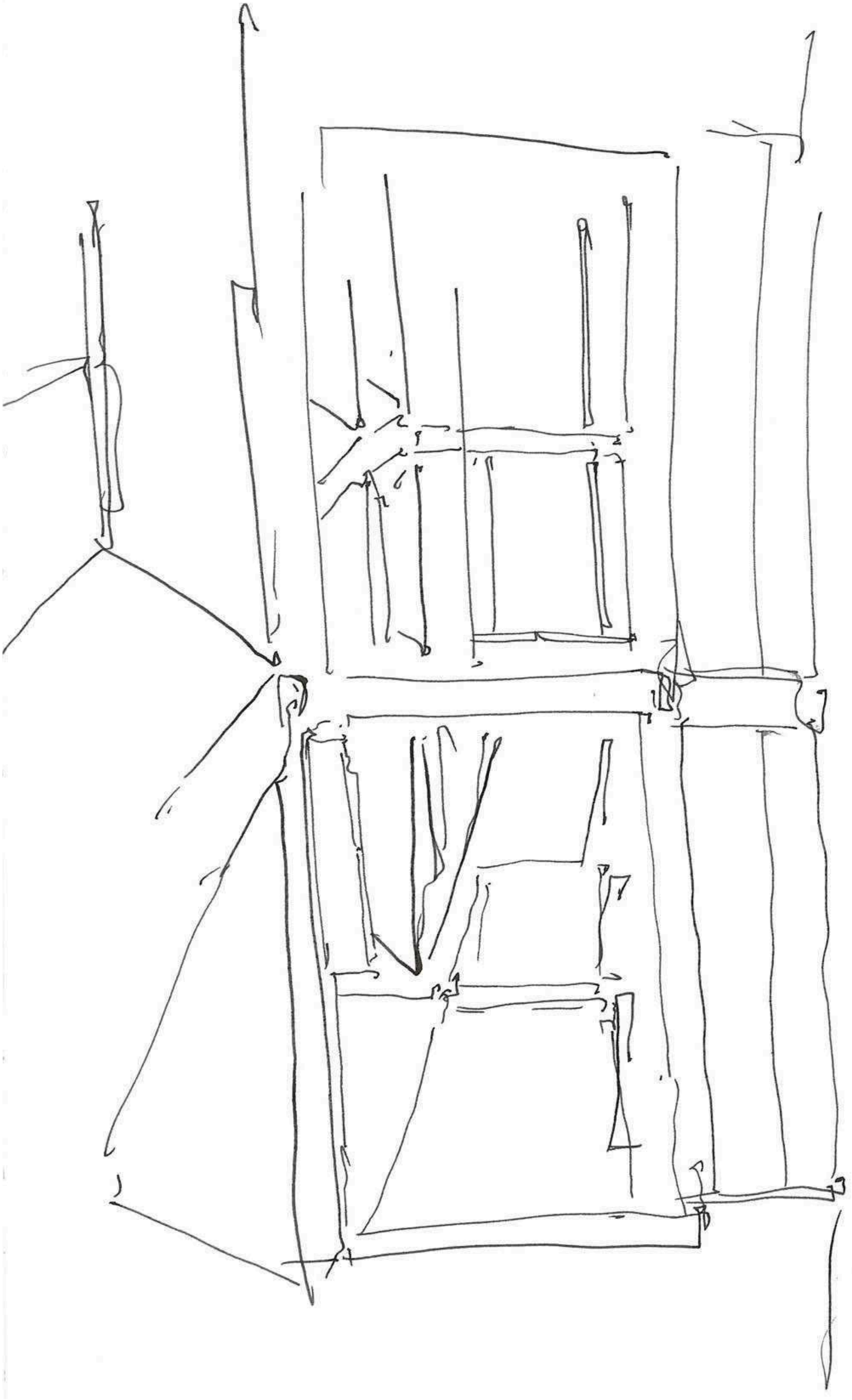


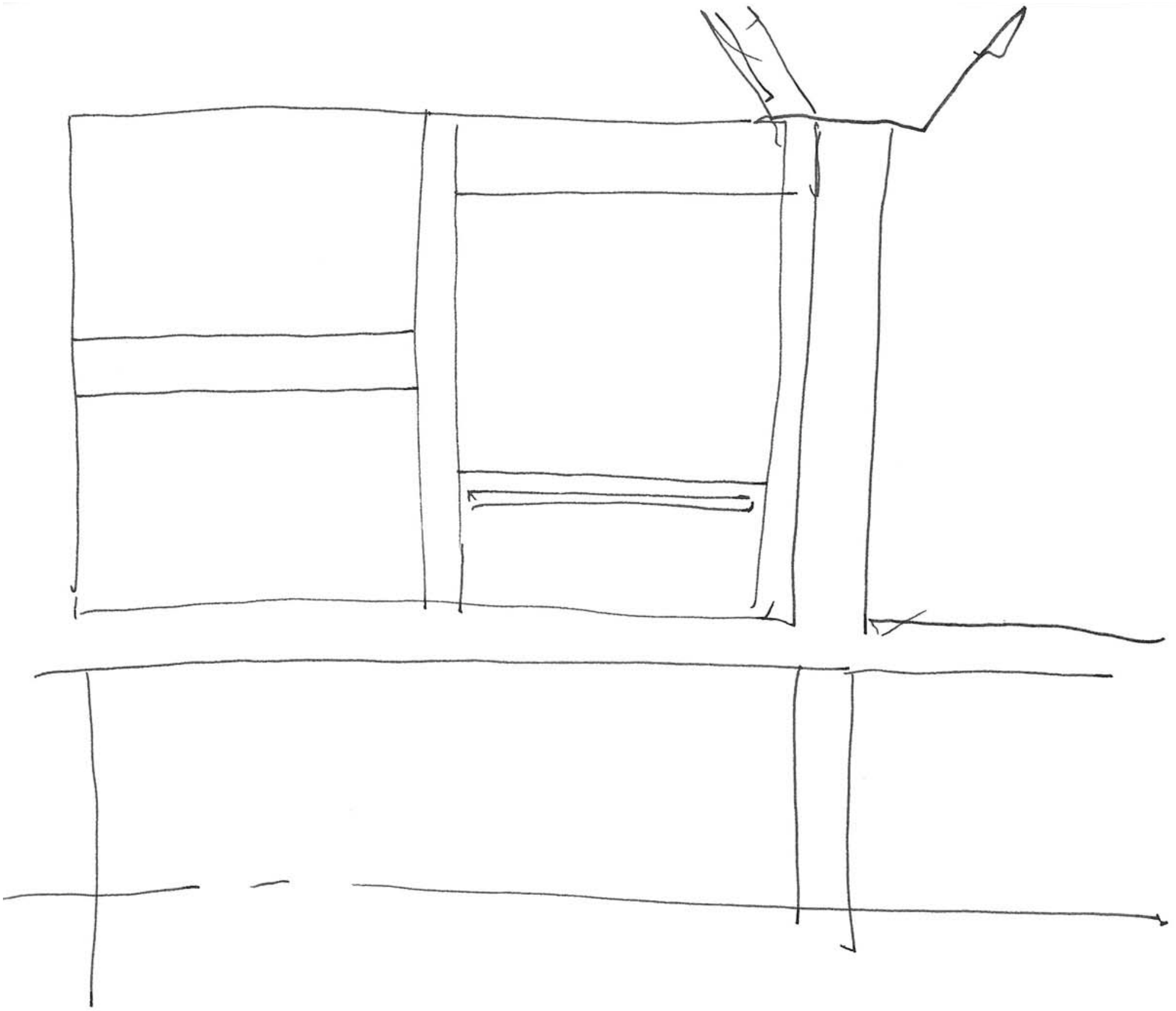

1/2
22cm

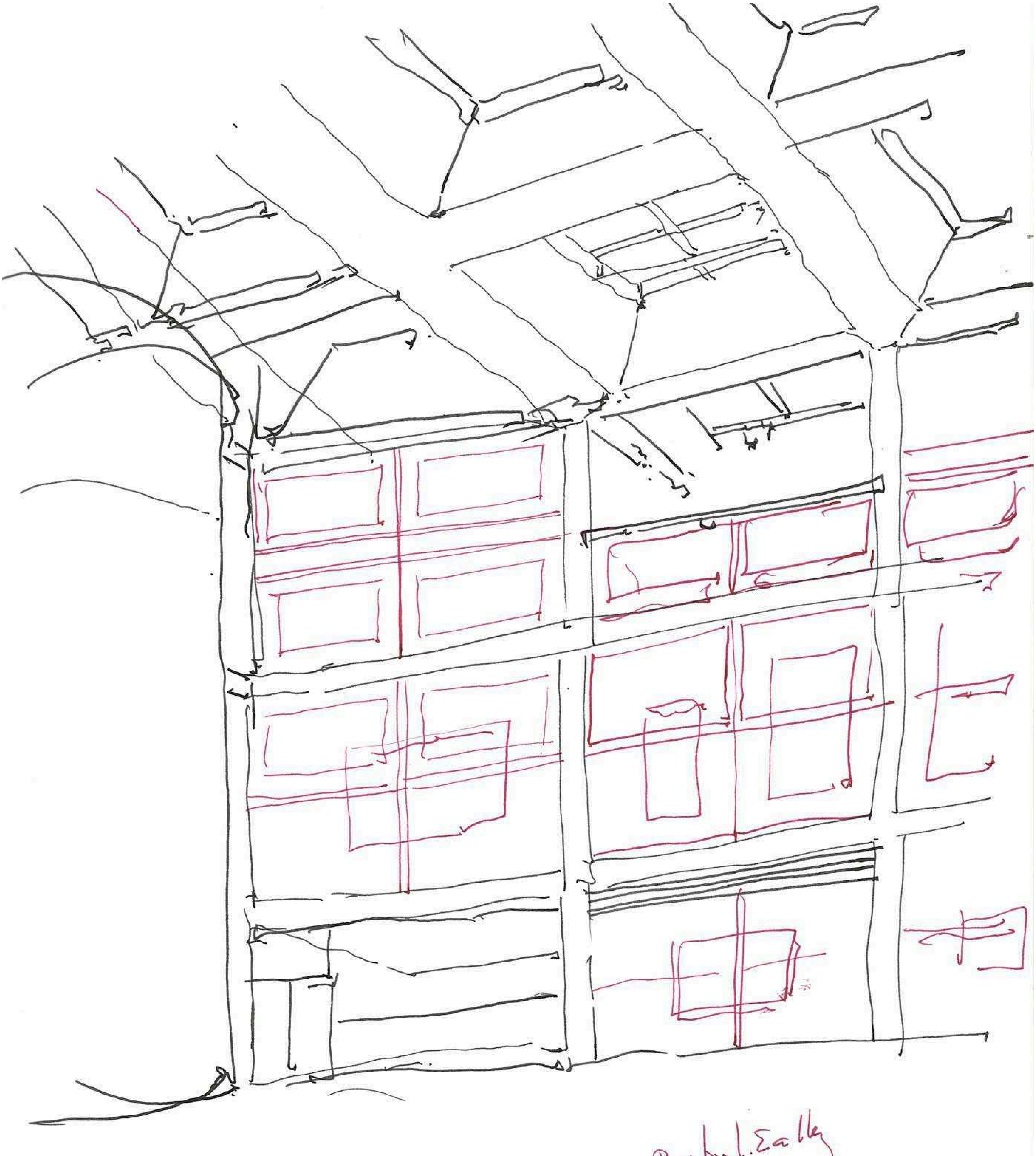
Apuntes

New Haven


2P
4I
22
1'5P
3P+1½P



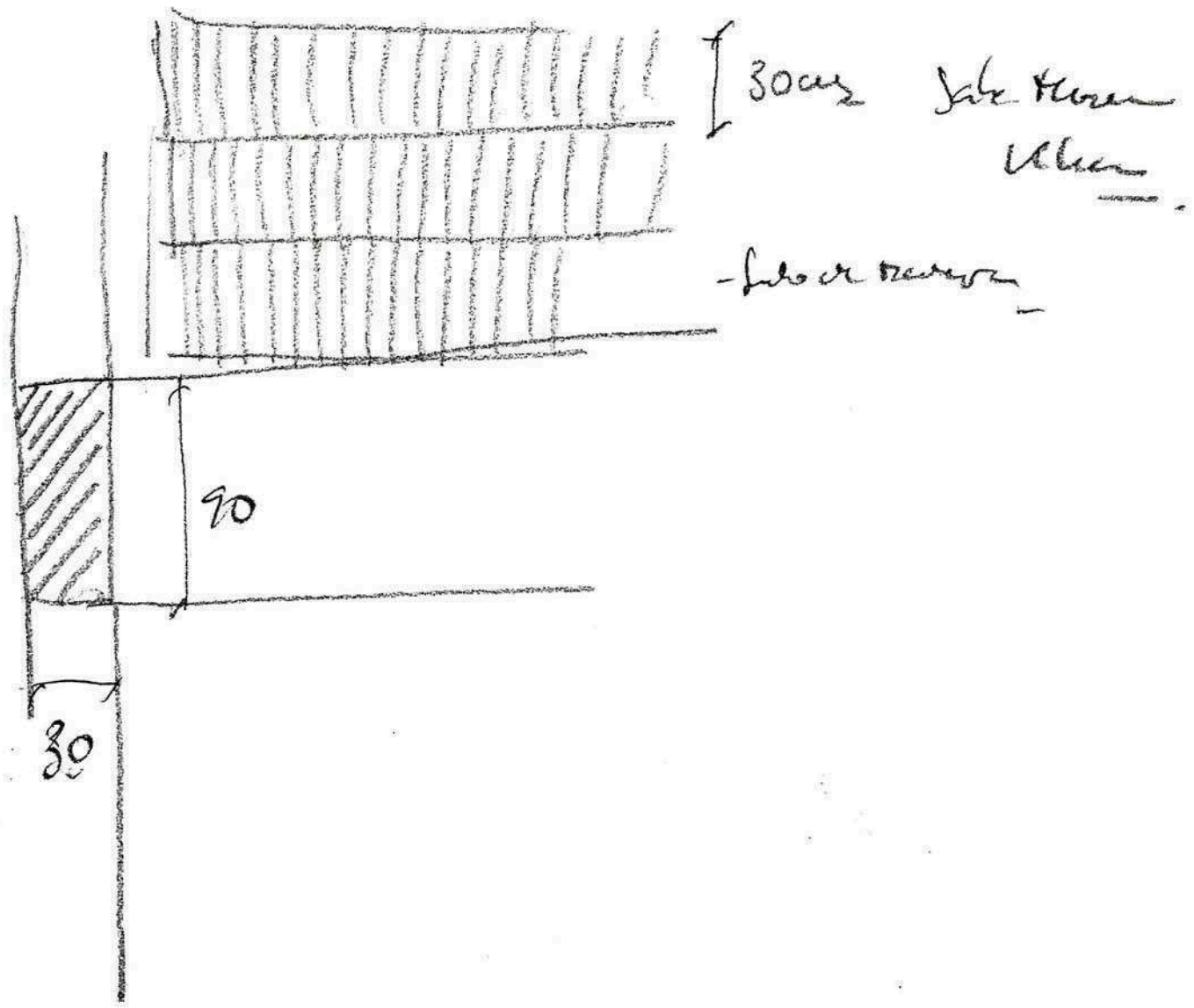


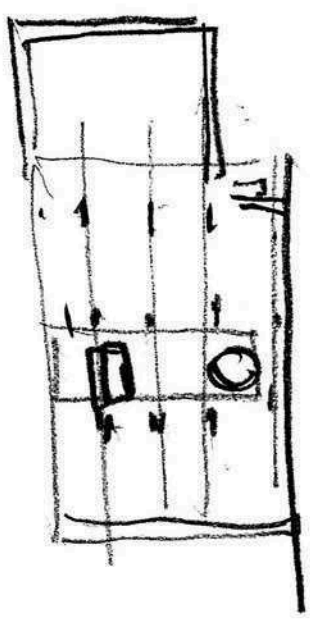


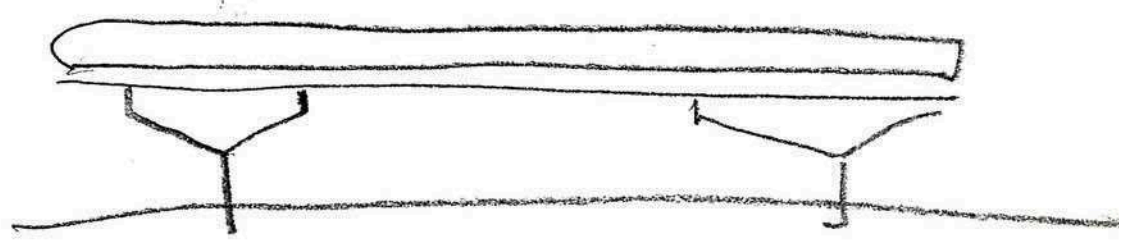
Bartholomew Eatley

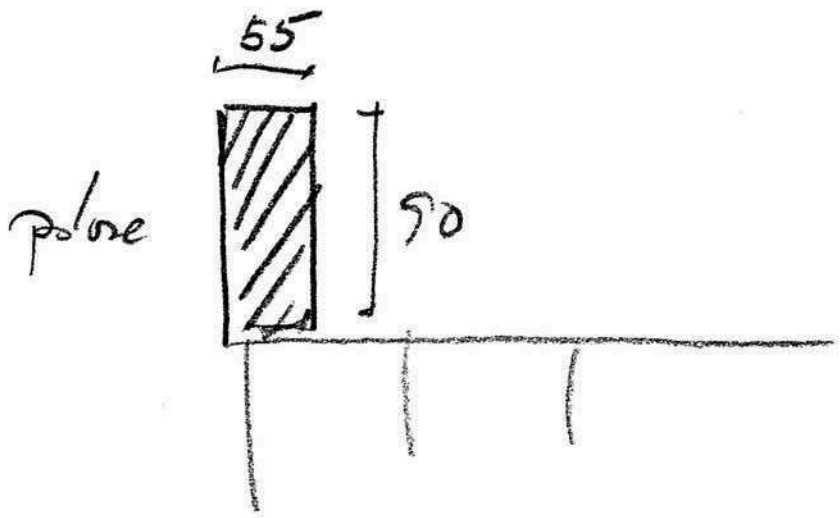
Valencia

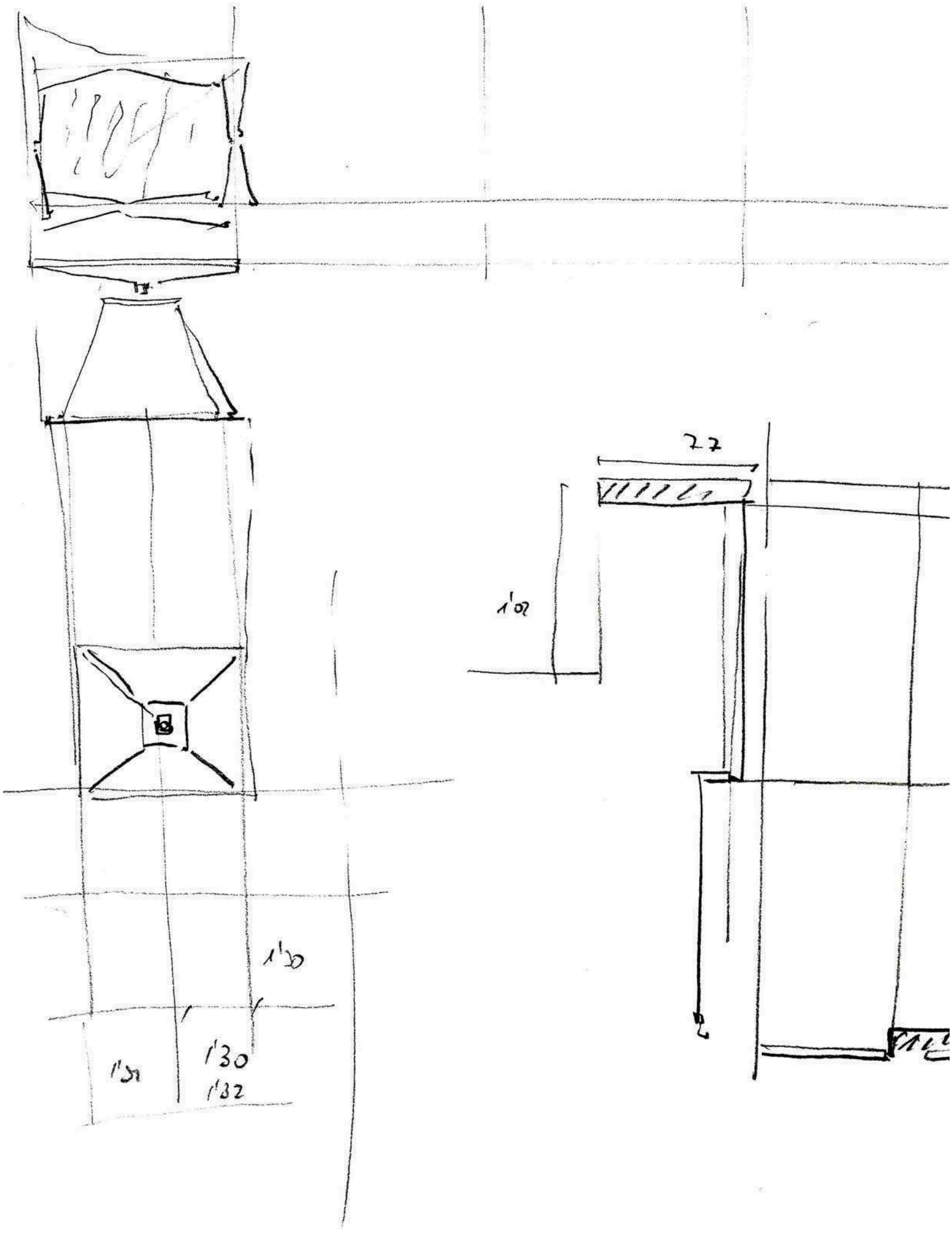
Octubre 2011


30 cm
90
30



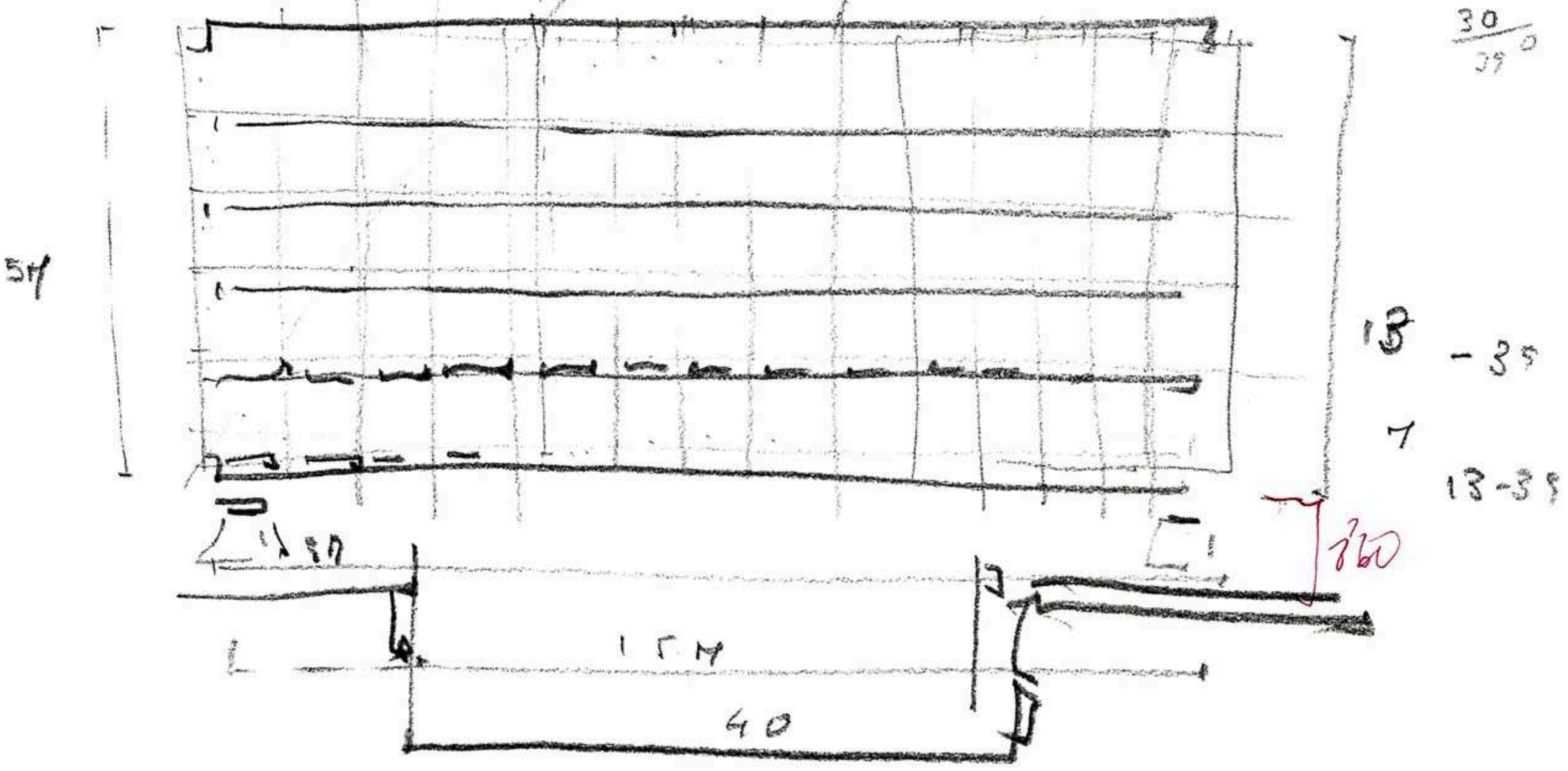



55
50

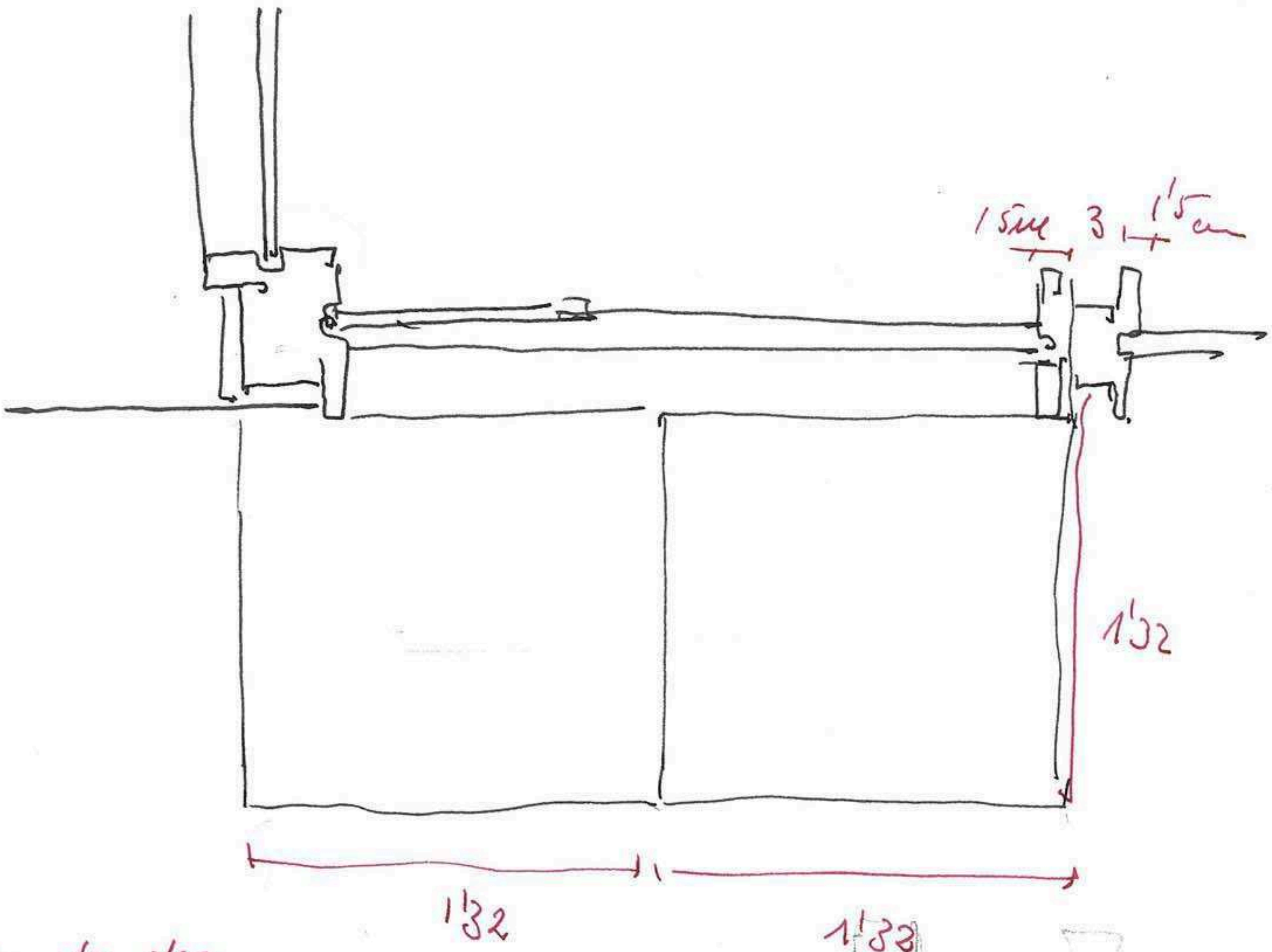

27
1'02
1'30
1'32

15 - 5 > MODULO BASE 1'30 > MOD. 2'60x2'60

15
7'6
90
30
390

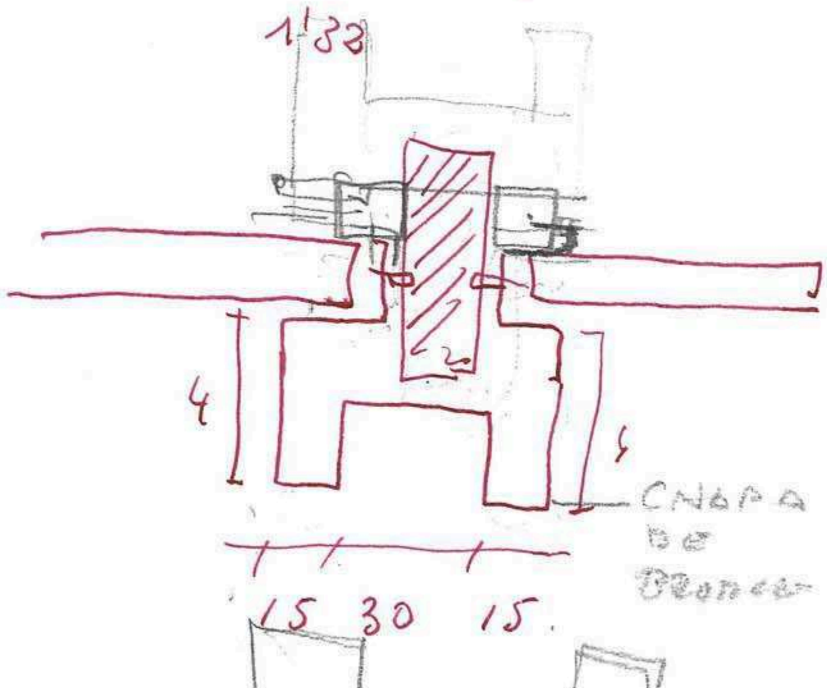


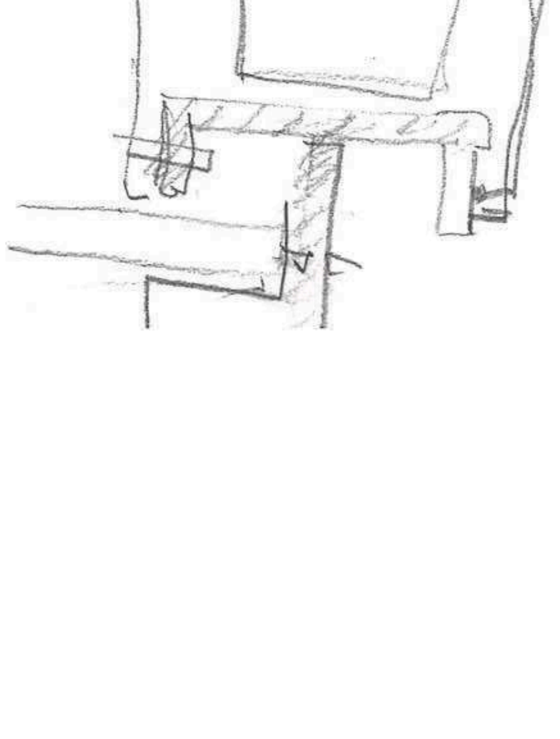
- altura libre planta BAJA
7'80



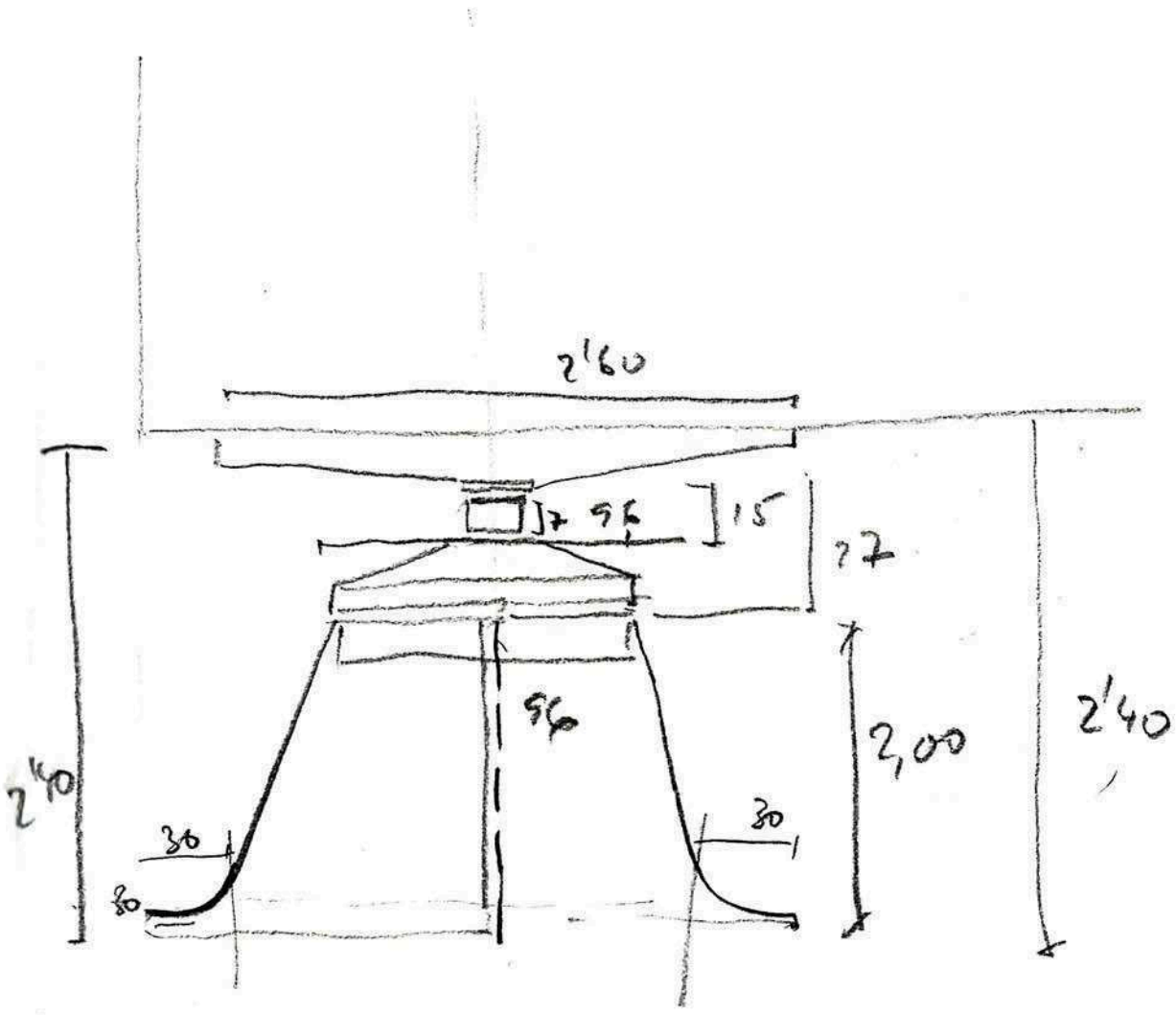
ROCUADRO - 2'60x2'46

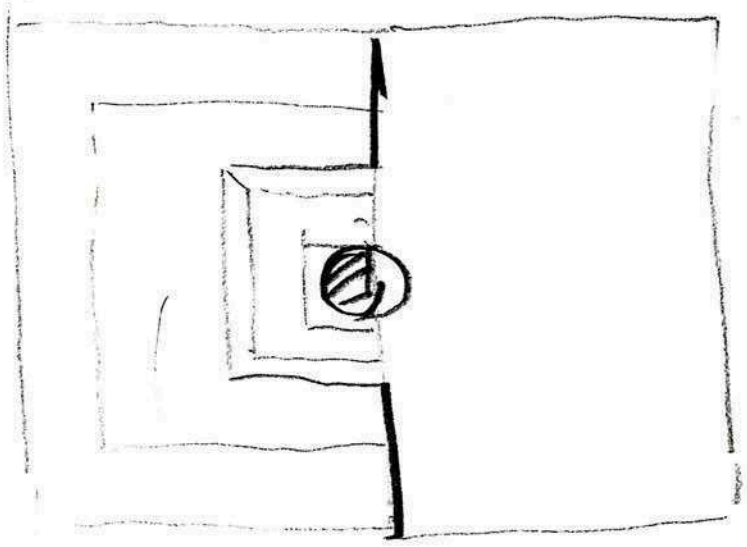
ADUEDO LIBRE. PLANTA BAJA. 2'46

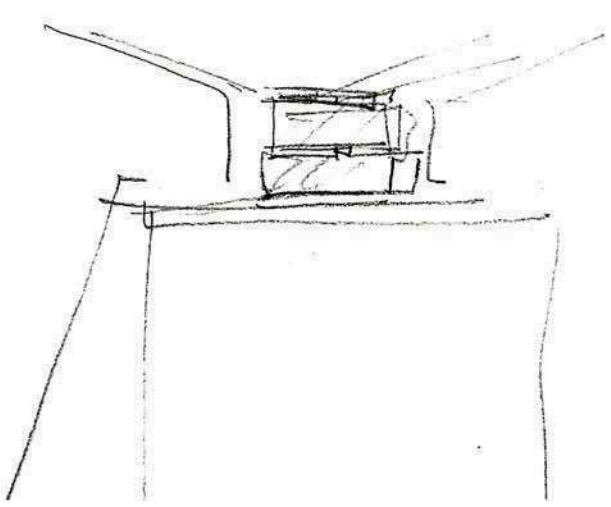


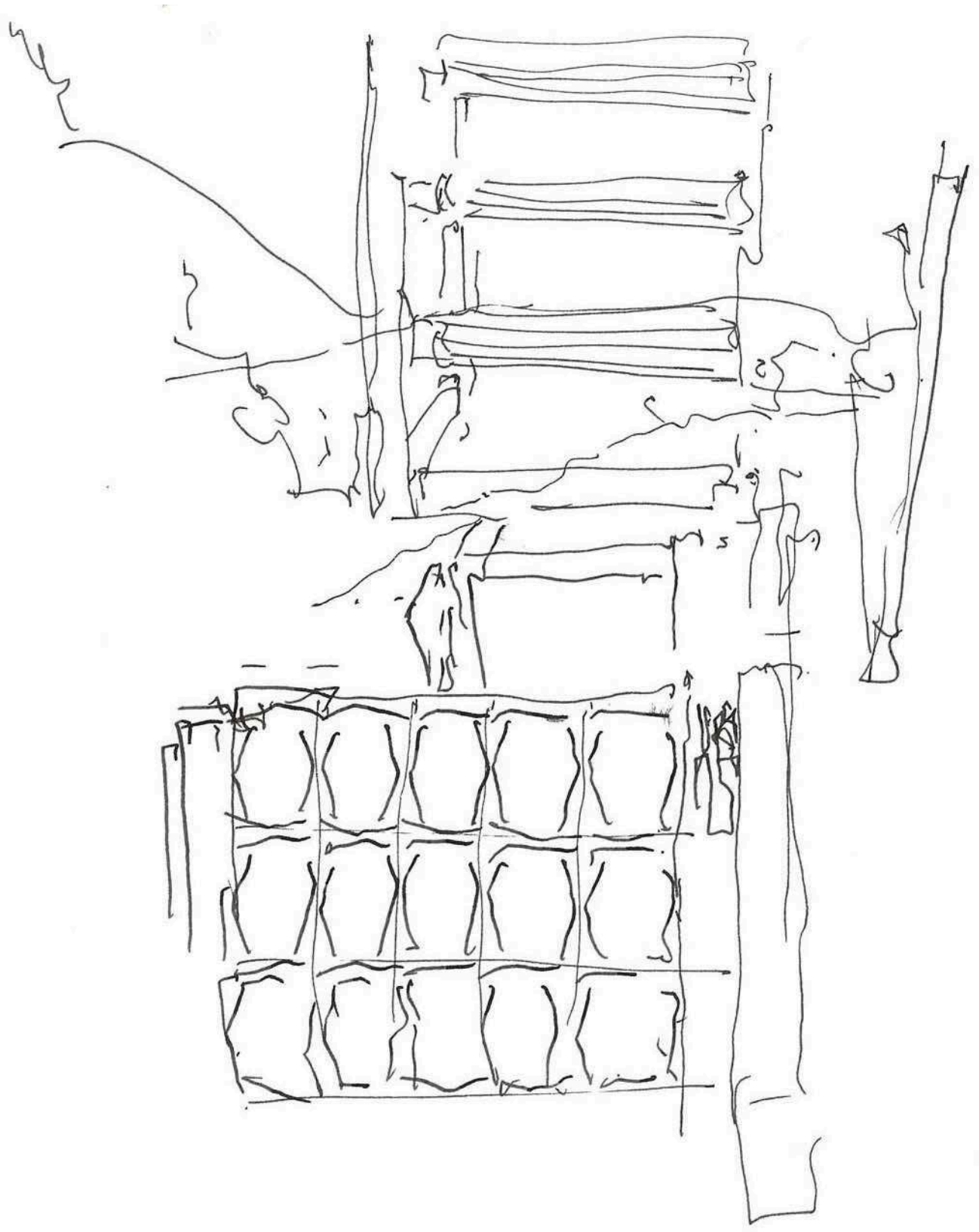


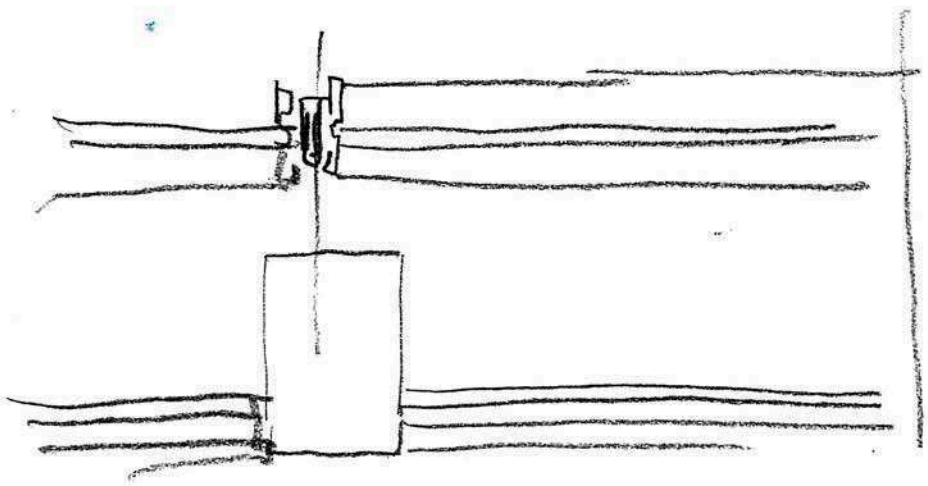
pilares posteriores de 1/2 madera


2'60
17 95
15
77
95
2,00
2'40
2'40
30
30
80

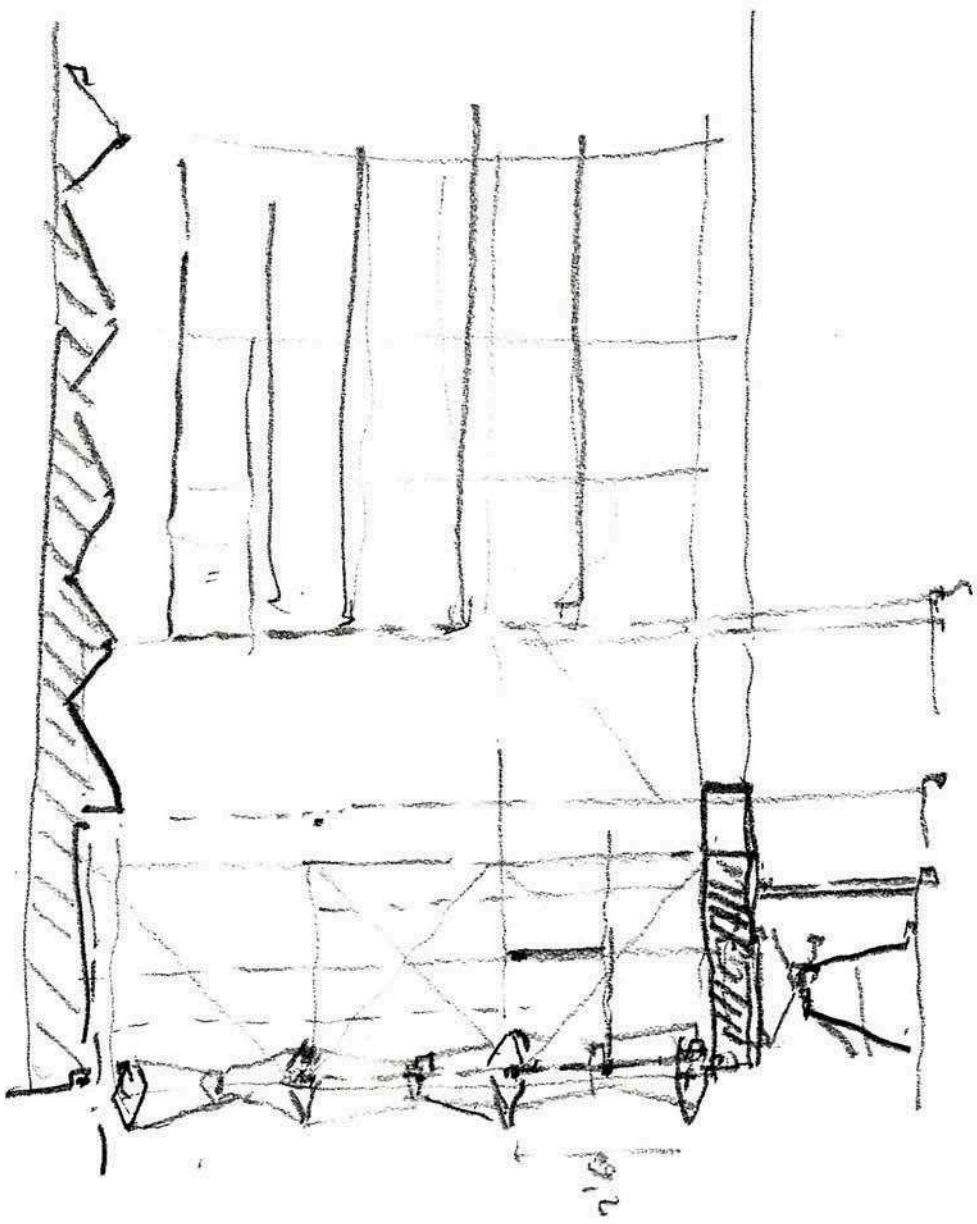


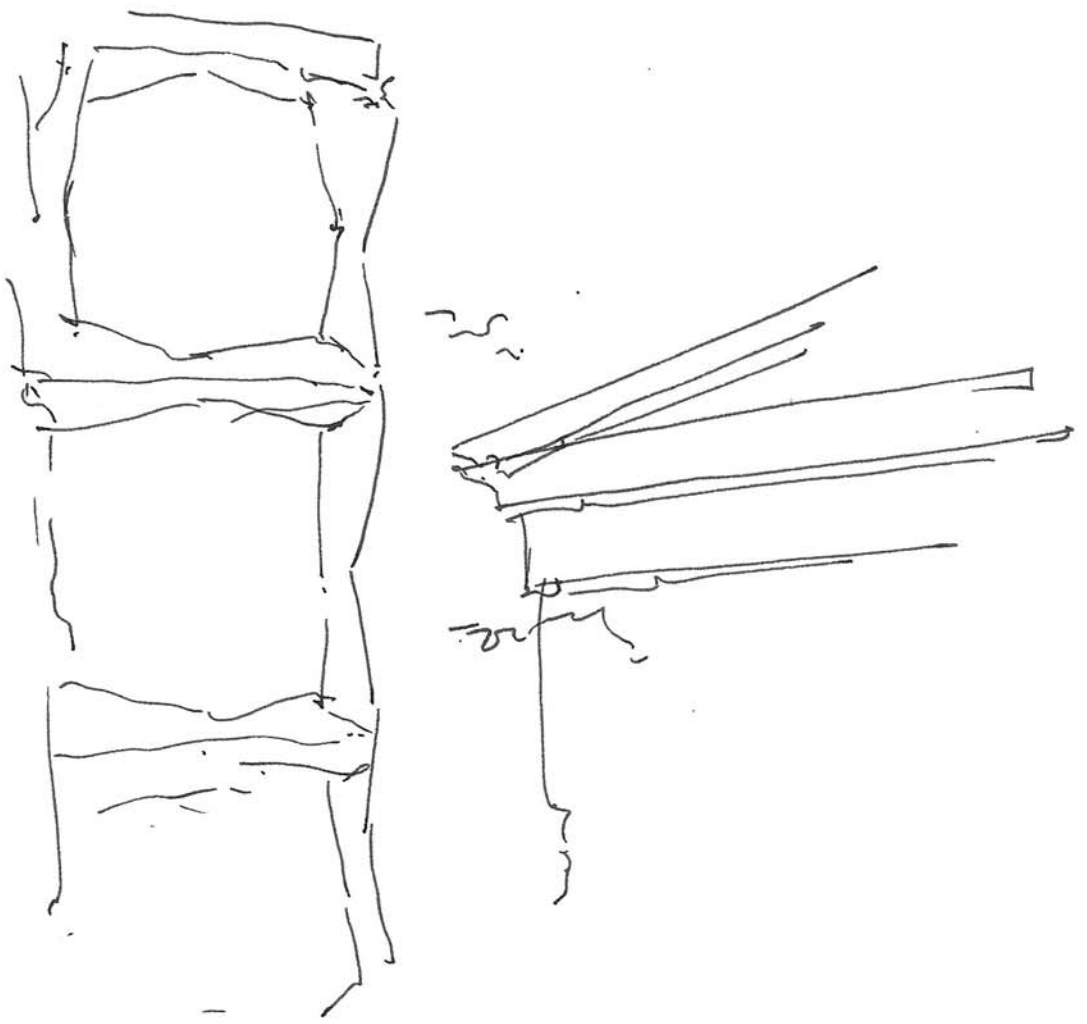


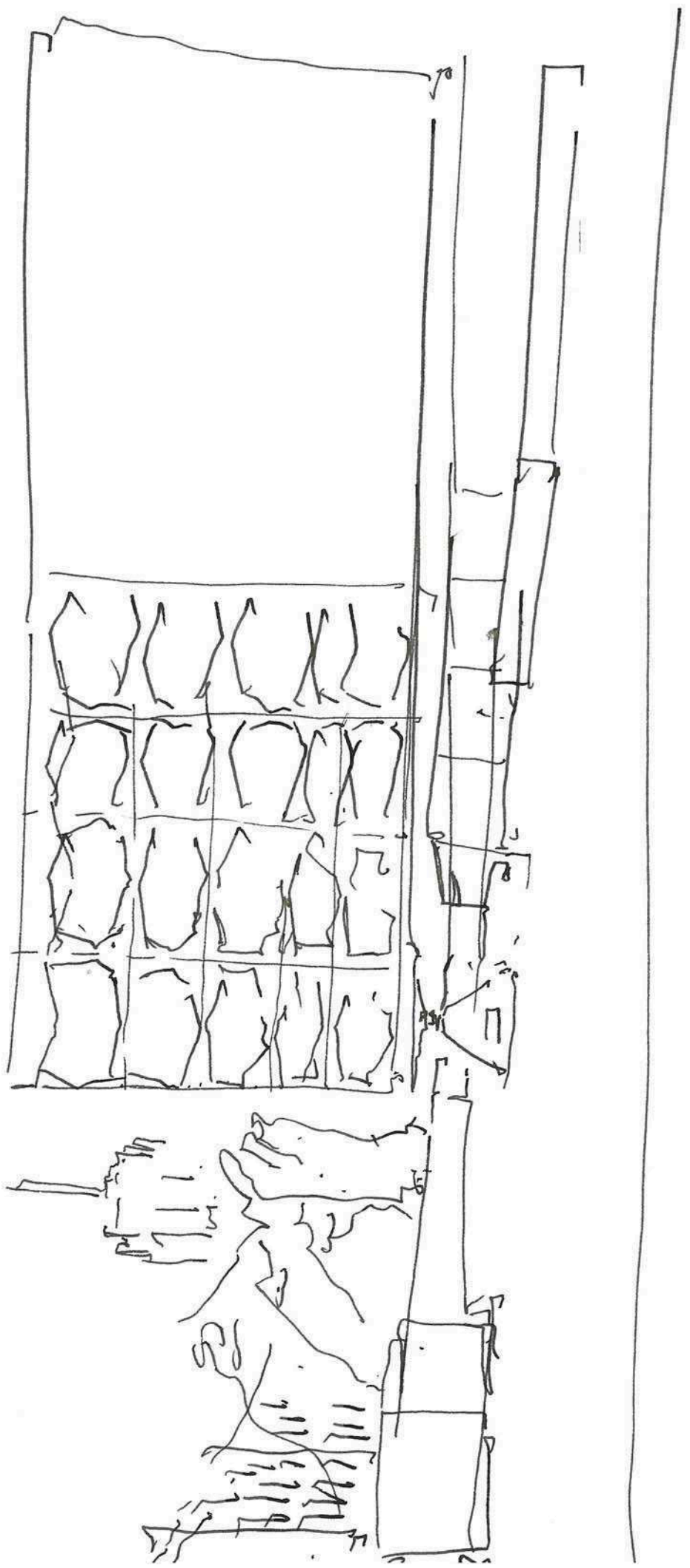




Detail
[illegible]
oak 2 treads 2'6.

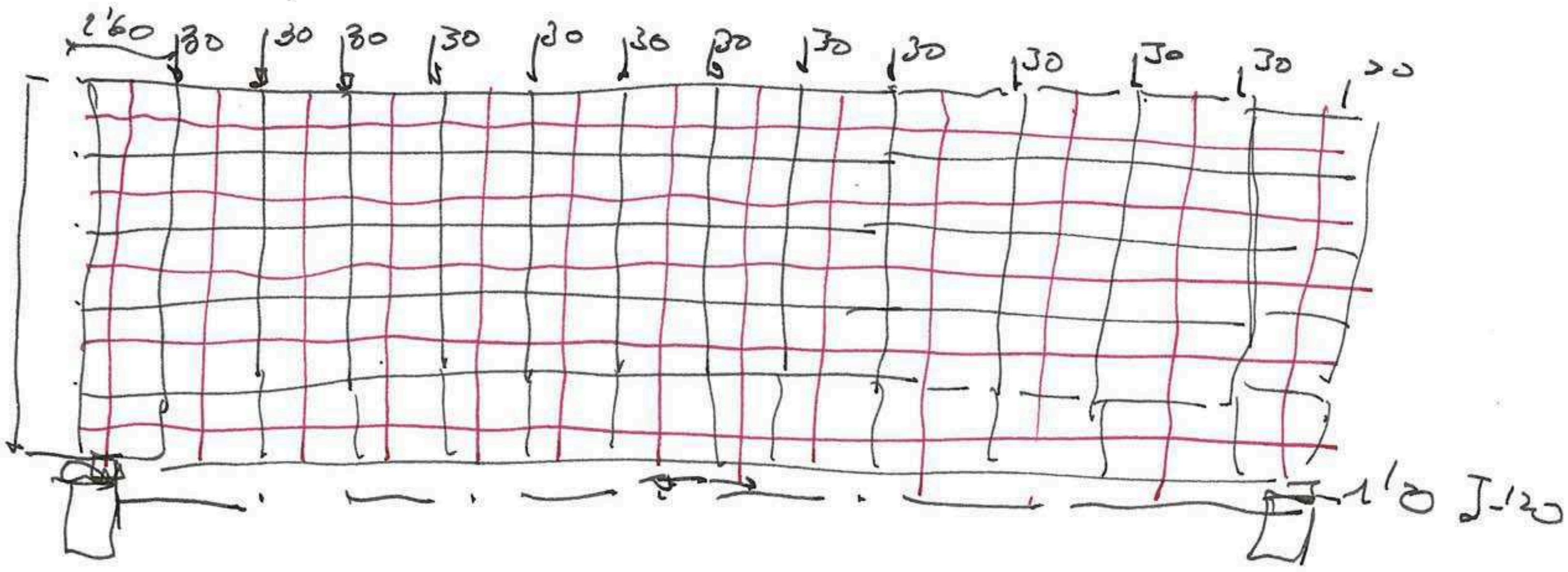






ANÁLISIS. MODELO ESTRUCTURAL

El Modelo estructural de la Biblioteca de Jaén, se fundamentó en una malla de hormigón y acero en base a un modulo de 1'30 con una. Dos losas superiores de hormigón.



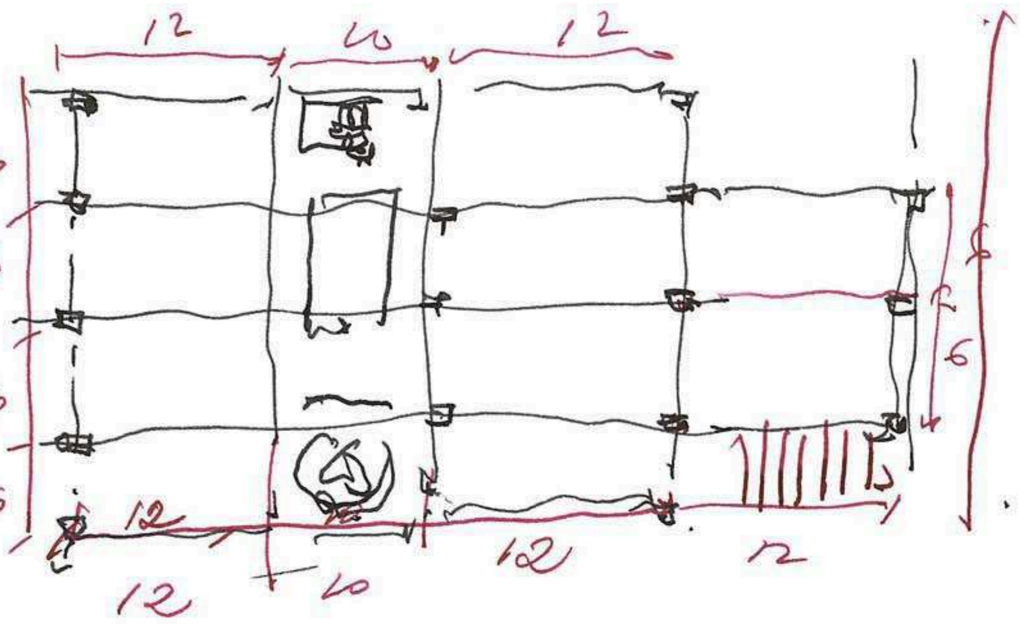
Suponemos una Malla de 1'30 x 1'30. Carga Muerta = 20.to x 1'15 =

1'5
2'5
25
20
3.75

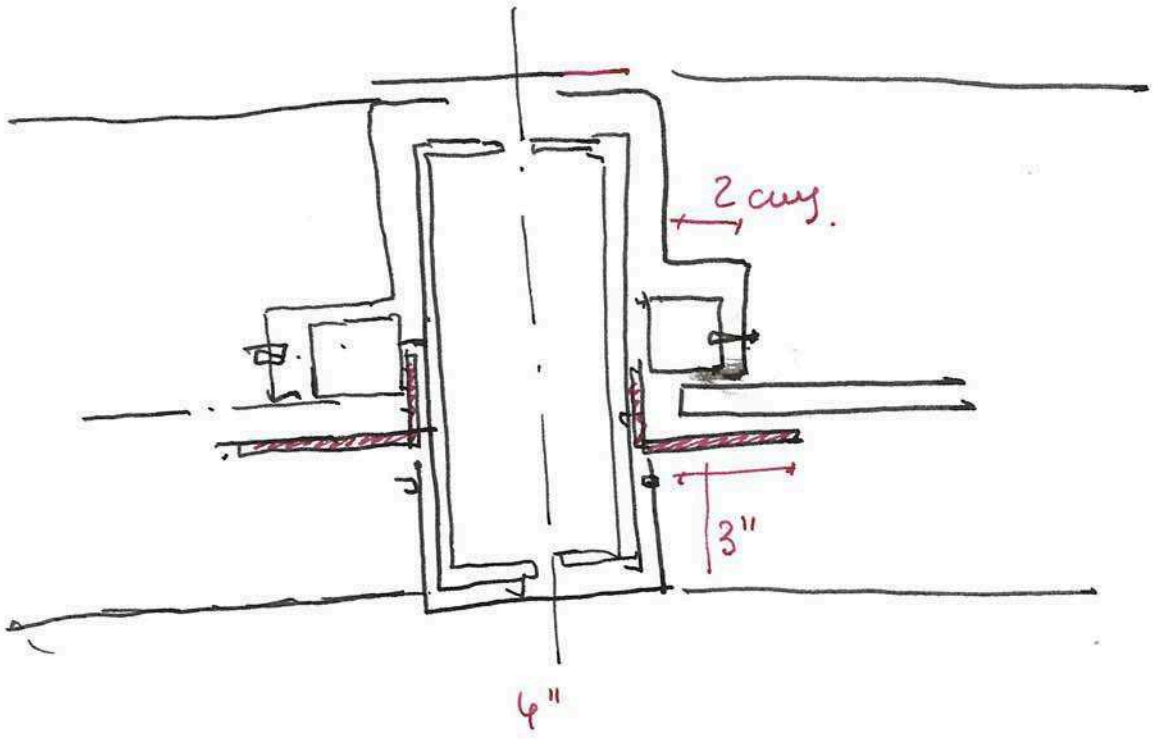
$M = \frac{15 \cdot 40^2}{8} = \frac{15 \times 4 \times 10^2}{8} = 7'5 \cdot 10^2 = 750$ to·m.

- Consideramos M_{max} = 1.100 to·m → Si se concentran en 10 m → tendremos tracciones de 110 to.

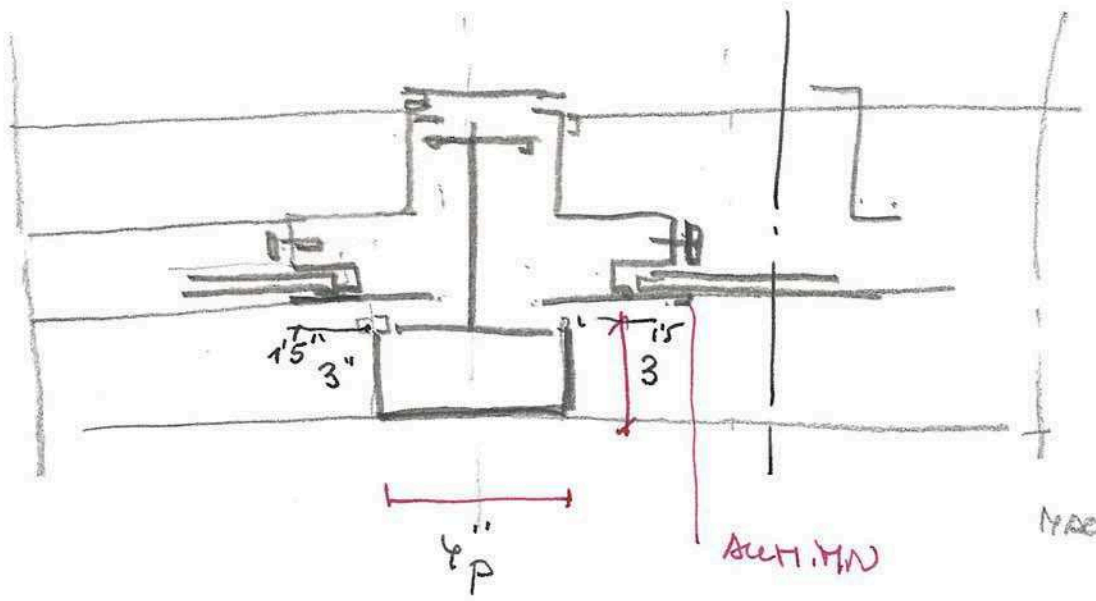
- Carga sobre pilar: 210 to + 600 to a compresión

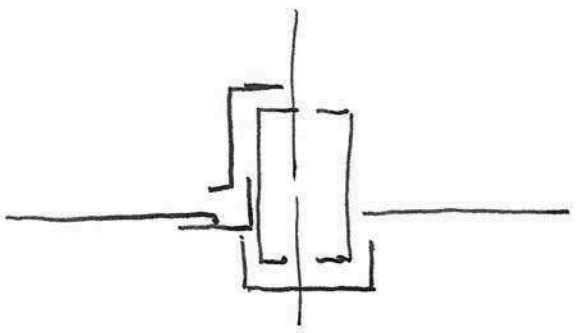


. Jade- University.

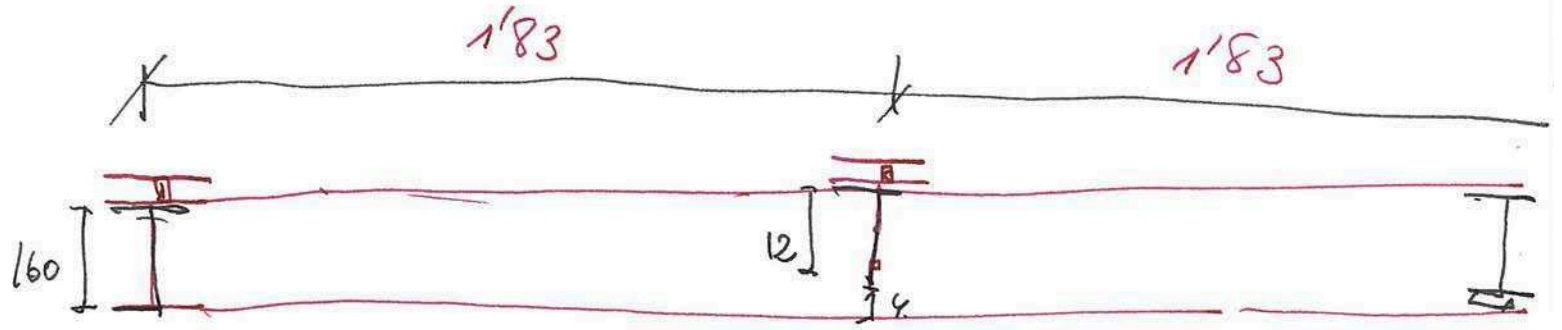


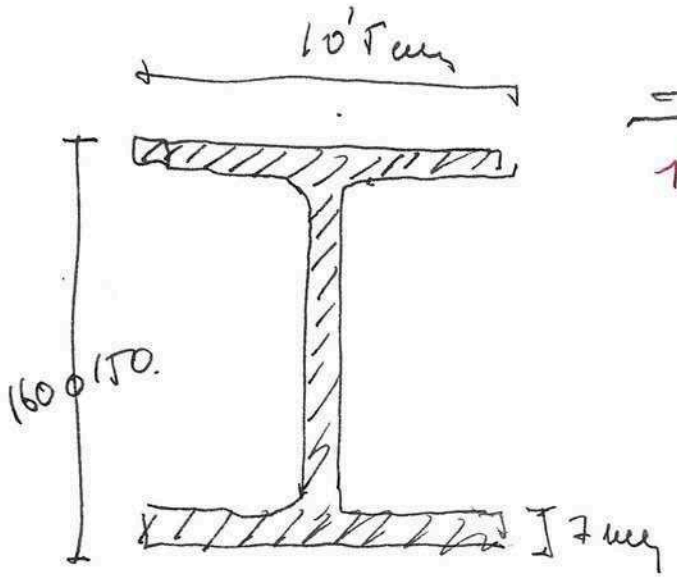
DEP. CONSTRUCT.
U.M.

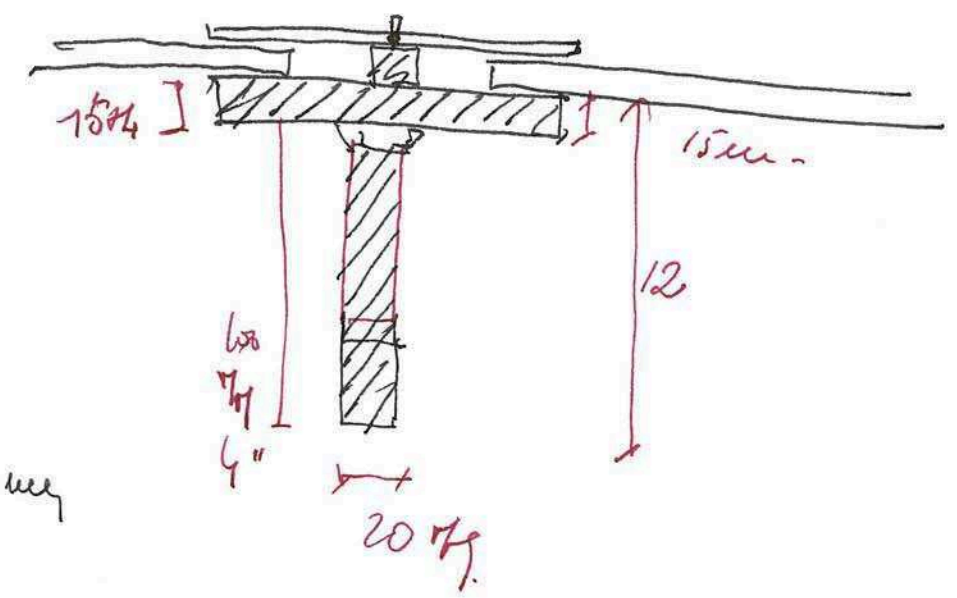

1'5"
3"
1'5
3
4"
ACCH. MIN
MAX U.H



10
ext

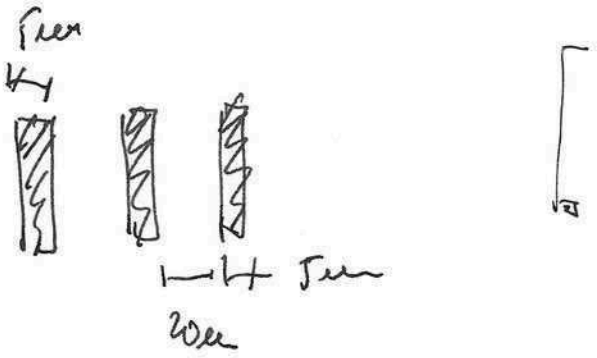


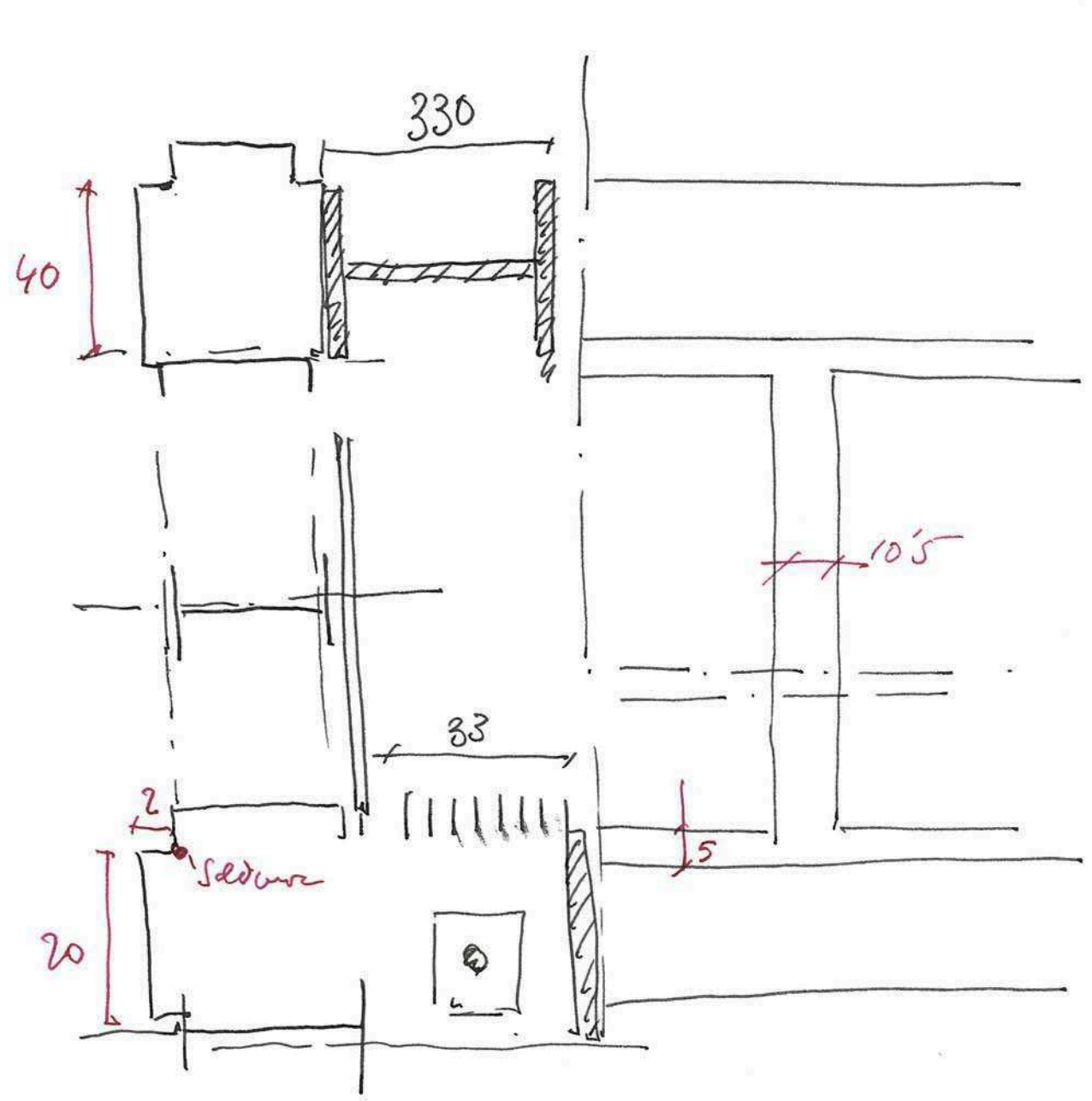


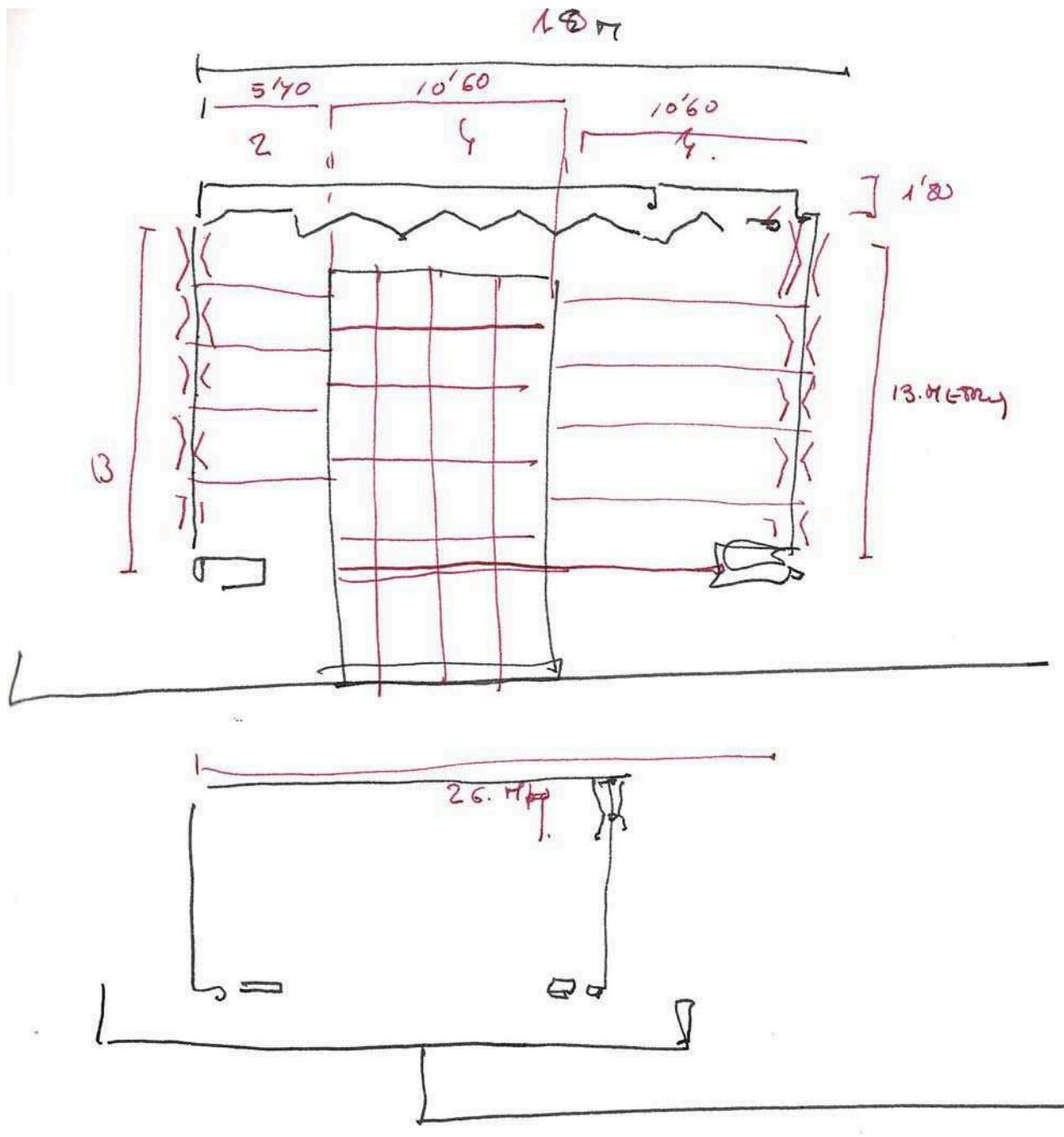


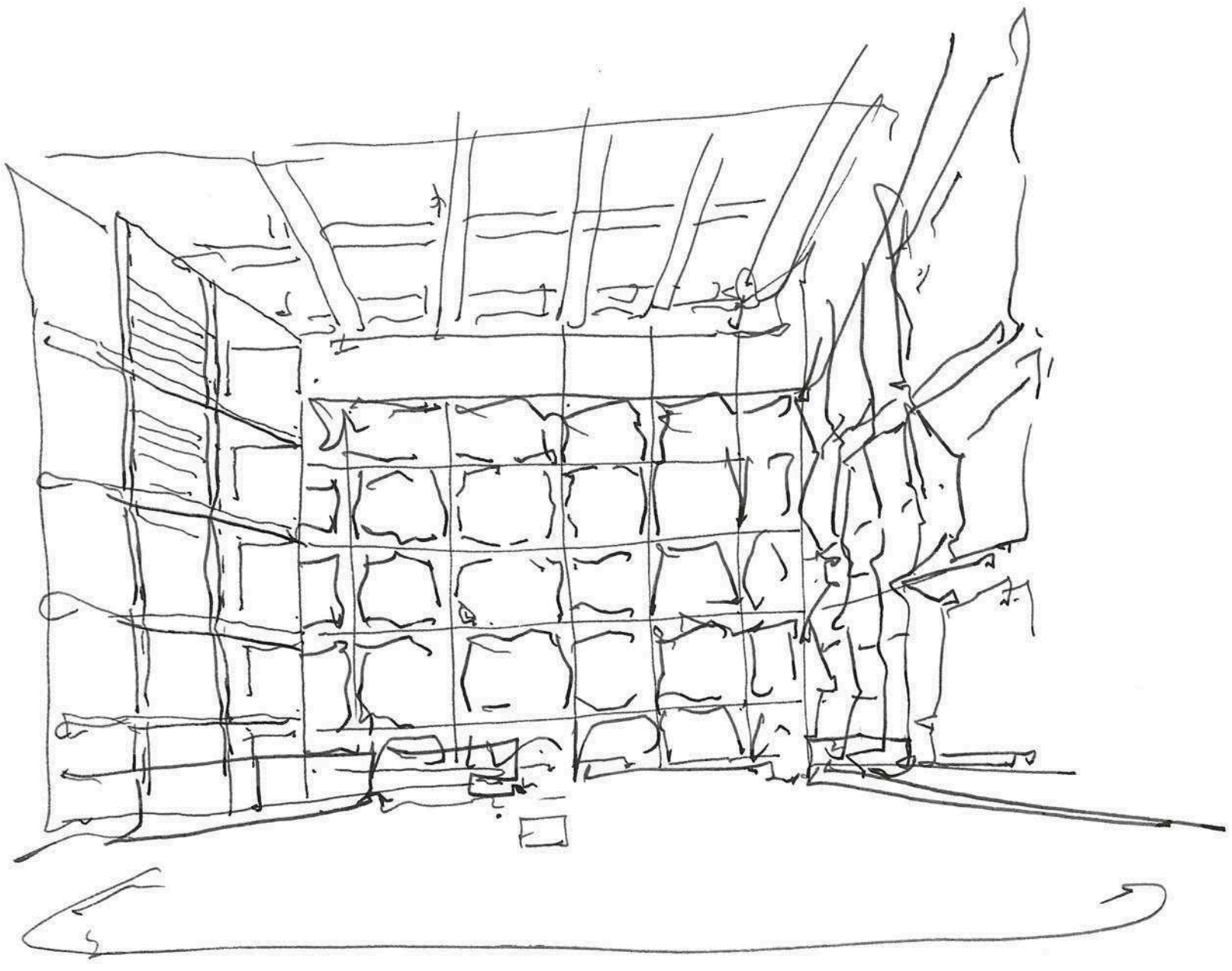
PERFIL

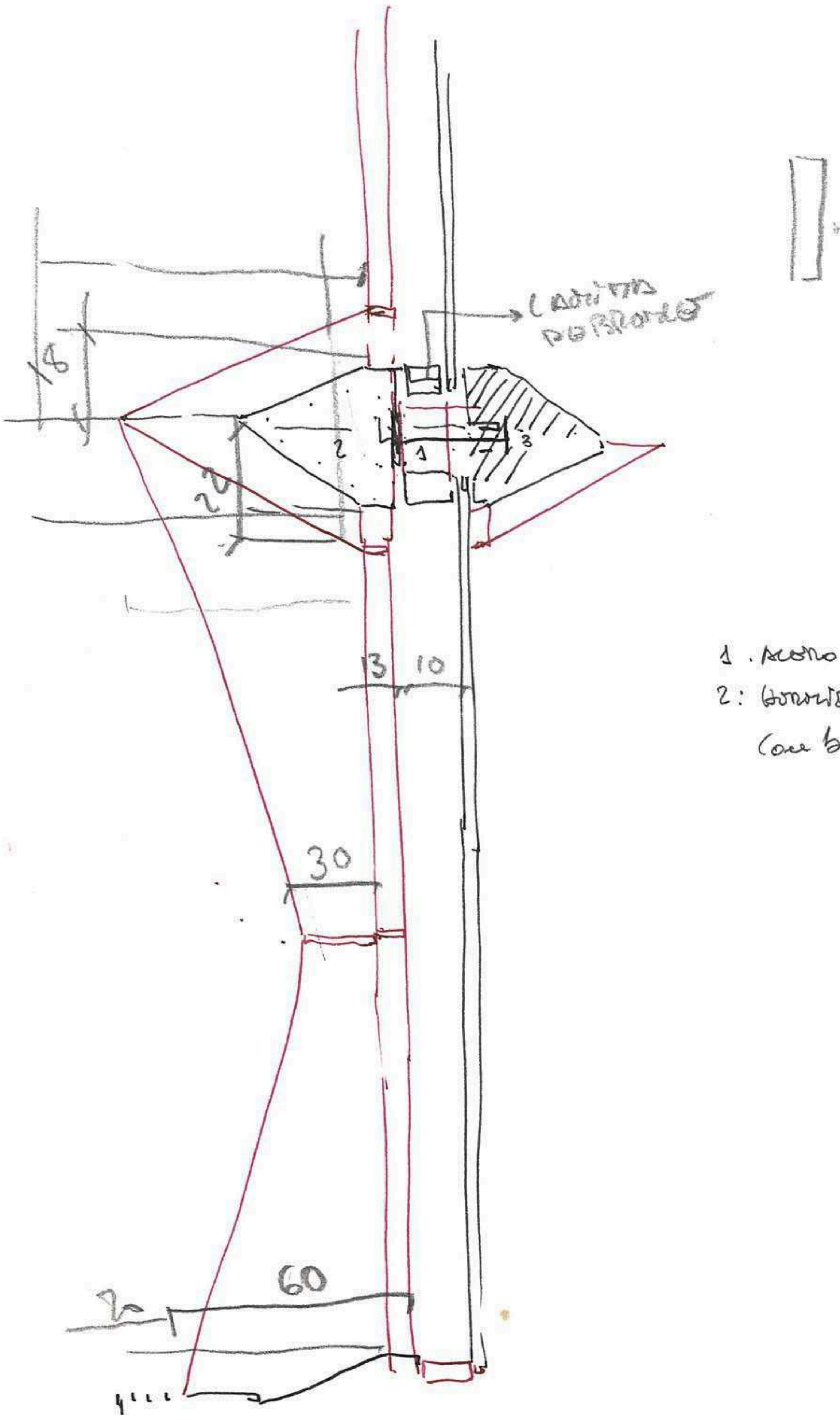
PERFIL CONTINUO



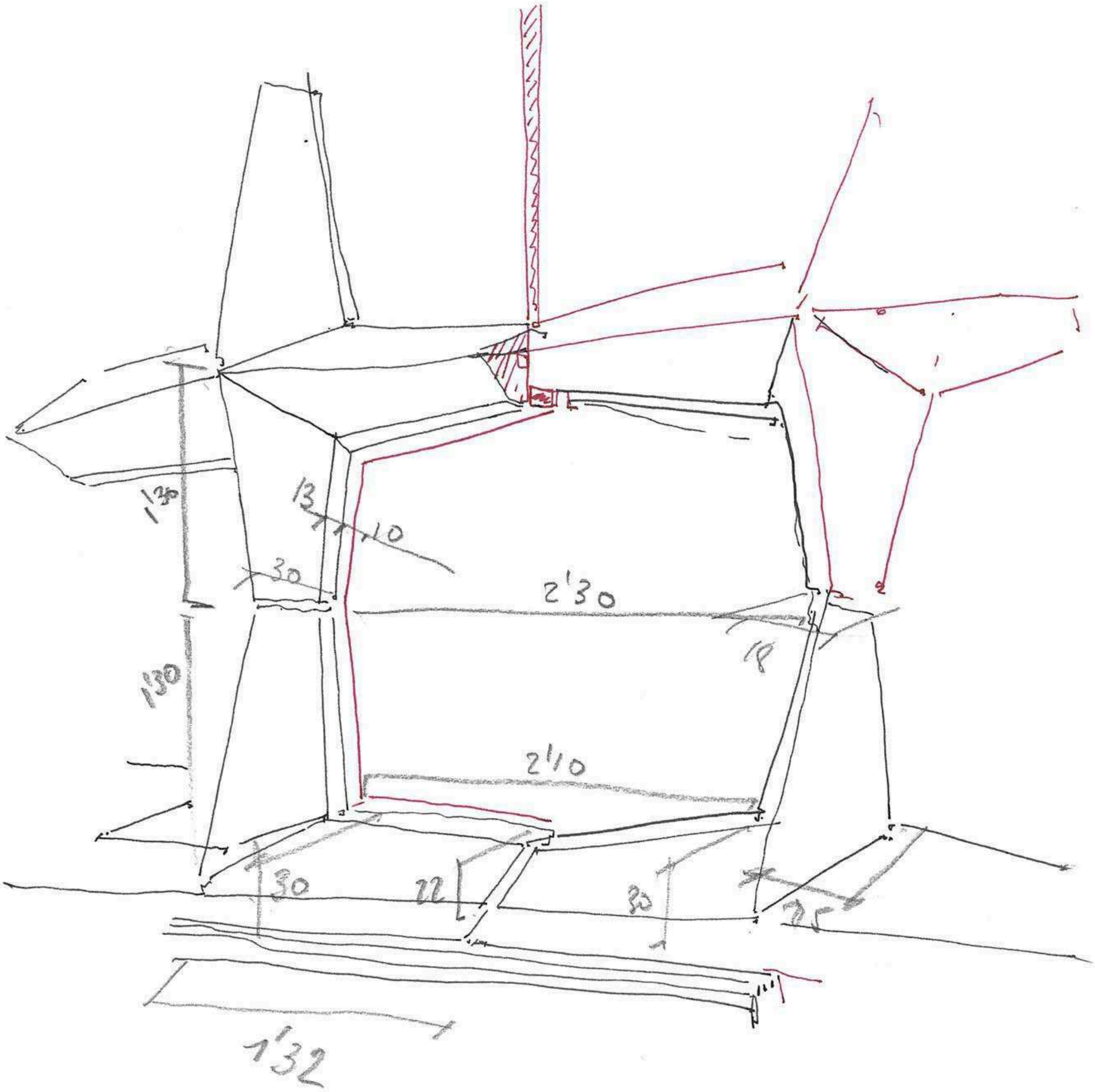

330
40
10'5
33
2
5
20


18m
5'40
10'60
10'60
2
4
4.
1'80
13.M (TOTAL)
3
26. M

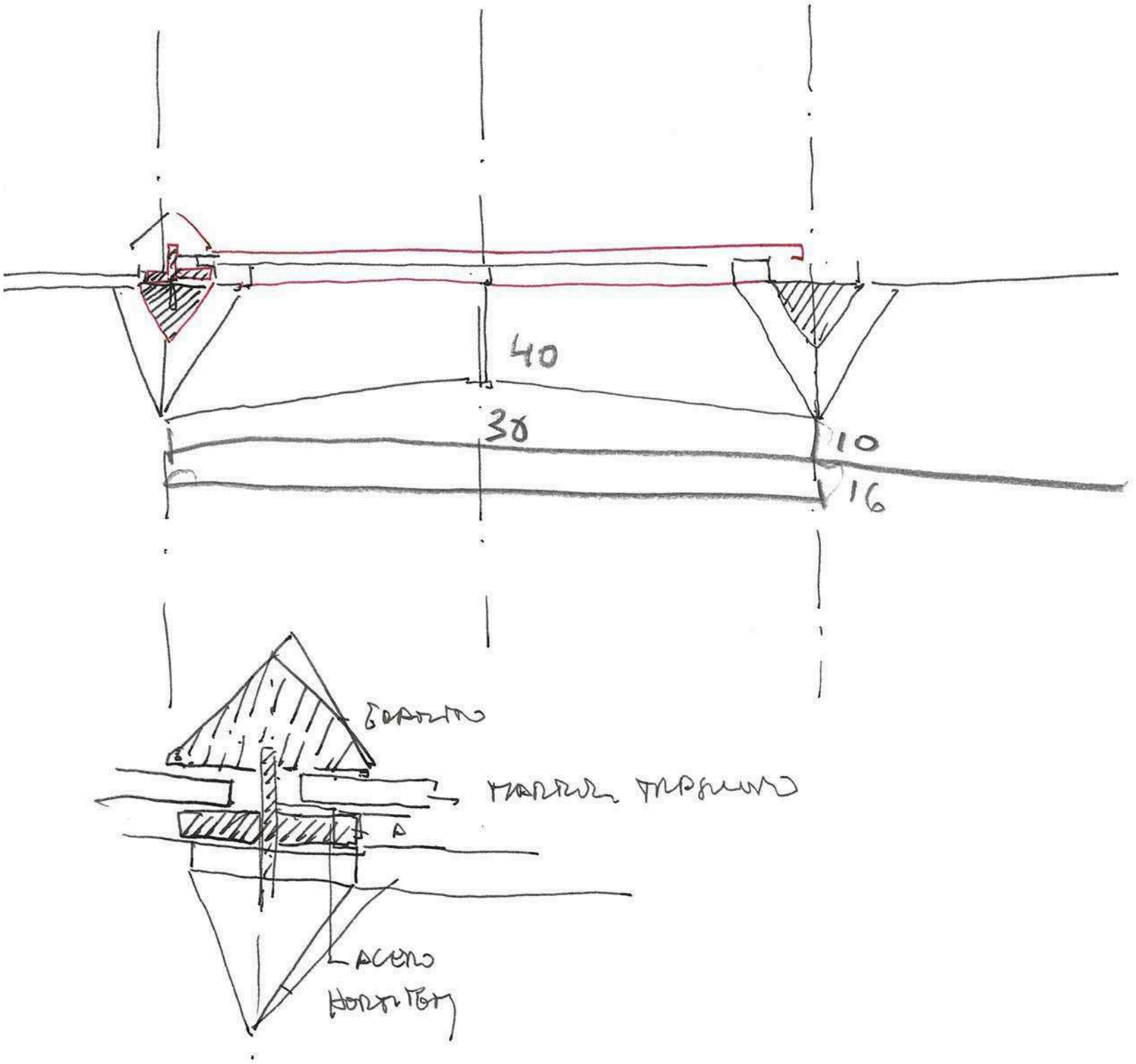


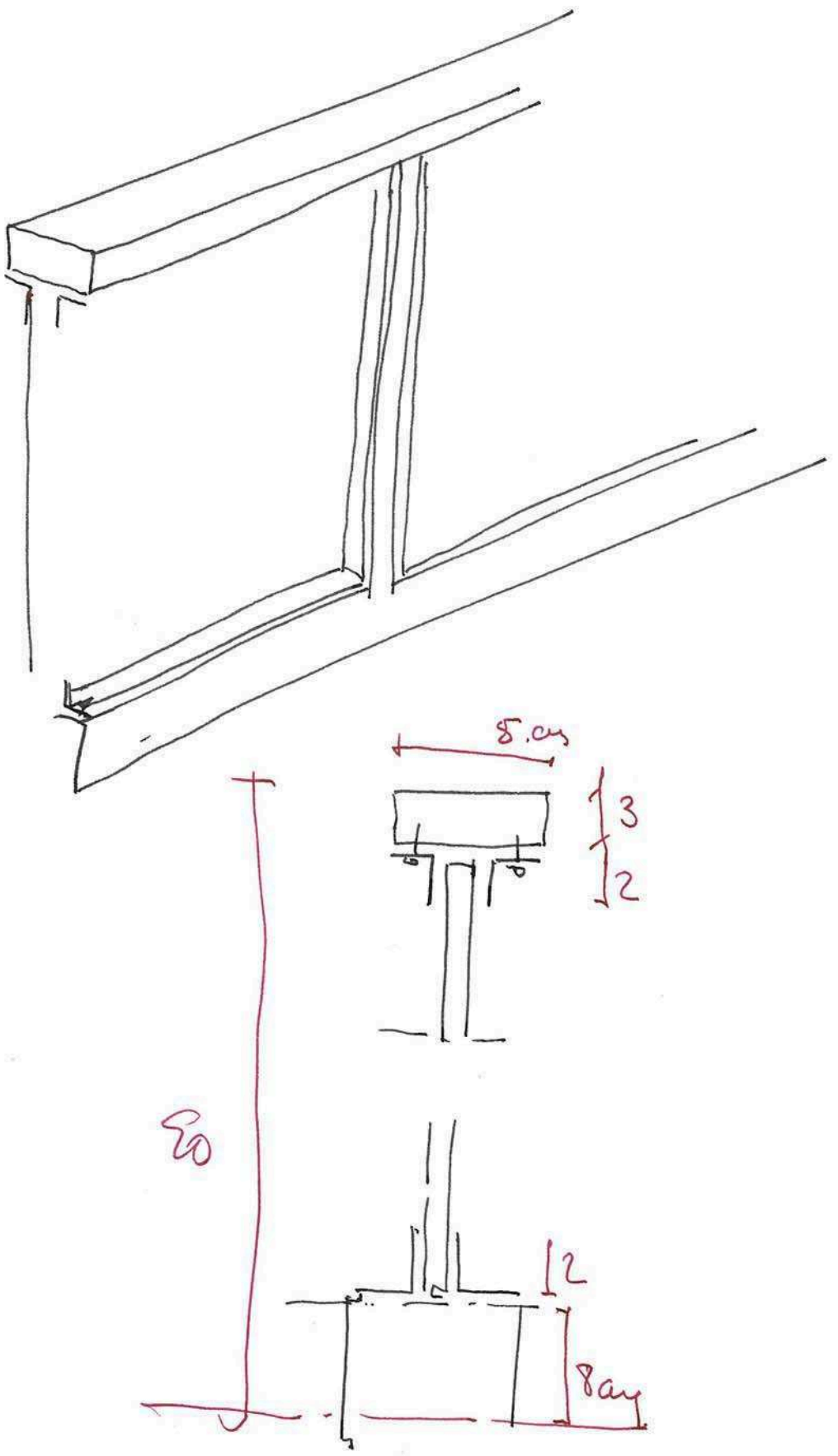


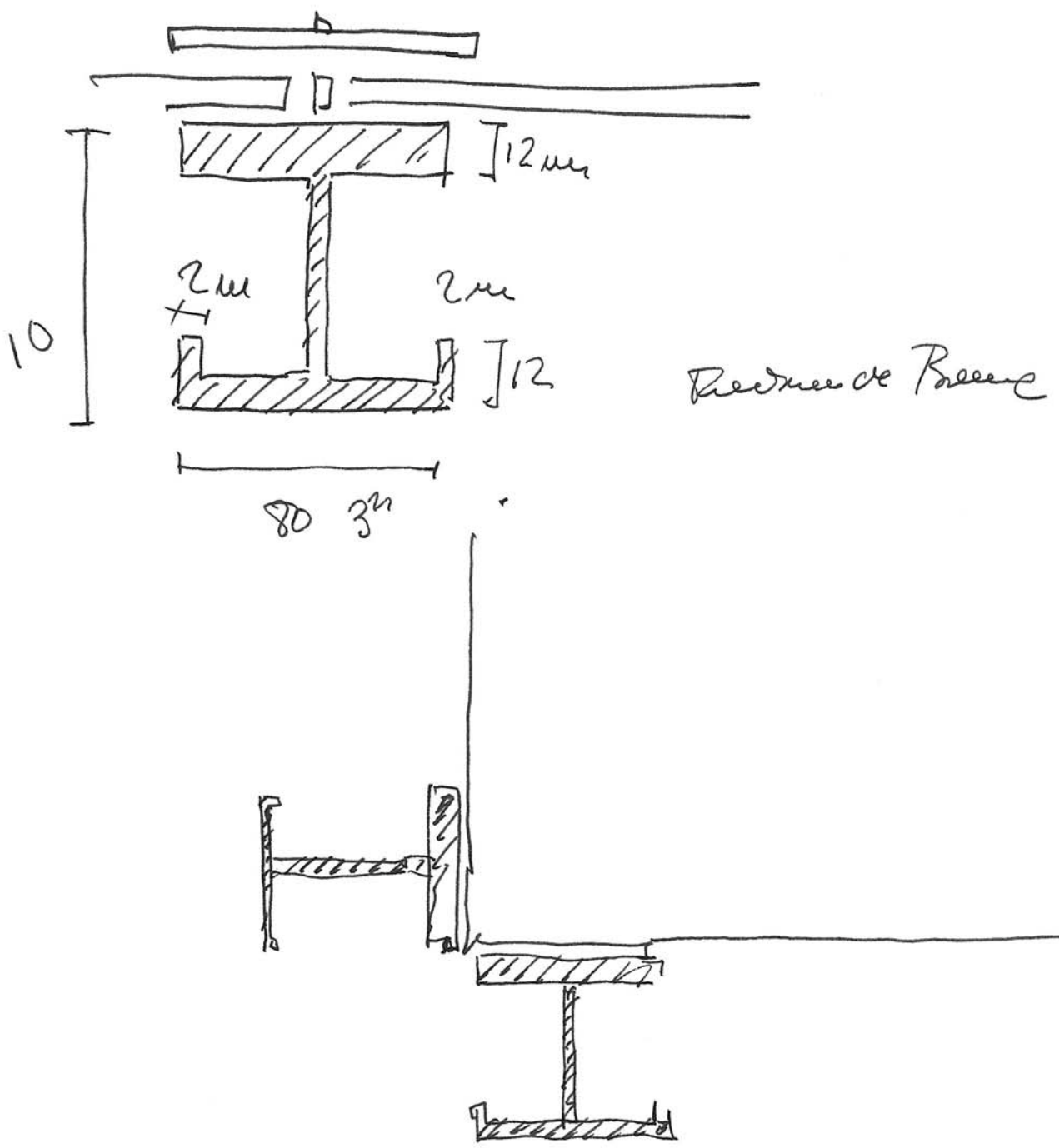
1 . Acero
2: Hormigón in situ ...

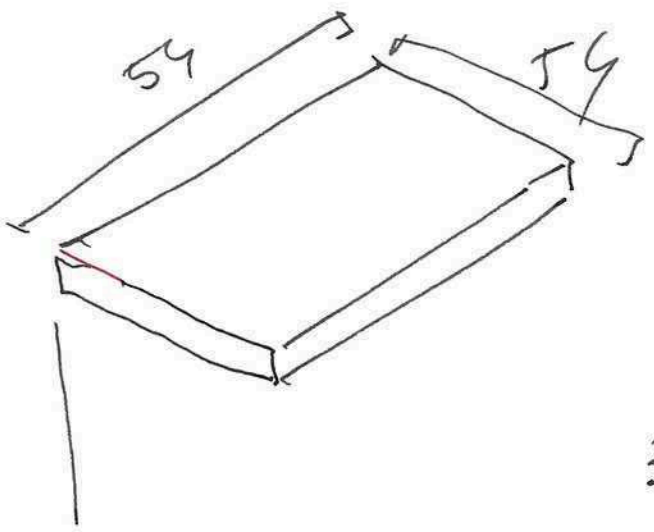


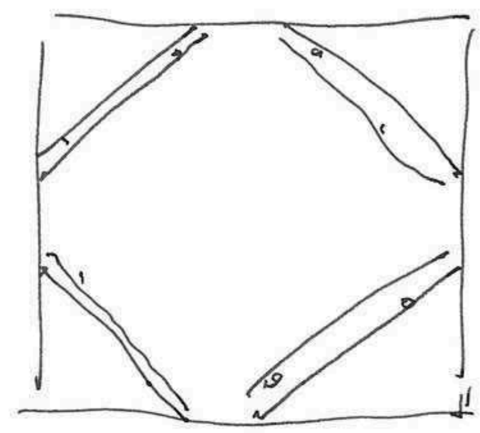
Presb de lley ese dovolguet. valla . 1'30 x 1'60

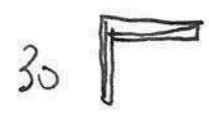

40
38
10
16
A
ACERO
HORIZ.

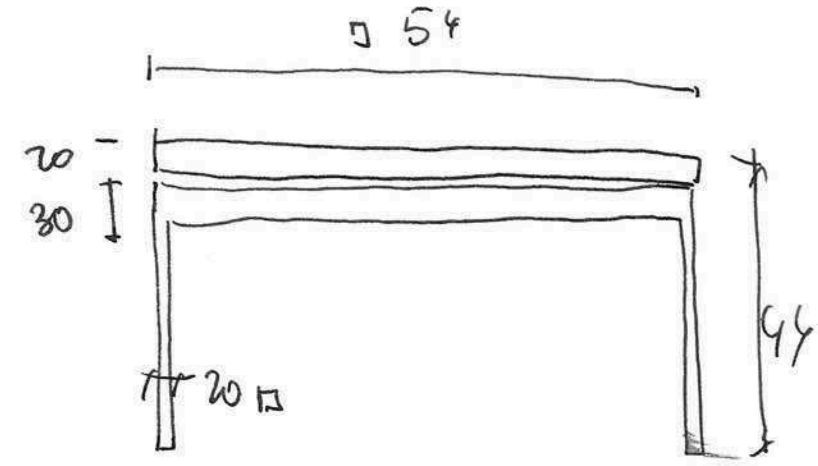

5 cm
3
2
80
2
8 cm

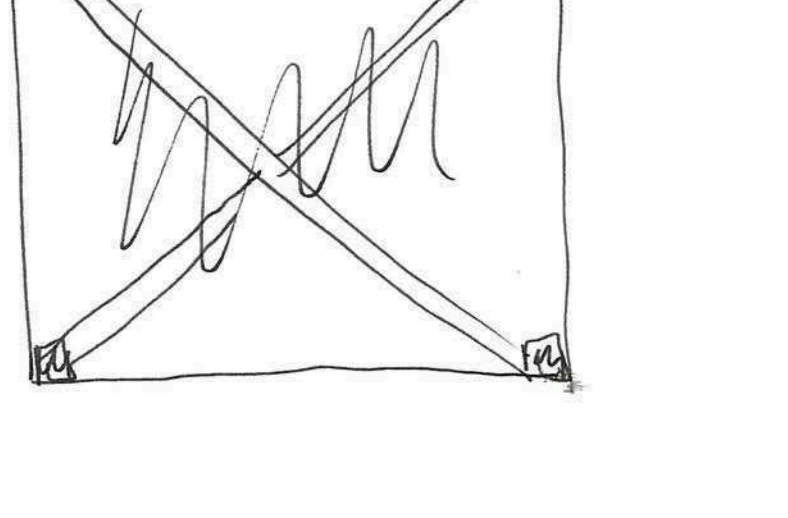

12 mm
2 mm
2 mm
10
12
80 3m

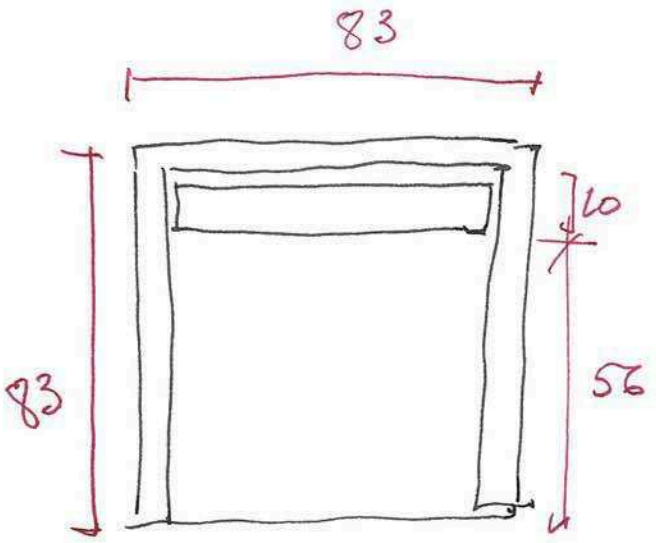

54
54

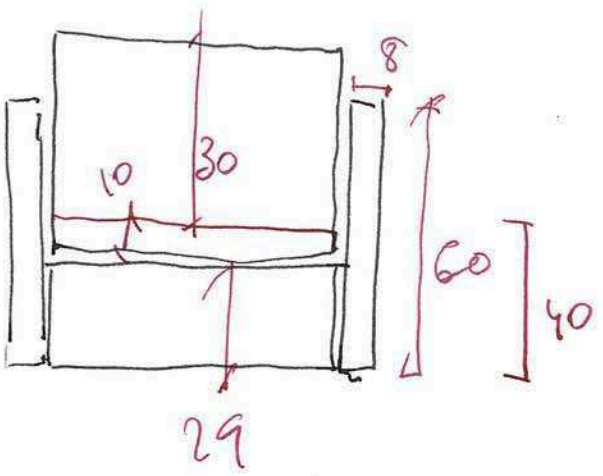


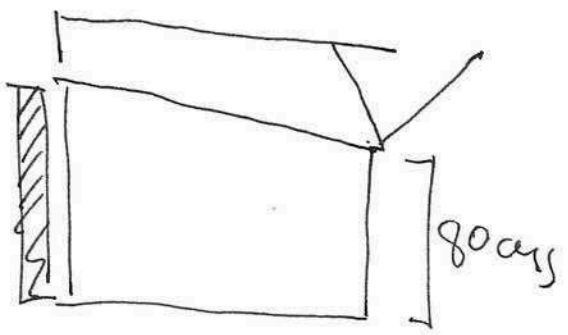

30


54
20
30
44
20

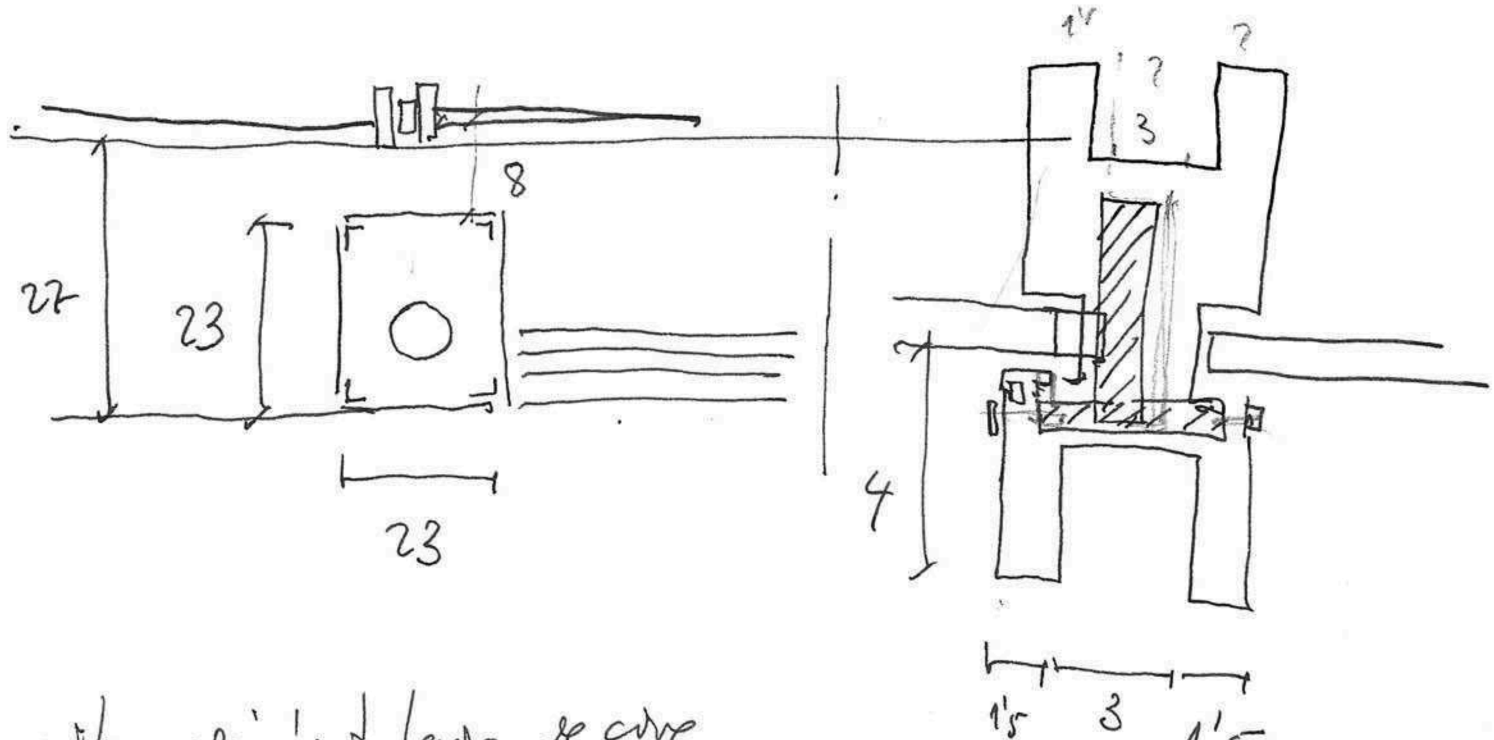

20x20



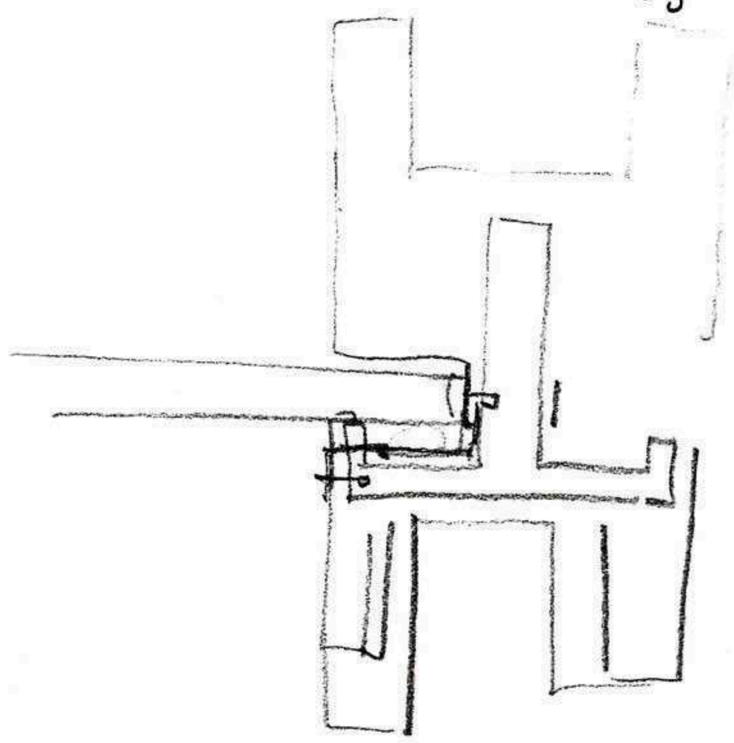




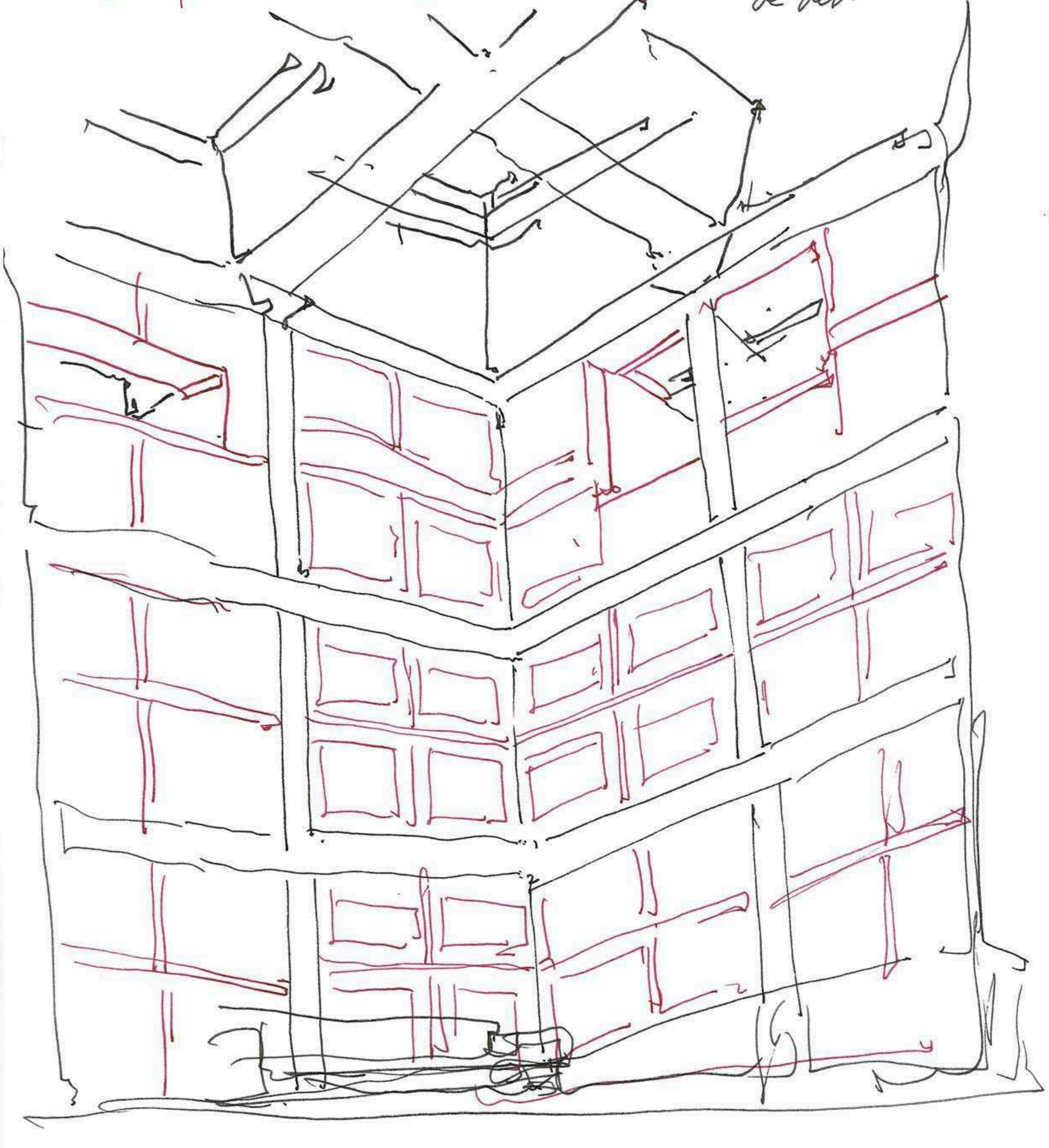
espes. fondo. 10 cms



→ los pilares son [illegible] de cobre



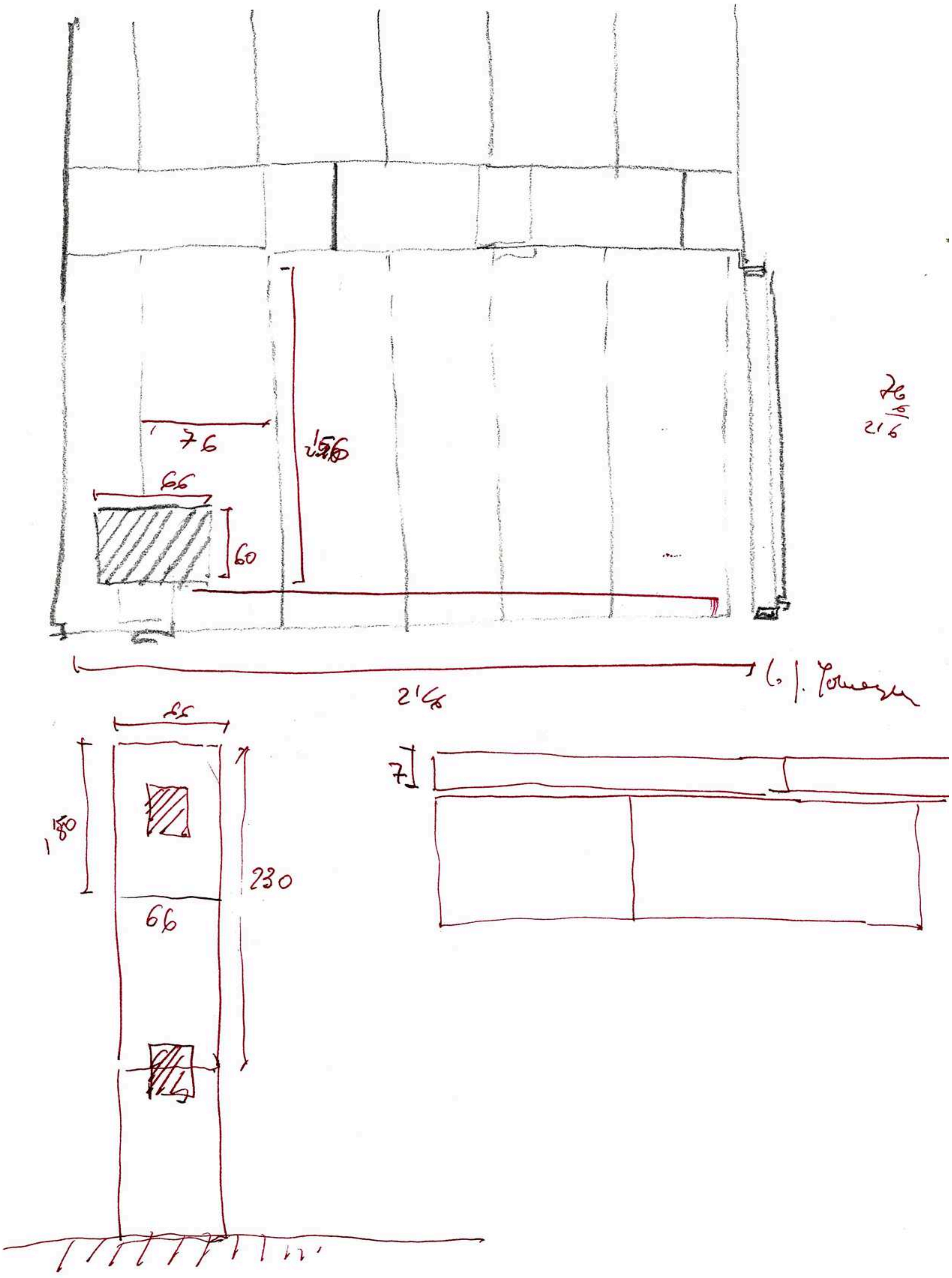
British. pilar. 35x35. – modulo. 6 mts – espacio total 12 metros de luz

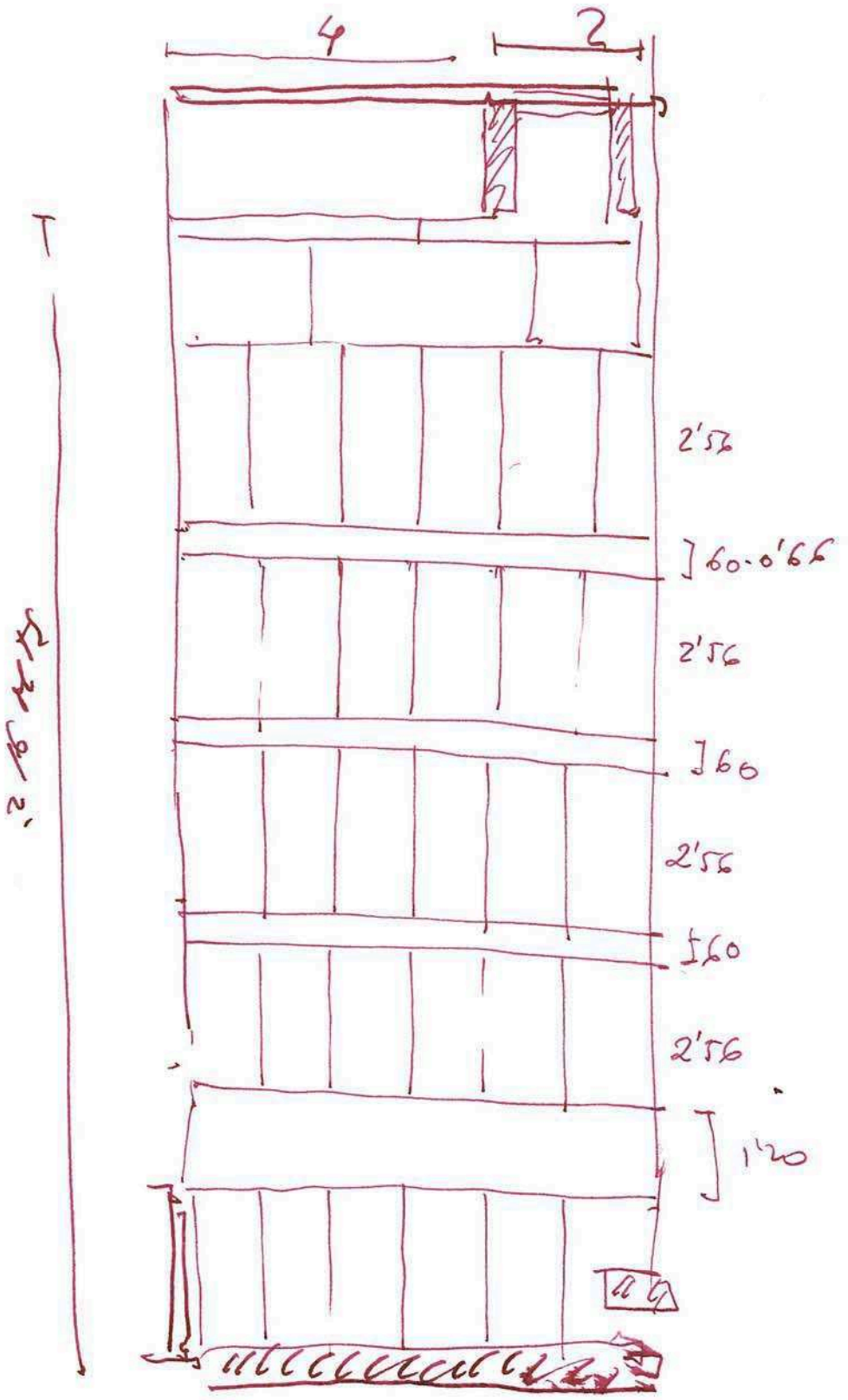


– Modulo 6 metros.

pilares 35X35

– altura – 10 metros?

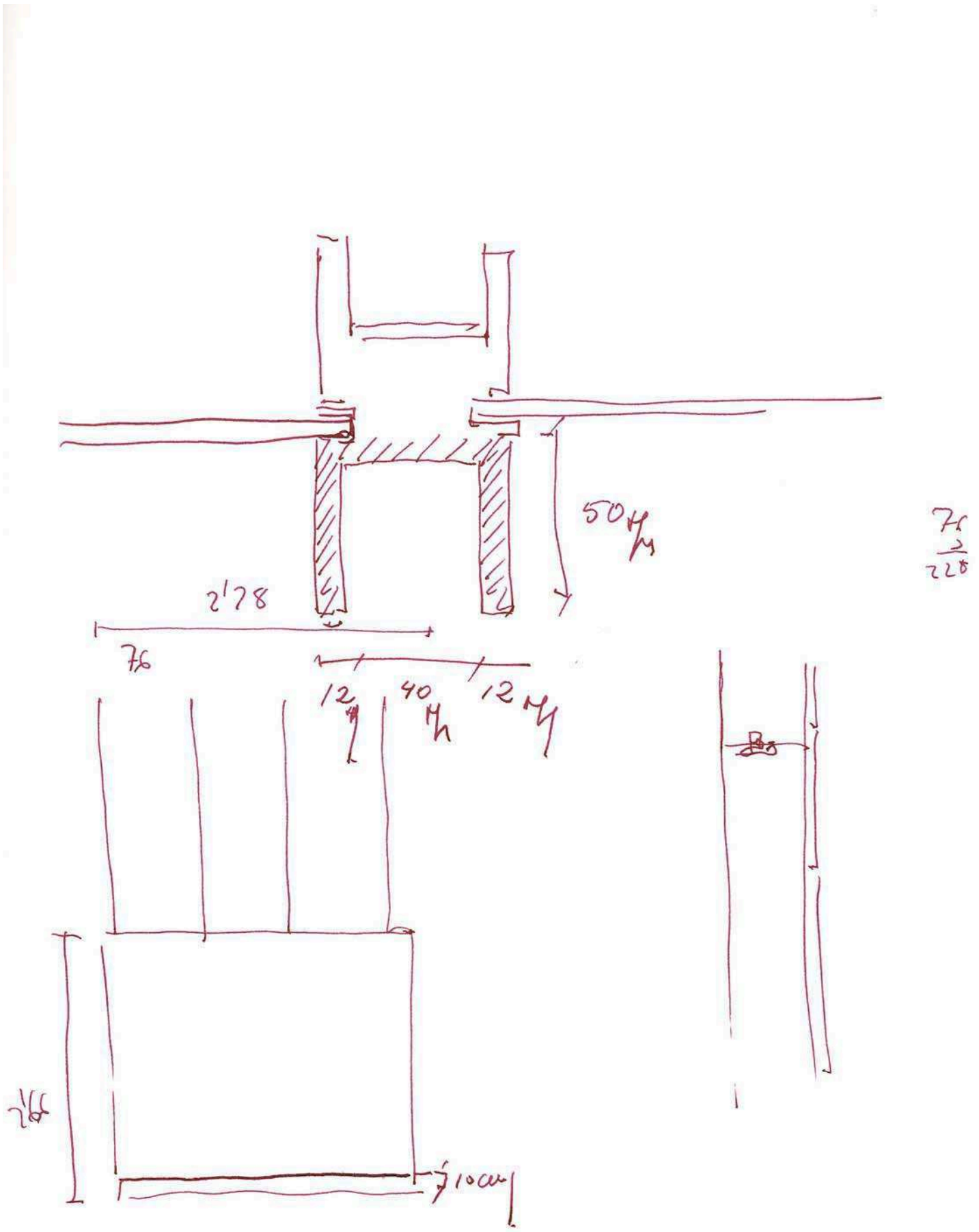

76
66
60
2'16
2'16
7
180
230
66

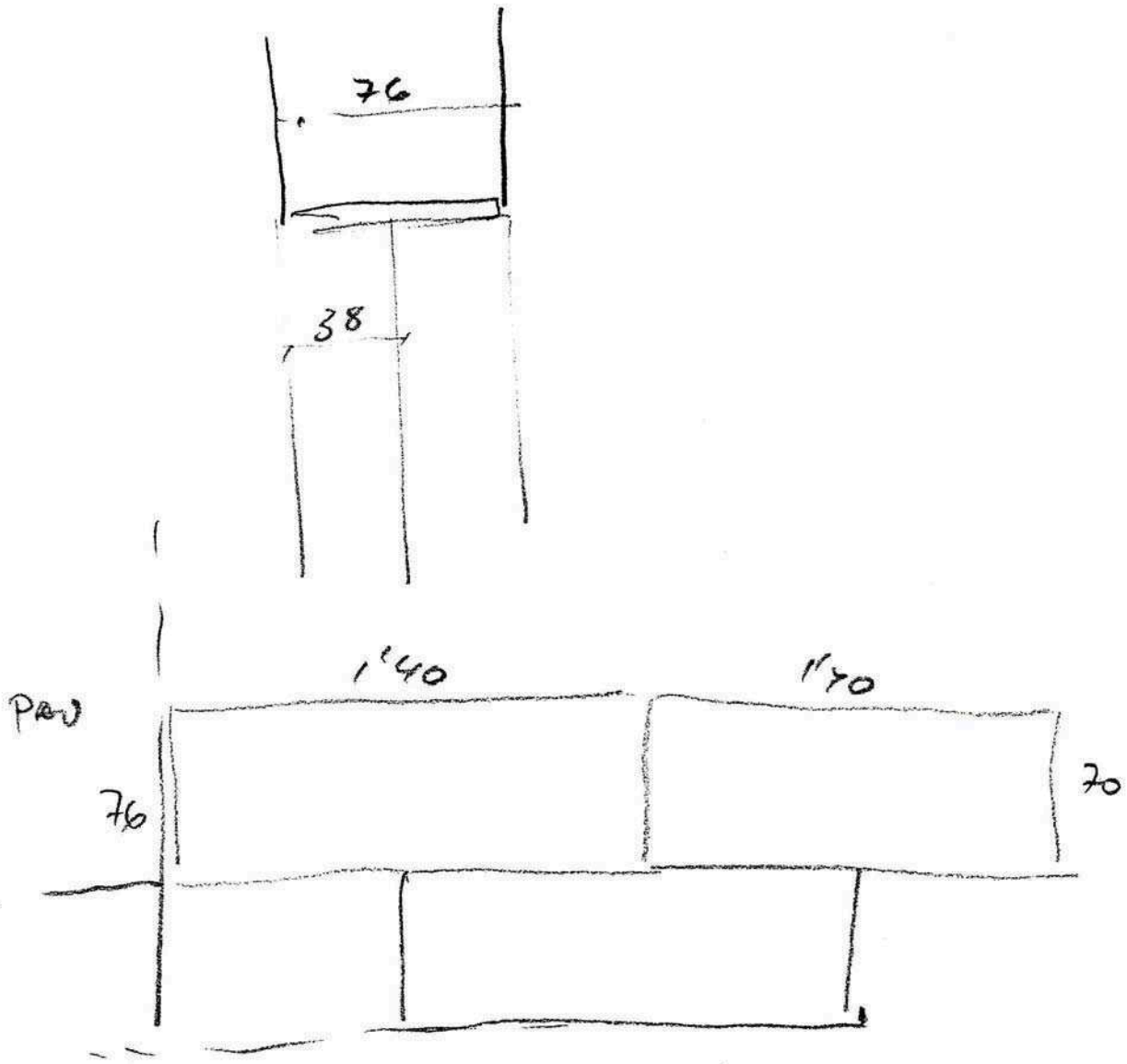


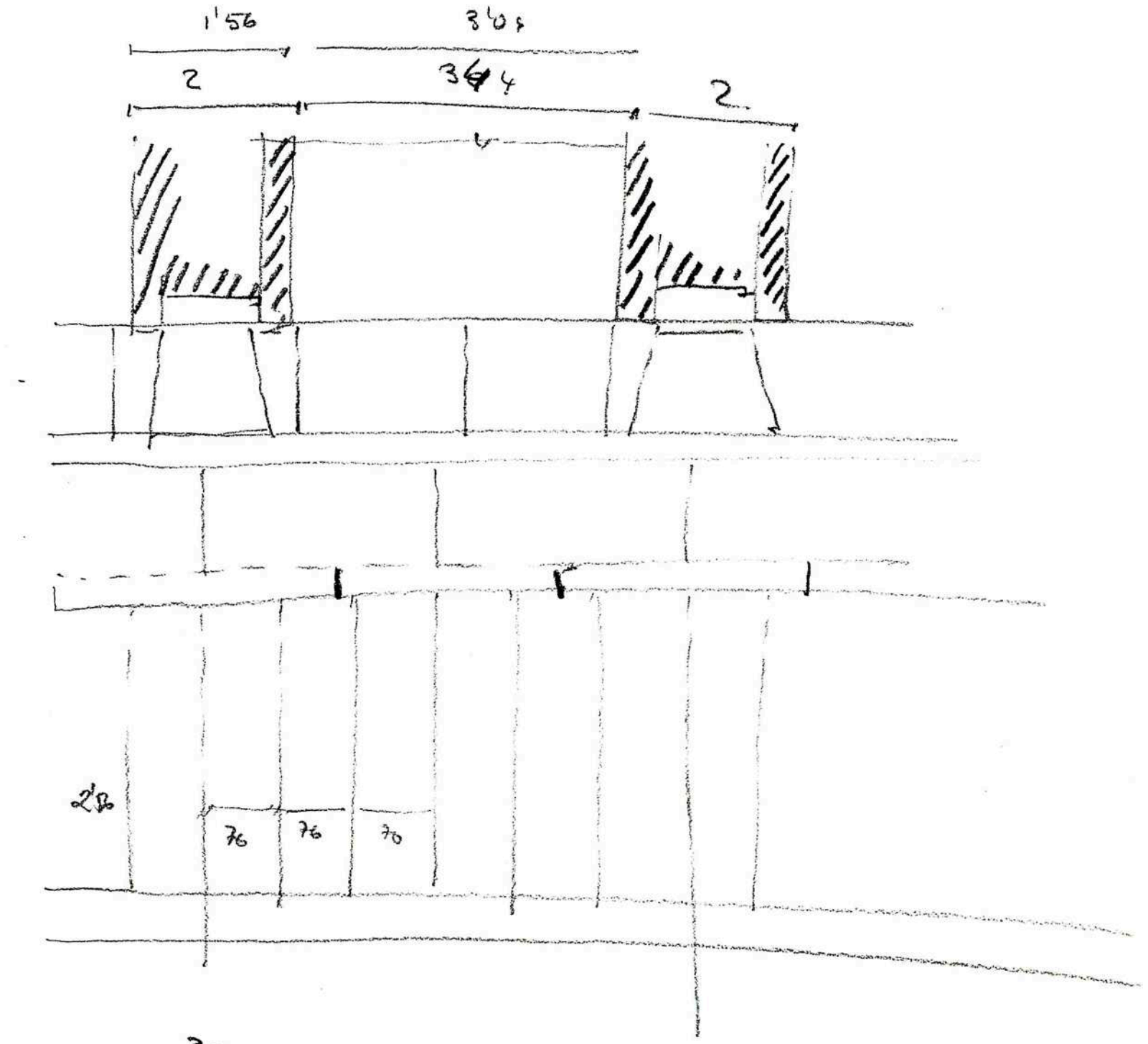
Modulo. 2,76 x 2'16

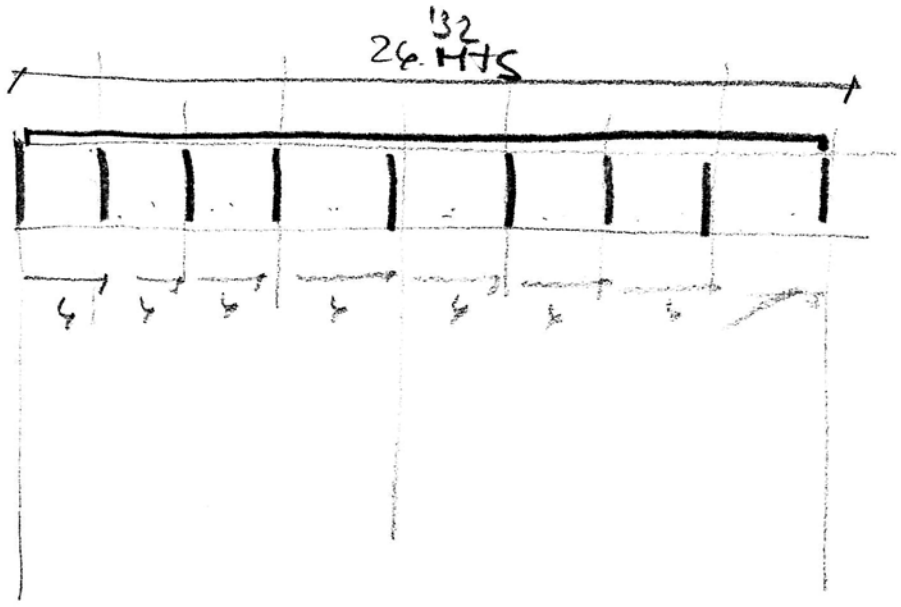
1'20

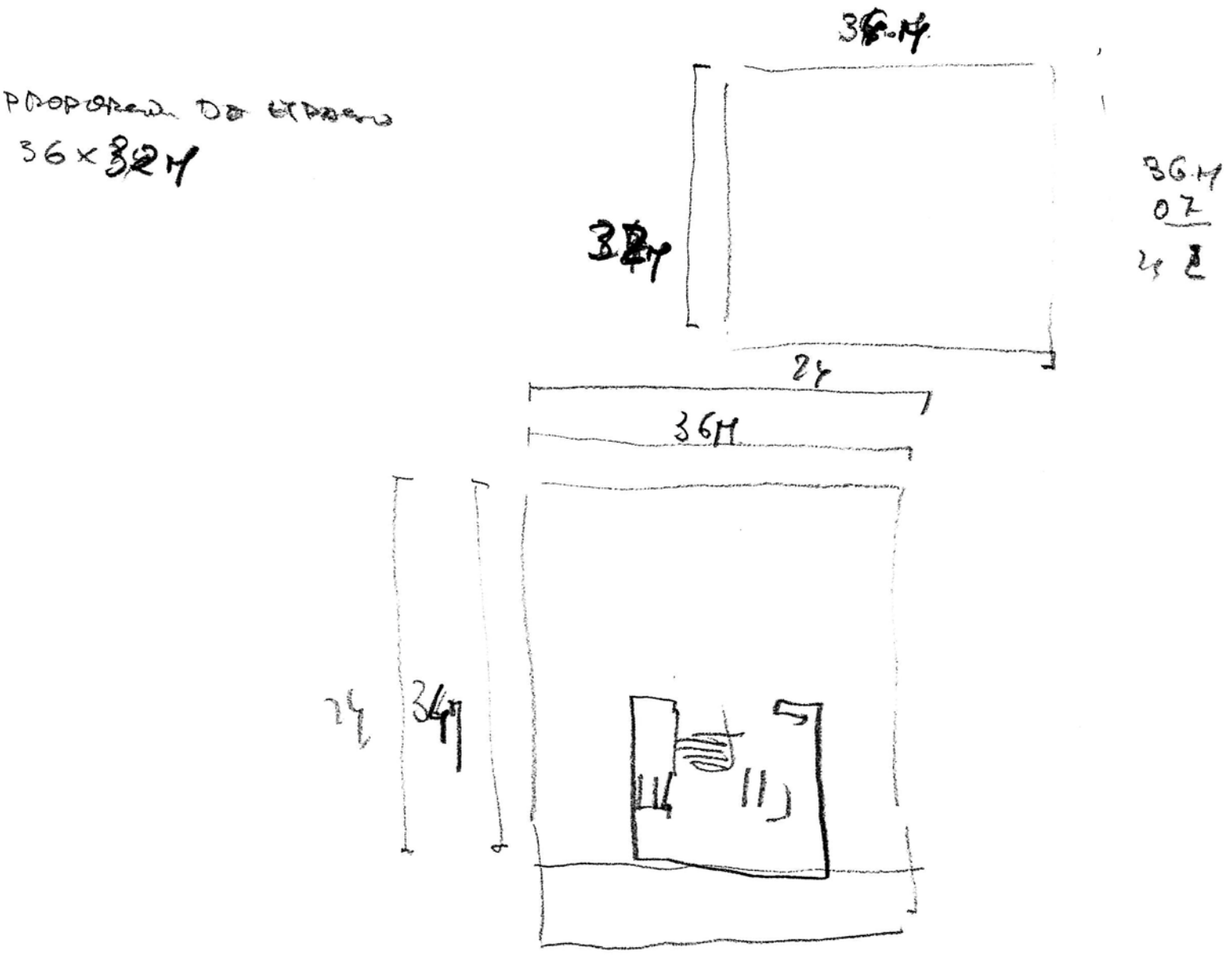
12'8
1'8
1'2
1'2
17


50 M/M
2'78
76
12 M/M
40 M/M
12 M/M
76
10 cm


76
38
1'40
1'70
PAV
76
70


1'56
3'0±
2
3'4
2
2'8
7'6
7'6
7'0
30


26 HHS
8.M. / 4.M


36.M
32M
36M
24
36M

Apuntes

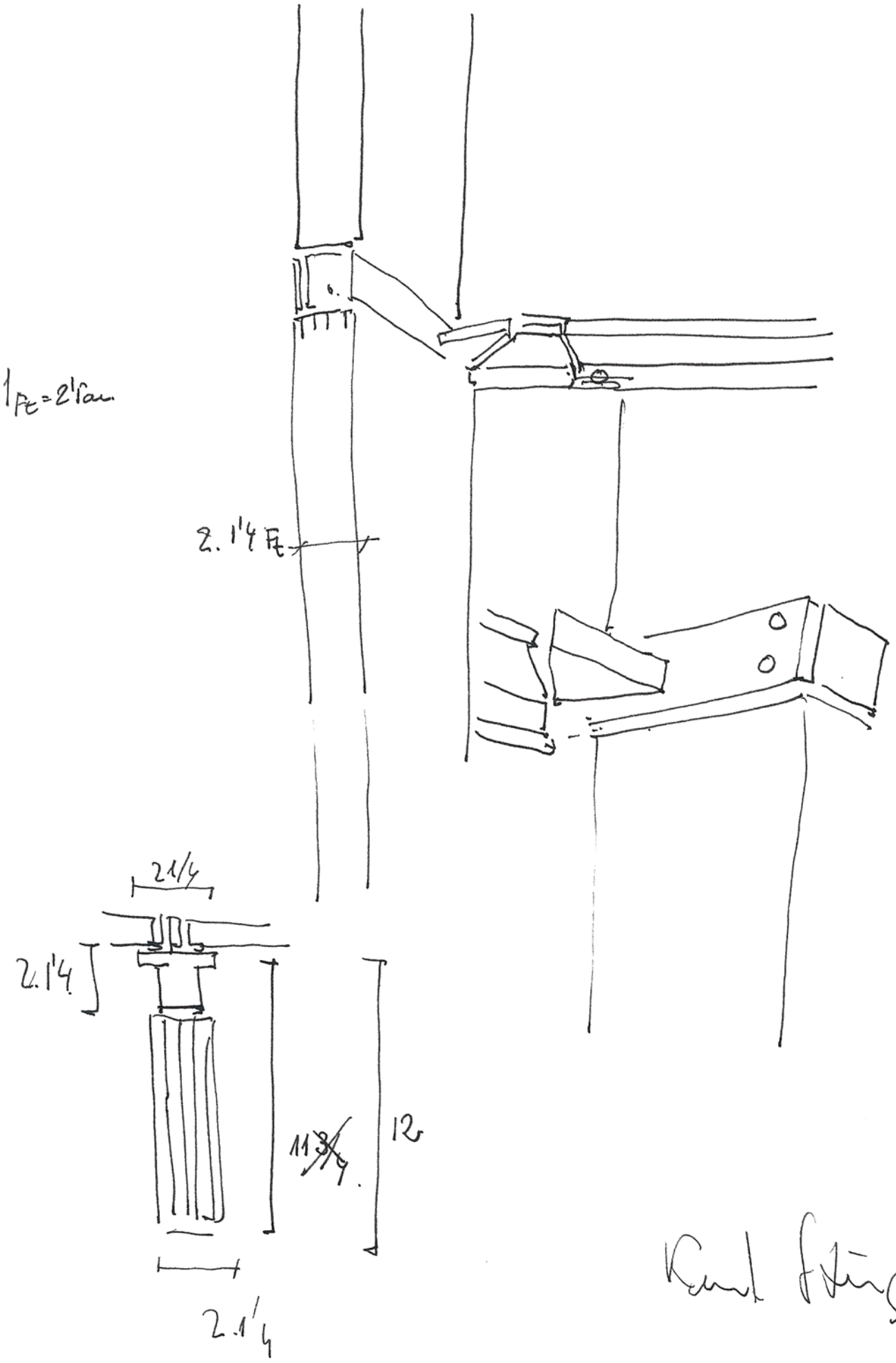
Munich, Stuttgart

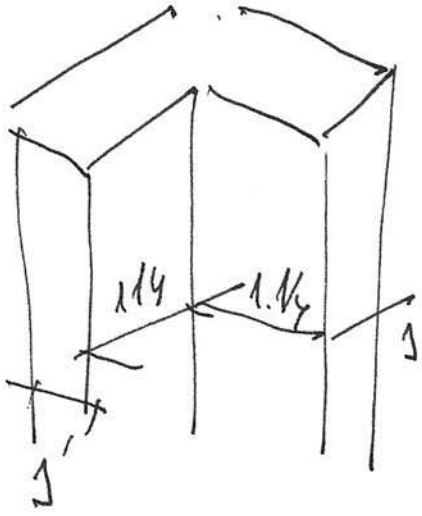
[illegible]

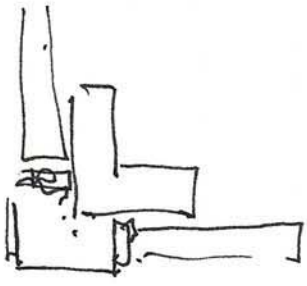
Viaje. 20-28

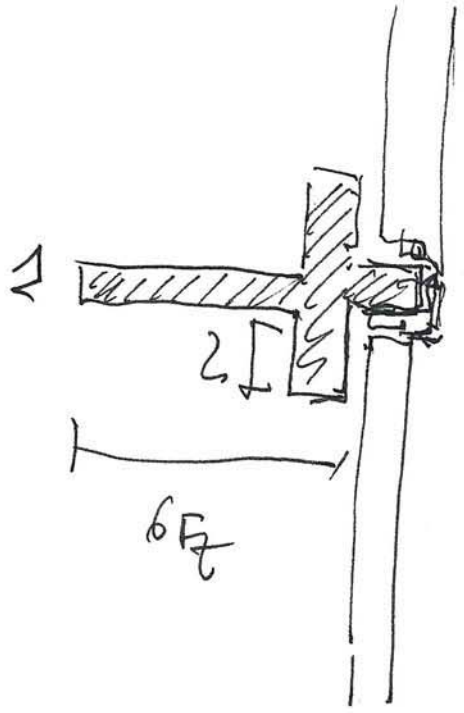
de Julio. 2011.

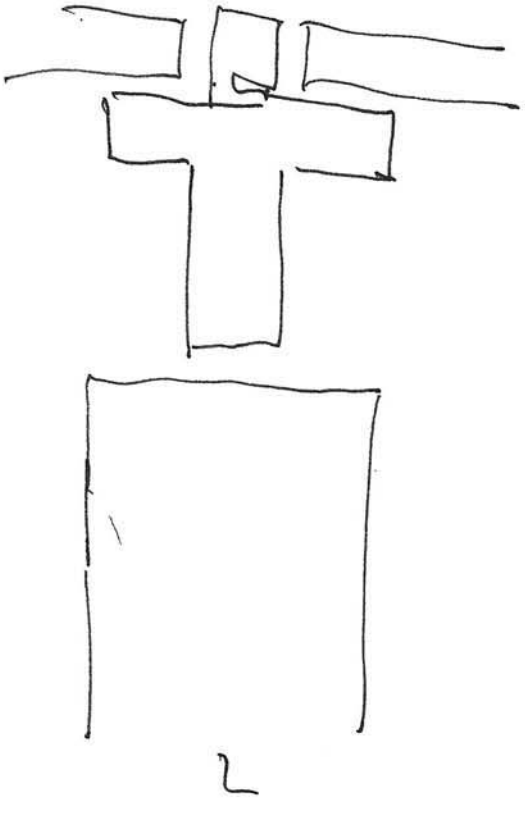
Apuntes del viaje.

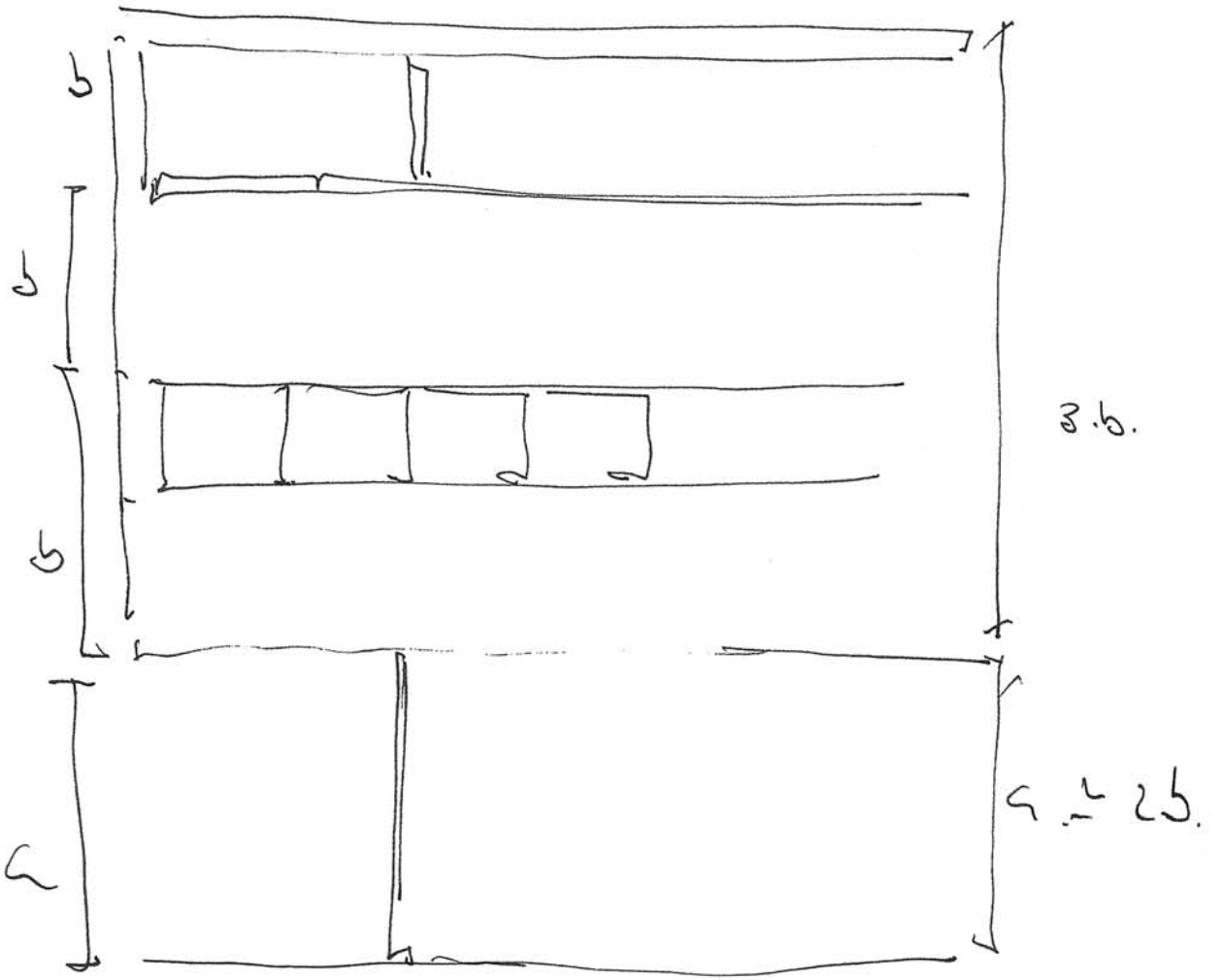

1 Fe = 2'1/4 in
2.1'4 Fe
2 1/4
2.1'4
11 3/4
12
2.1'4

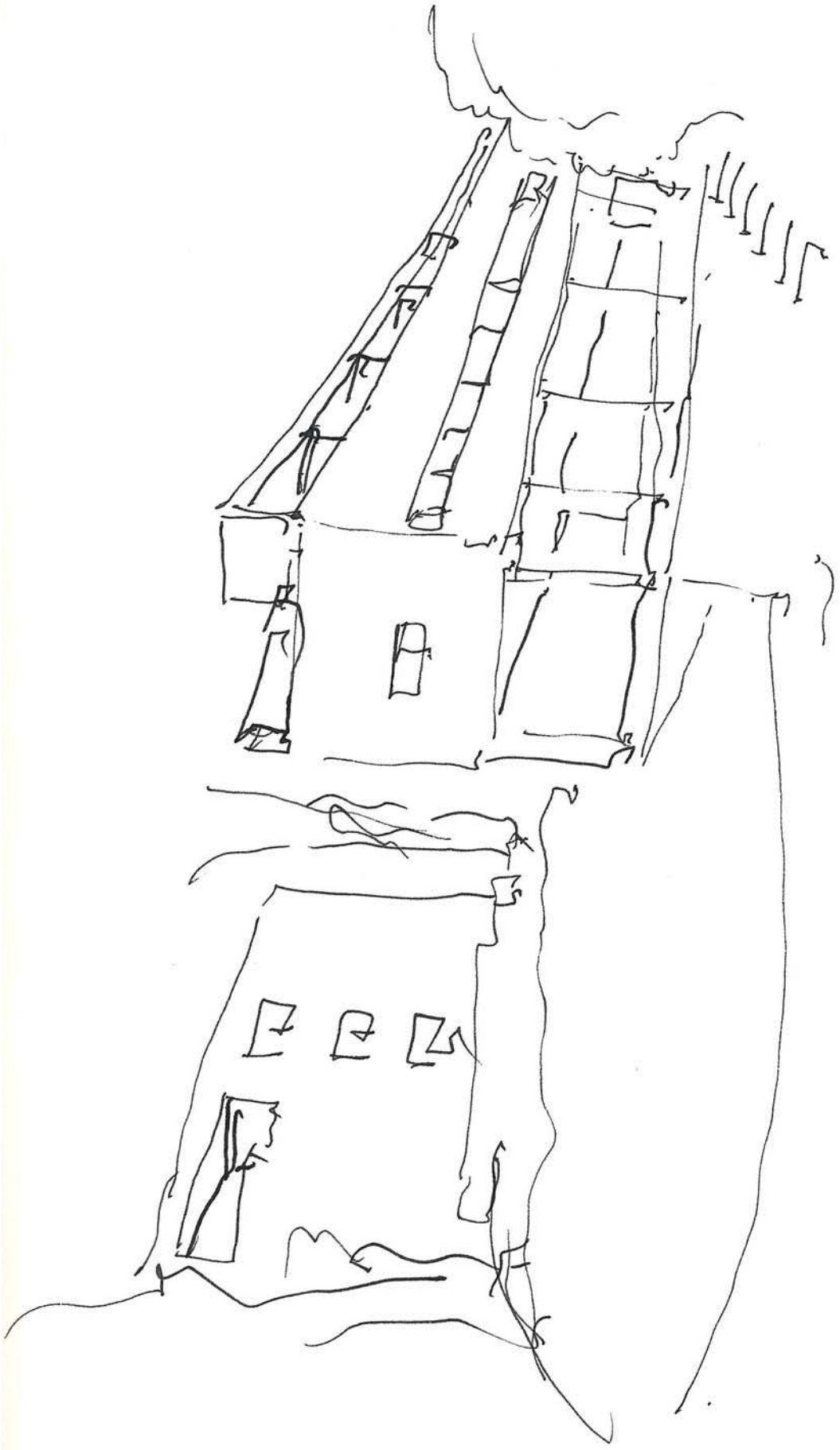

1.14
1.14
1
1



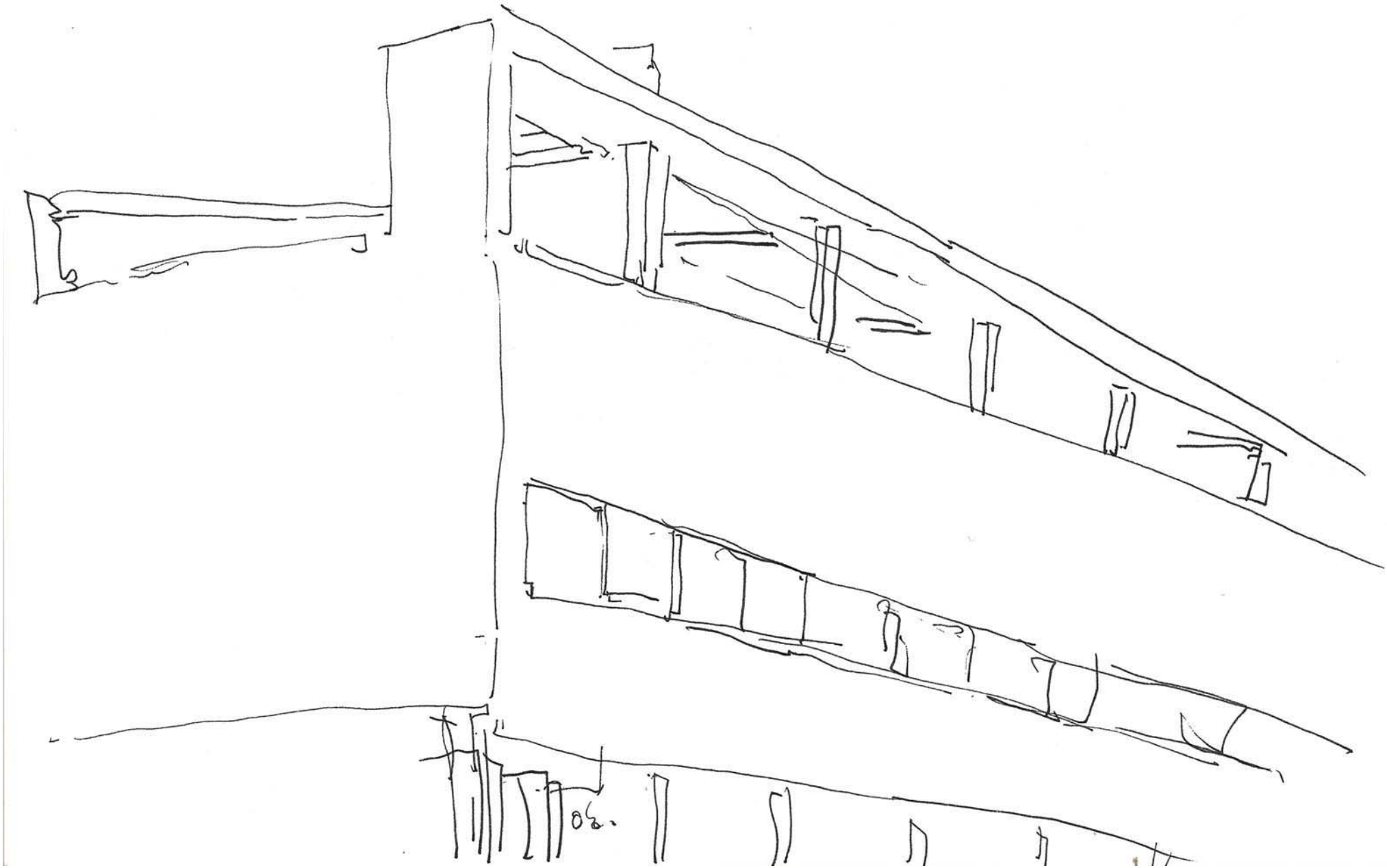

2
2
6Ft

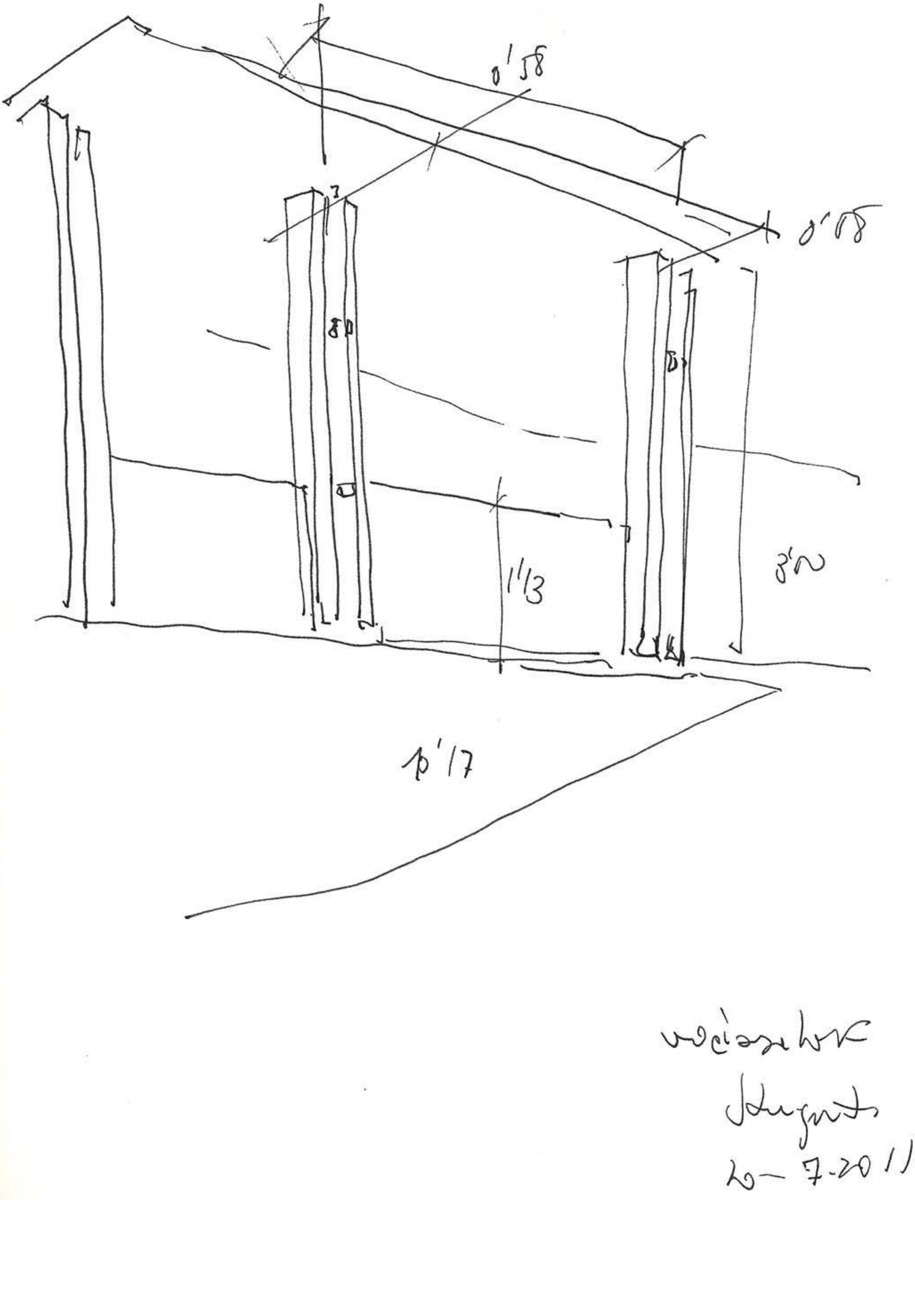


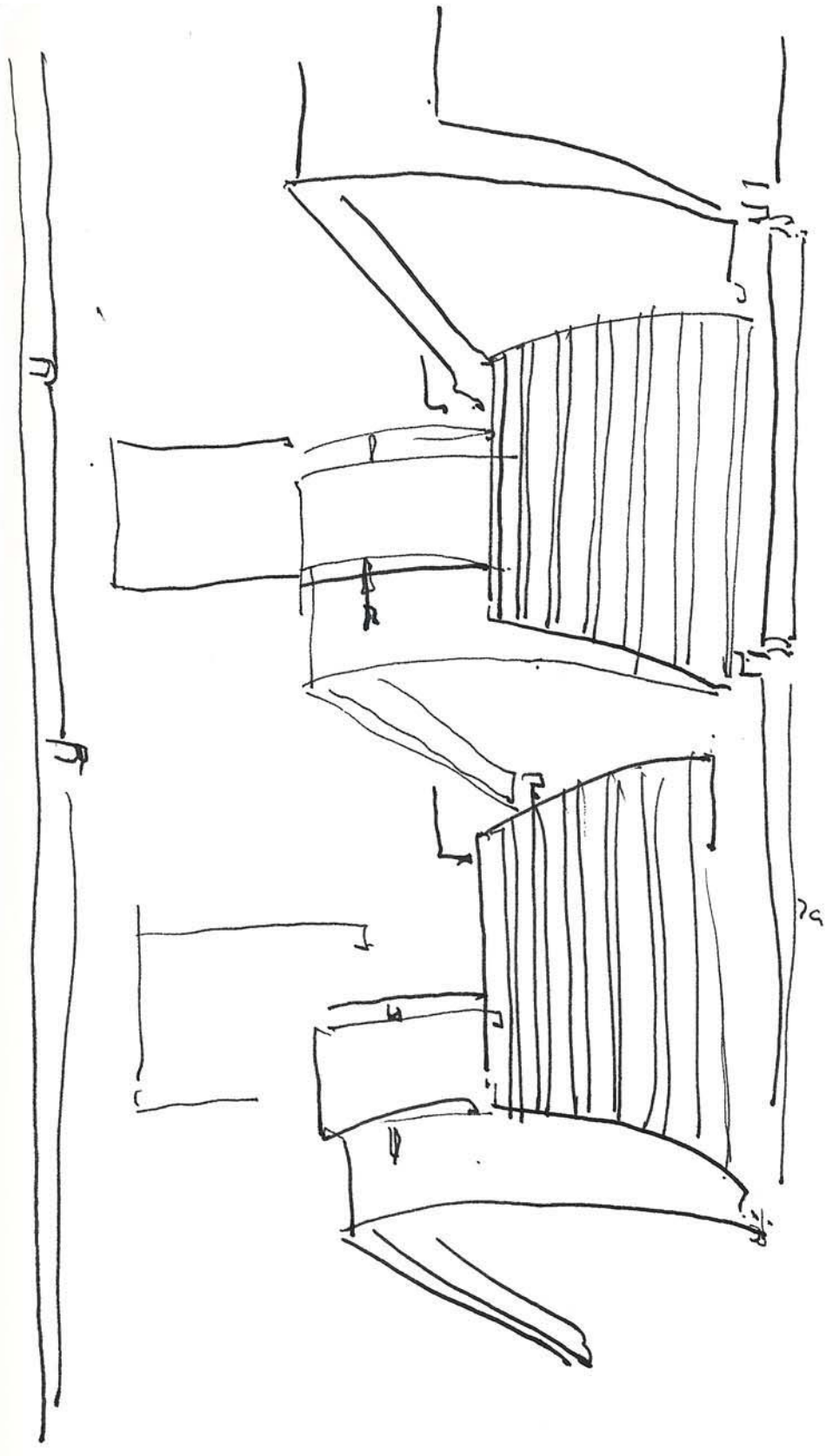


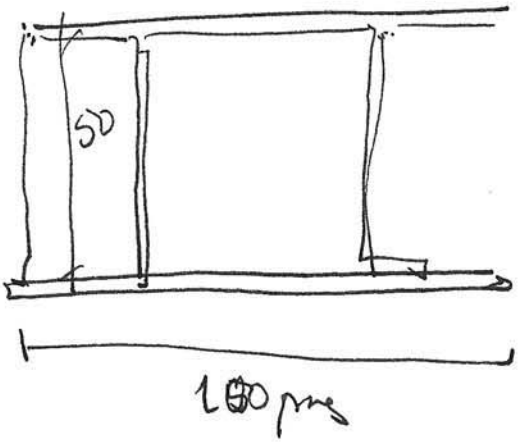


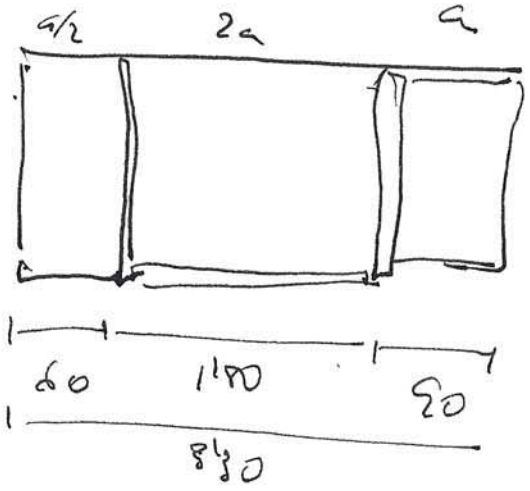
Merchel.
20-8-2011




20-7-2011


2a


50
1800 mm

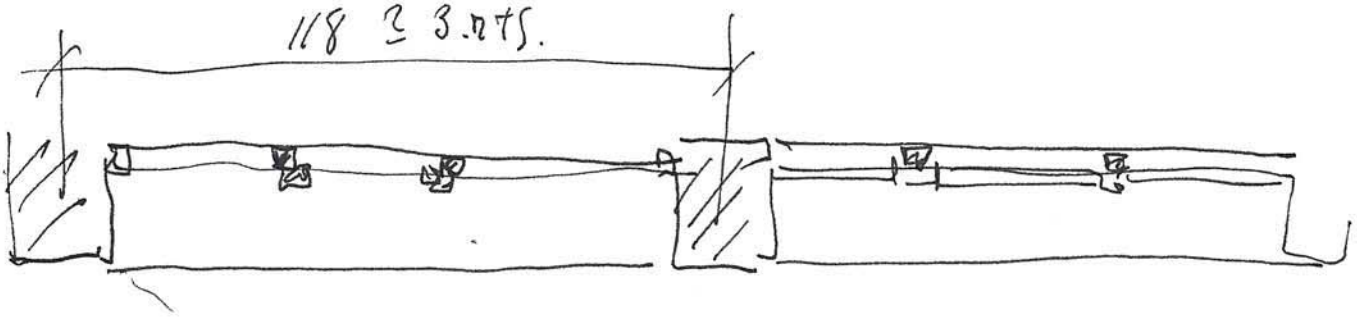

a/2
2a
a
60
1800
60
1980

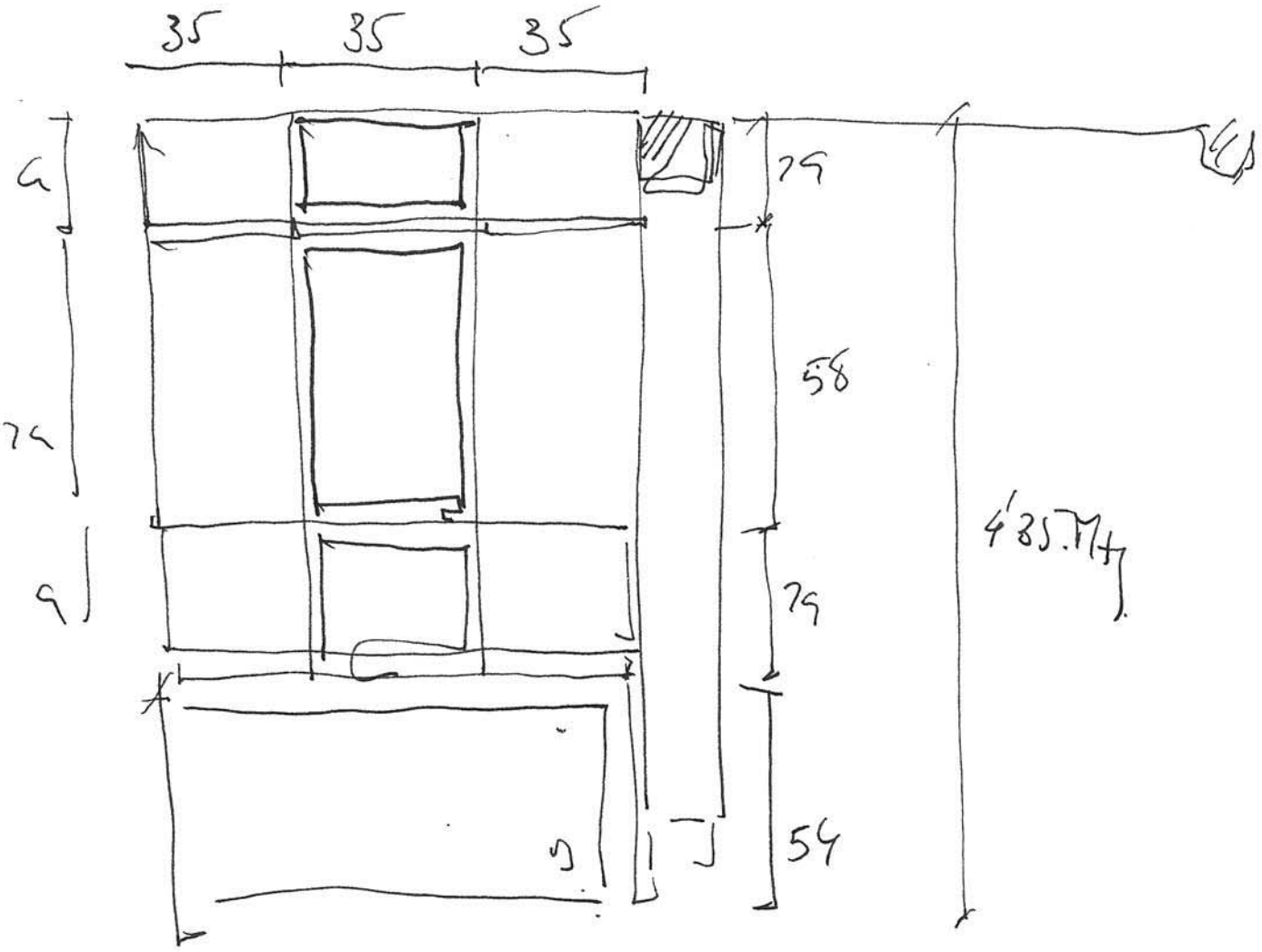
Escala de Max Roll

3a - 75
35 : 825

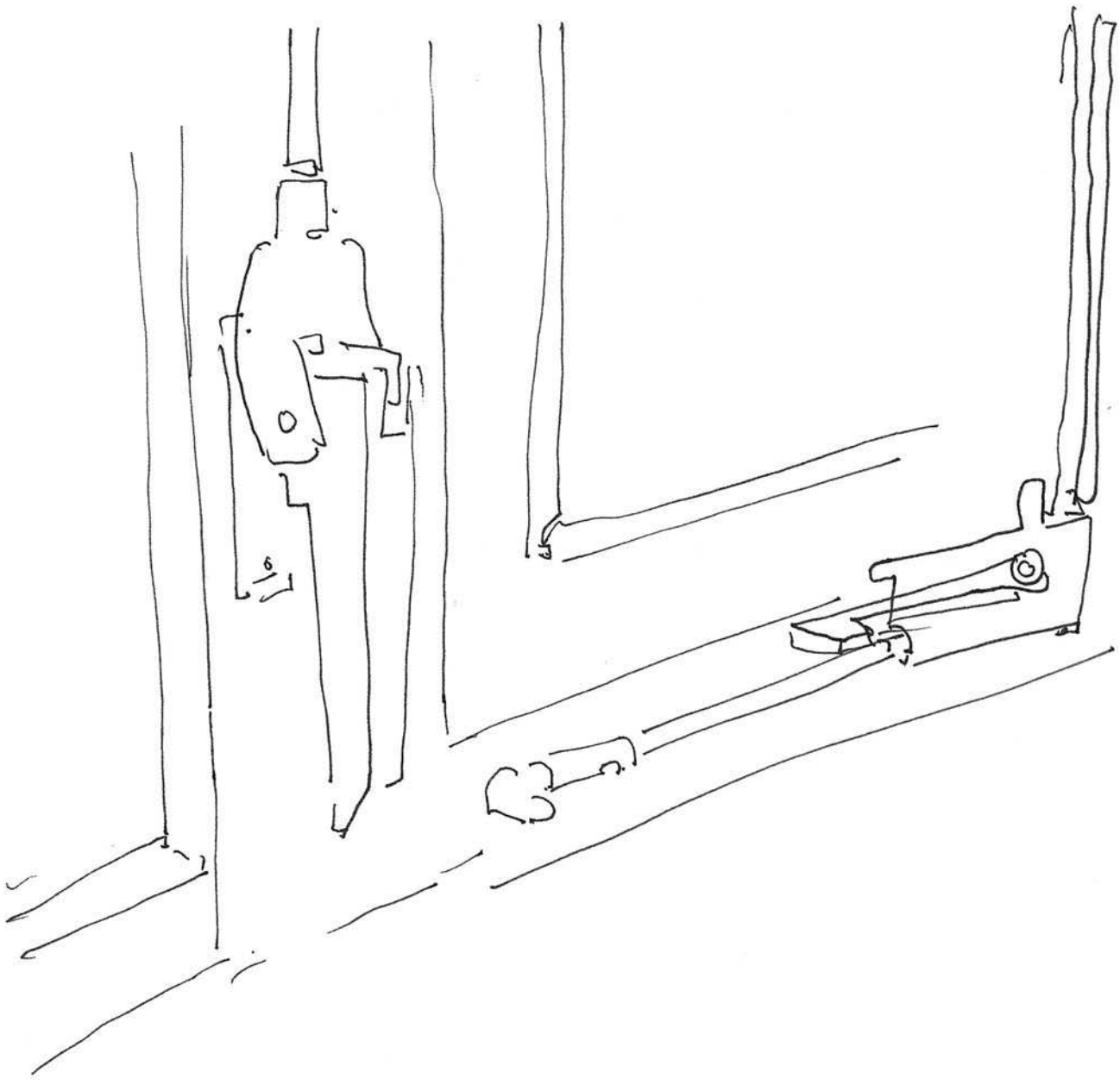
35
35
125
70
825

a: 29 - 30 → 70cm

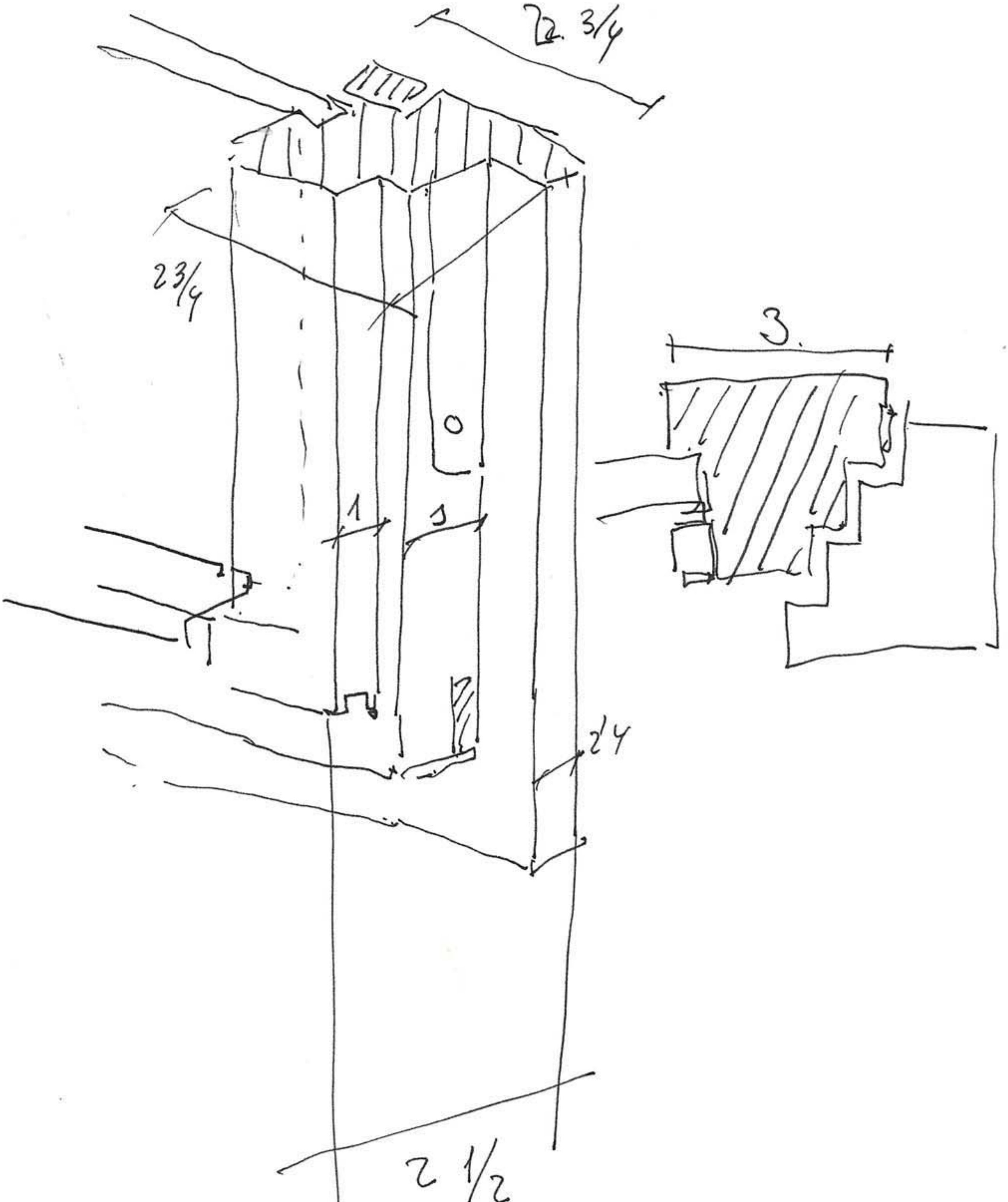




1



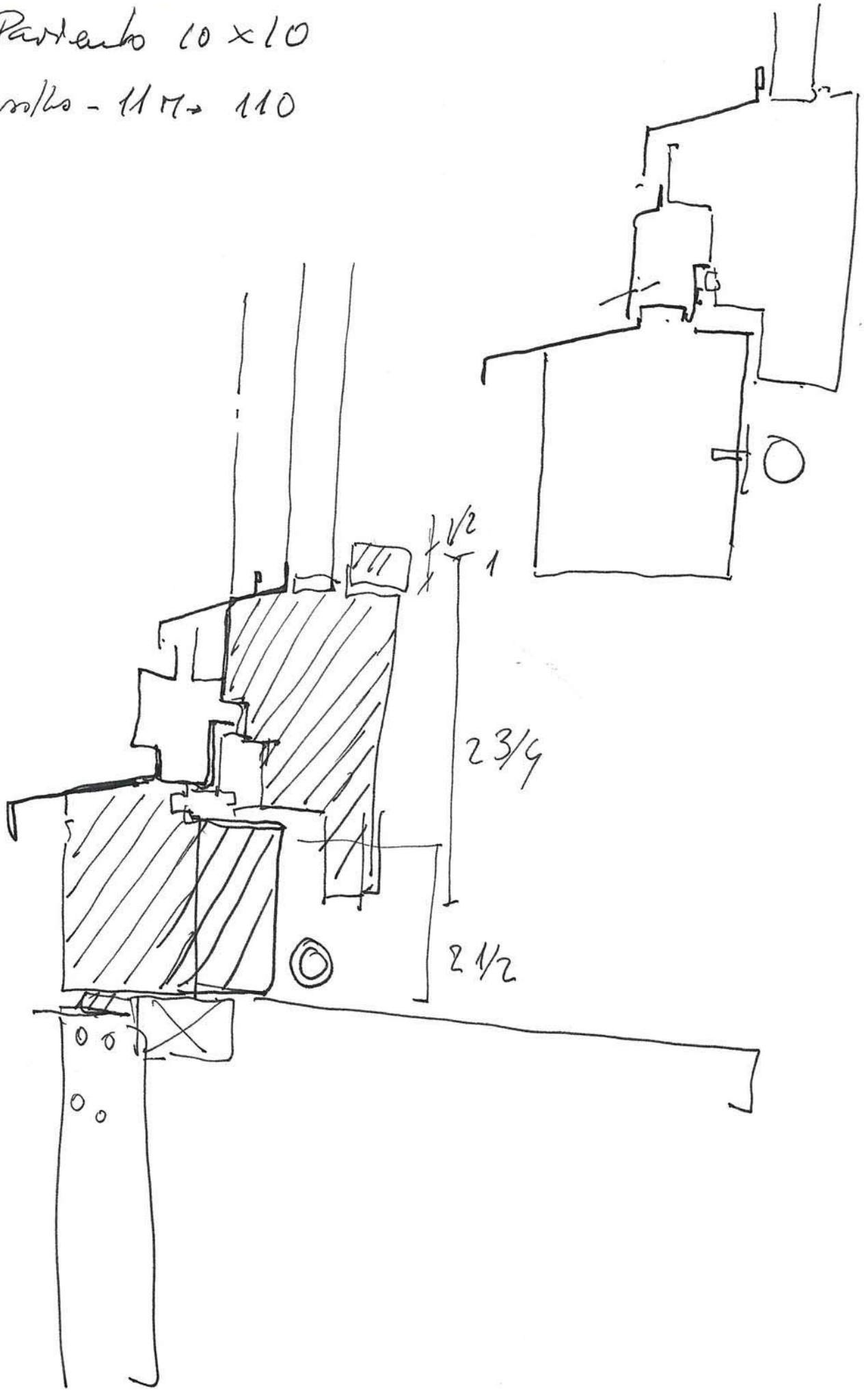
Max Ball
Capt. 1st Maine



2 3/4
3.
1
2 1/2

Pavimento 10 x 10

Passo - 11 m → 110



Altura para cotecar

187
2'5
935
374
467'5

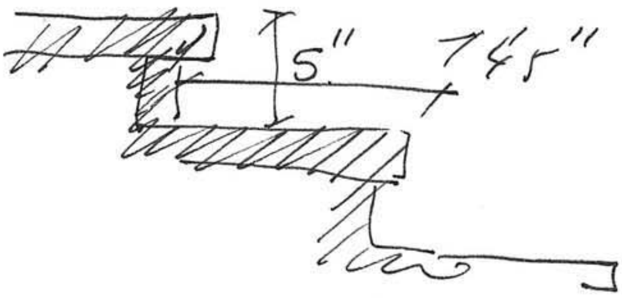
Modelo 55 fr
tejillas

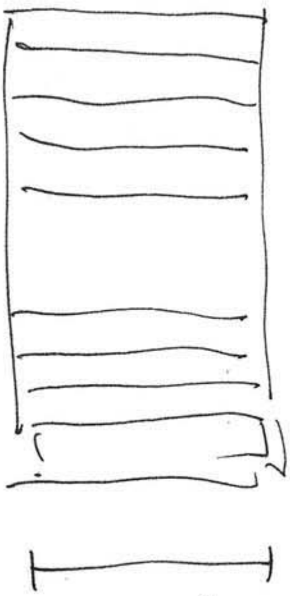
Modelo base - 55 f → 187. pzas —— Modulo. 4'67. Mts.

→ Modelo base. 1'50

- Escalera de Voro vilaje → 6 mts. de cuadra

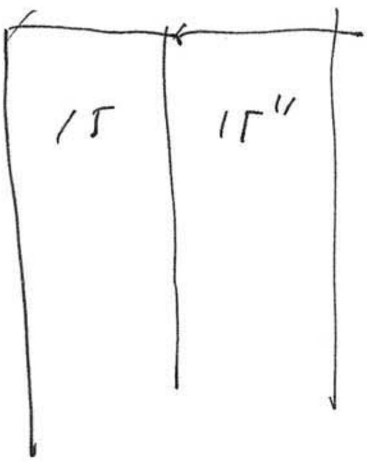
Altura para cotecll

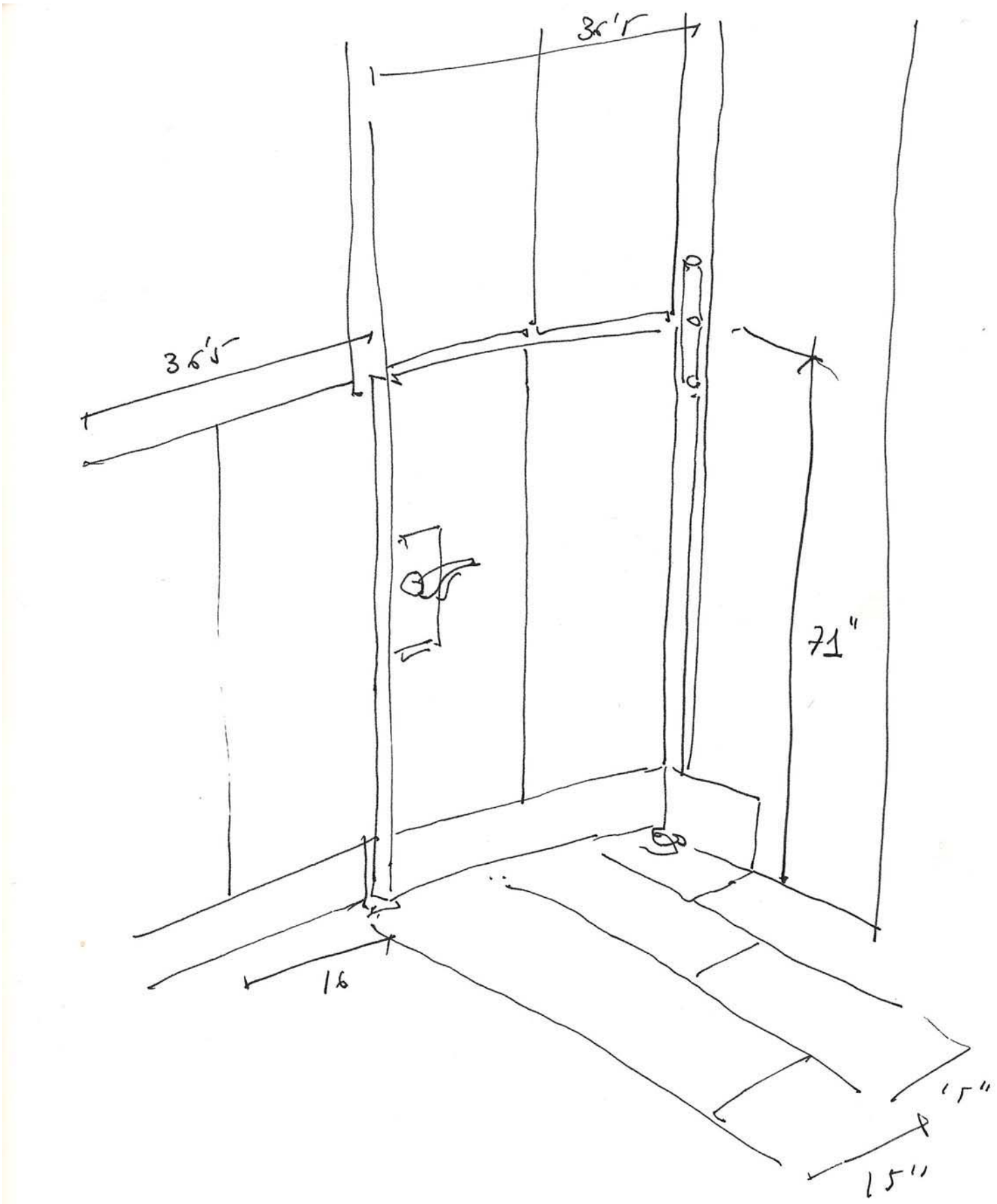




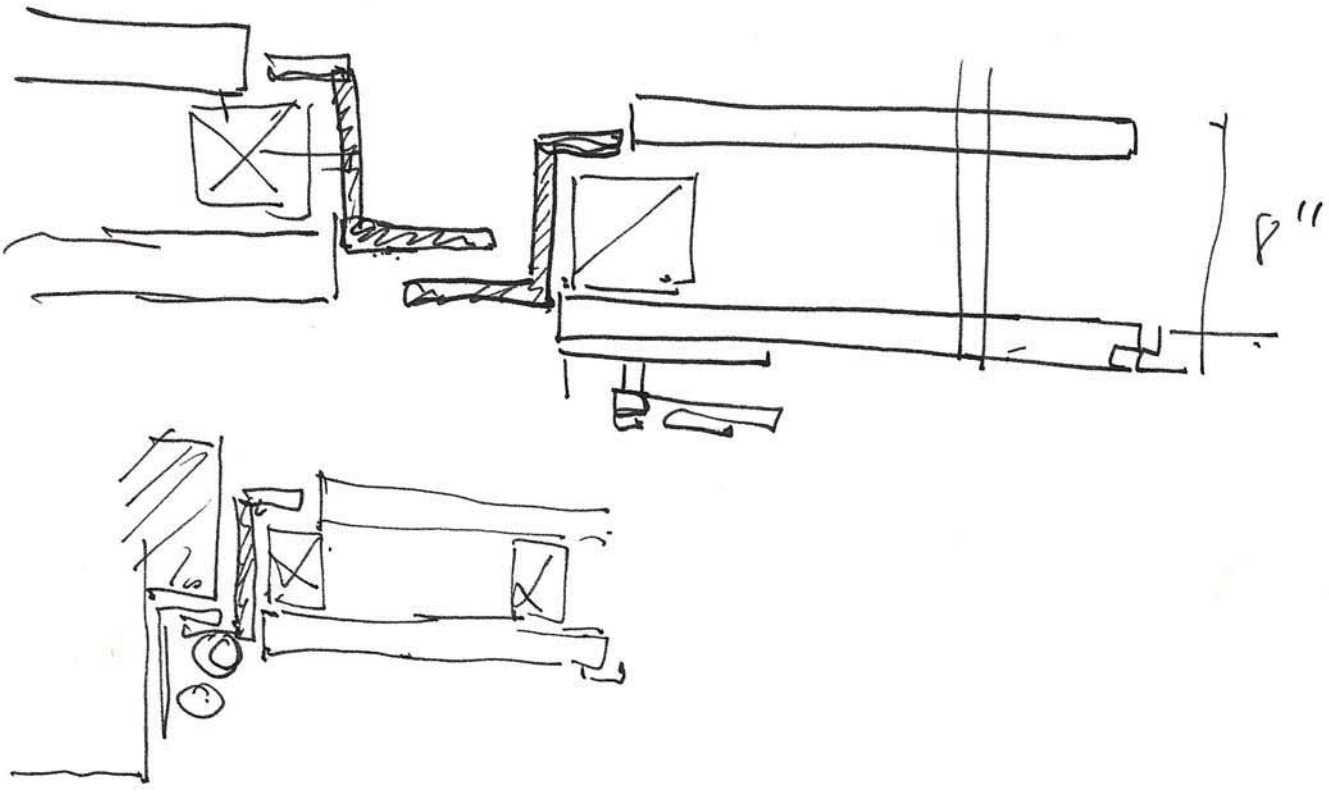
150"

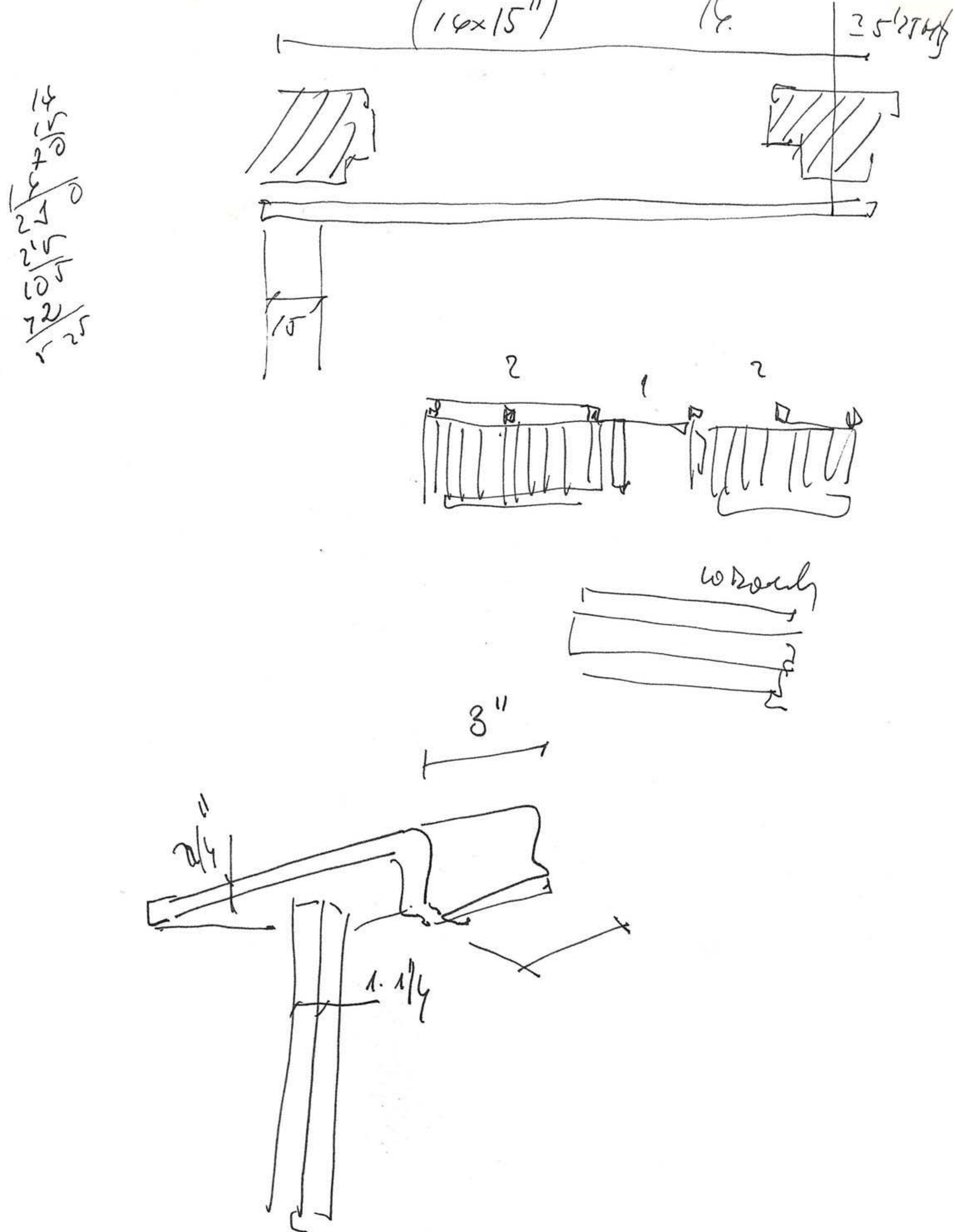
- altura planta baja 8 Mts



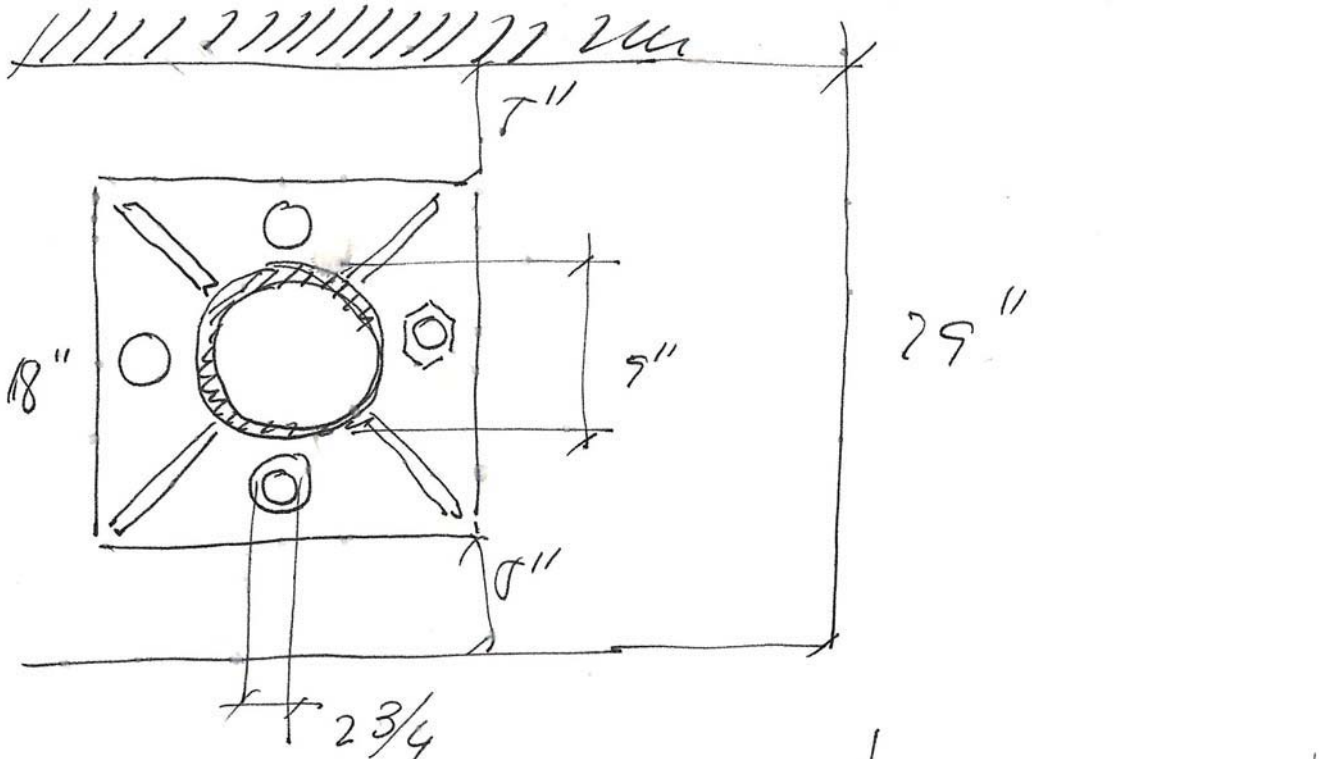


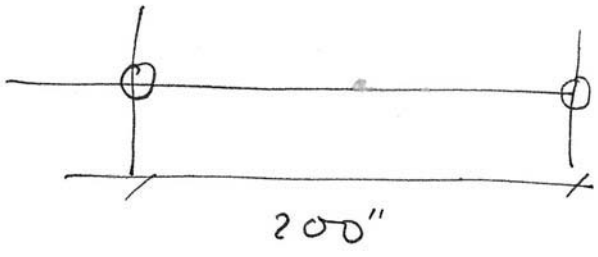
- modulo base. 45 cm.
- Sabbia 10 cm. ca
- punto. 360 ca


8"

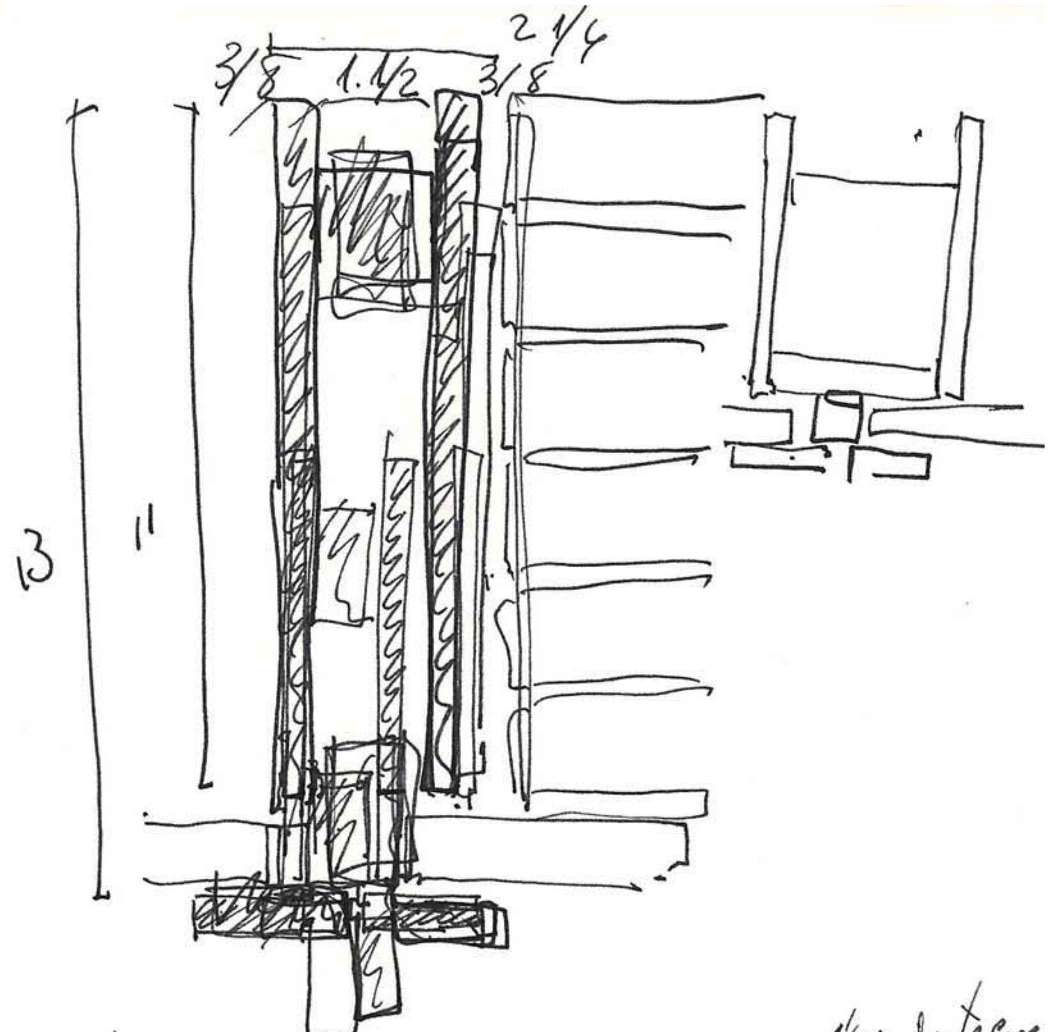


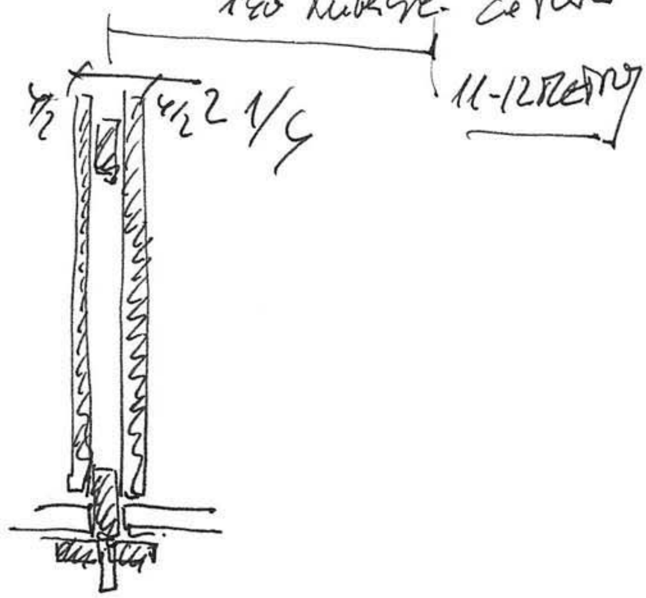
(14x15")
14.
15
2
1
2
3"
1. 1/4

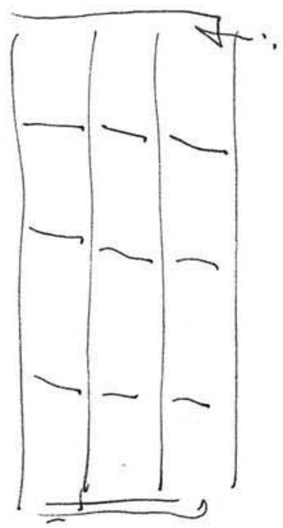




- Interval - 200" - Theory

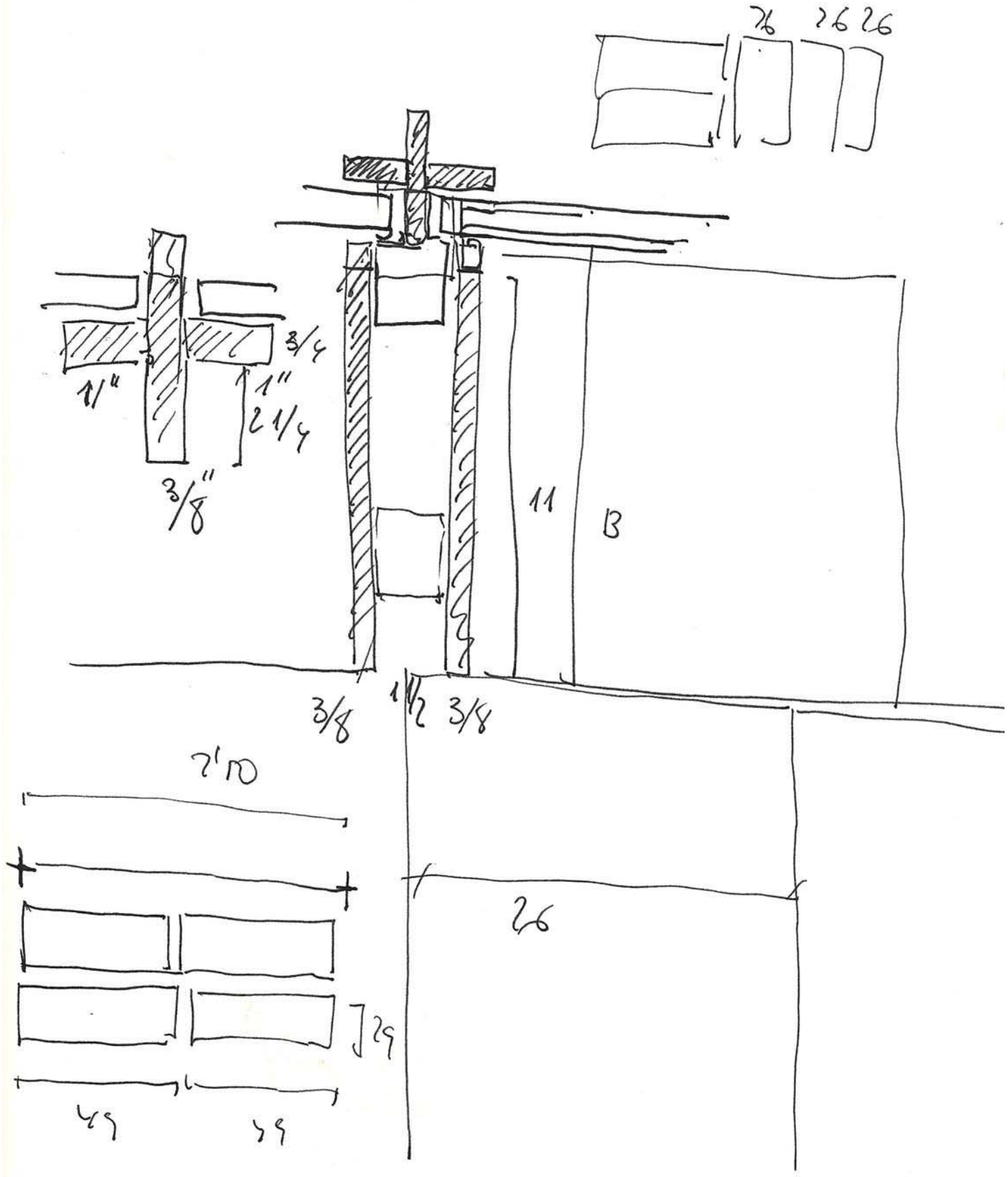


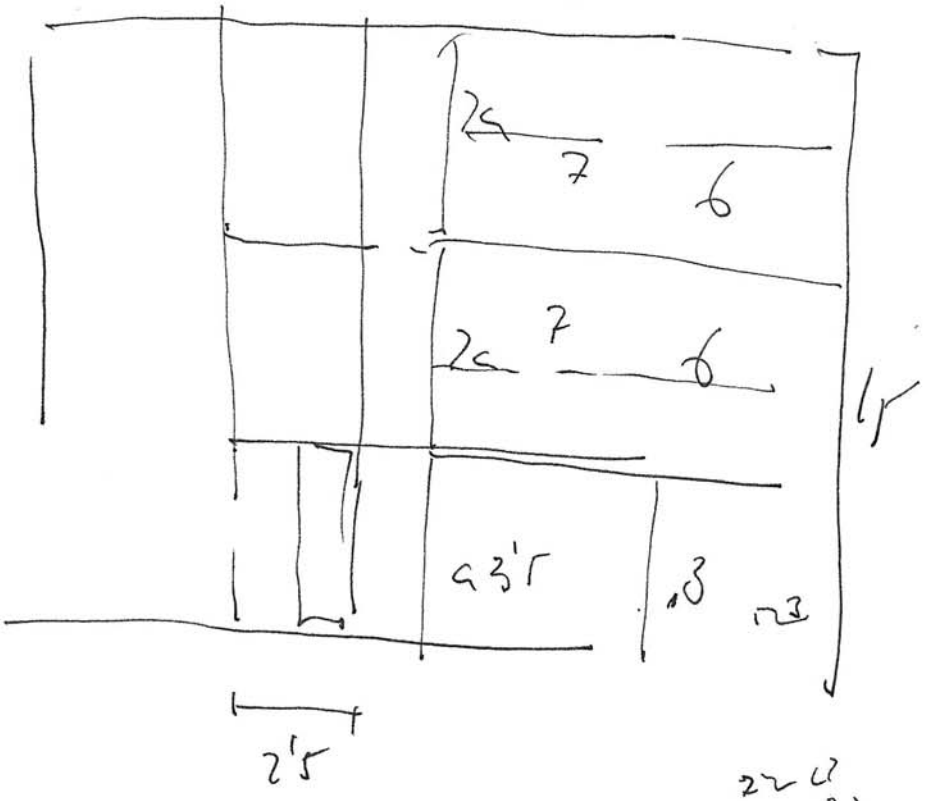


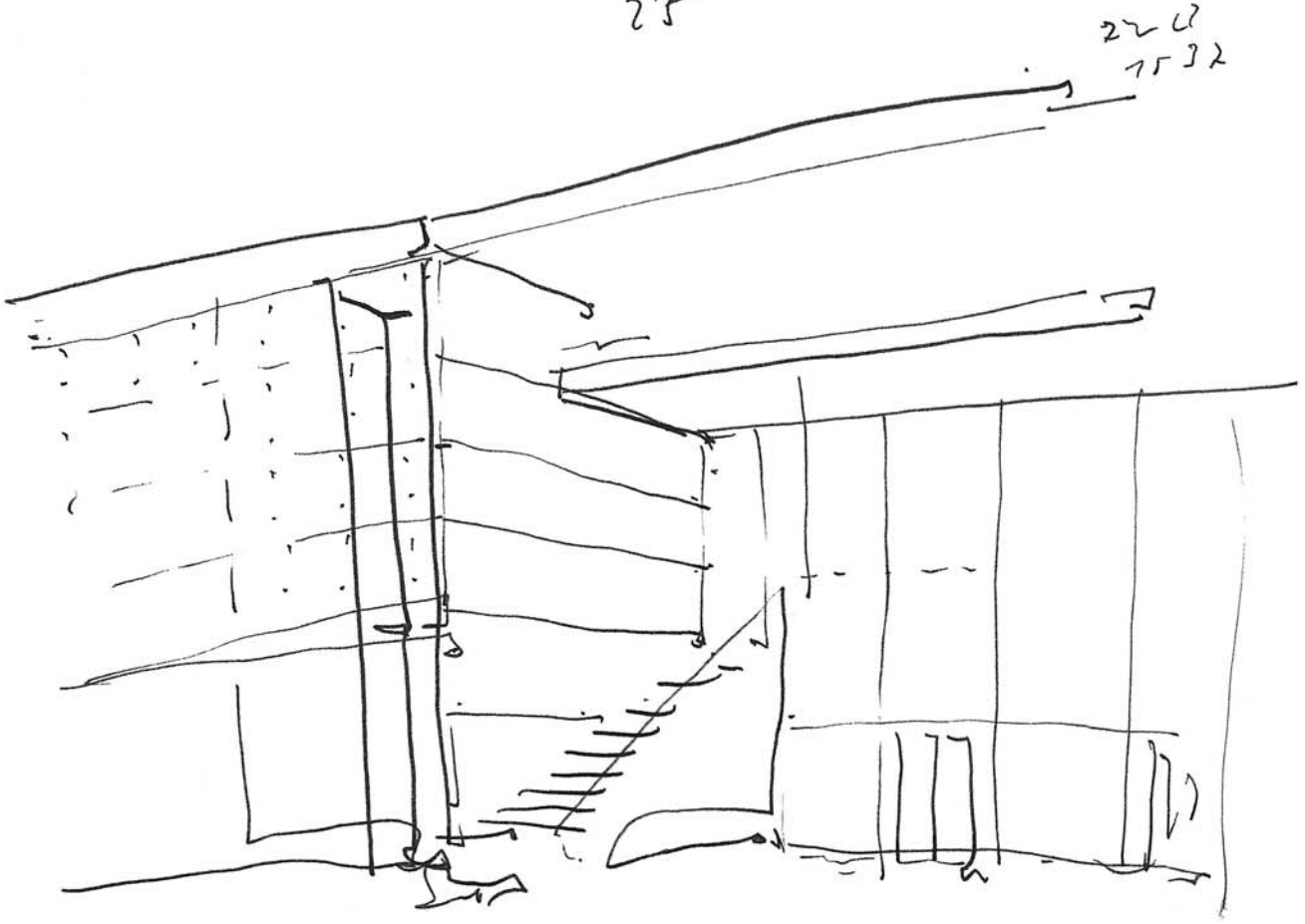


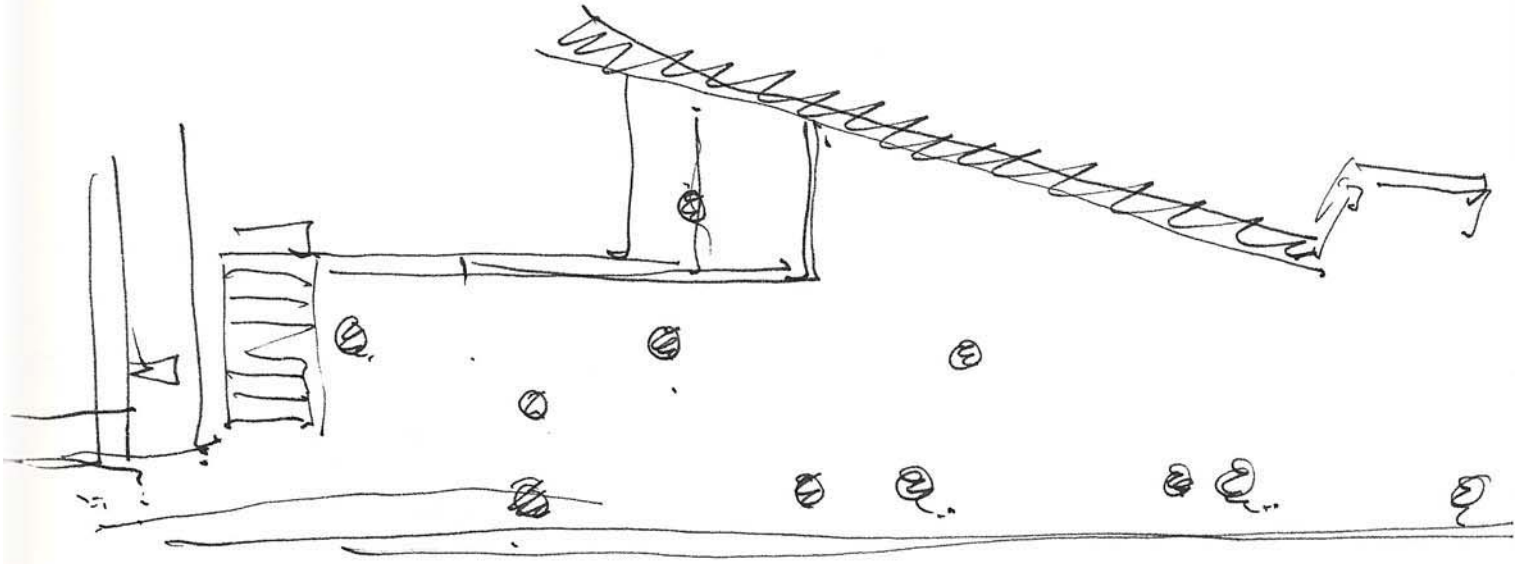
Cerramiento. 12 metros de altura

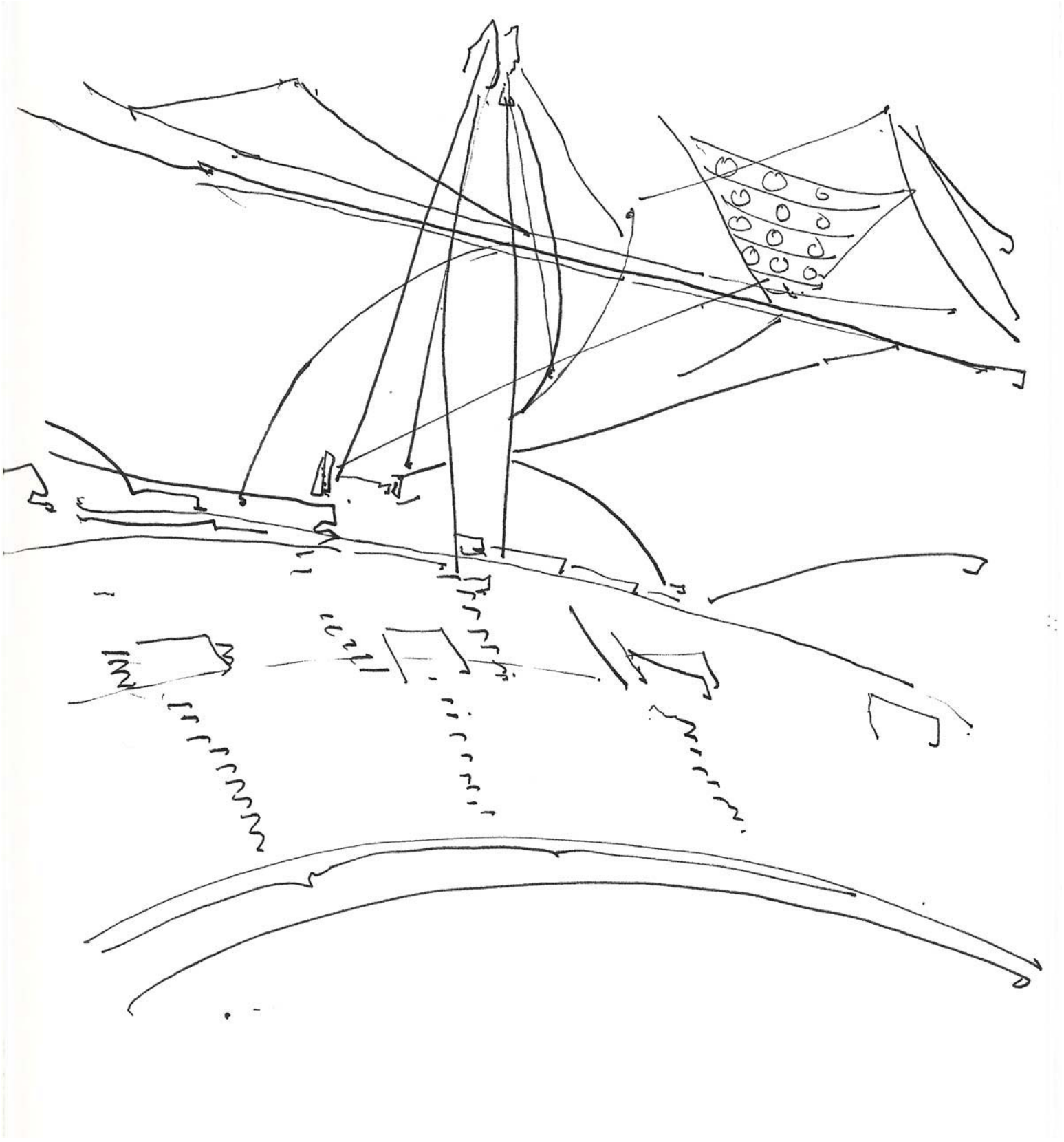
Rodrigo 26 x 3 = 78

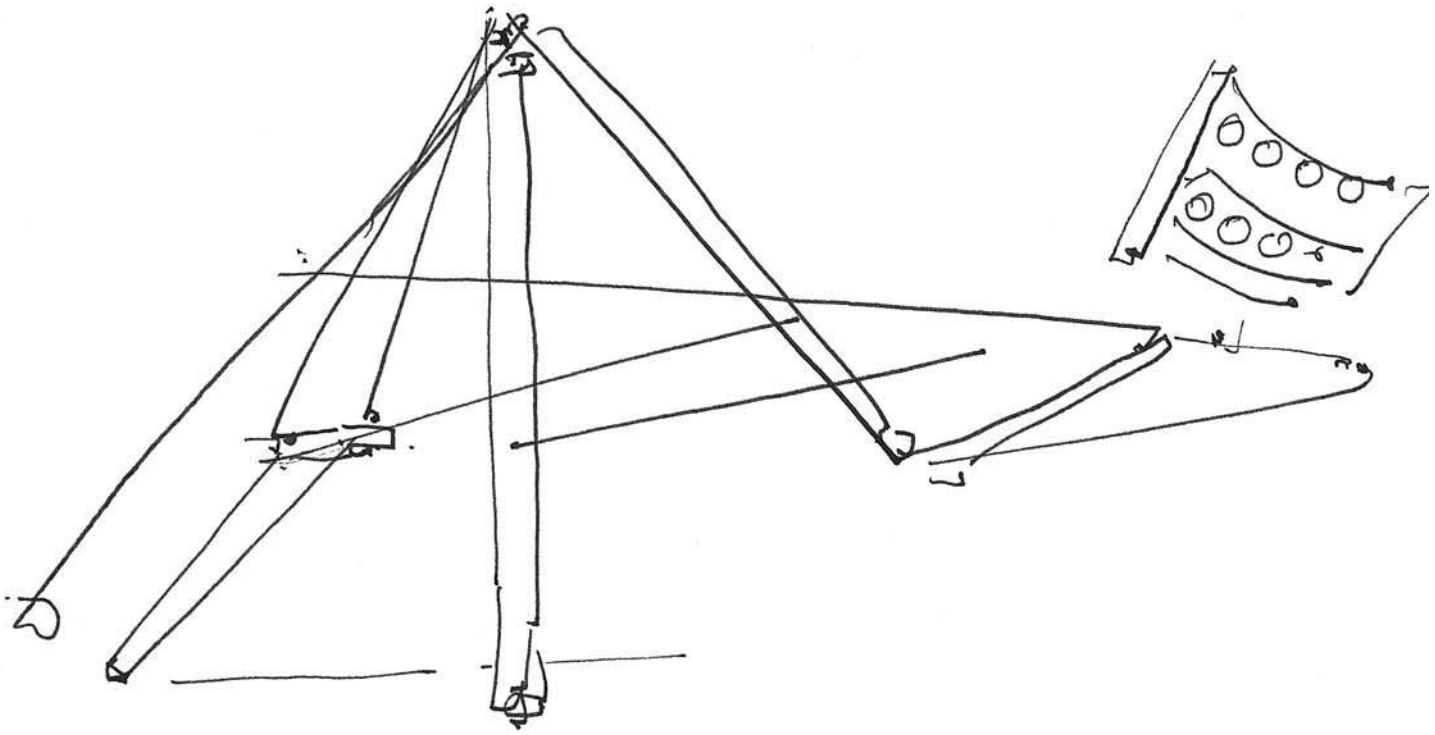


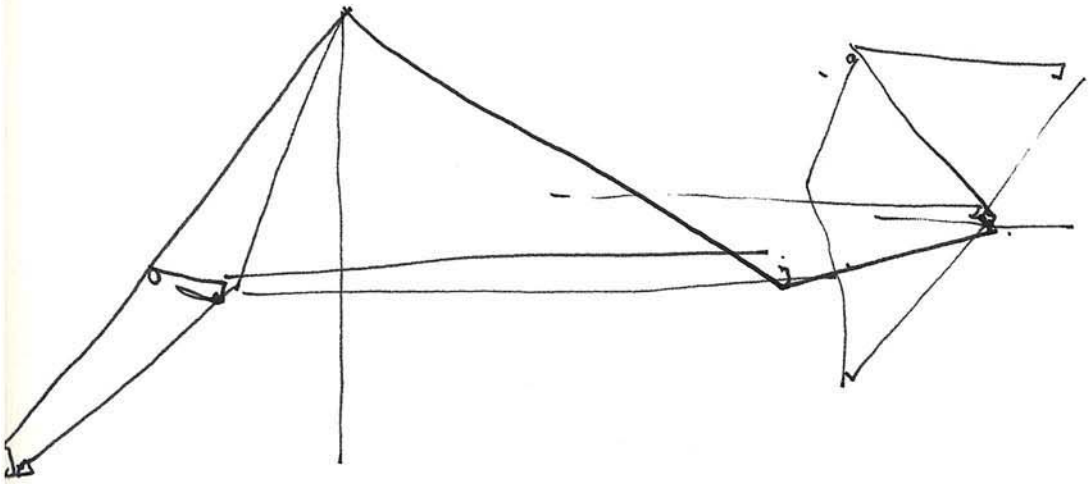


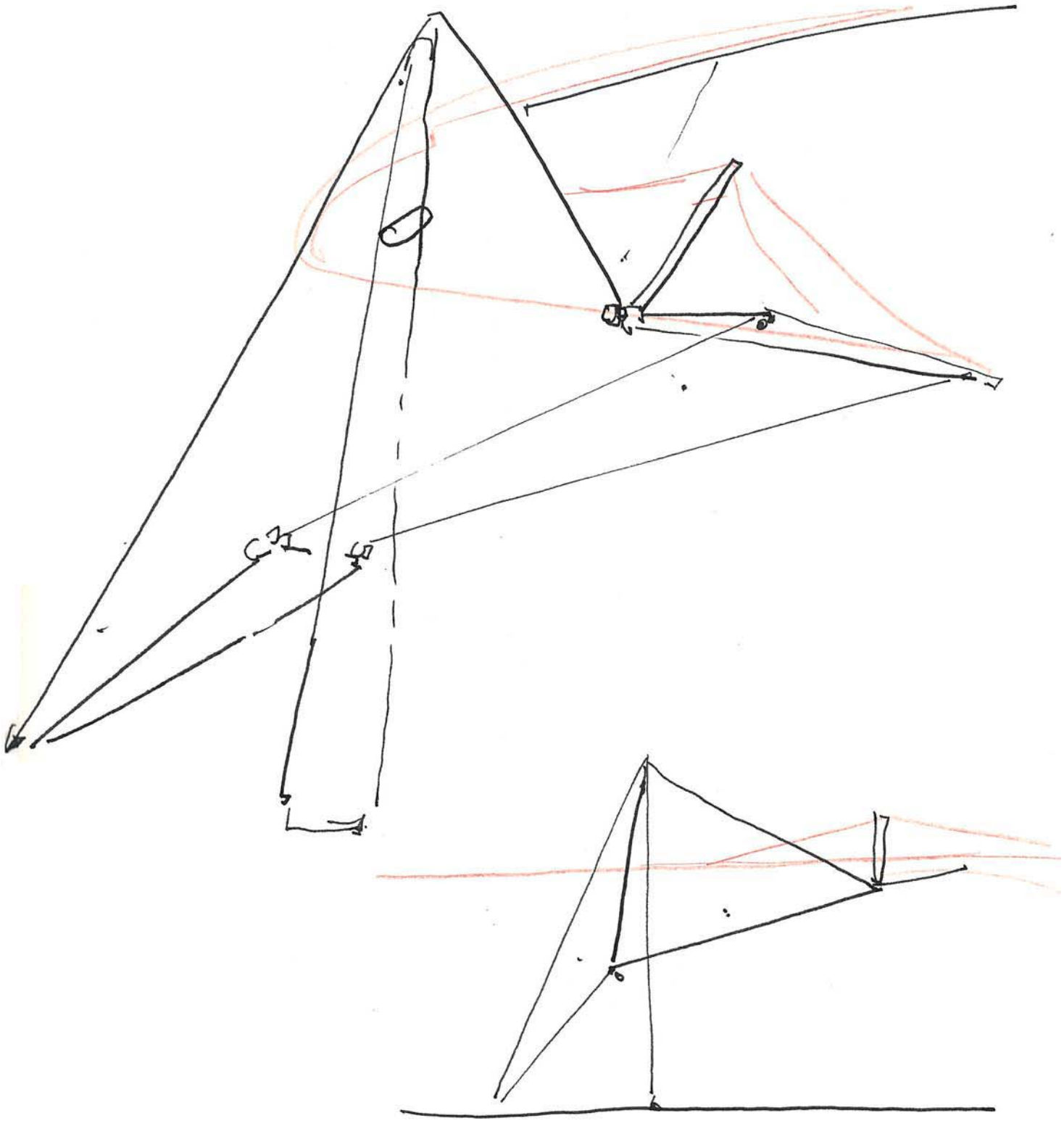


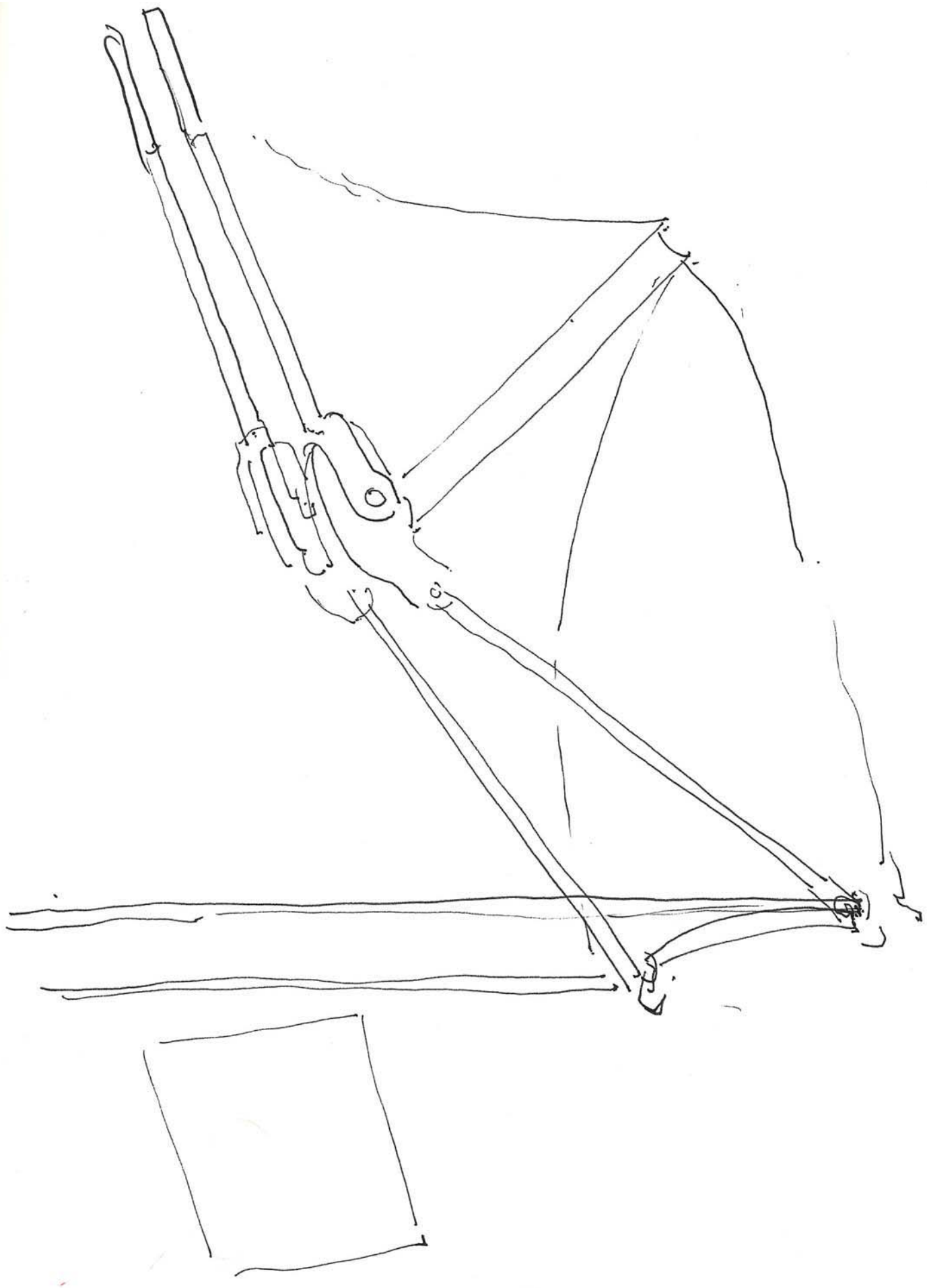


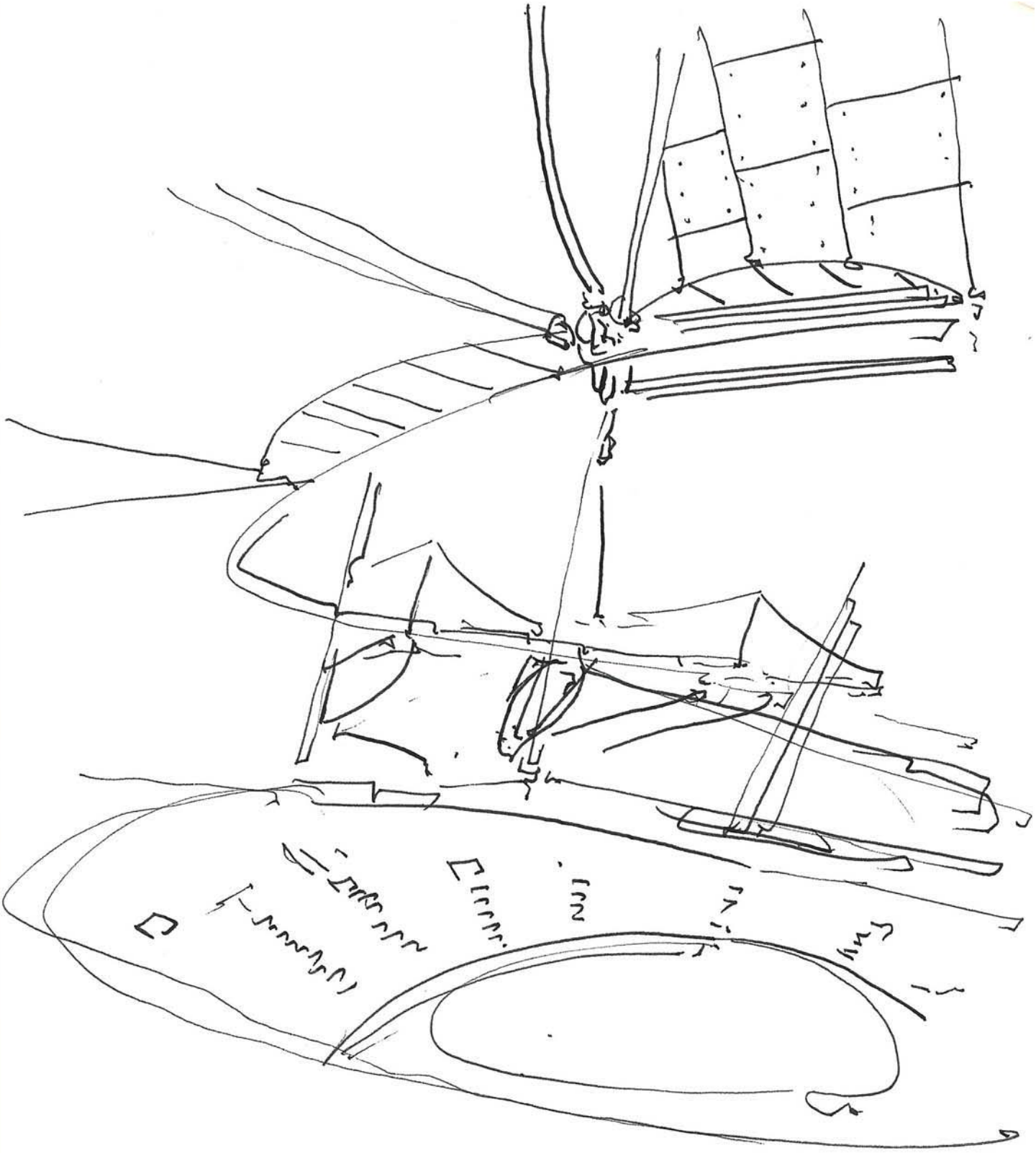


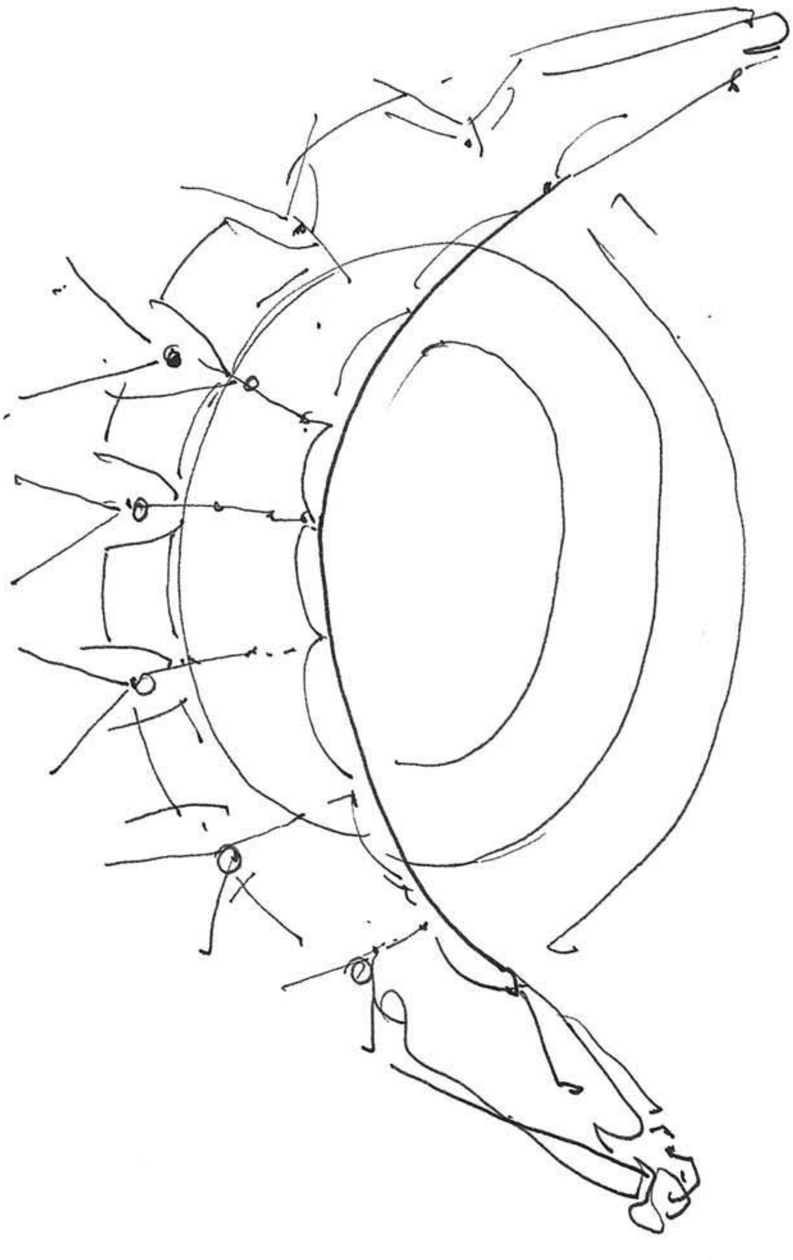




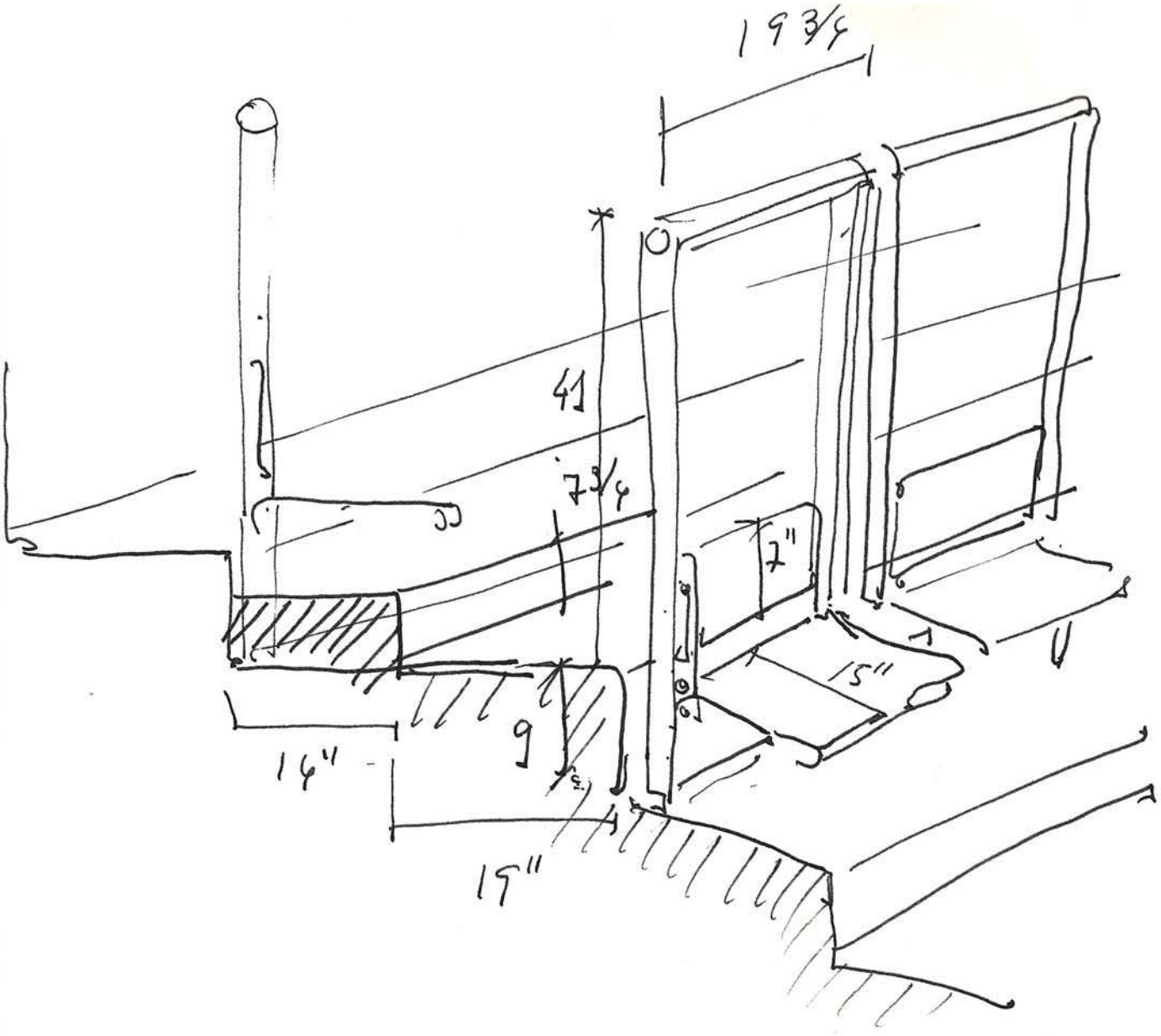


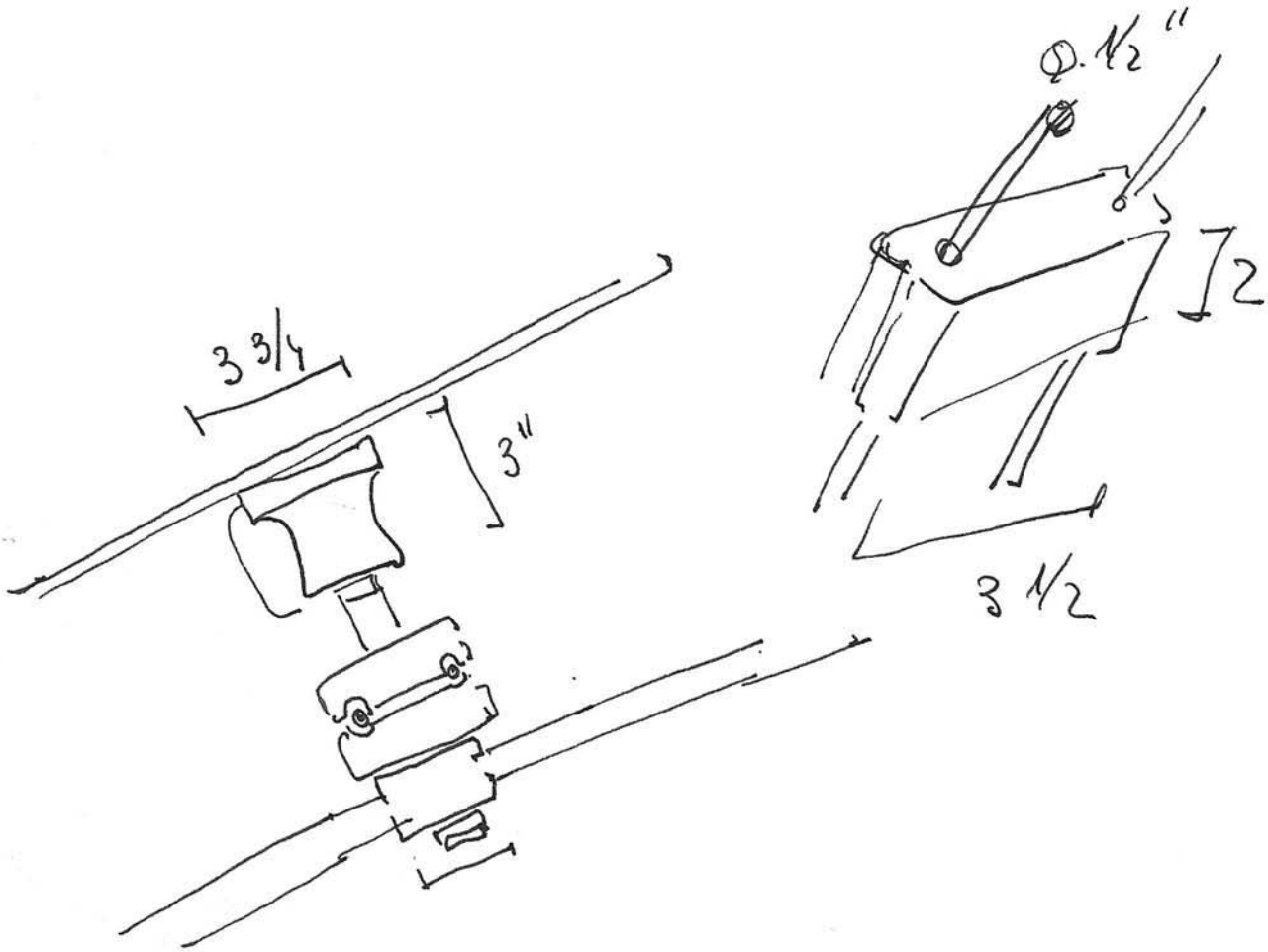


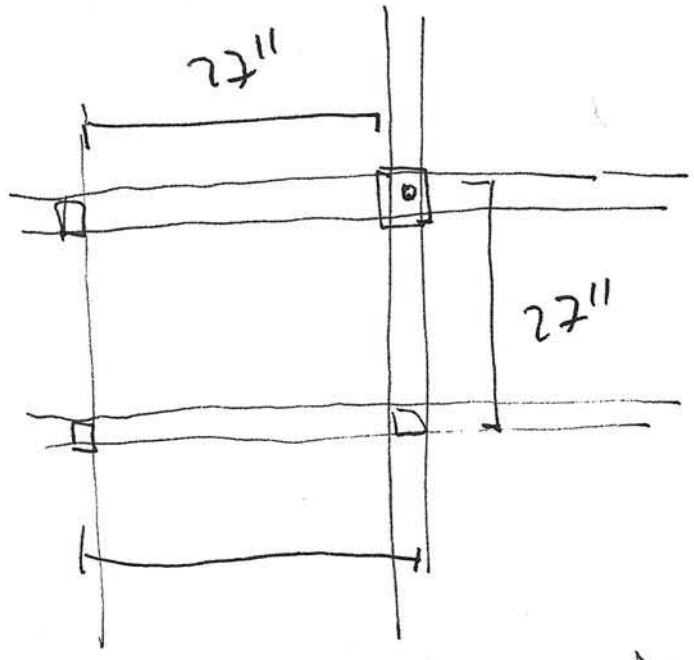




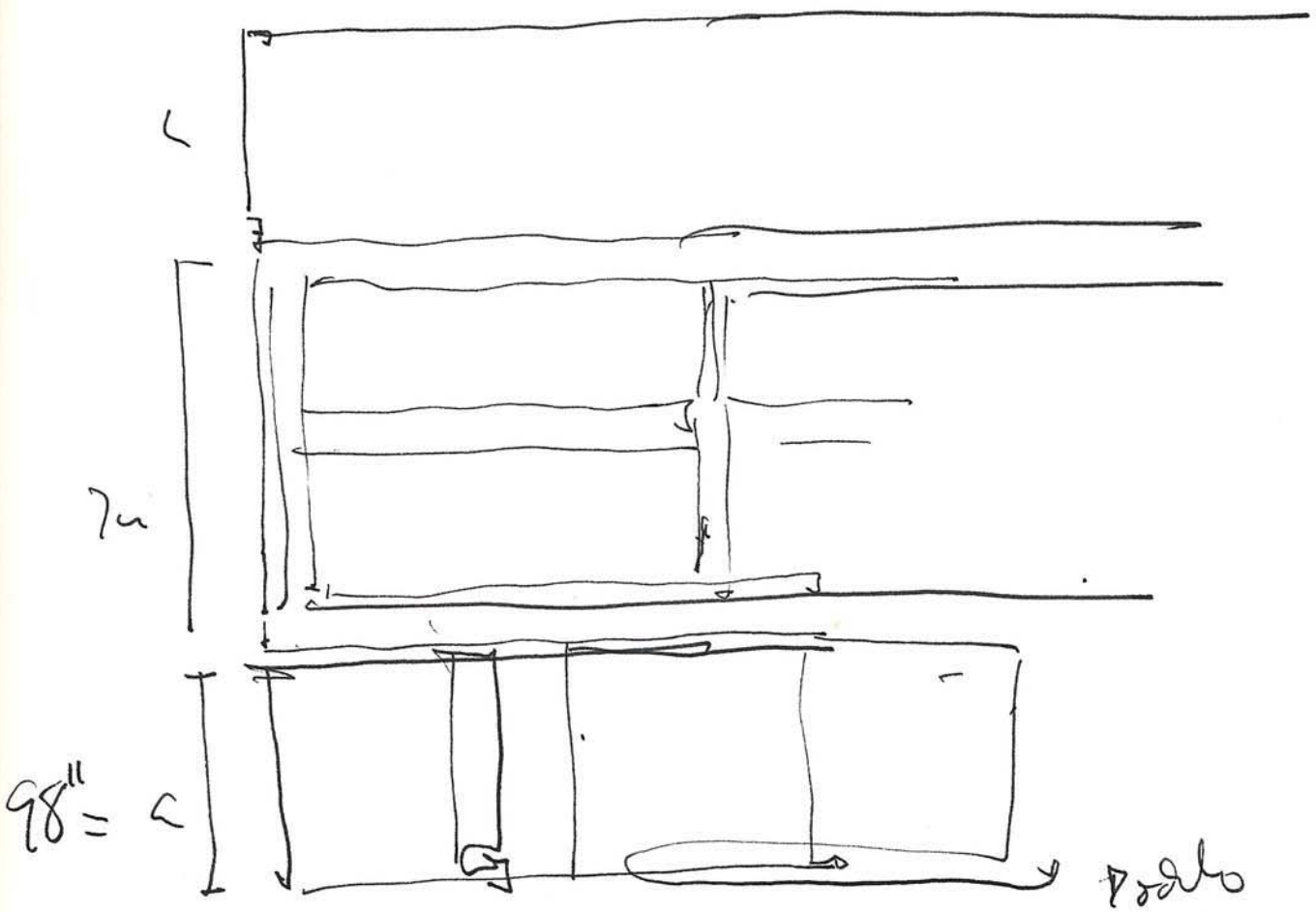
Bucintoro - ae
Argo.

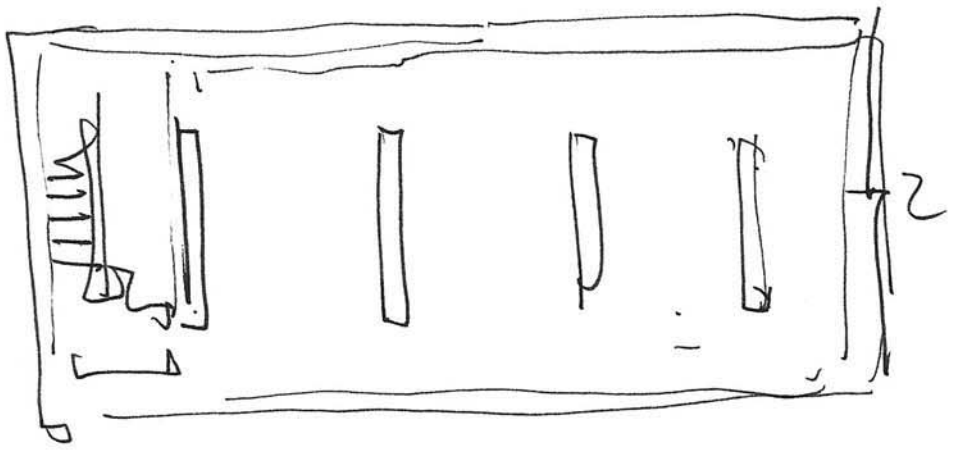

19 3/4
41
7 3/4
2"
15"
9
16"
15"

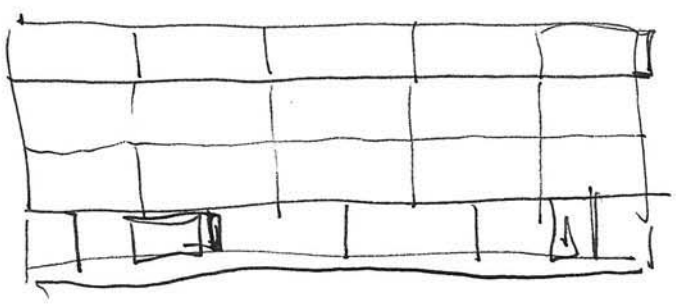




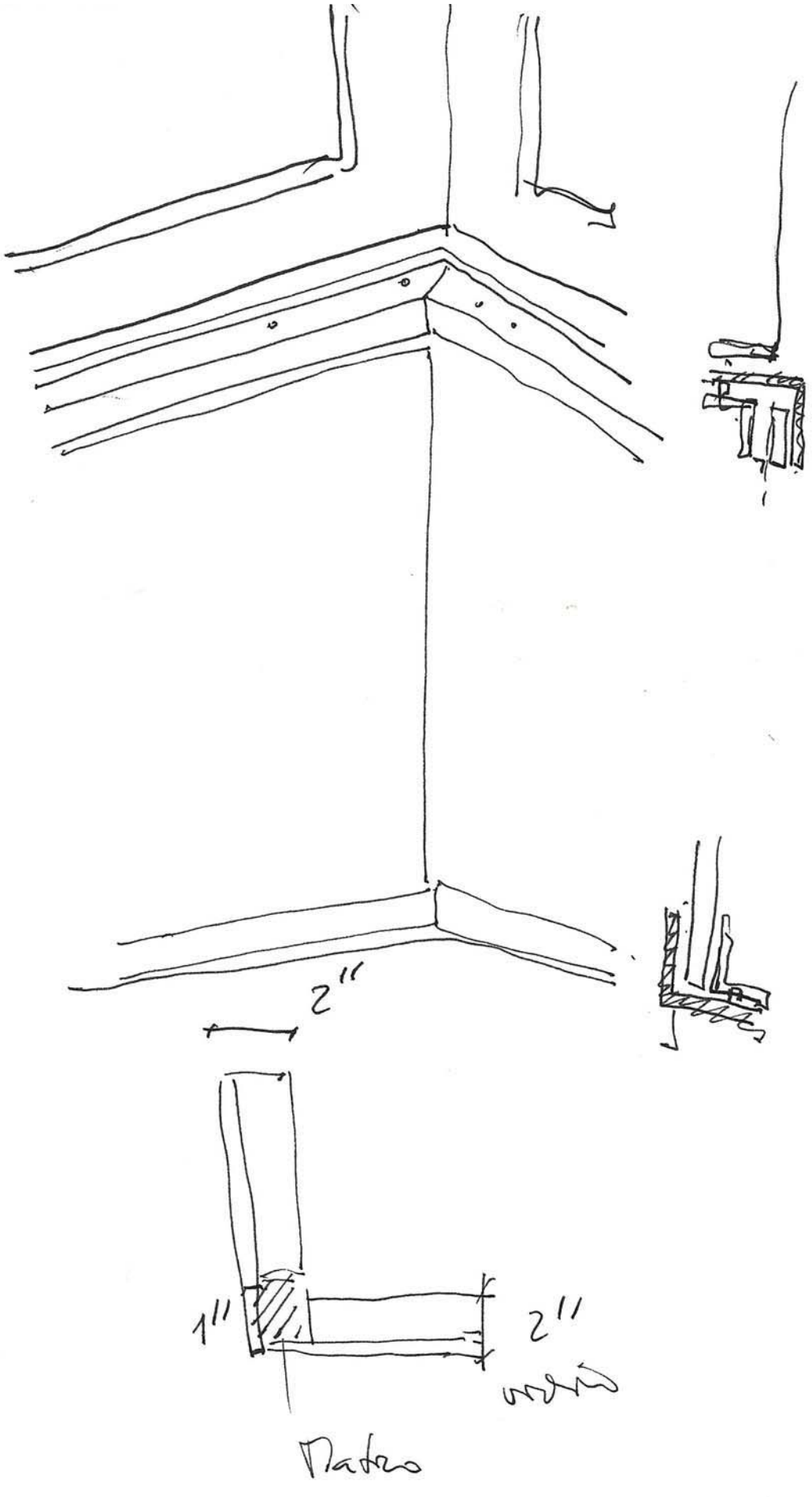
Malla 27" x 27"



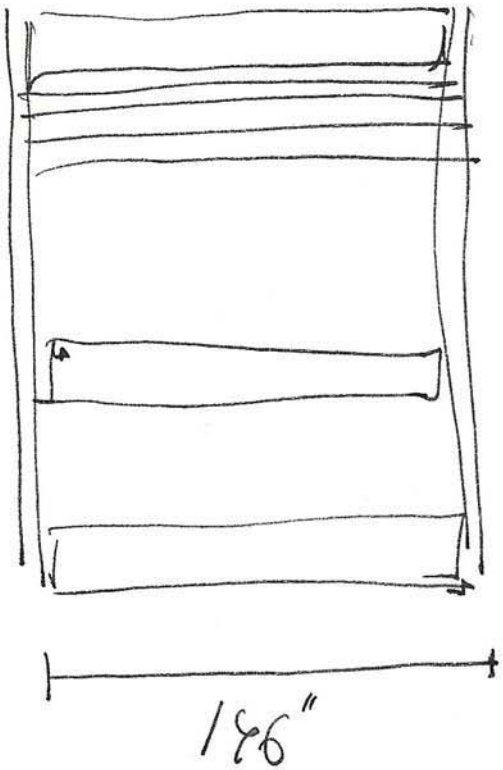




5 x 2

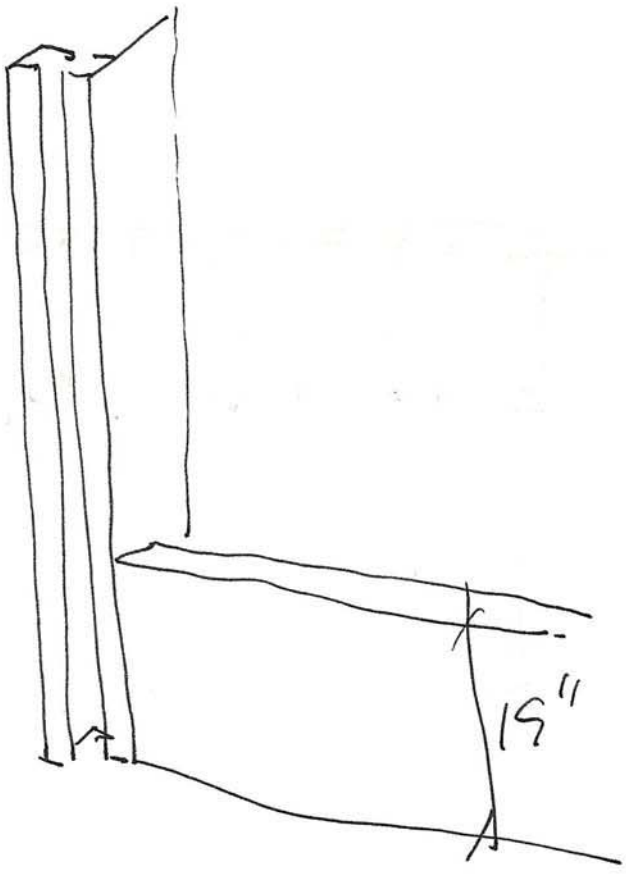

2"
1"
2"
Madera

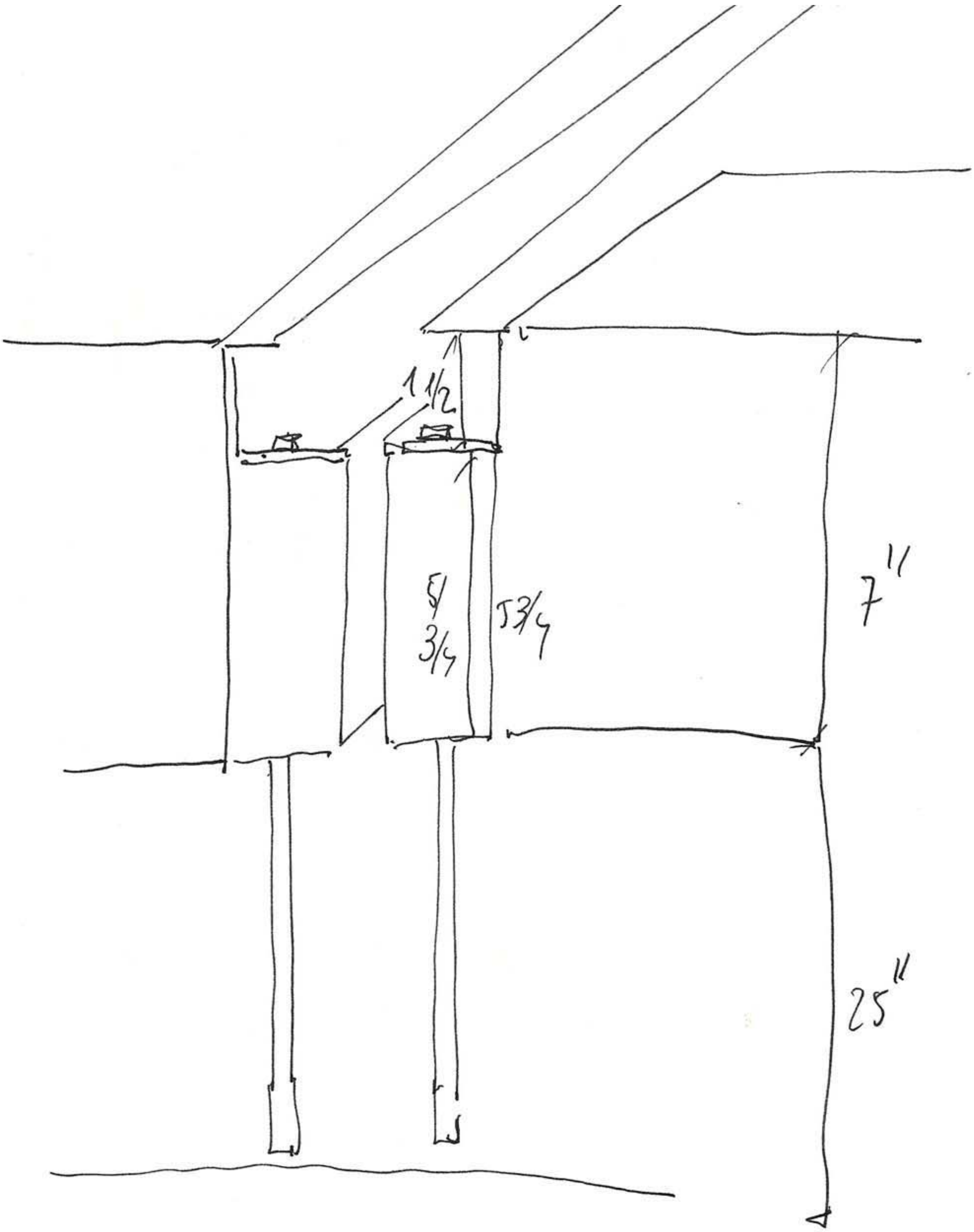
Todos los Pers. - 186"



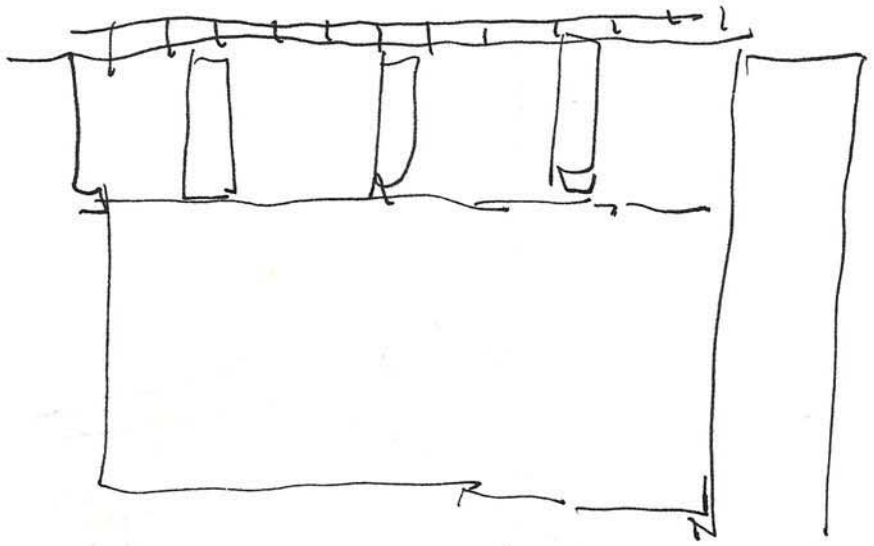
186
2'5
230
292
350

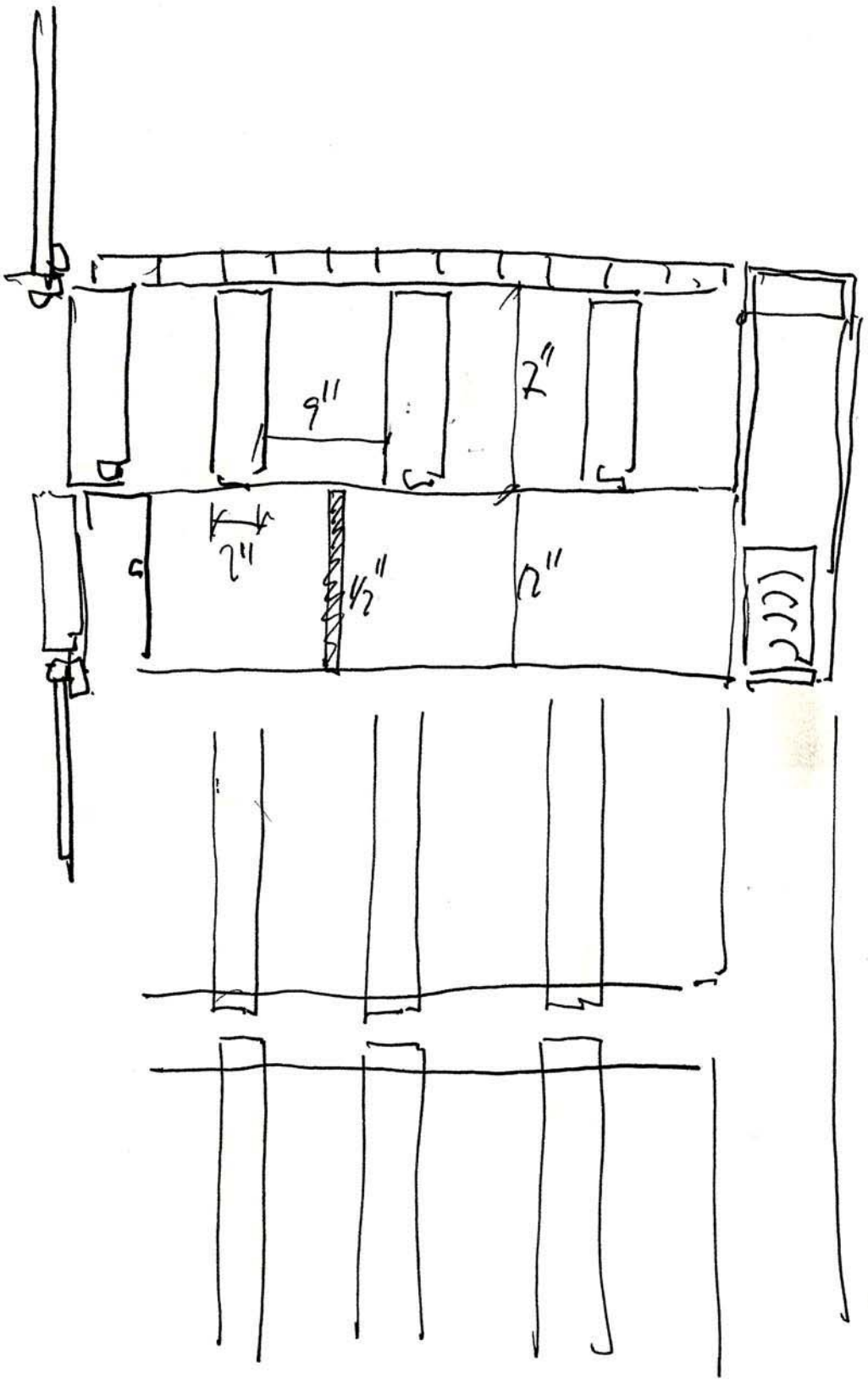
186
2'5
270
292
369
- 3'69cm

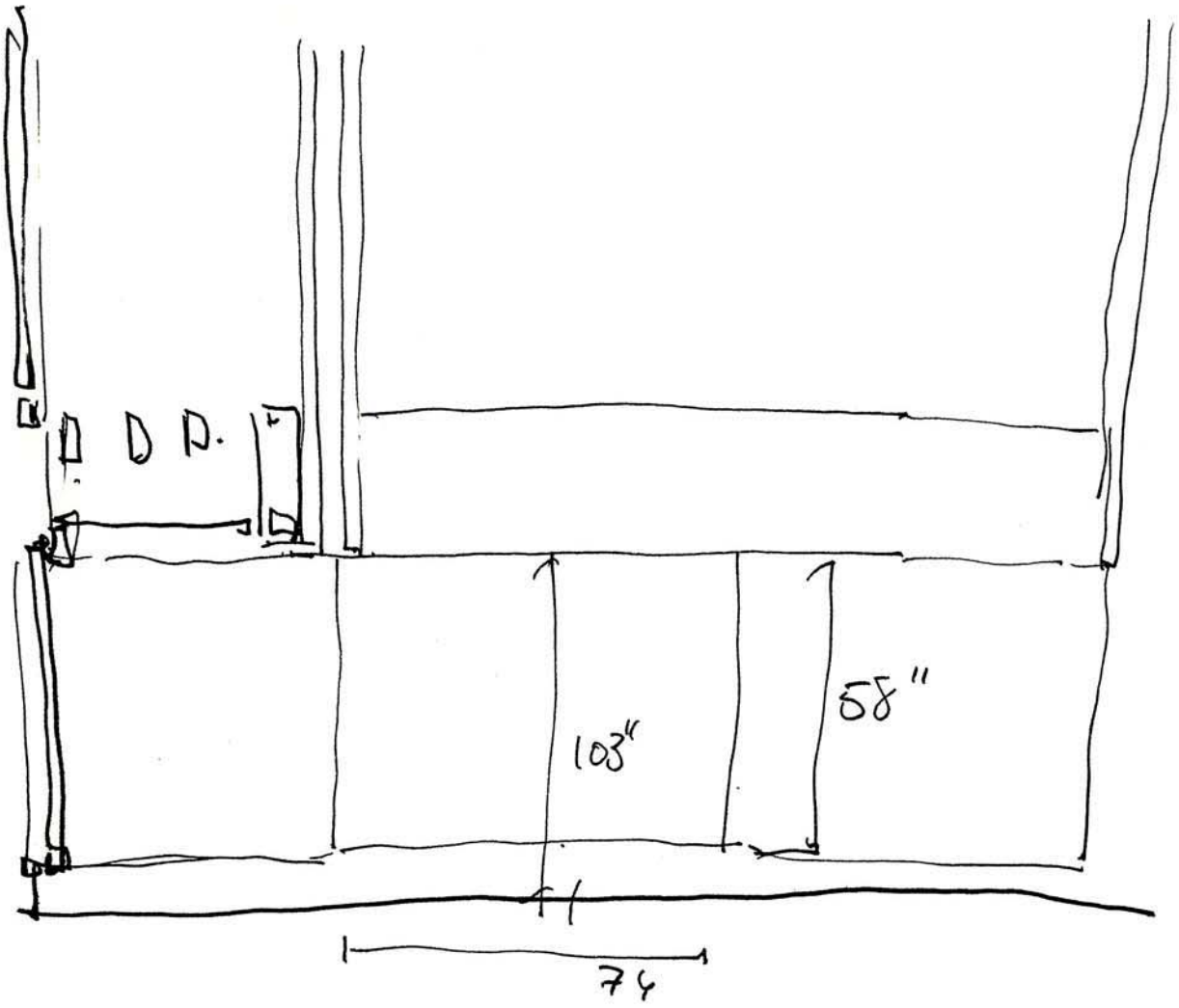

19"

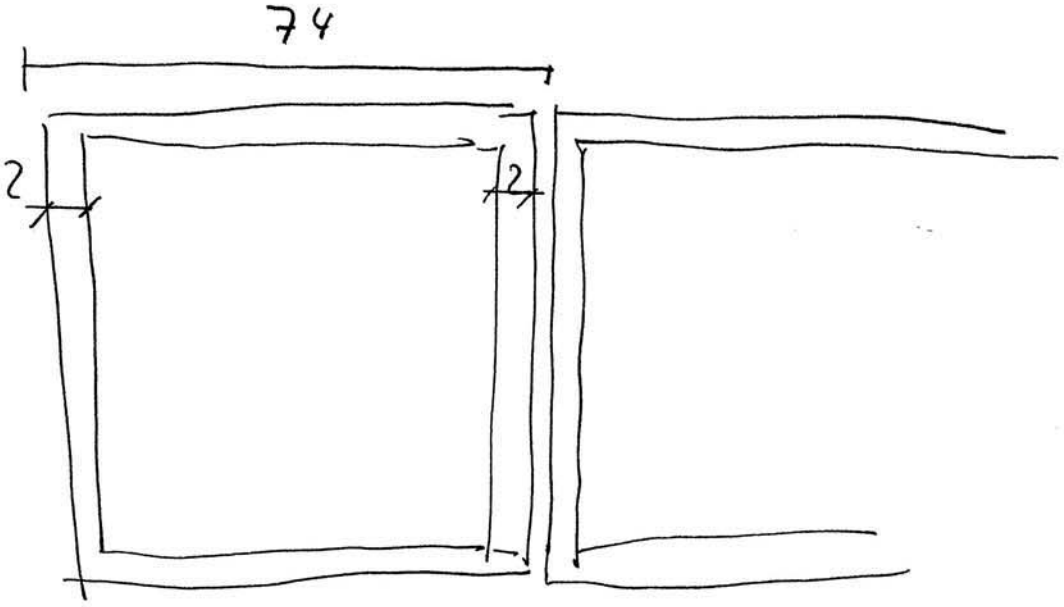


30
- 5
———
25

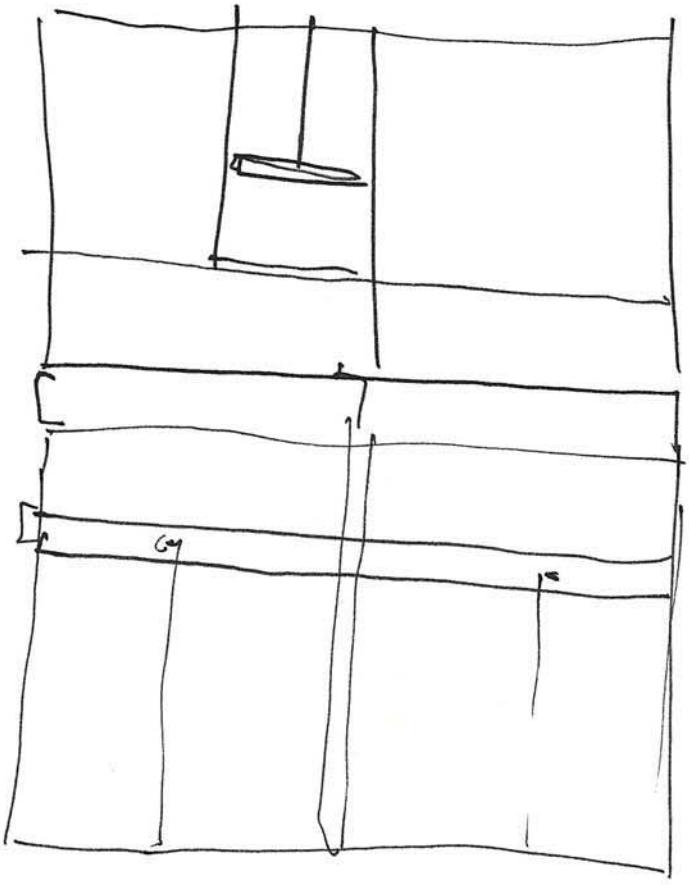


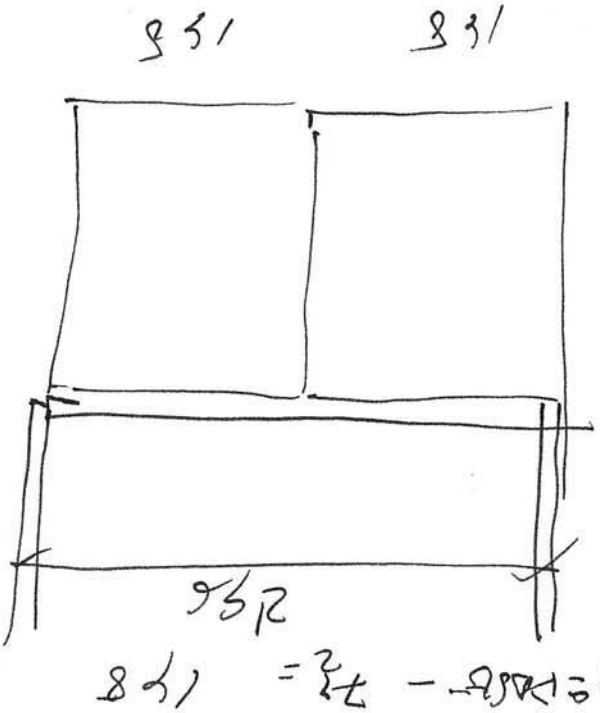

9"
7"
2"
1½"
12"

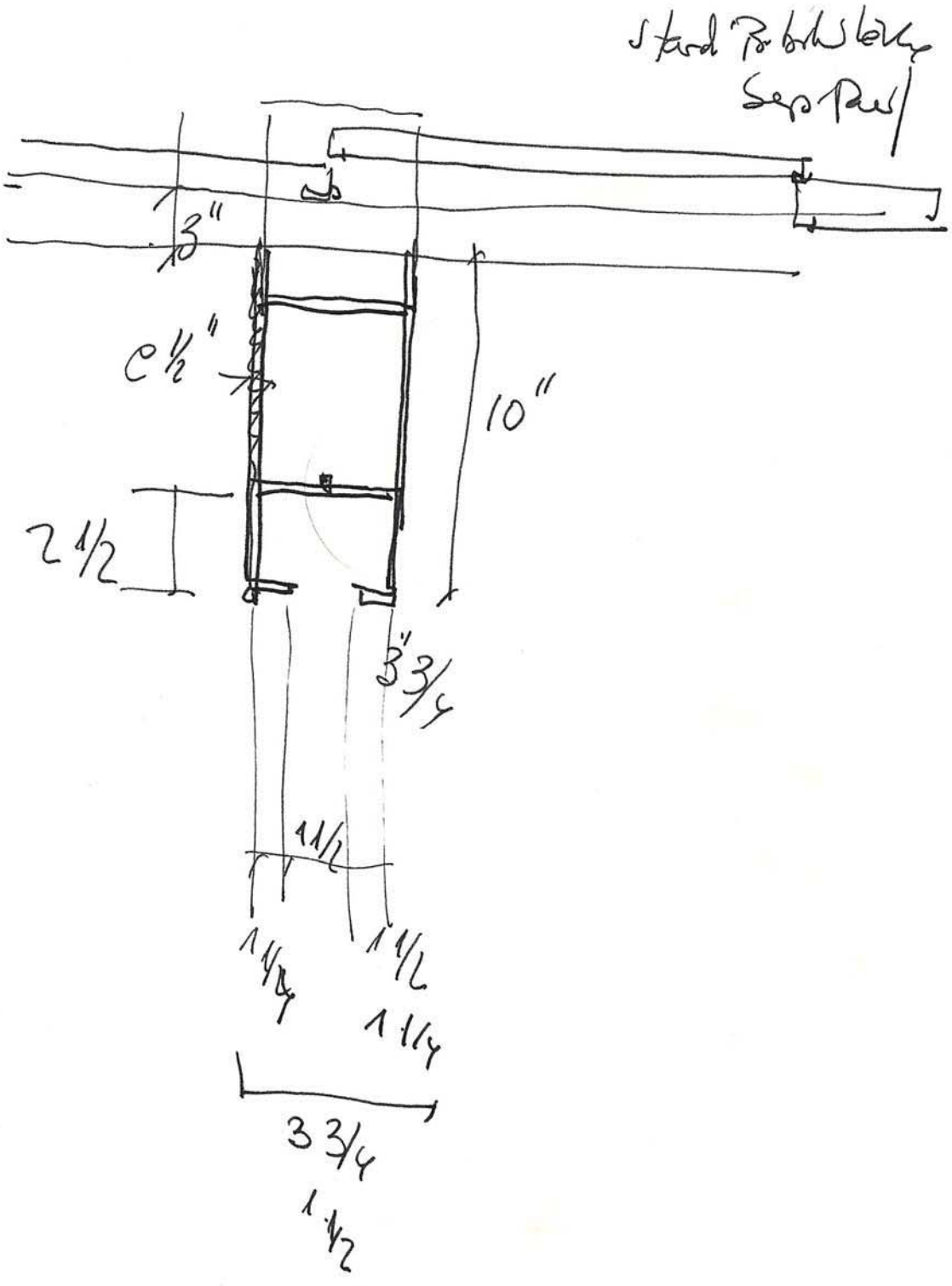


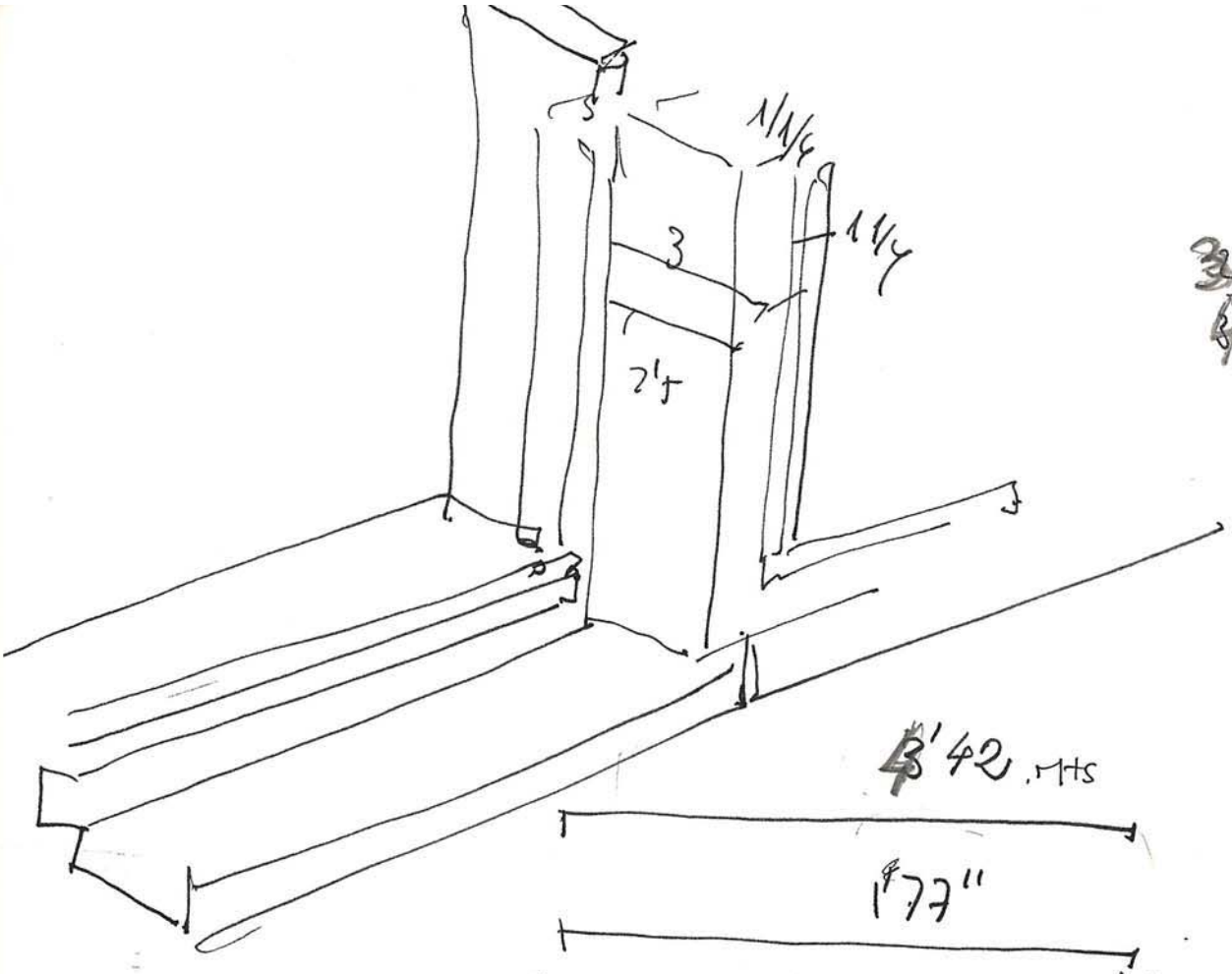


Modulo. 148"






3"
c ½"
10"
2 1/2
3" 3/4
1 1/2
1 1/4
1 1/4
1 1/4
3 3/4
1 1/2

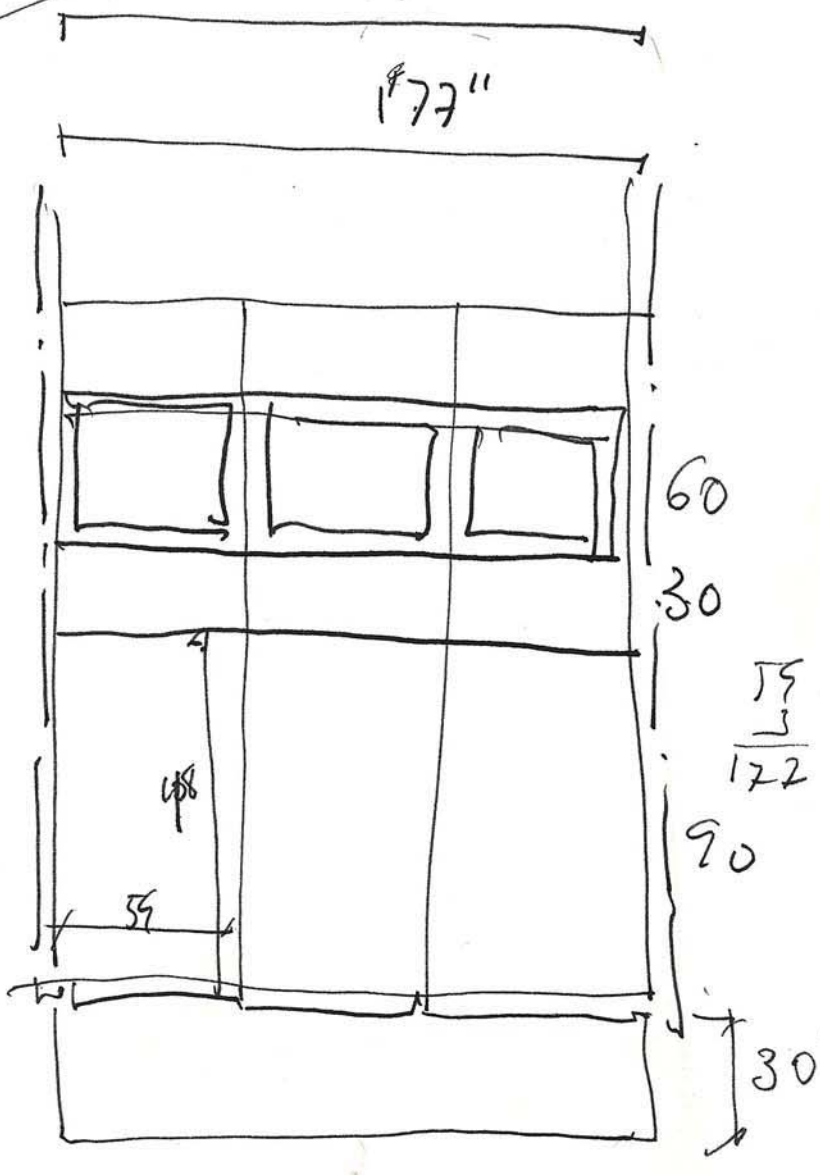


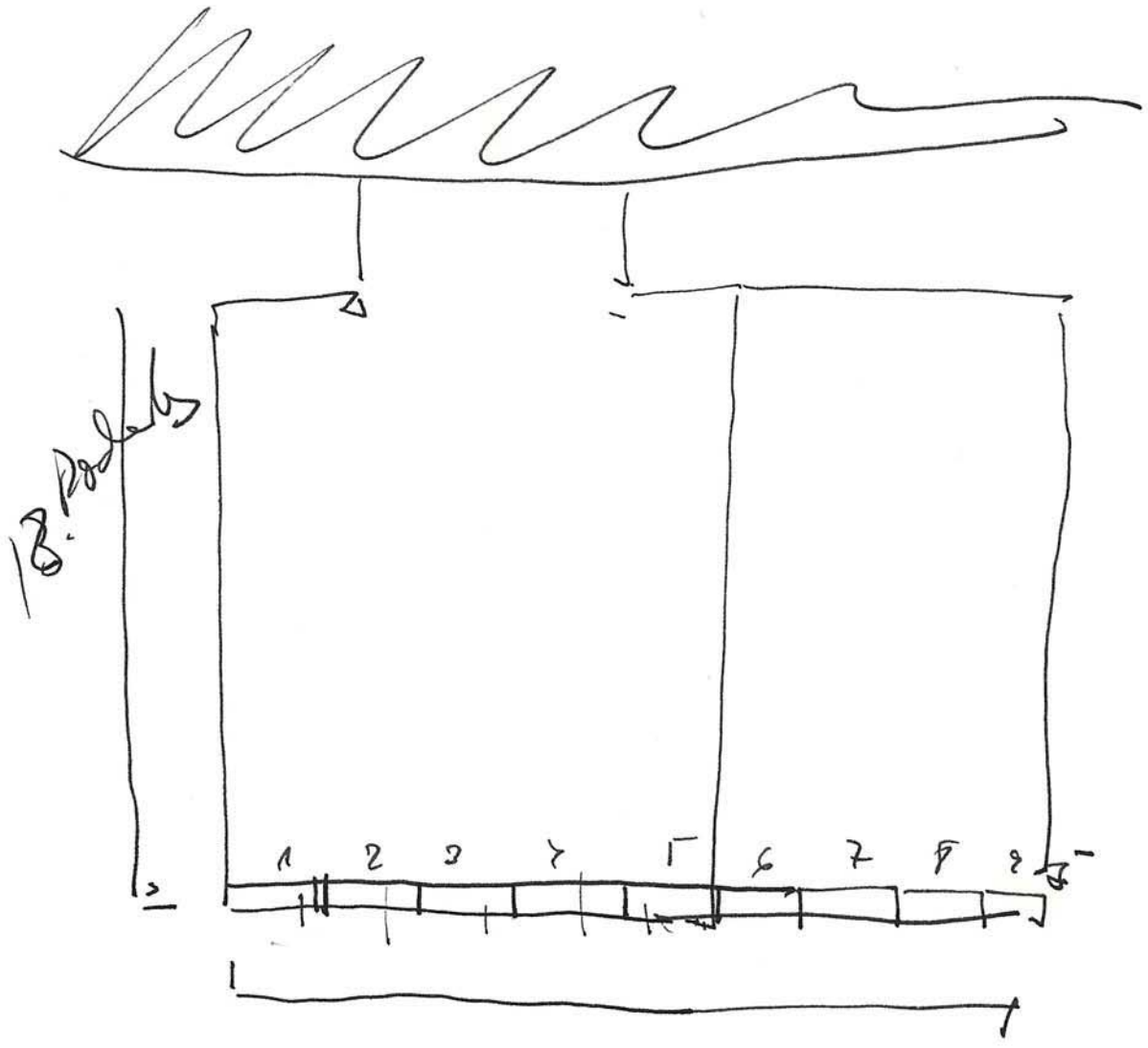
127
2'5
88
56
62

3'42 .MHS

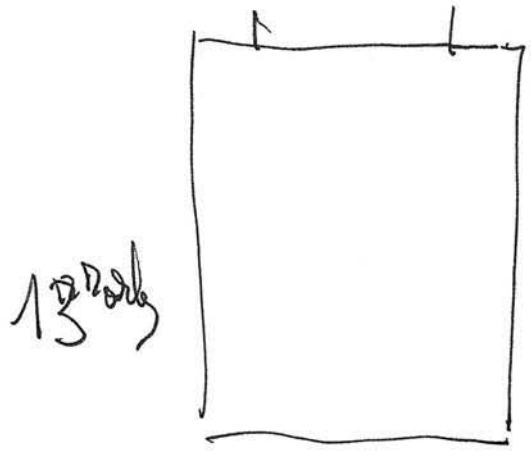
1'77"

Podwba 59"

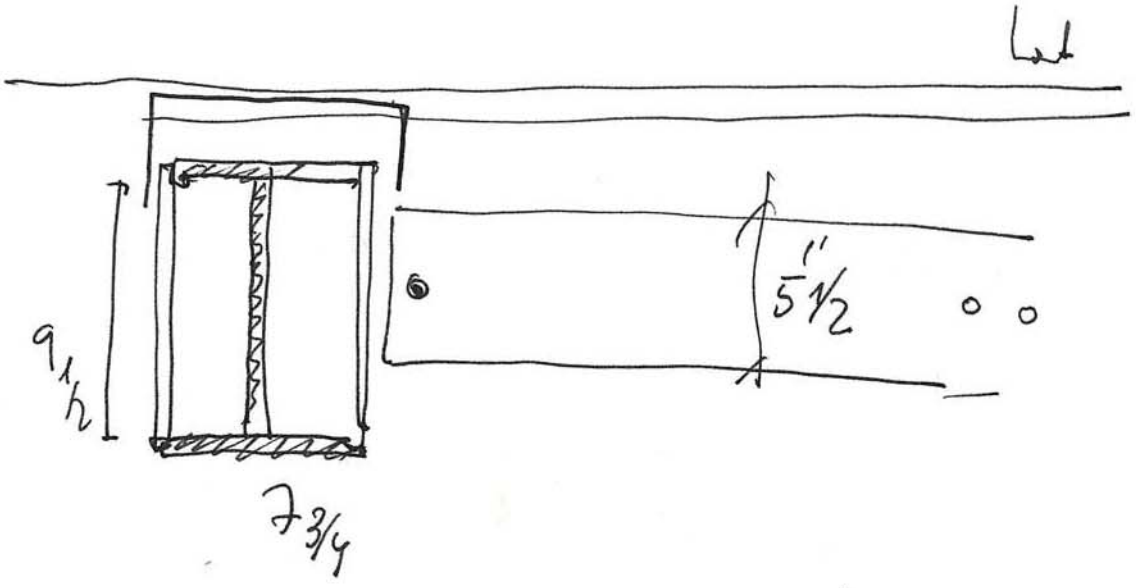


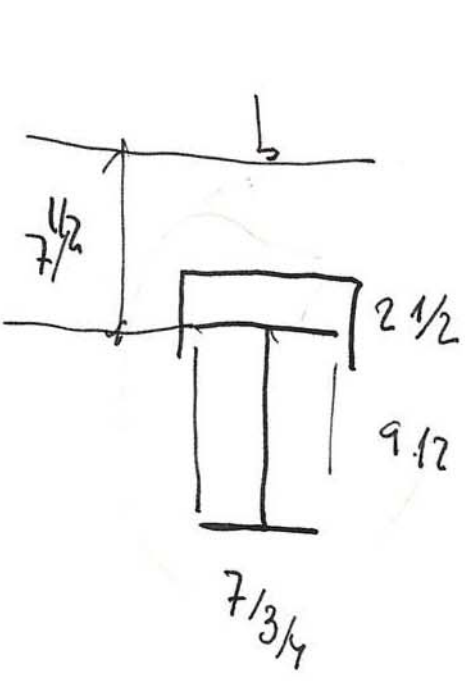


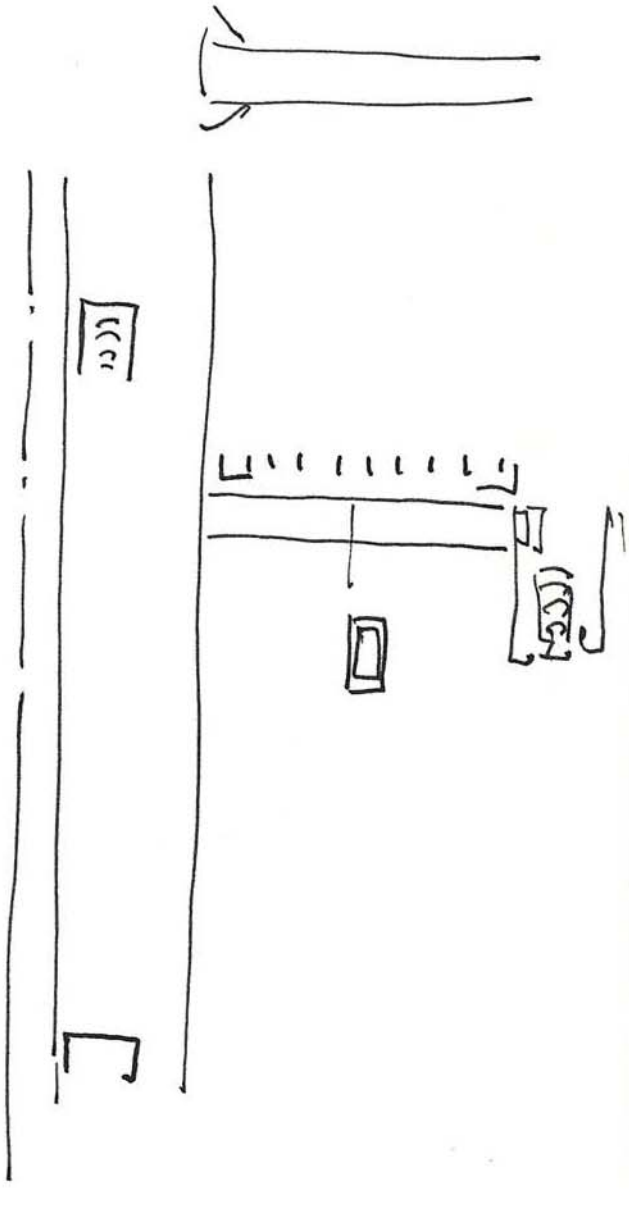
9. Rodruks. 3'97.

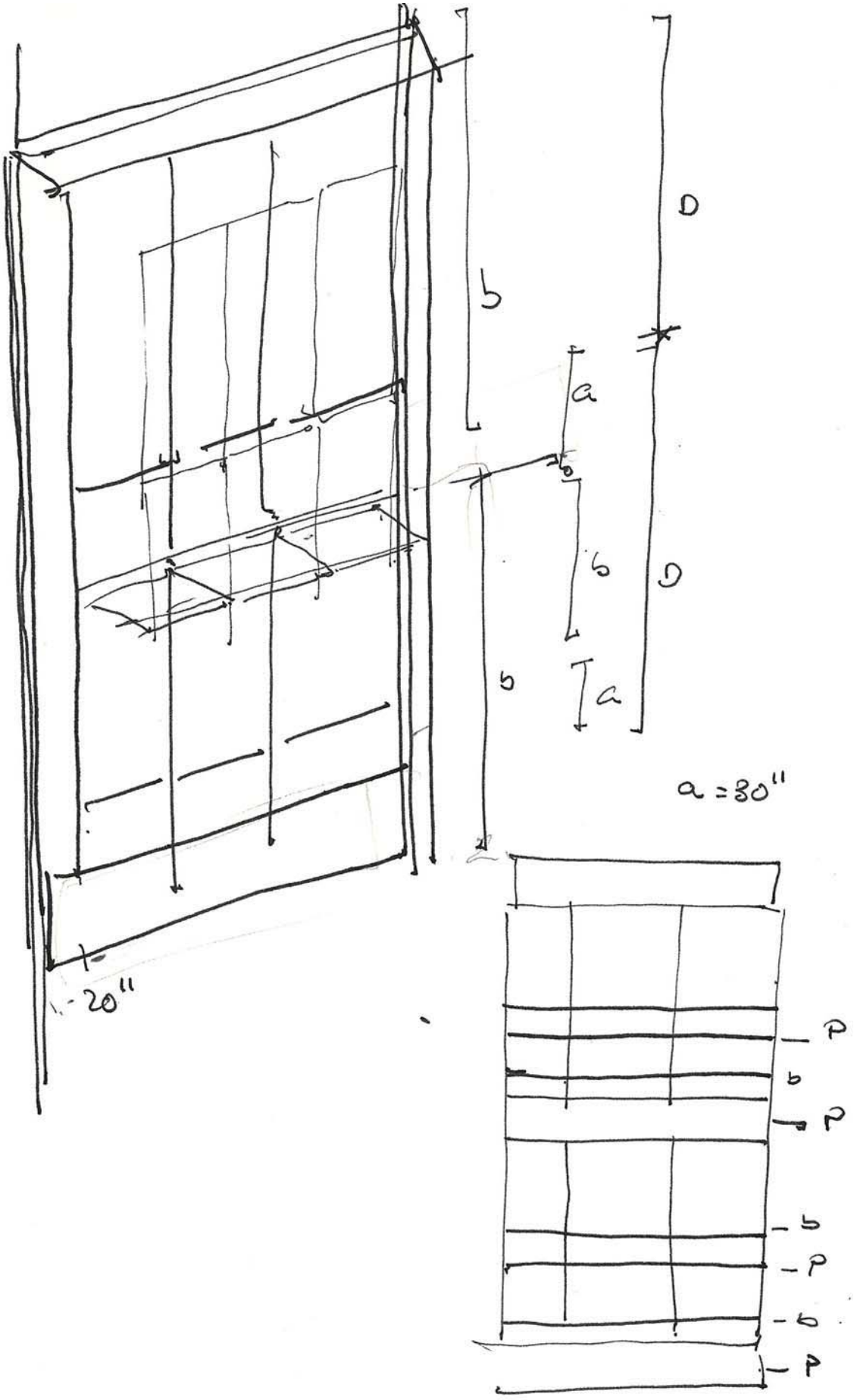


9. Rodruks


9 1/2
7 3/4
5 1/2

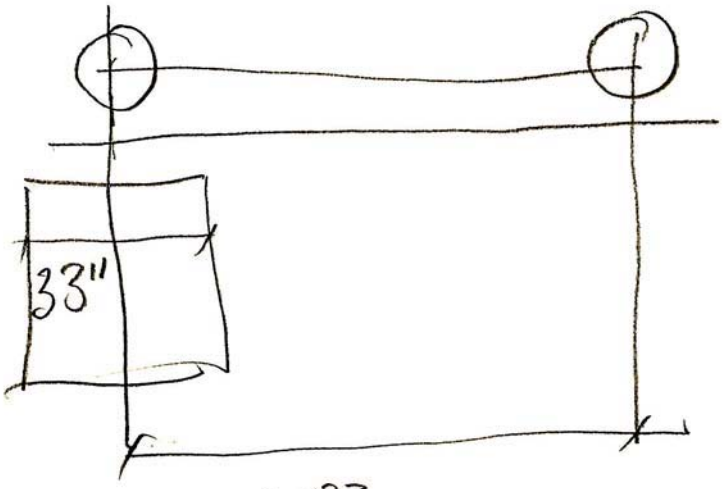

7 1/2
2 1/2
9 1/2
7 3/4





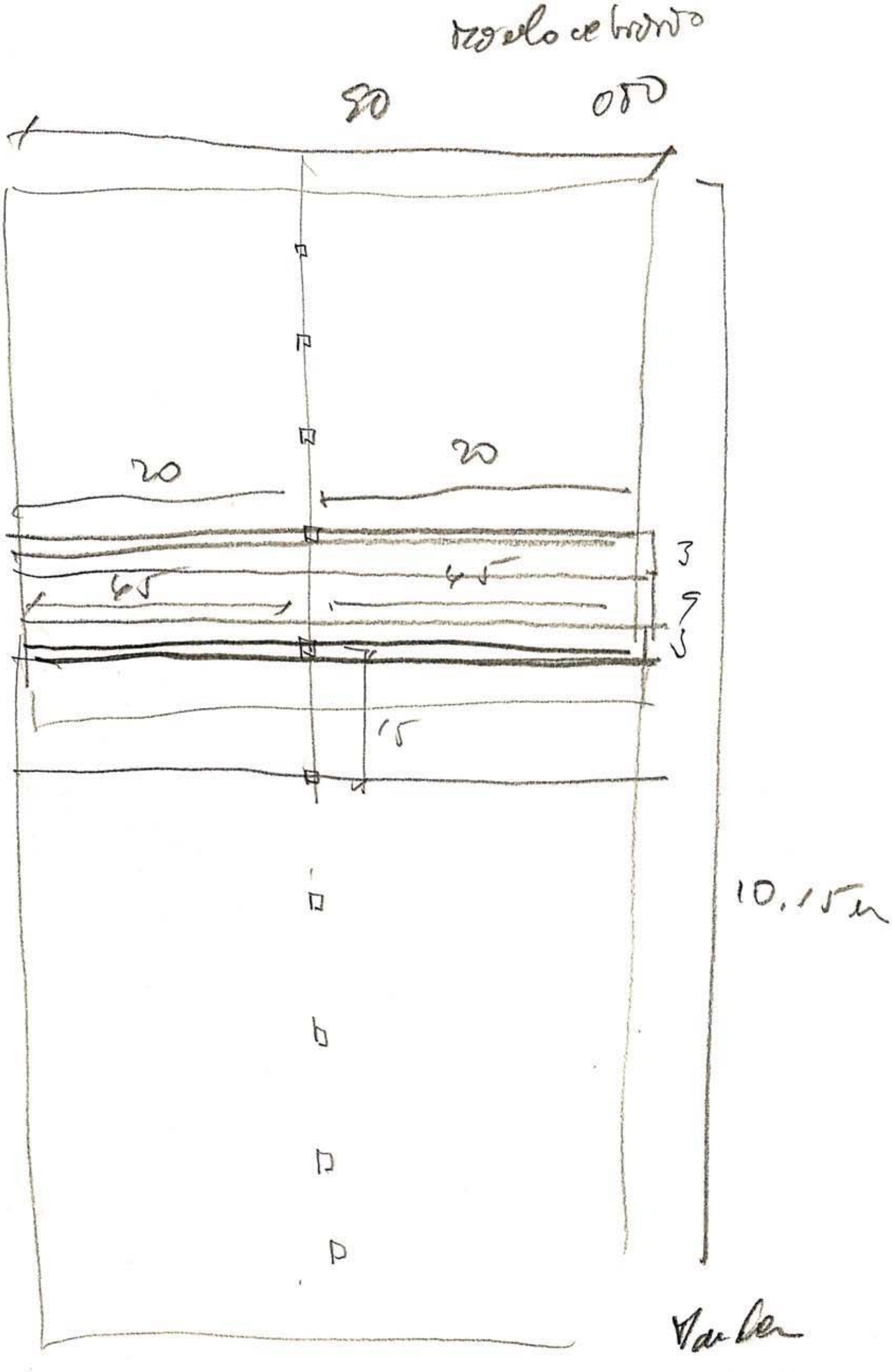
Thesis 28-7-2011

Tokyo

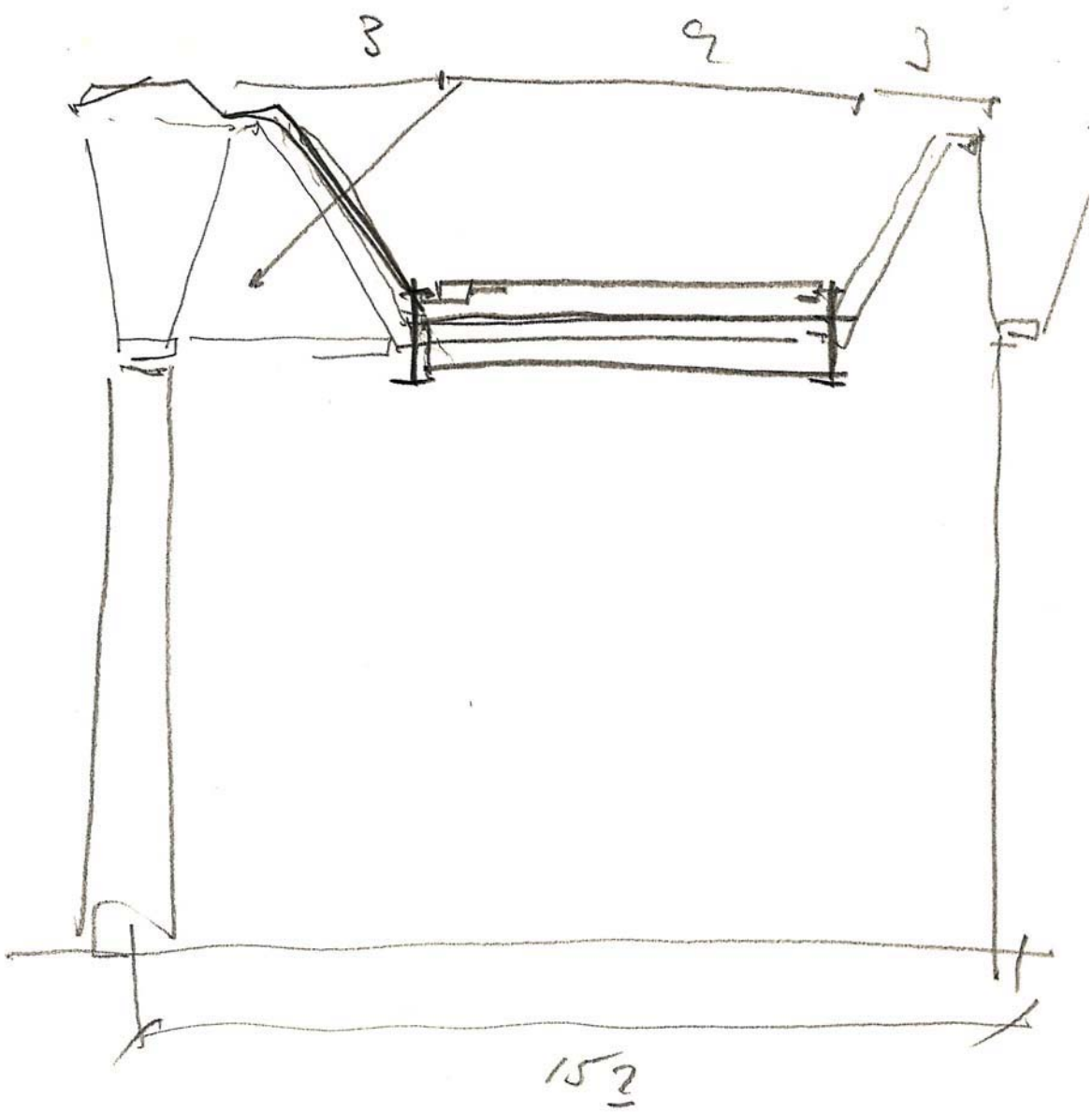


198"

PREI OTTO
BIRKHÄUSER
ARCHITEKTUR DENKEN IN RAUM- UND ZEIT



80
20
20
3
45
45
15
10.15m

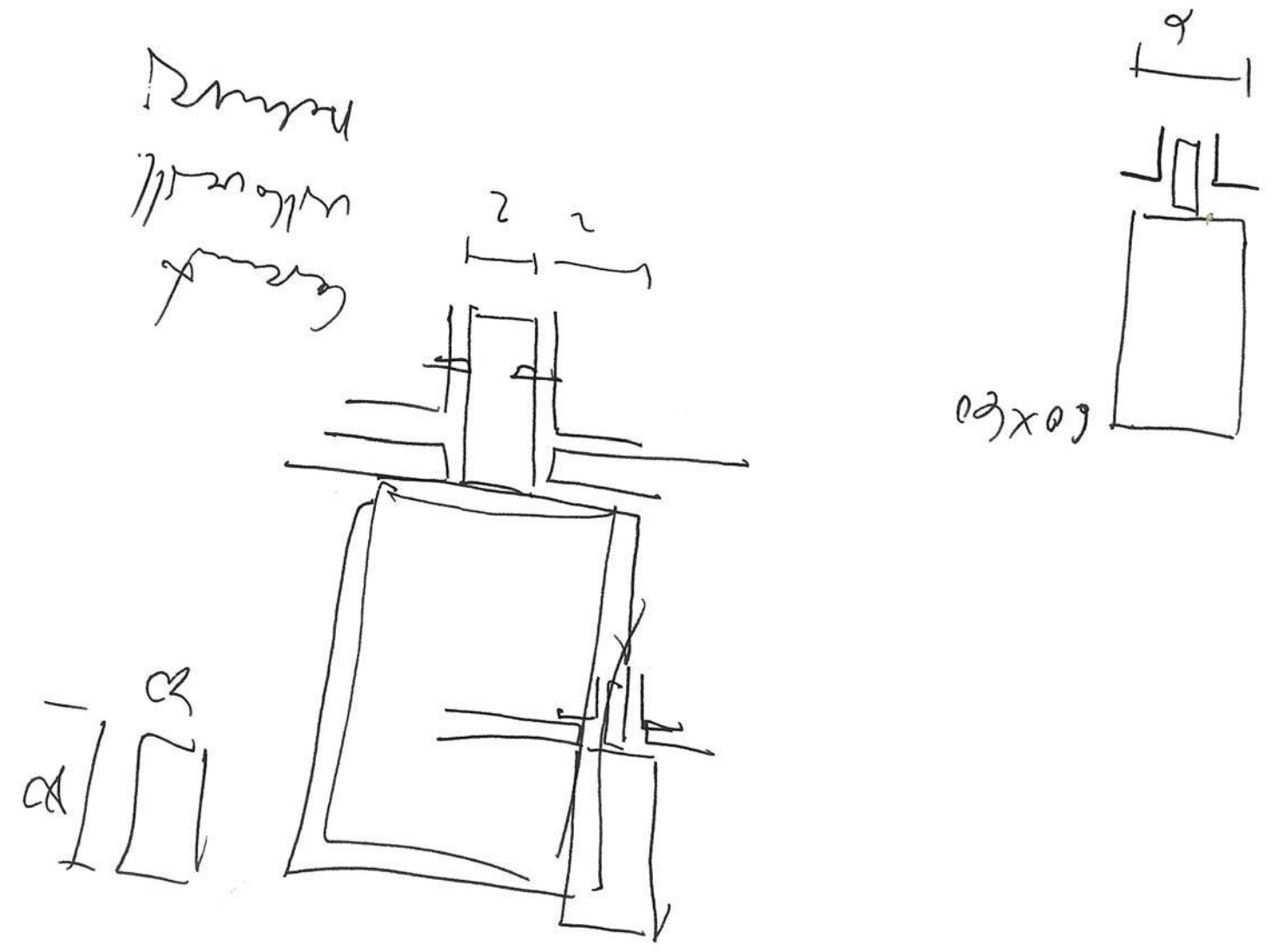

3
4
3
15 ?

Apuntes

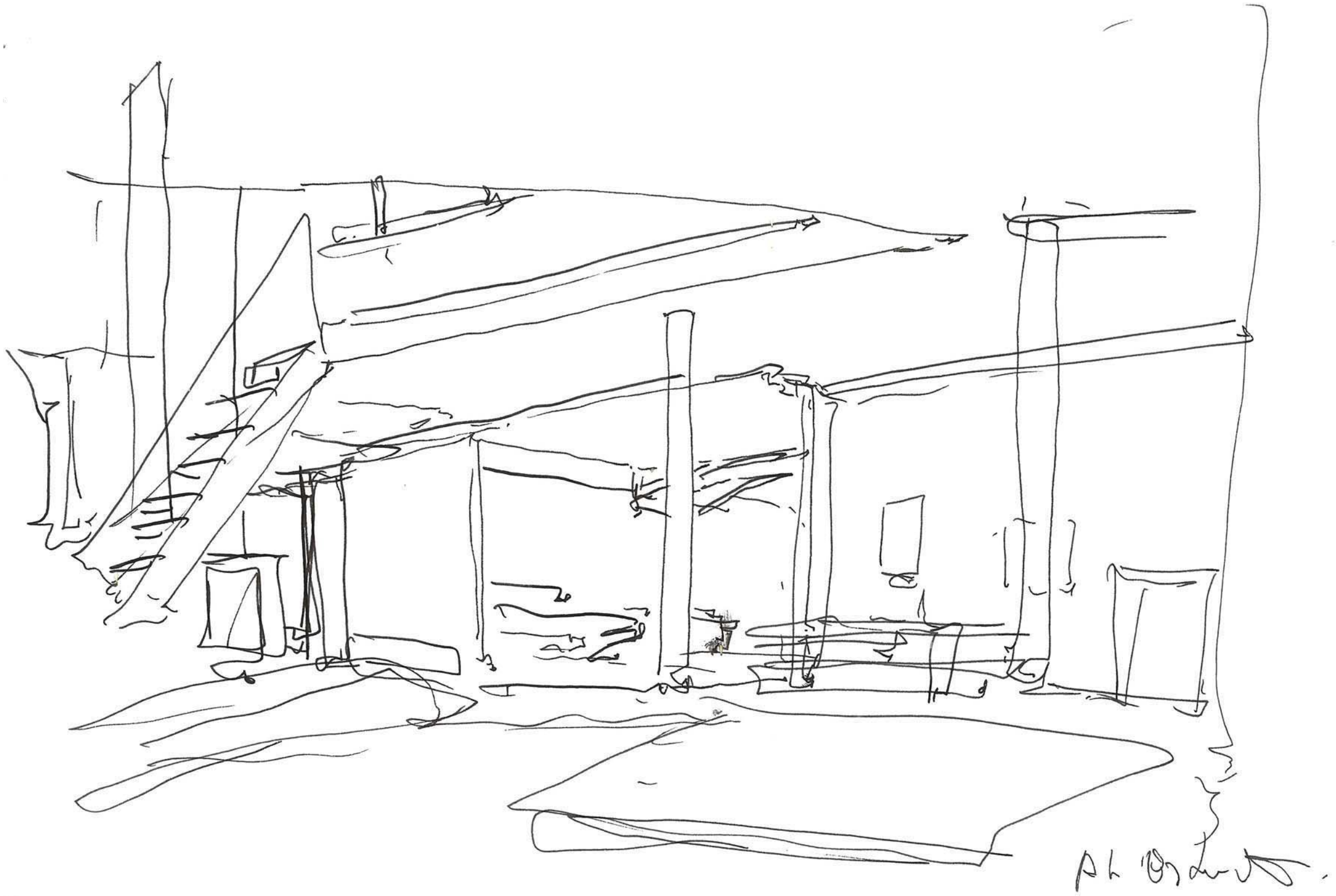
Construcción Finlandesa

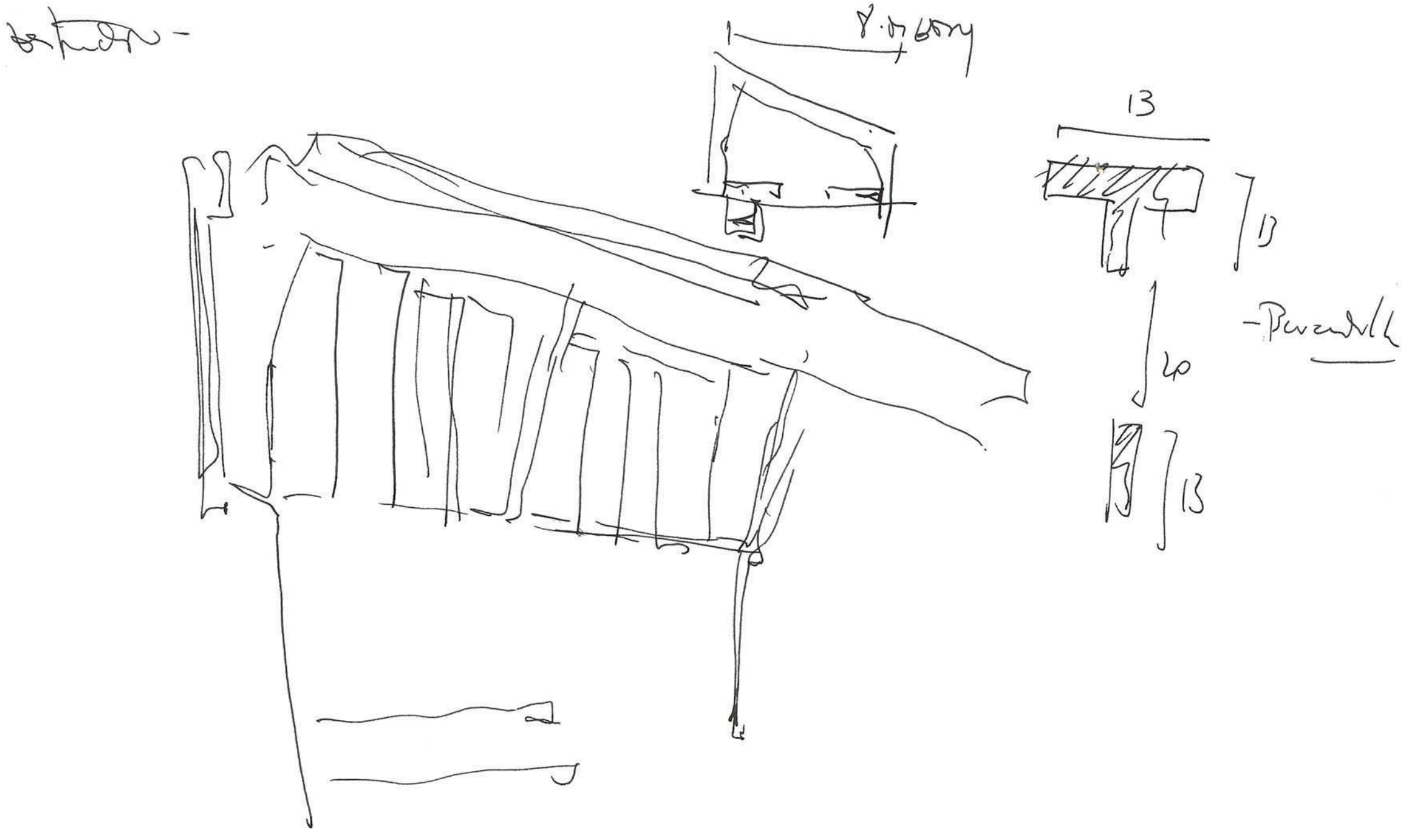
[illegible].
22-7-2008 / 1-8-2008.

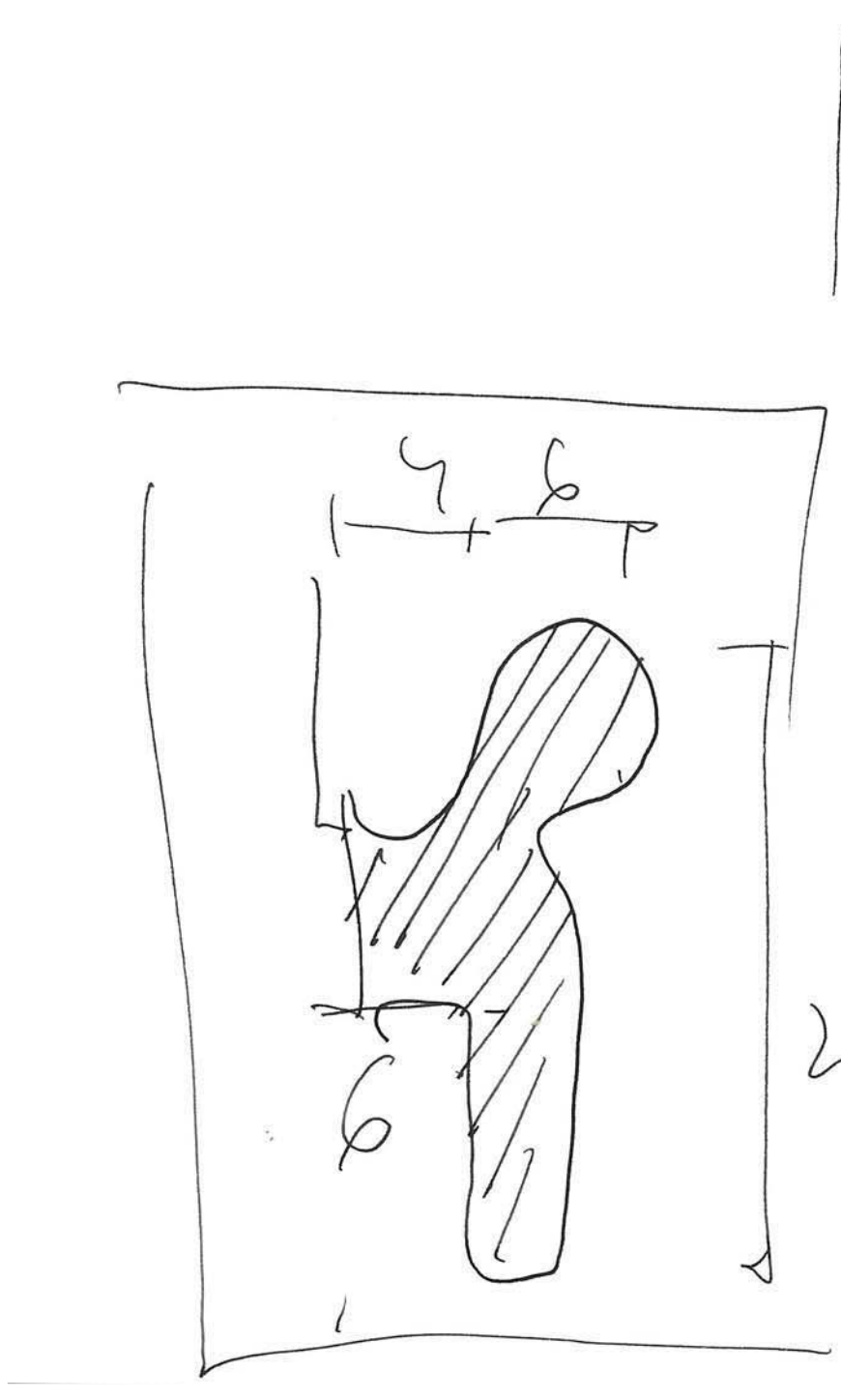
[illegible]

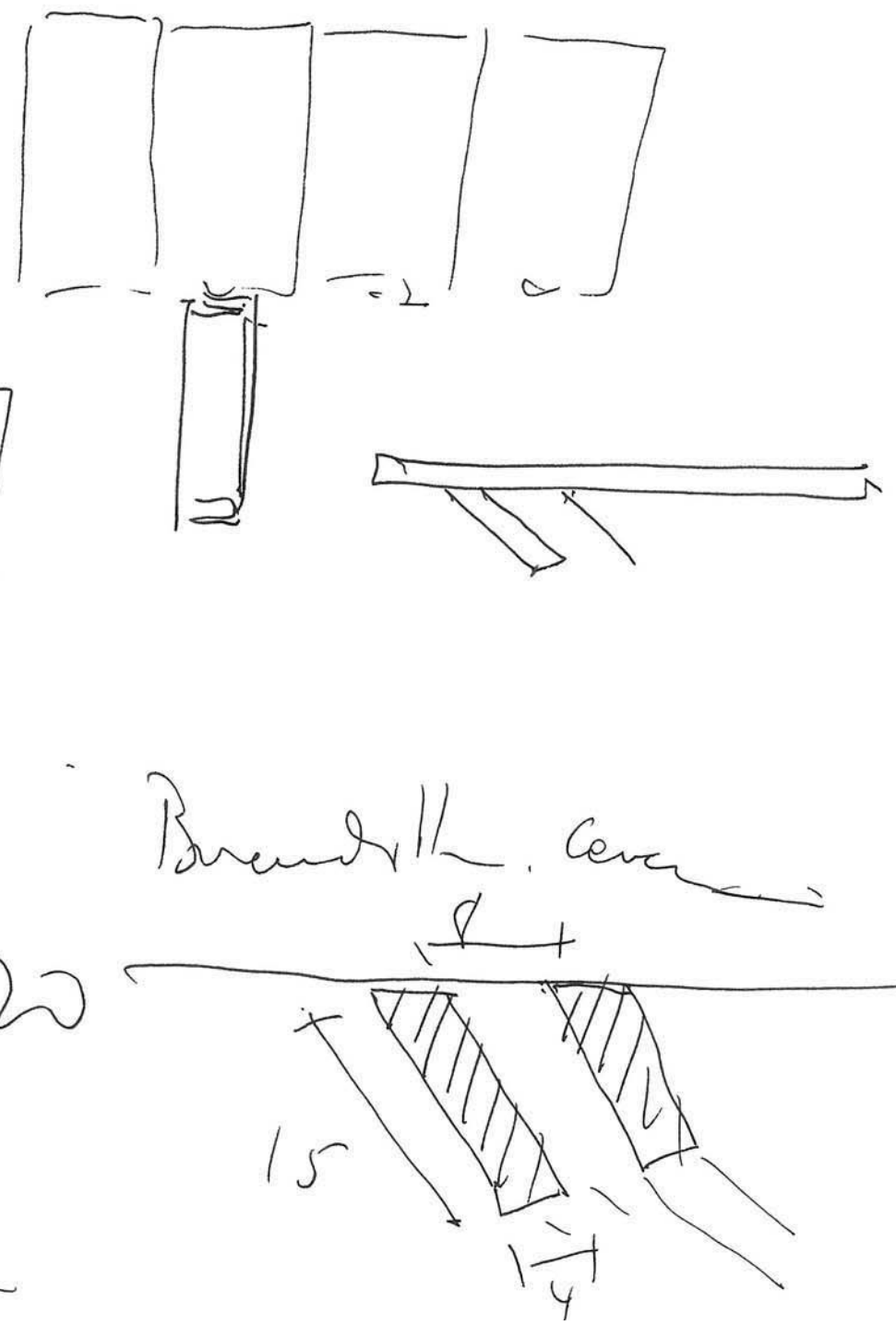


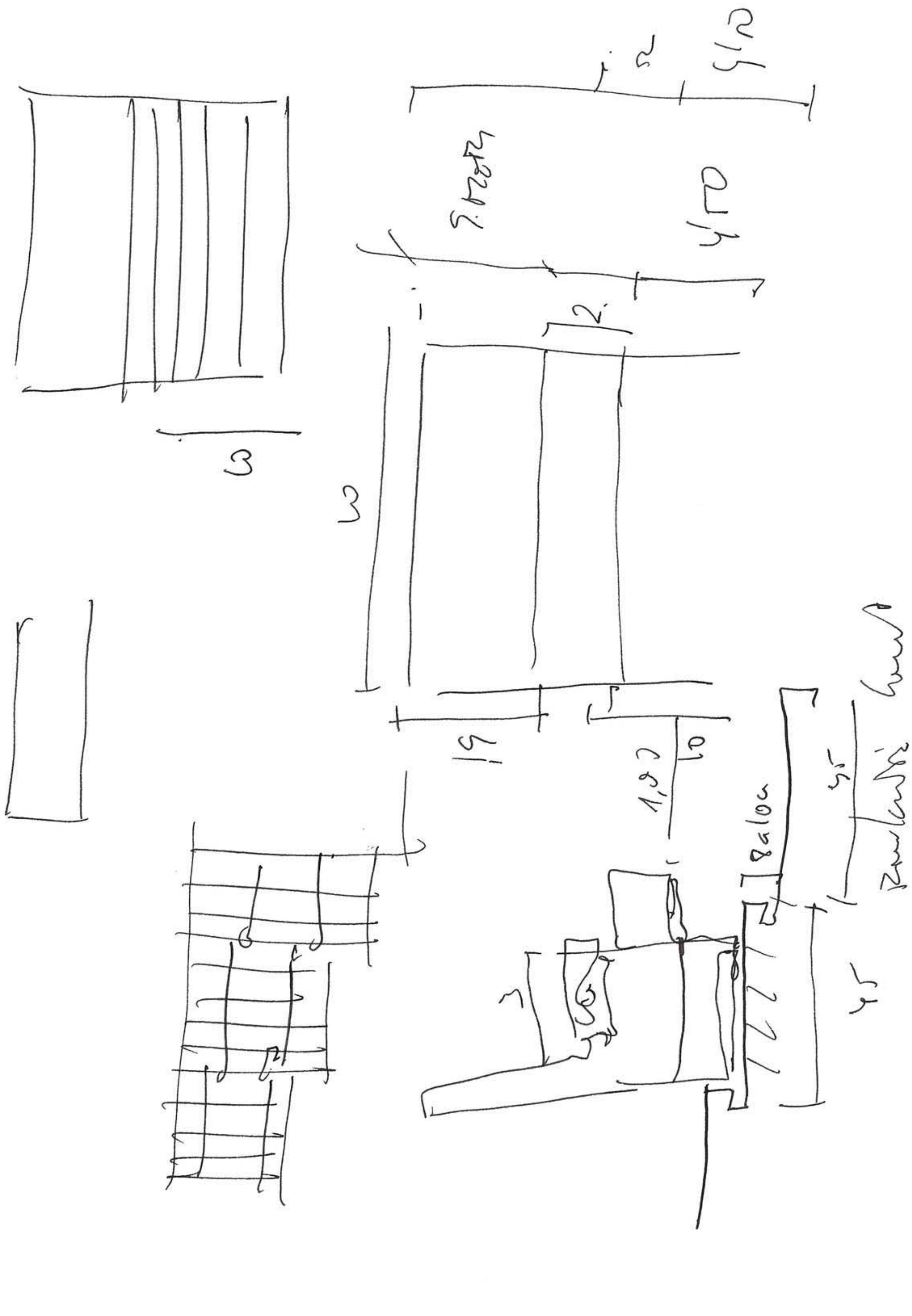
Casa Abreu Barbosa
24-7-2008 Pelotas

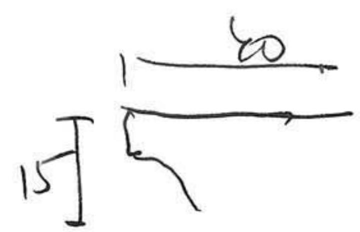


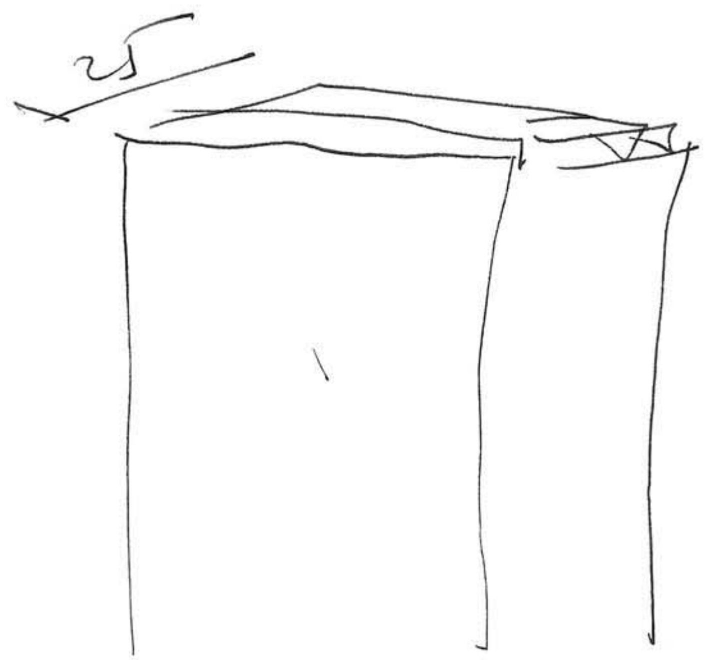

13
13
20
13
13


6
6
6
20
1

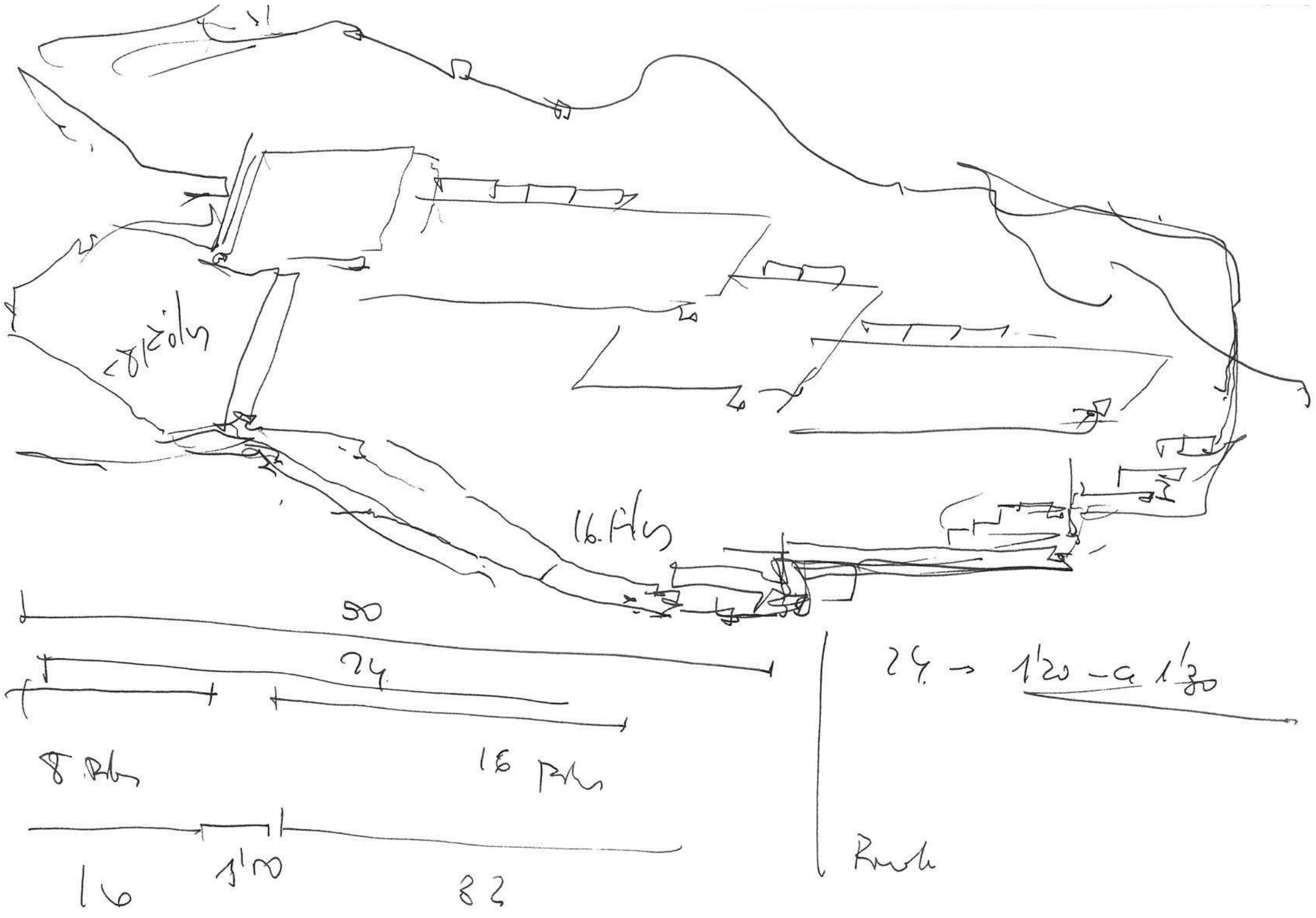

8
15
1 1/4

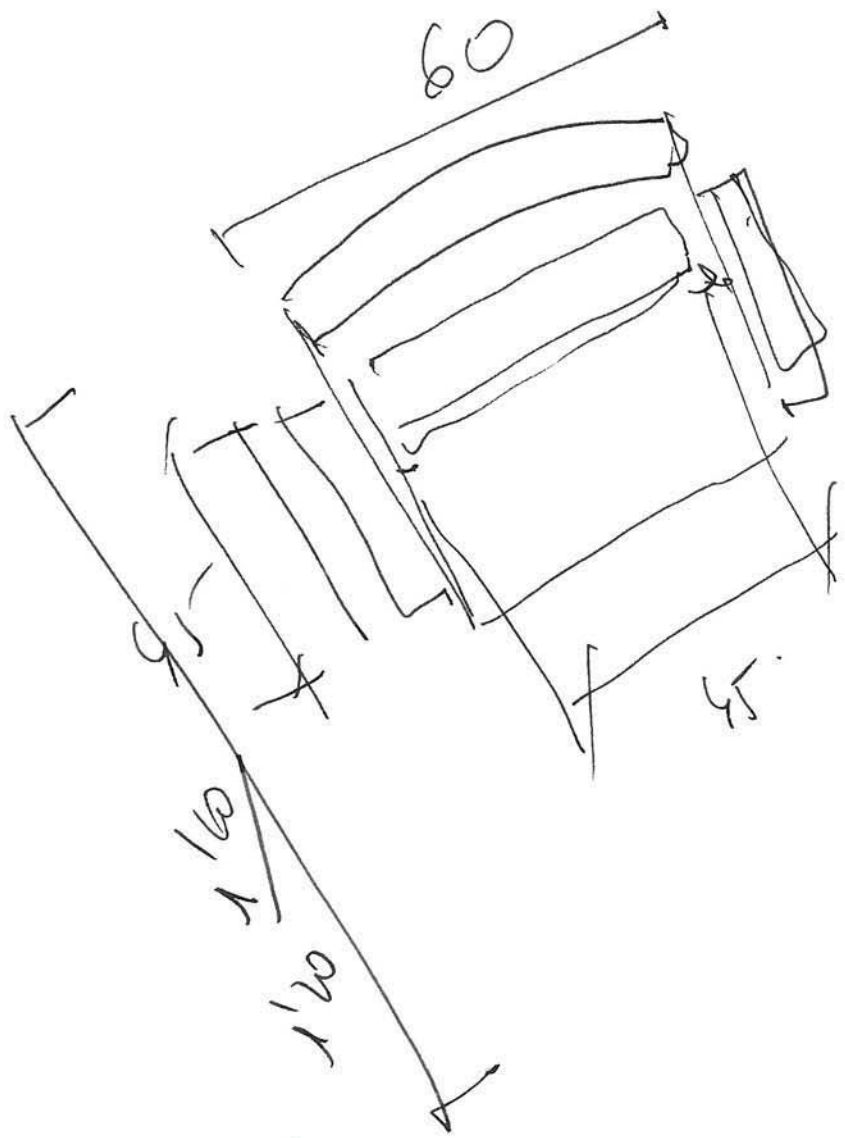


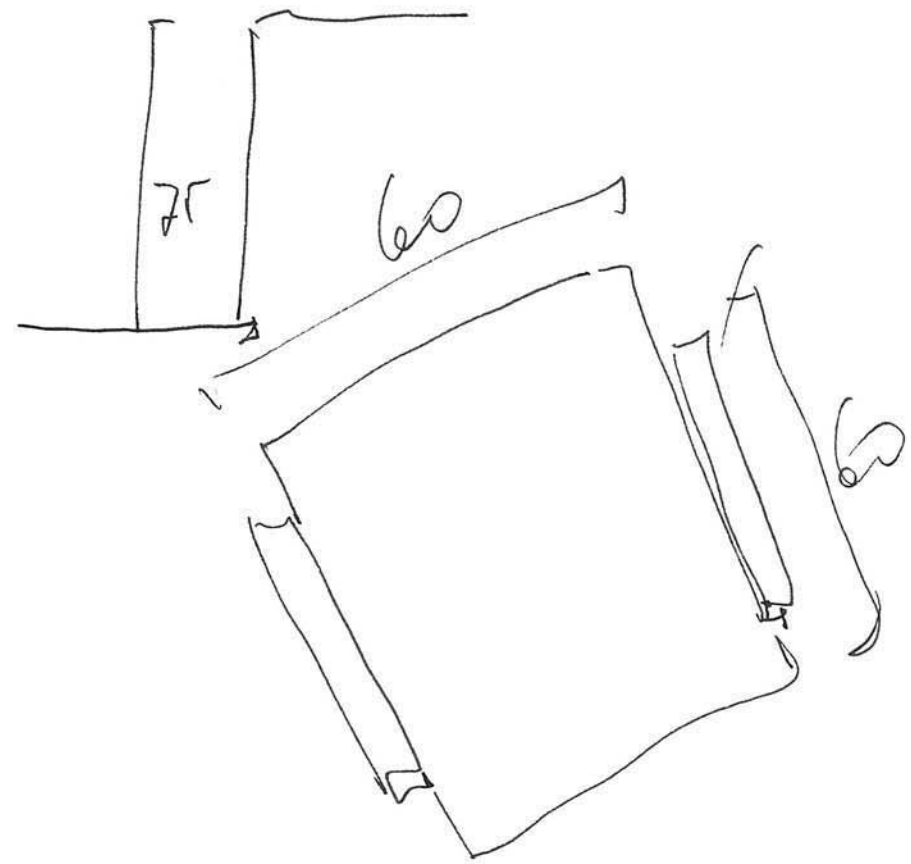

60
15

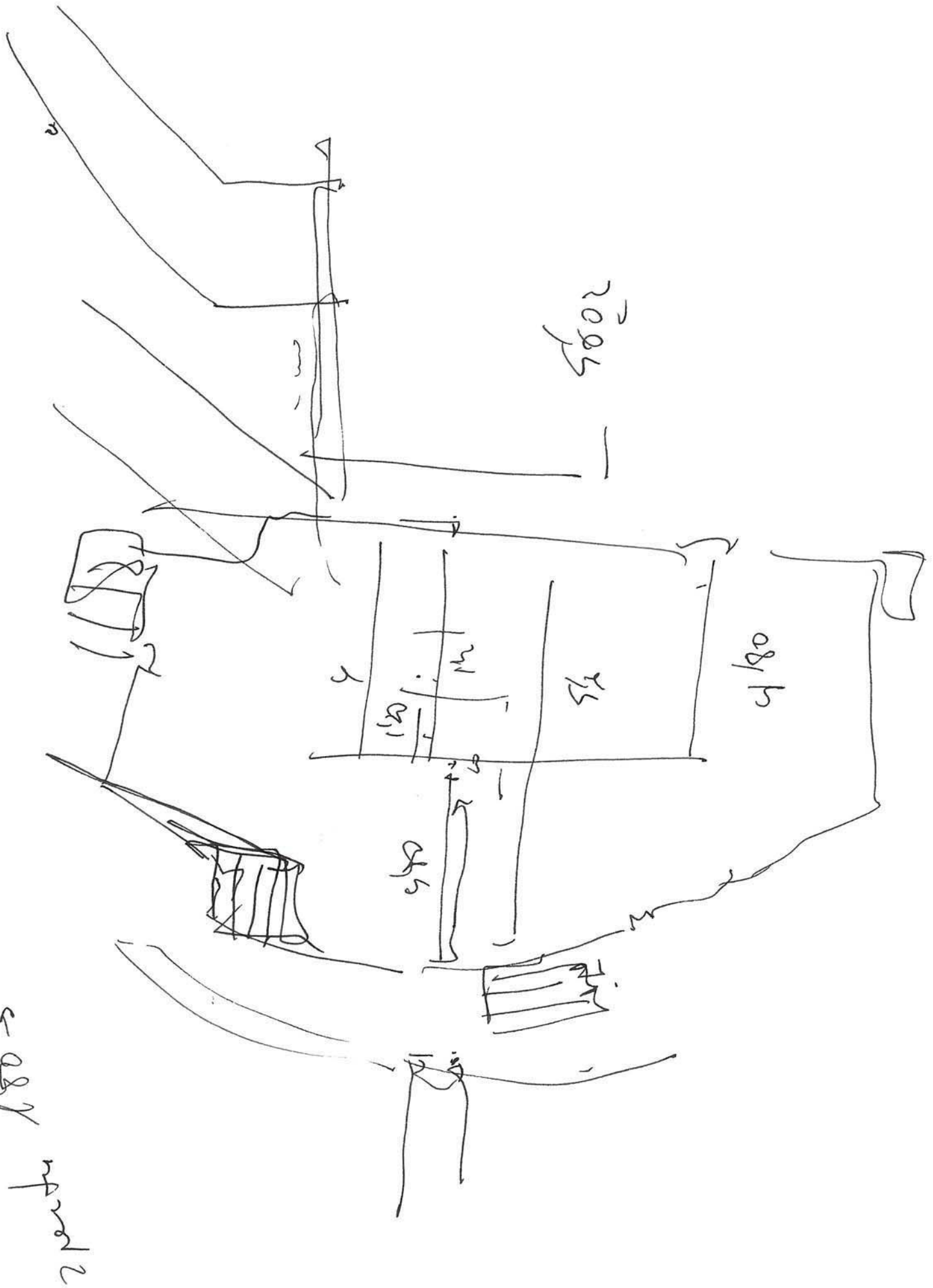

25

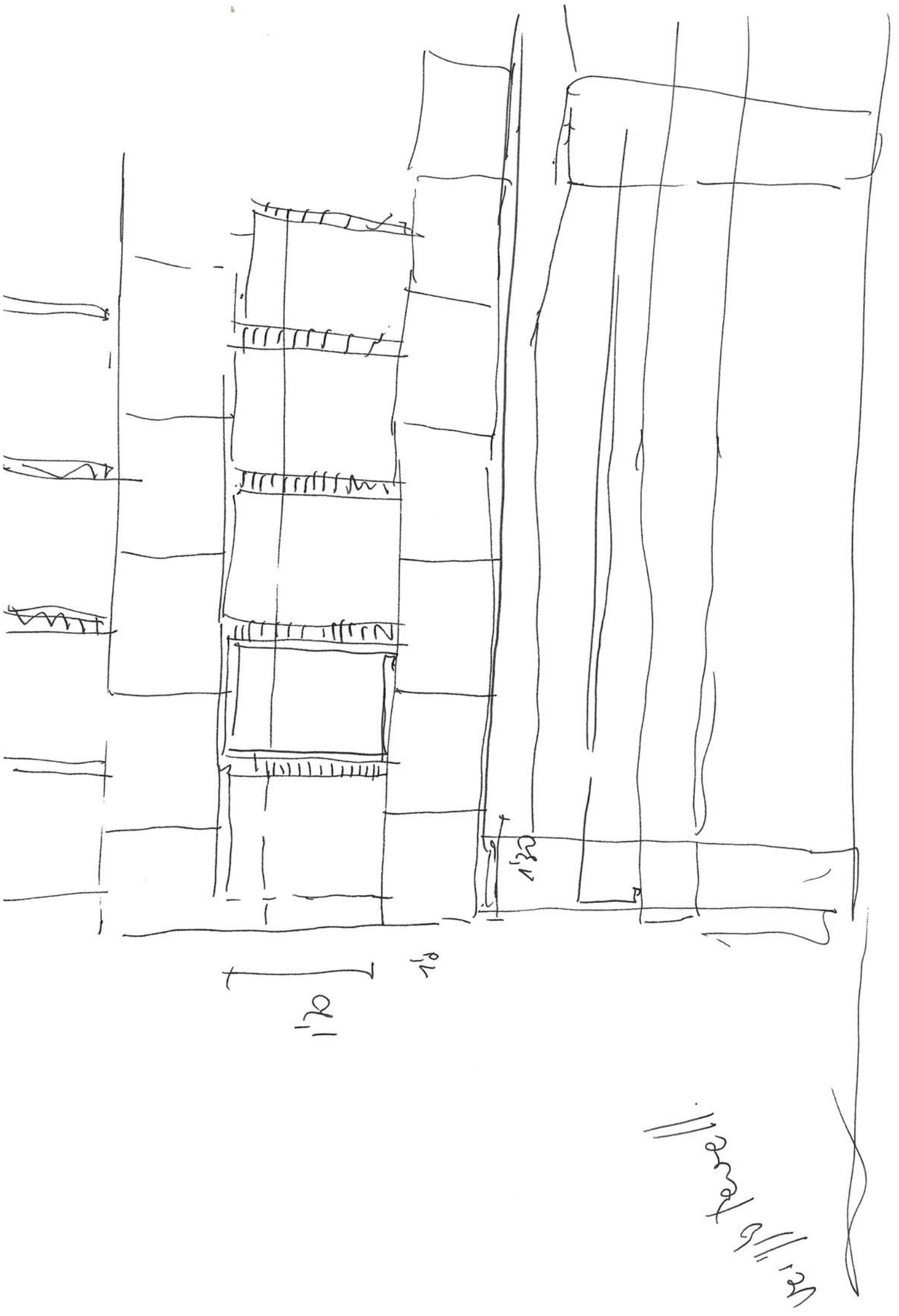
85

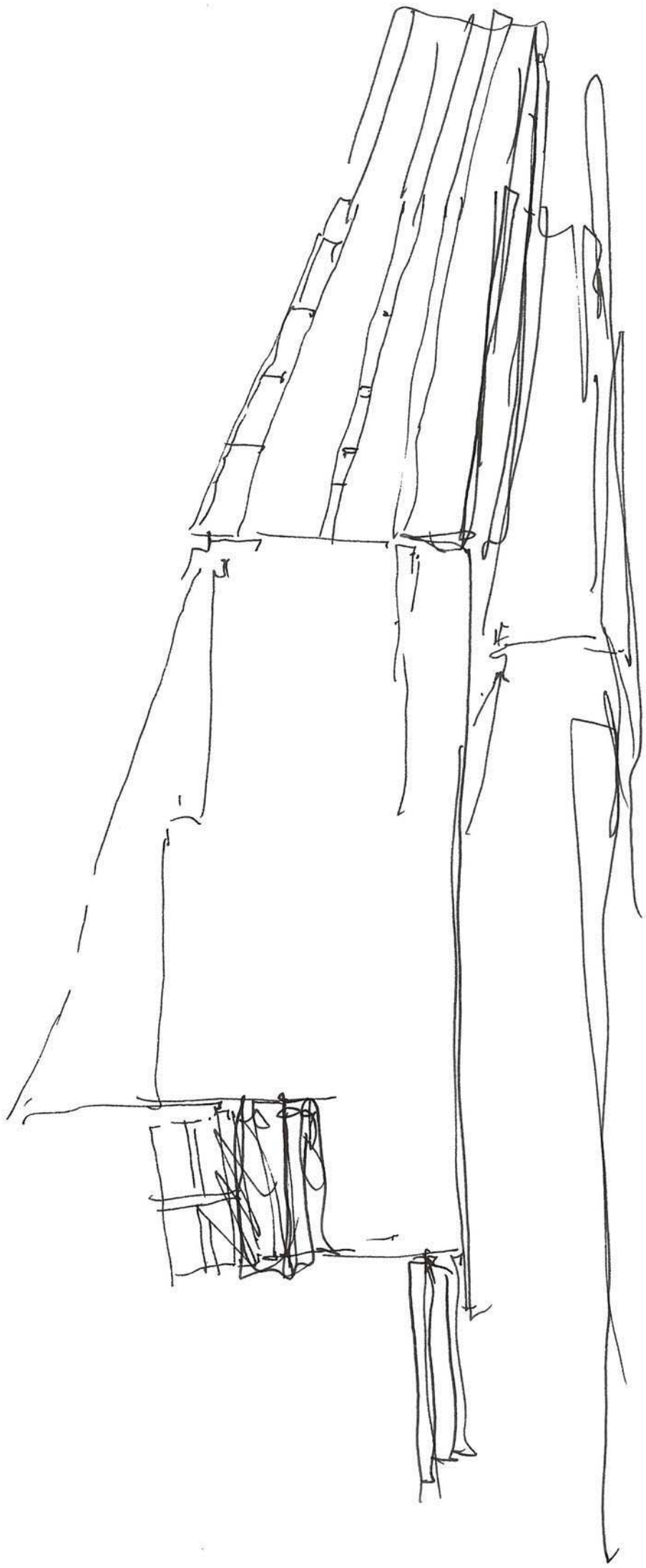

16.Pks
50
24
8 Pks
16 Pks
16
1'00
82
24 → 1'20 - a 1'30
Ruth

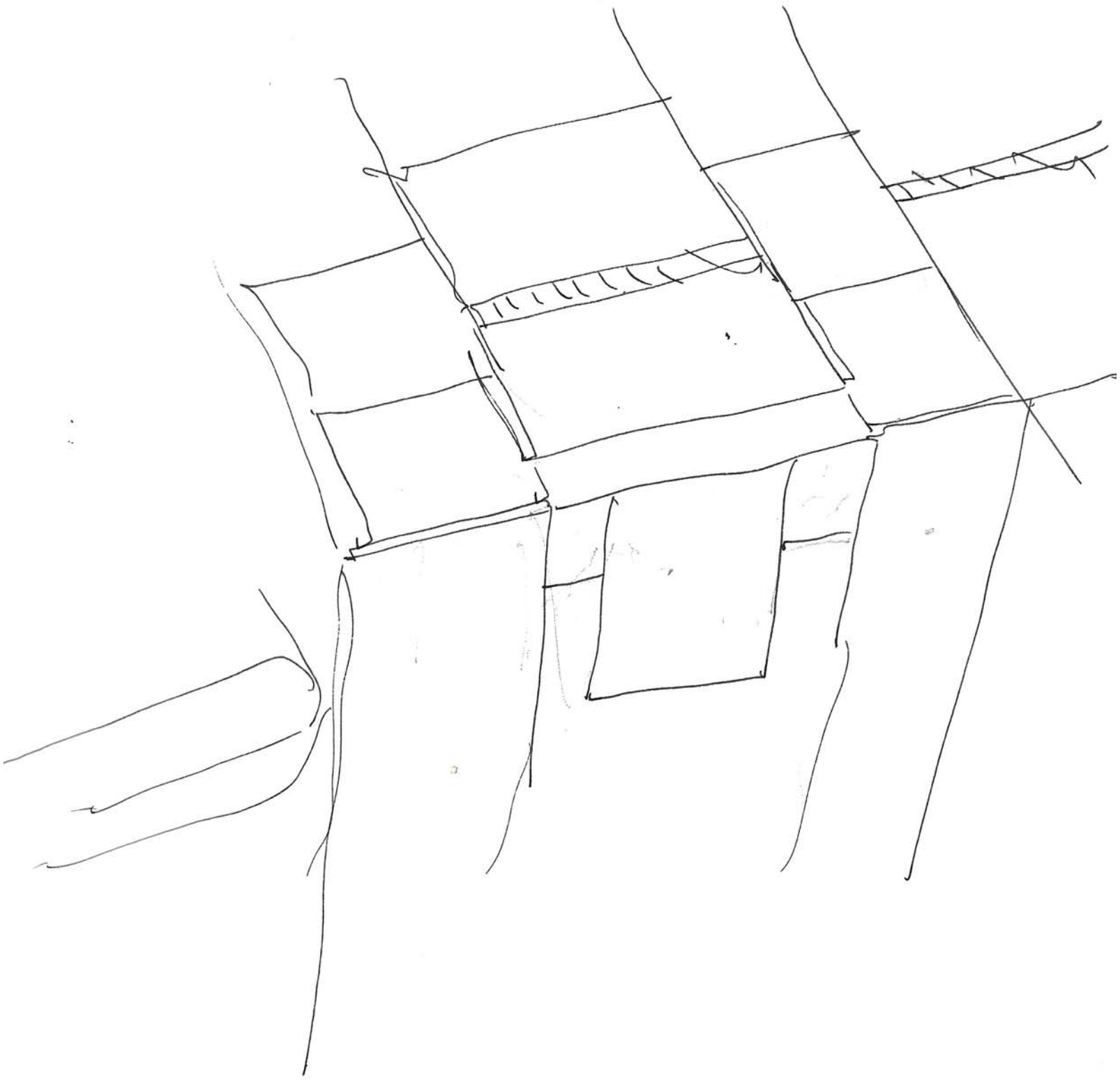

60
45
45
45
1'6
1'6

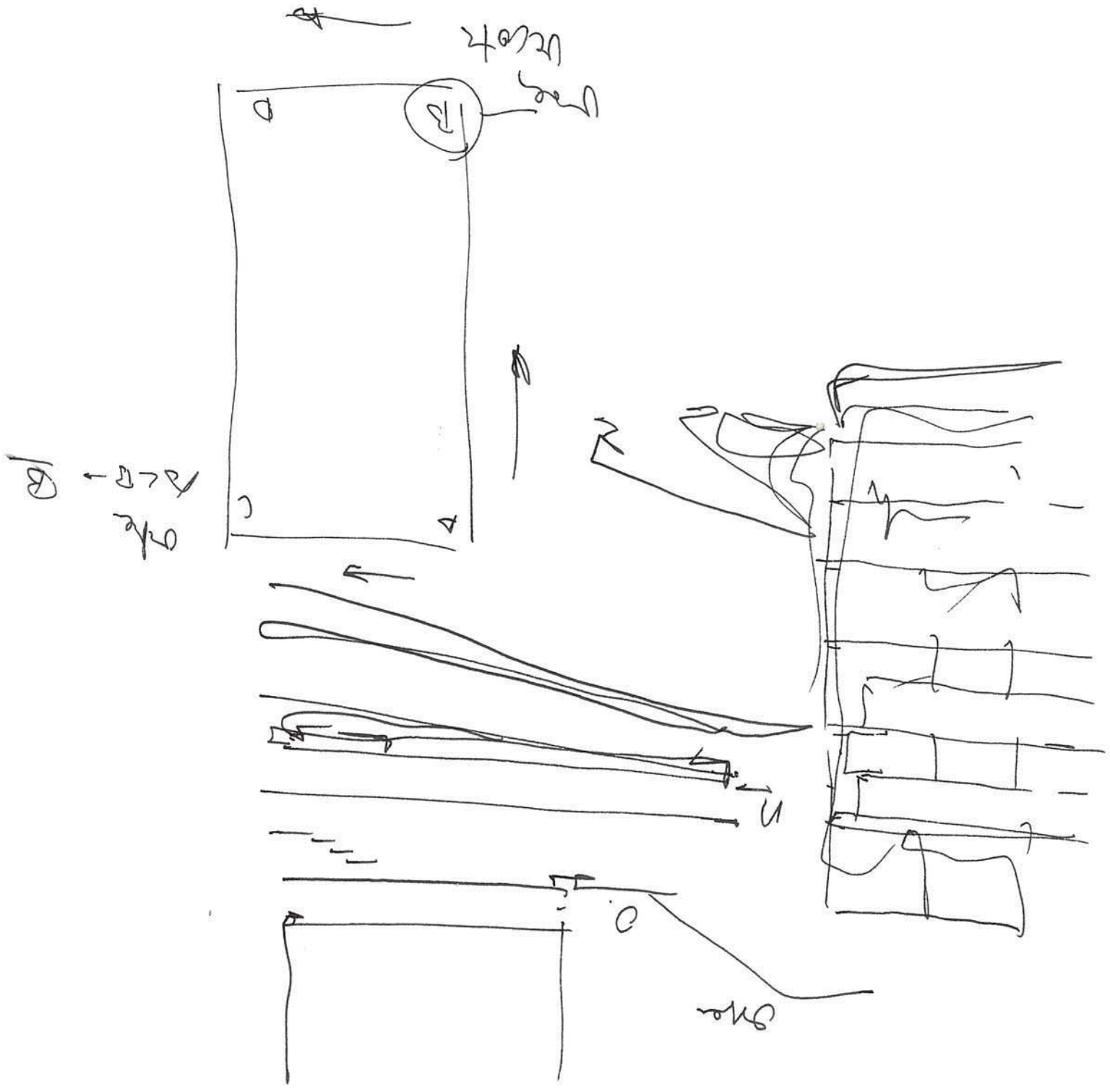

75
60
6

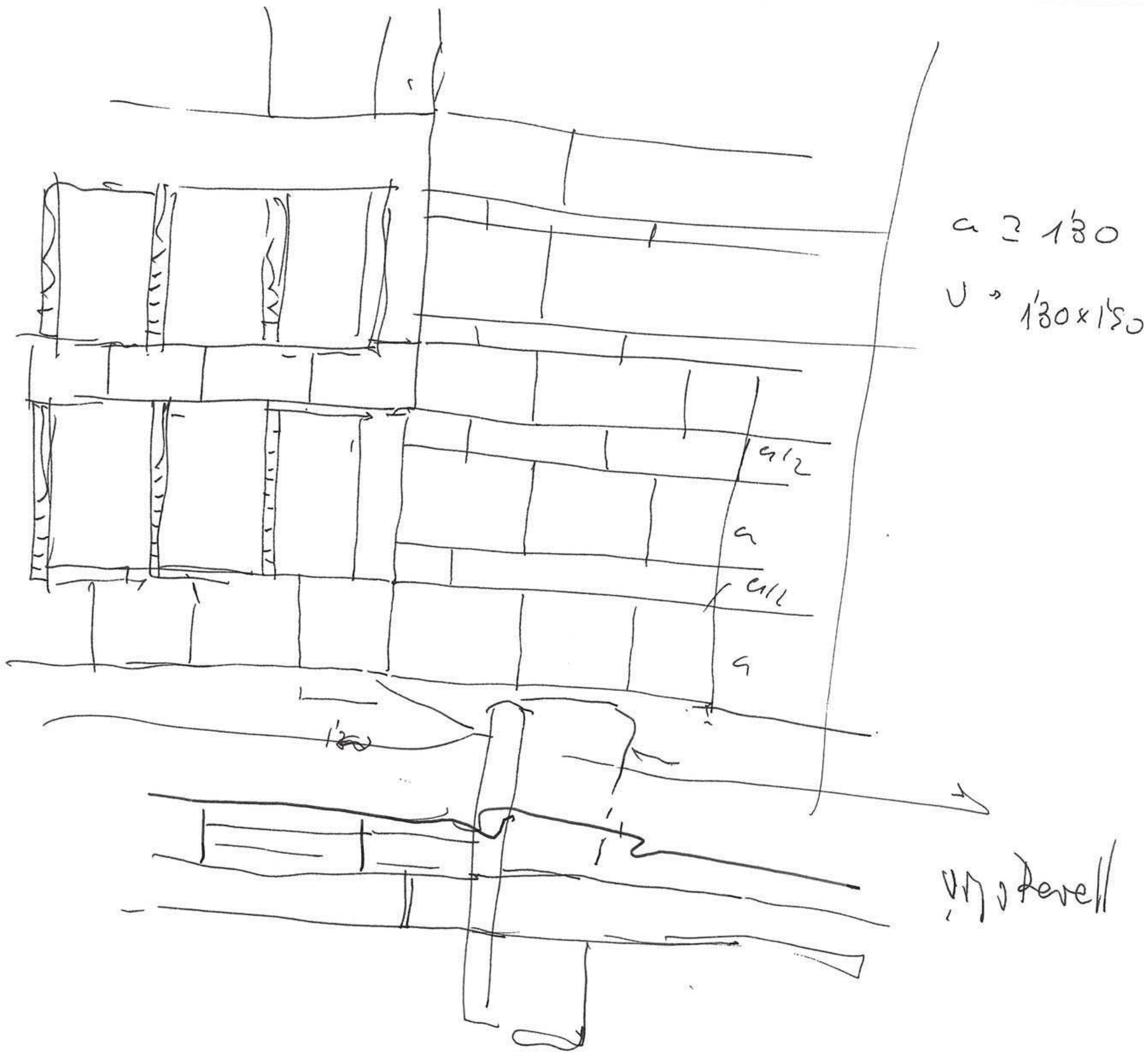


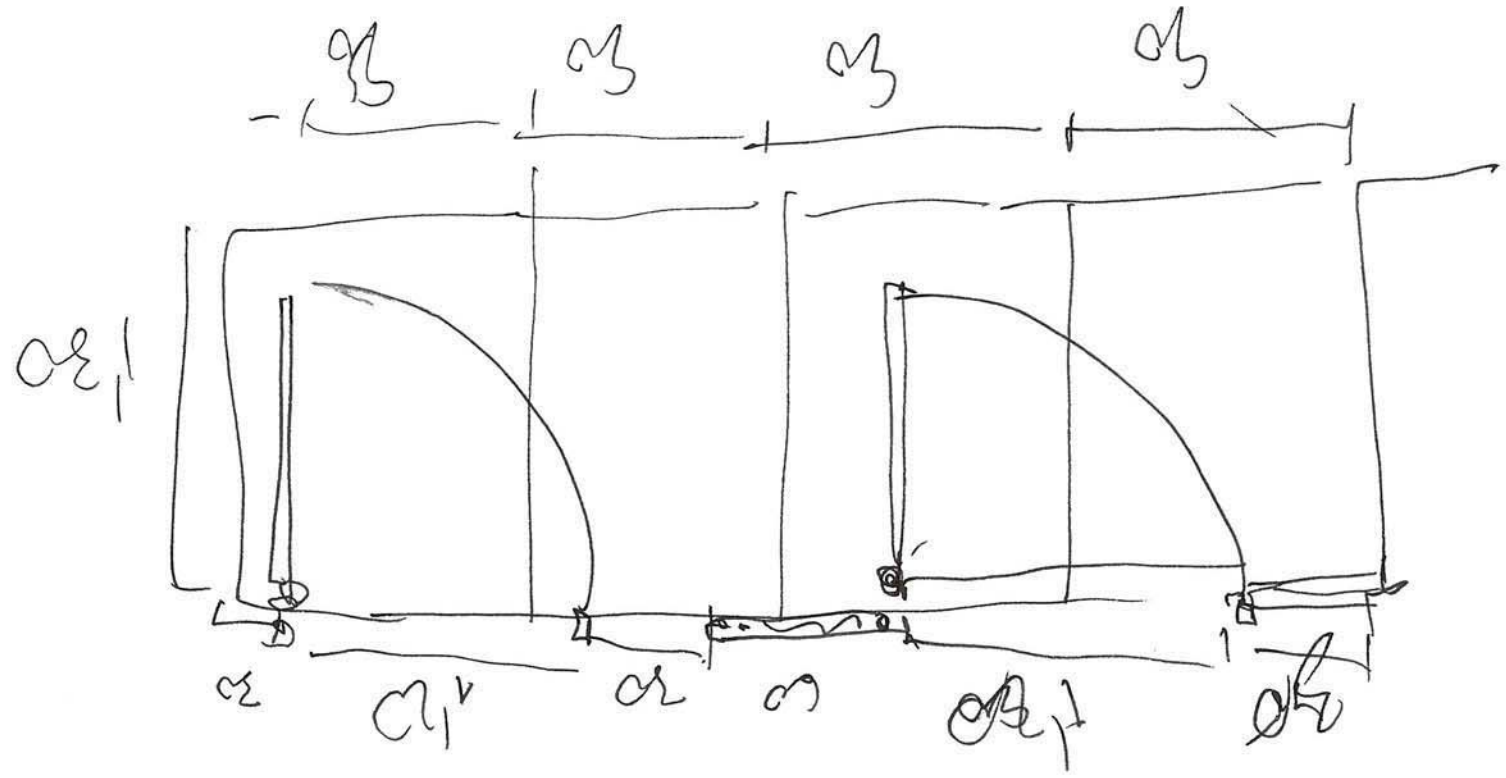


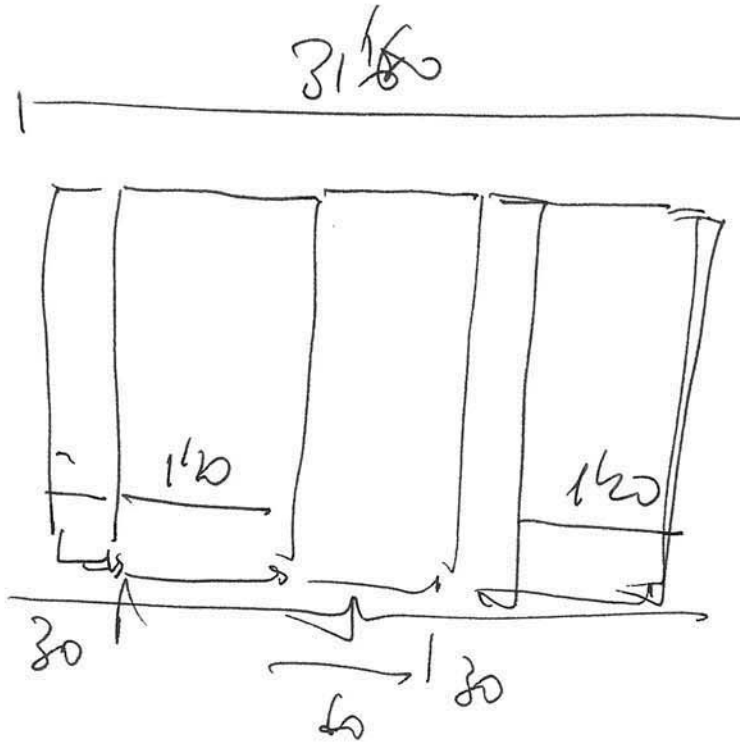


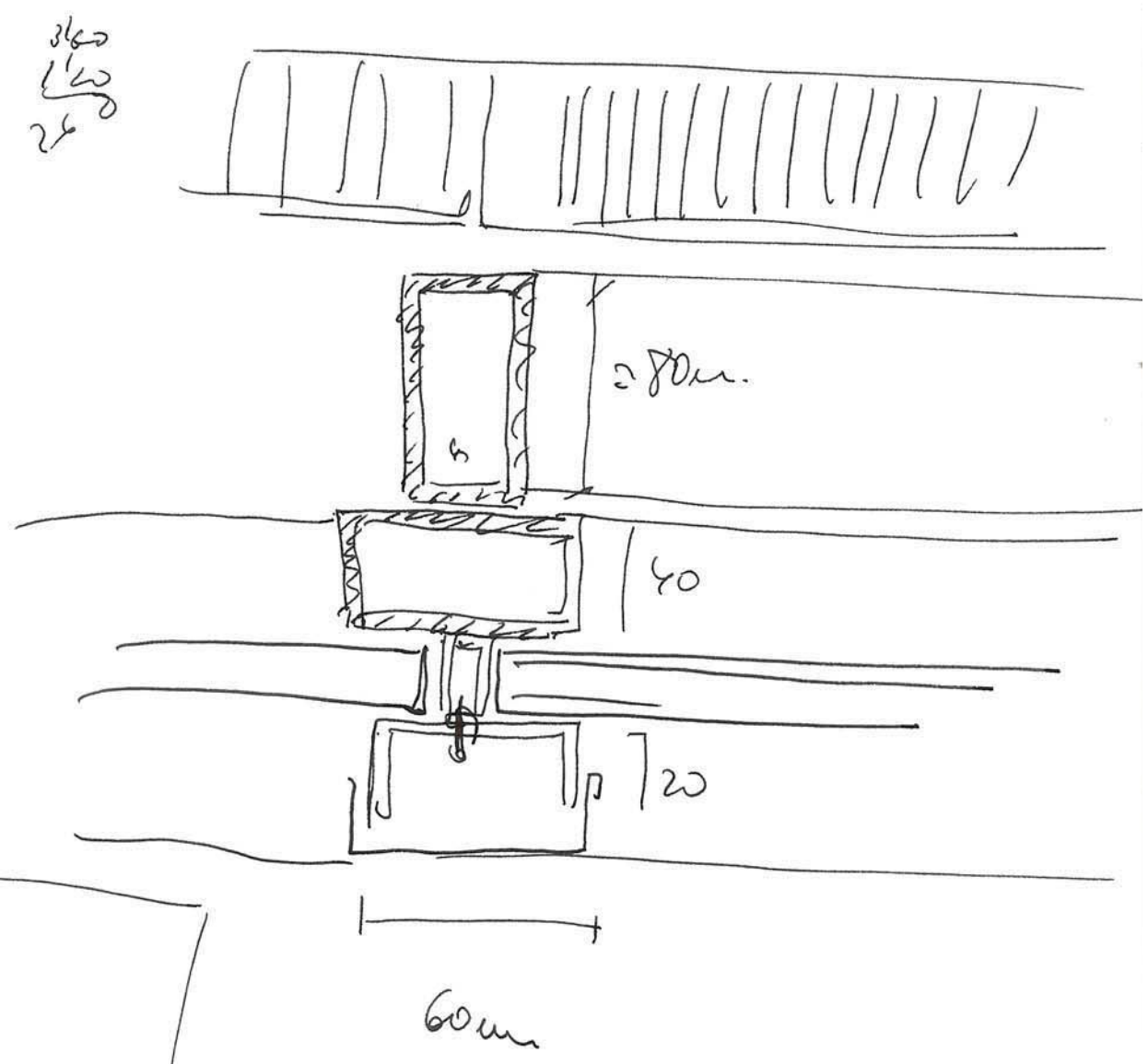




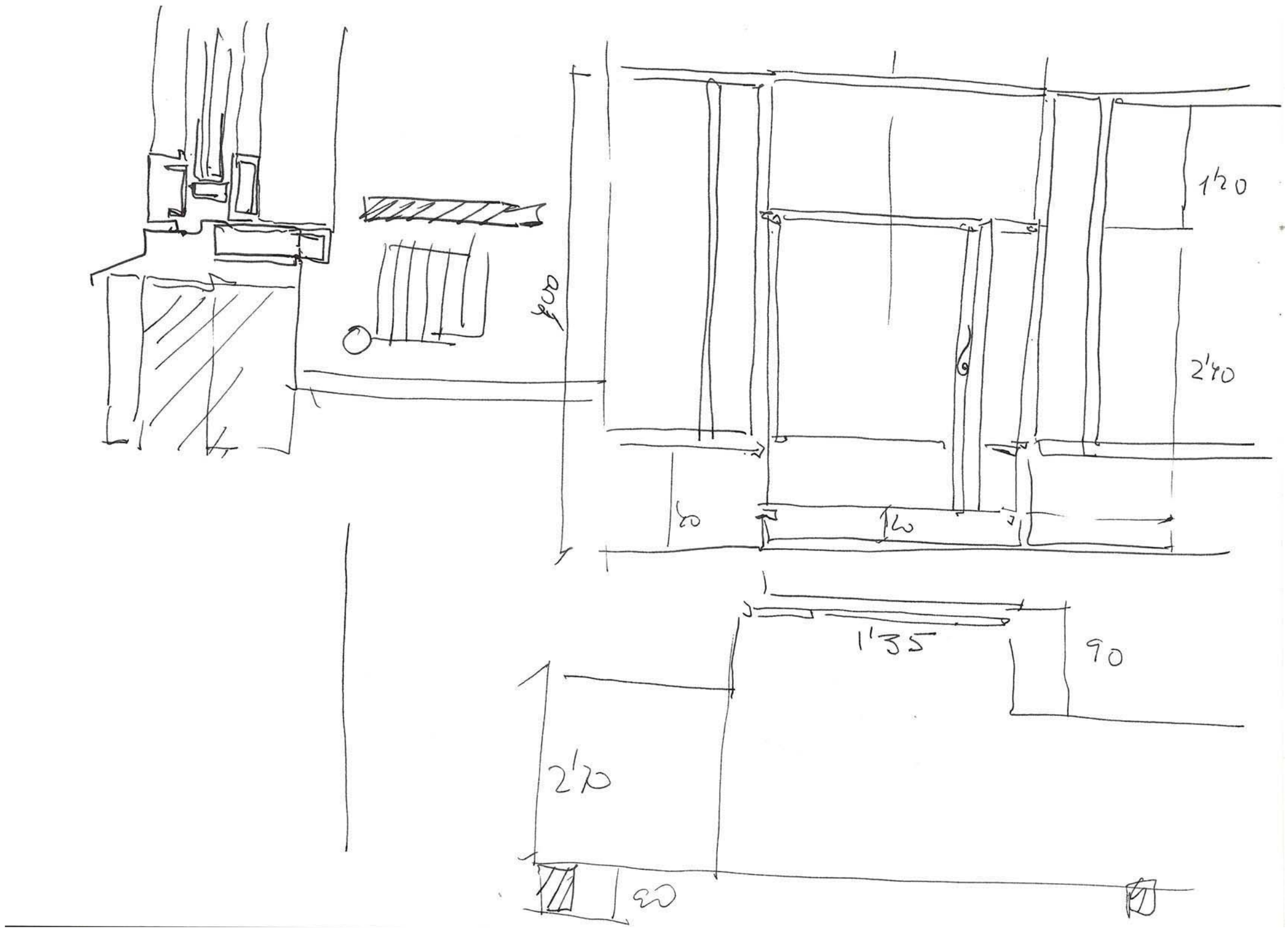

a ≥ 1'30
v » 1'30 x 1'50
a/2
a
a/2
a
1'20

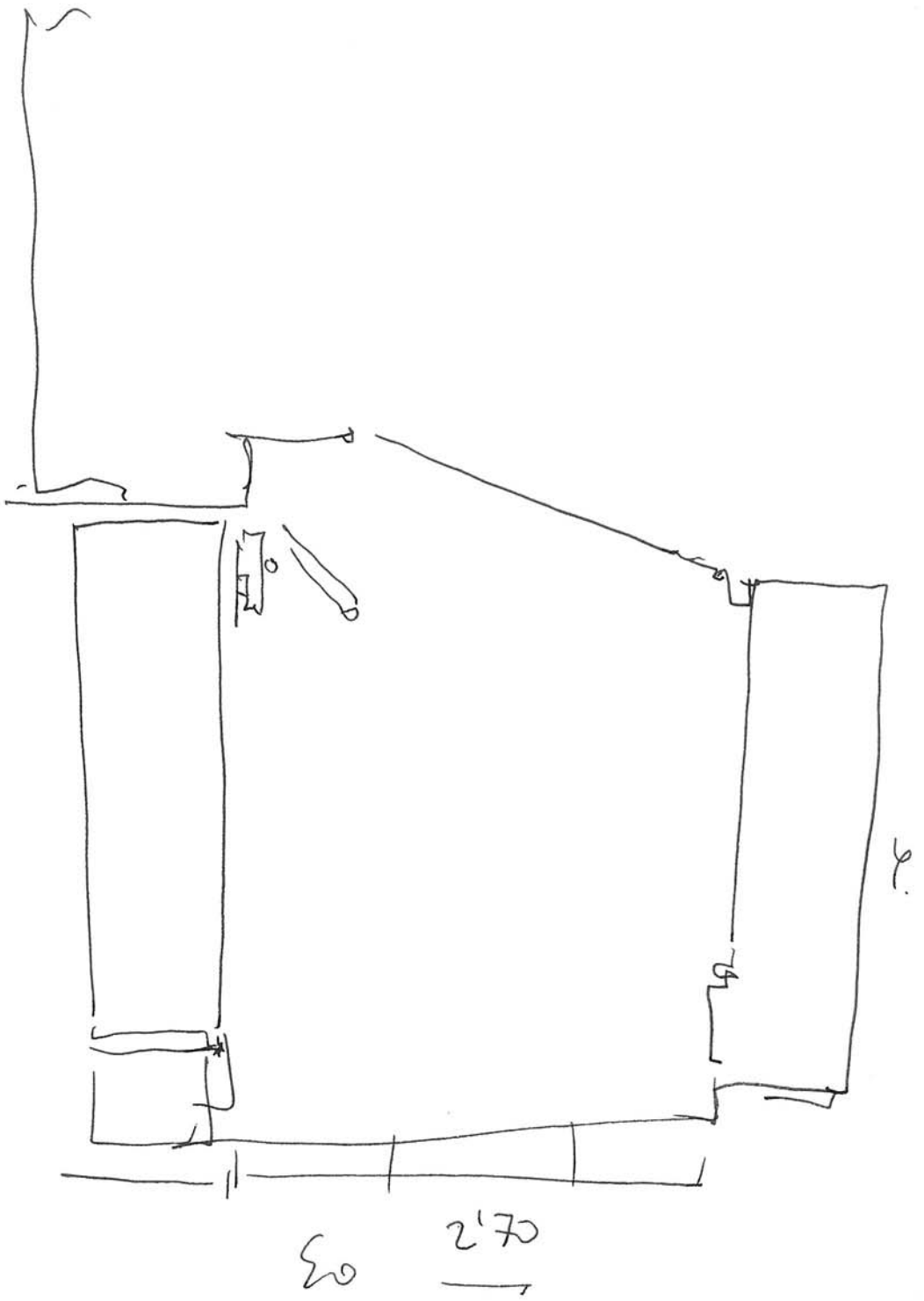


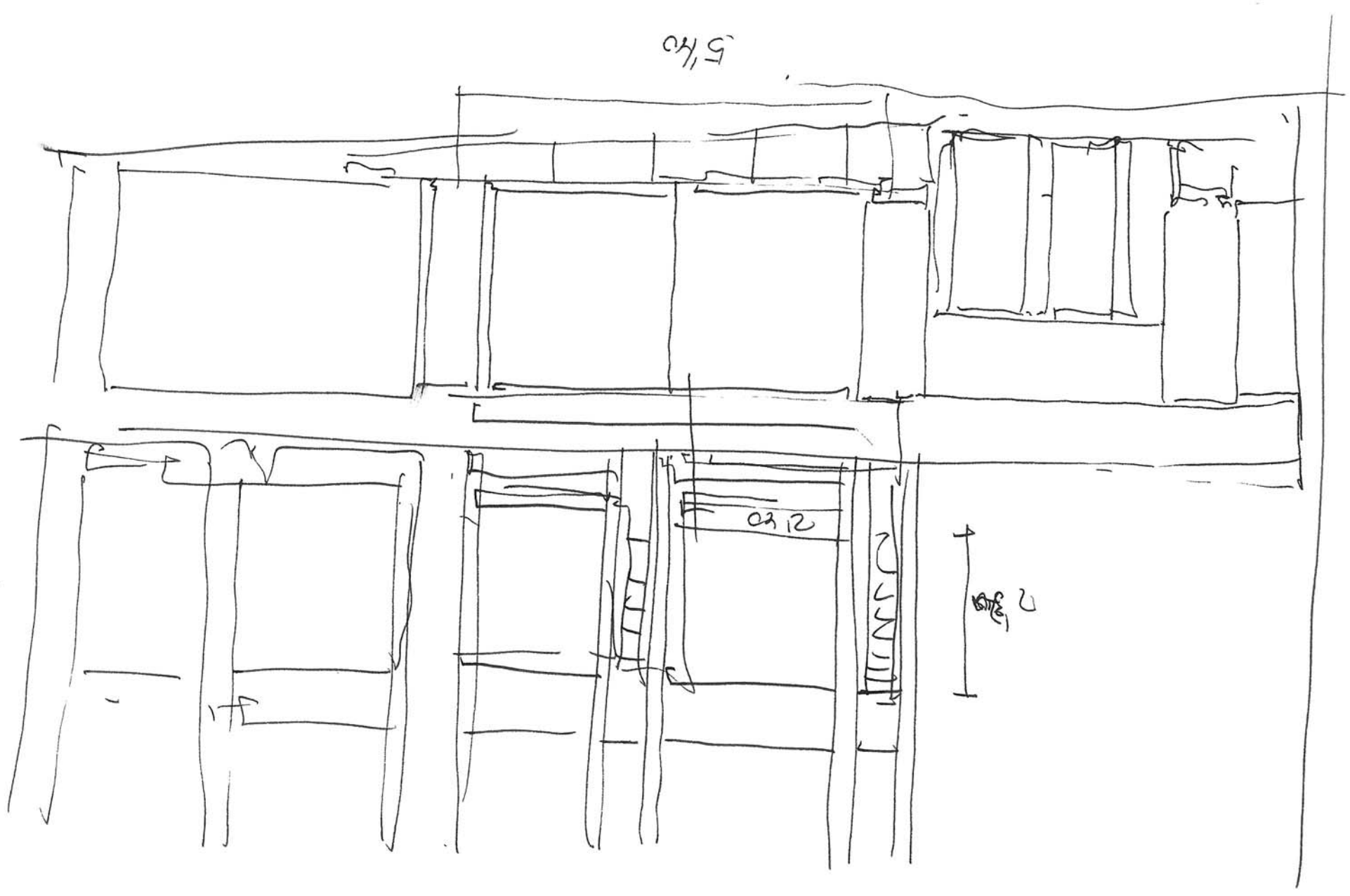

3160
120
120
30
80
60


≥80cm.
40
20
60cm

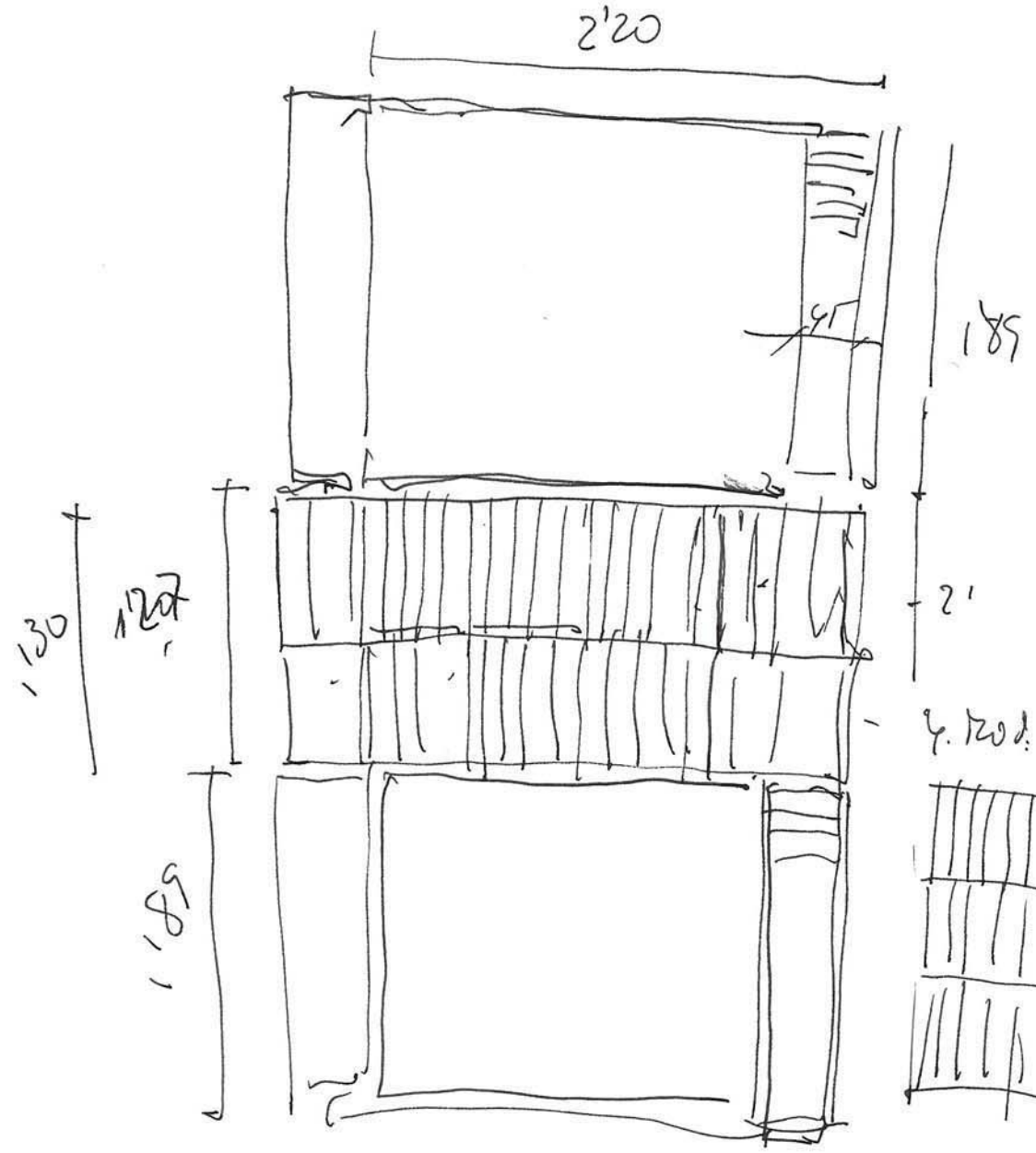
3160
3160

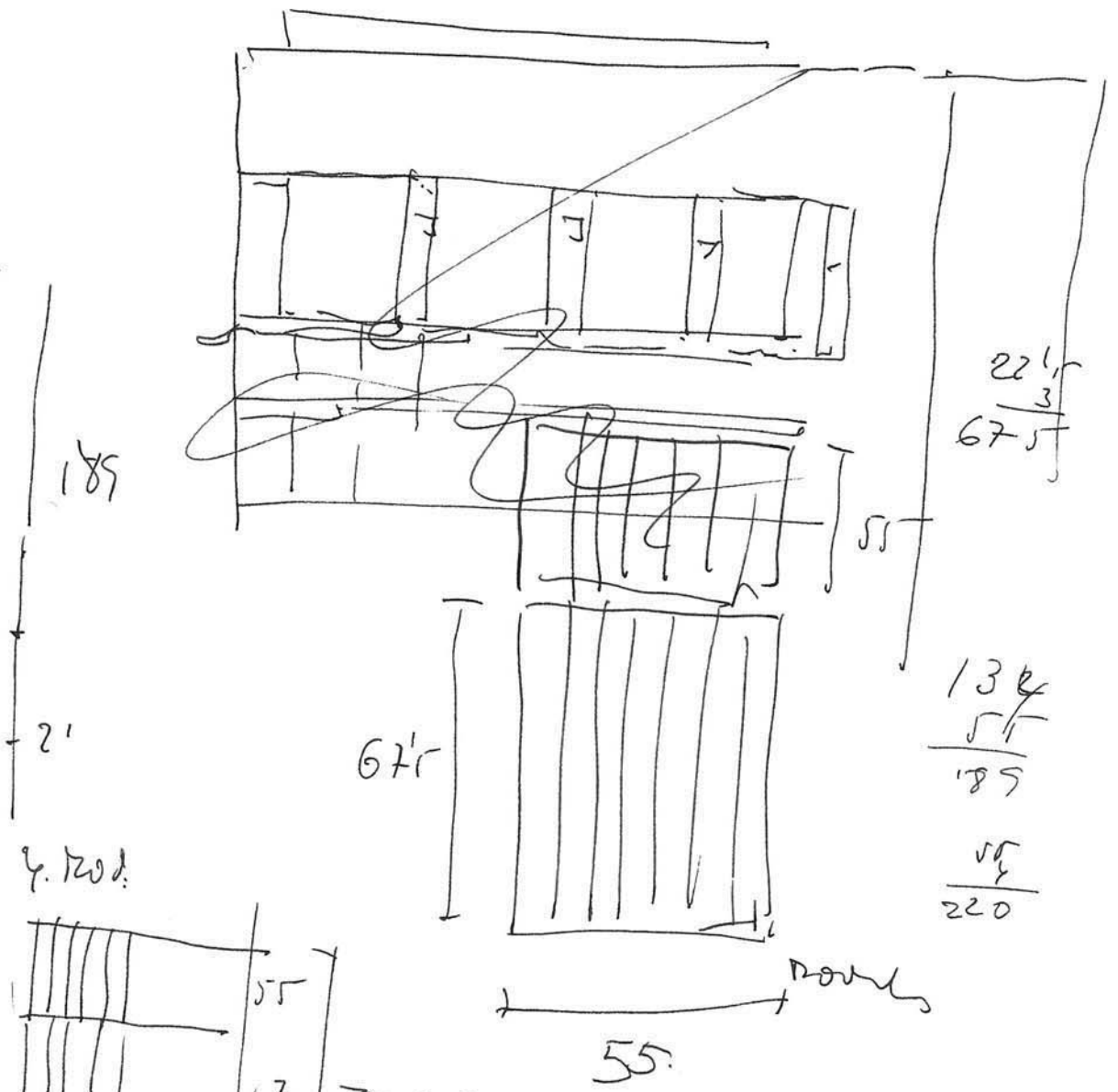

1'20
2'40
60
1'35
90
2'20
60

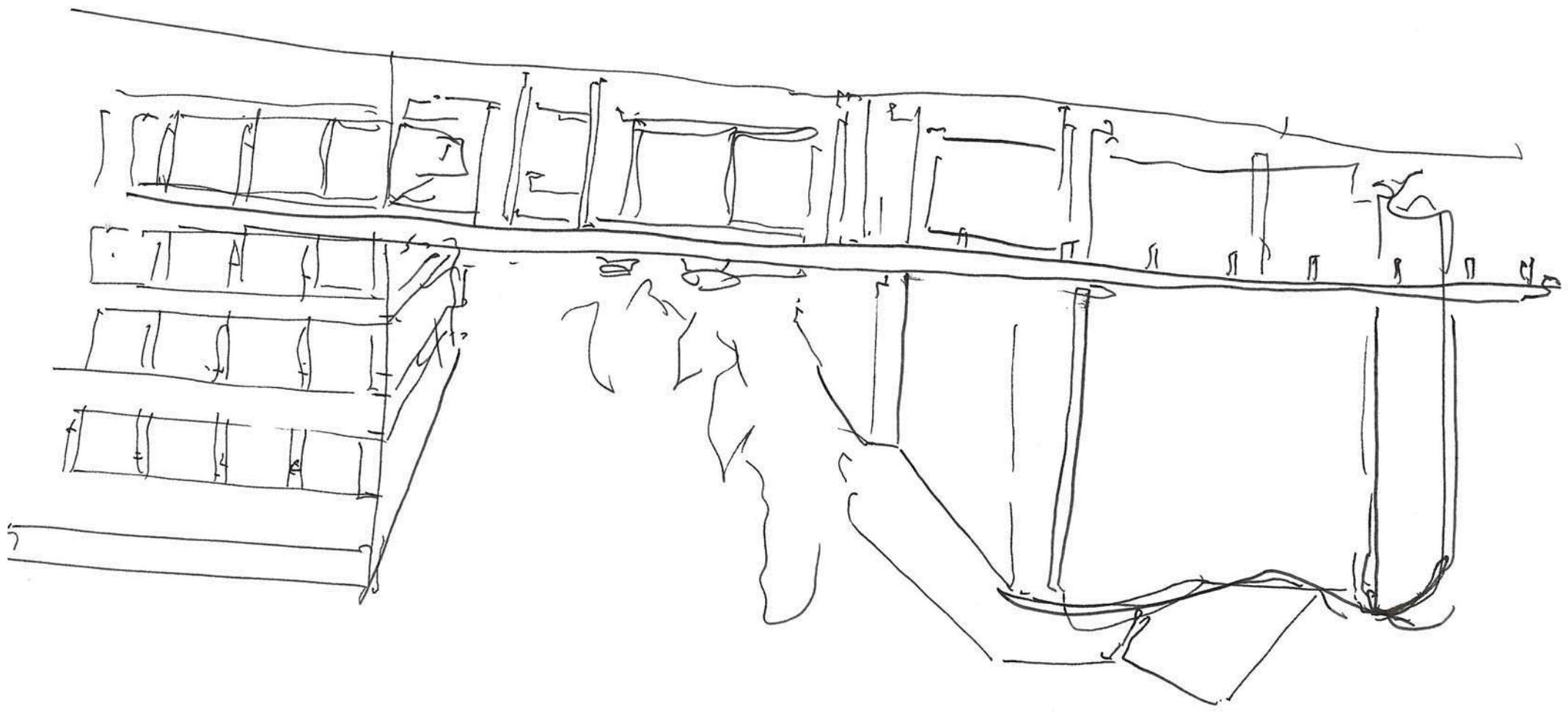

2'70
03

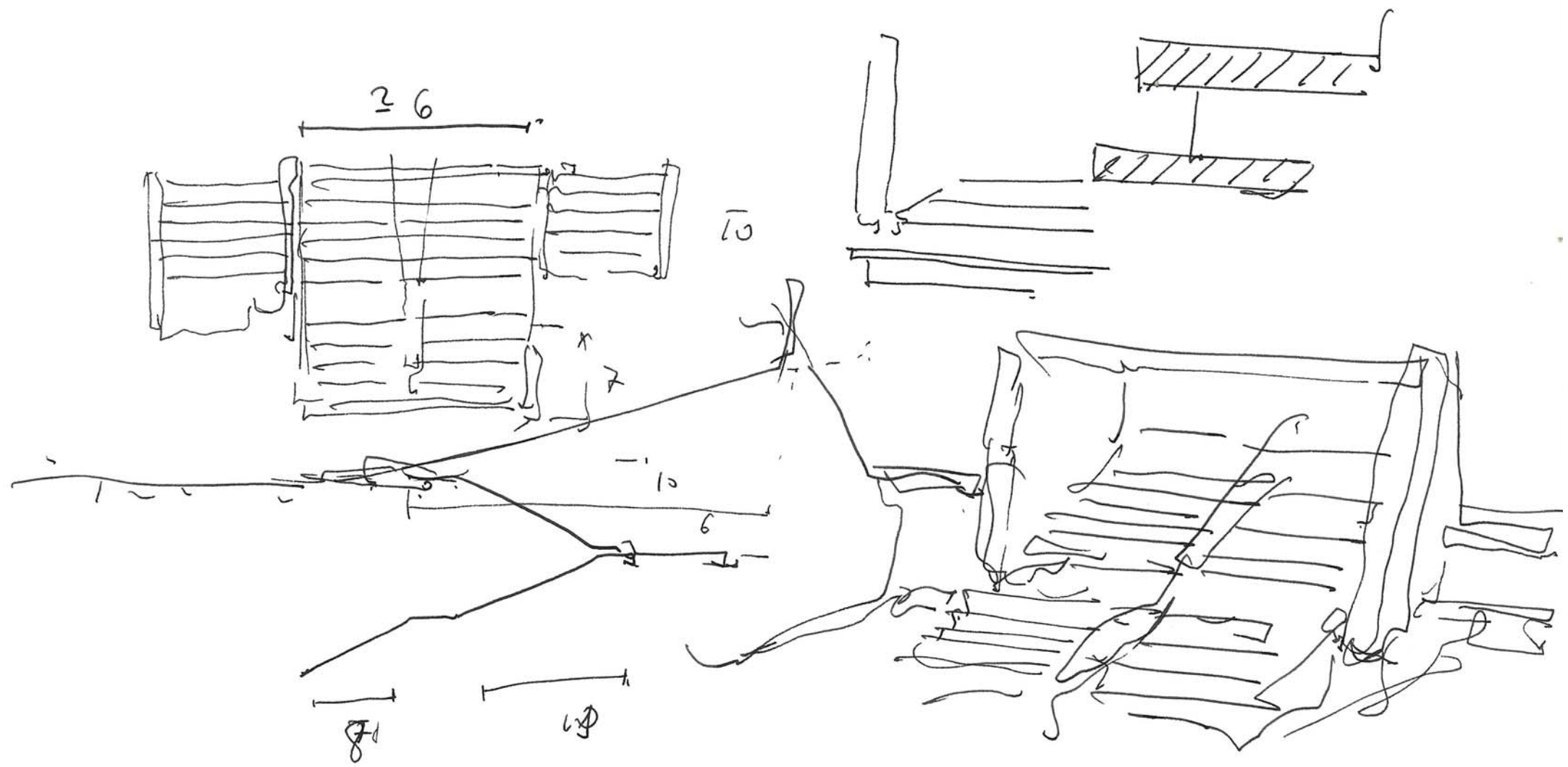

5'/0
03.12

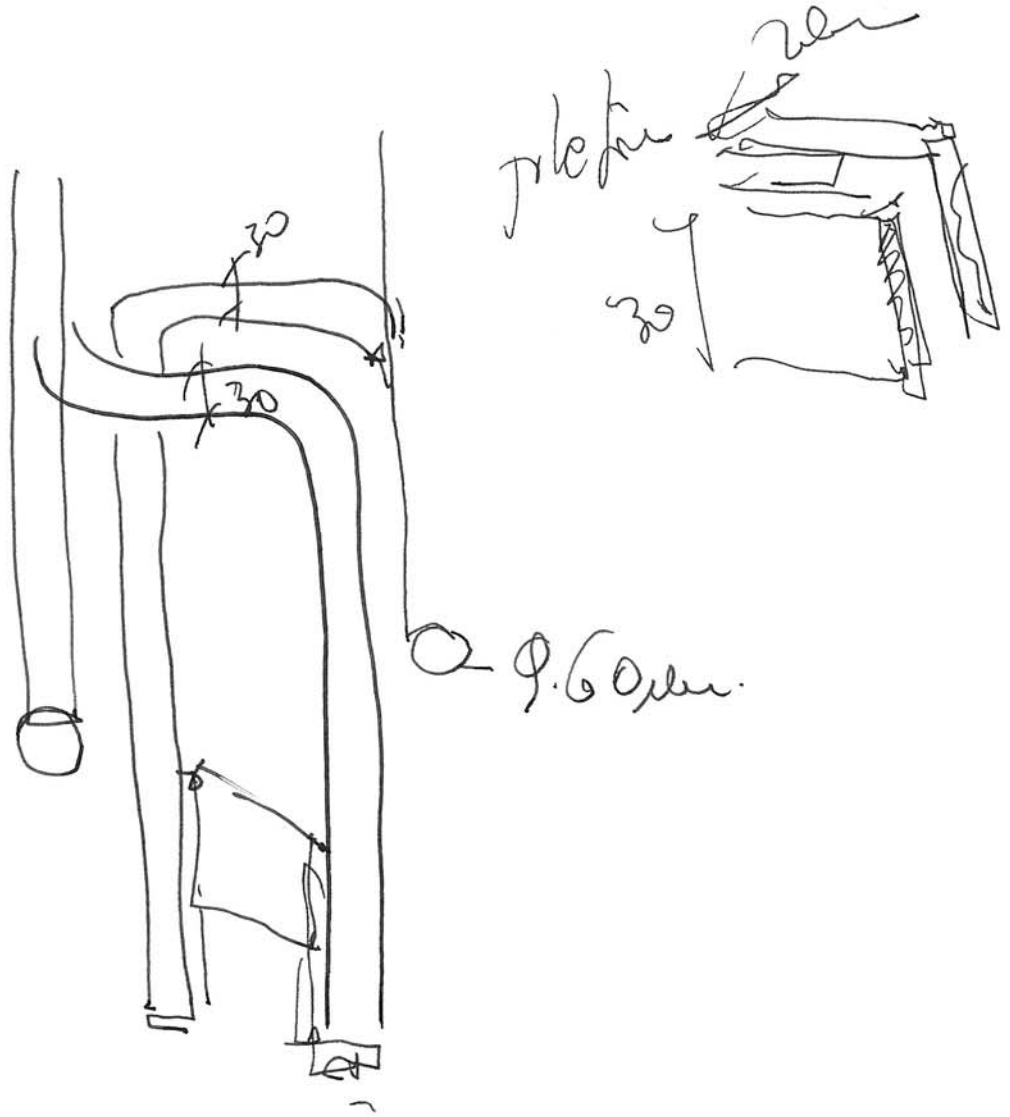
Cosa da calcolare.

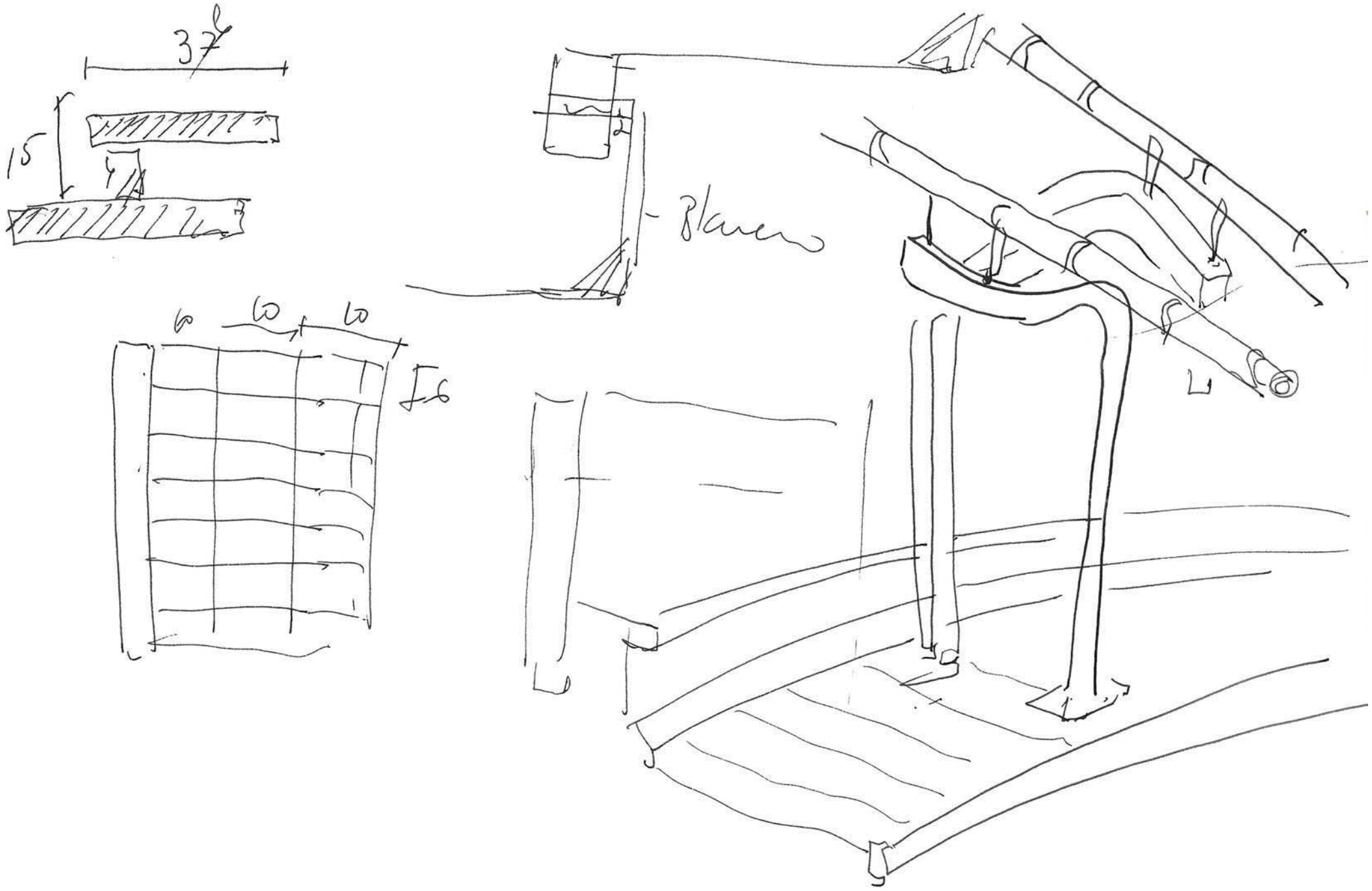


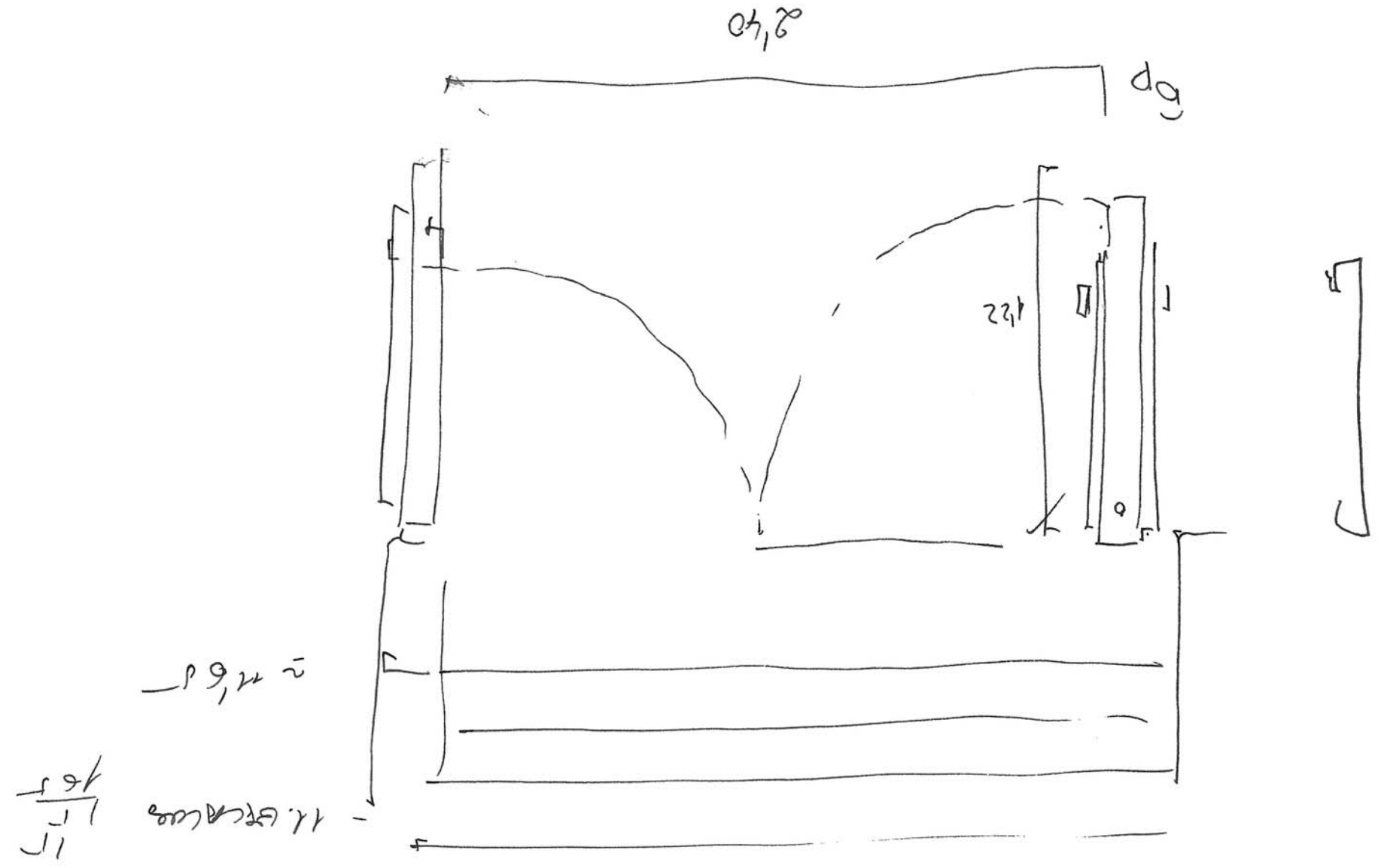


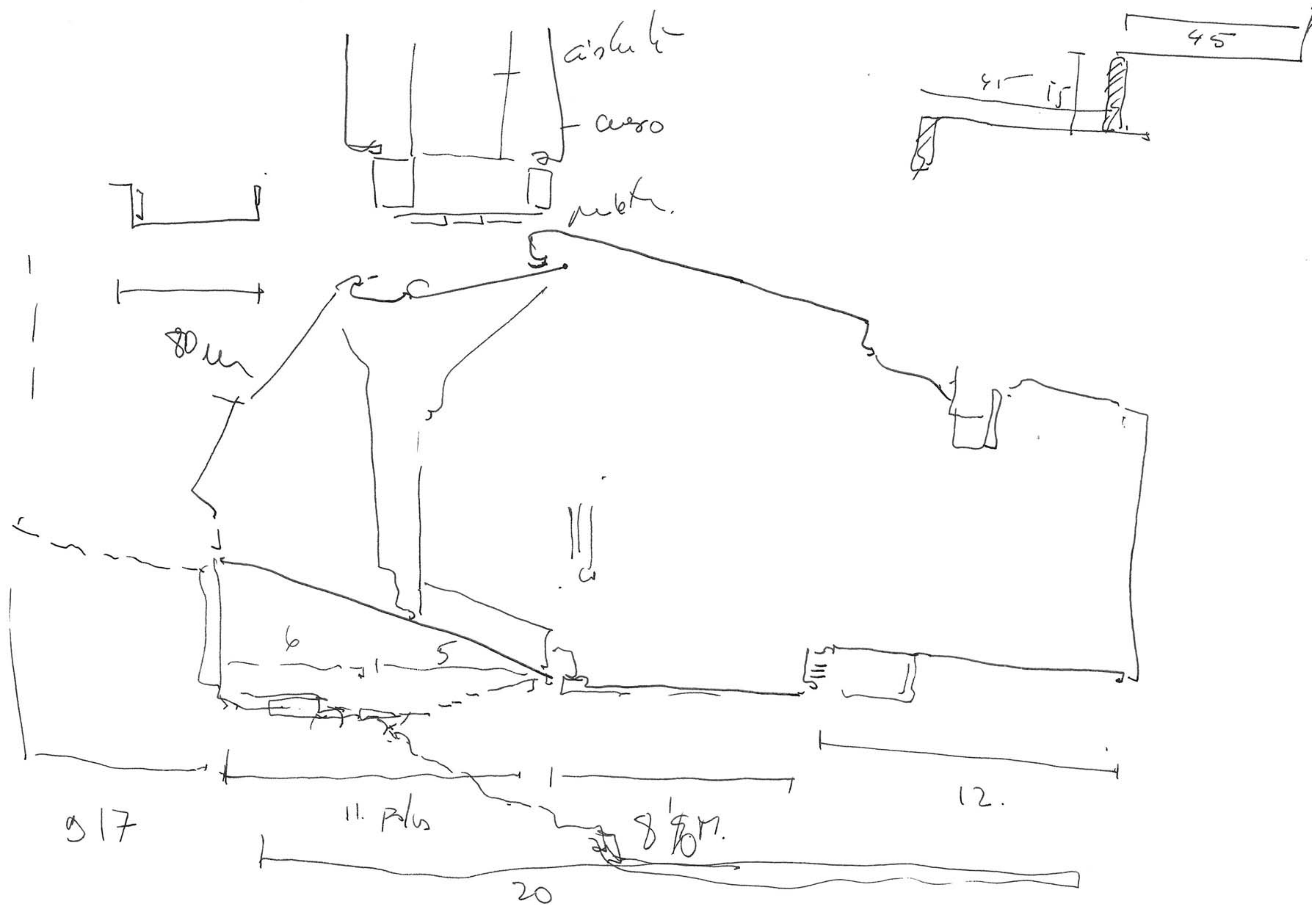



36
10
10
6

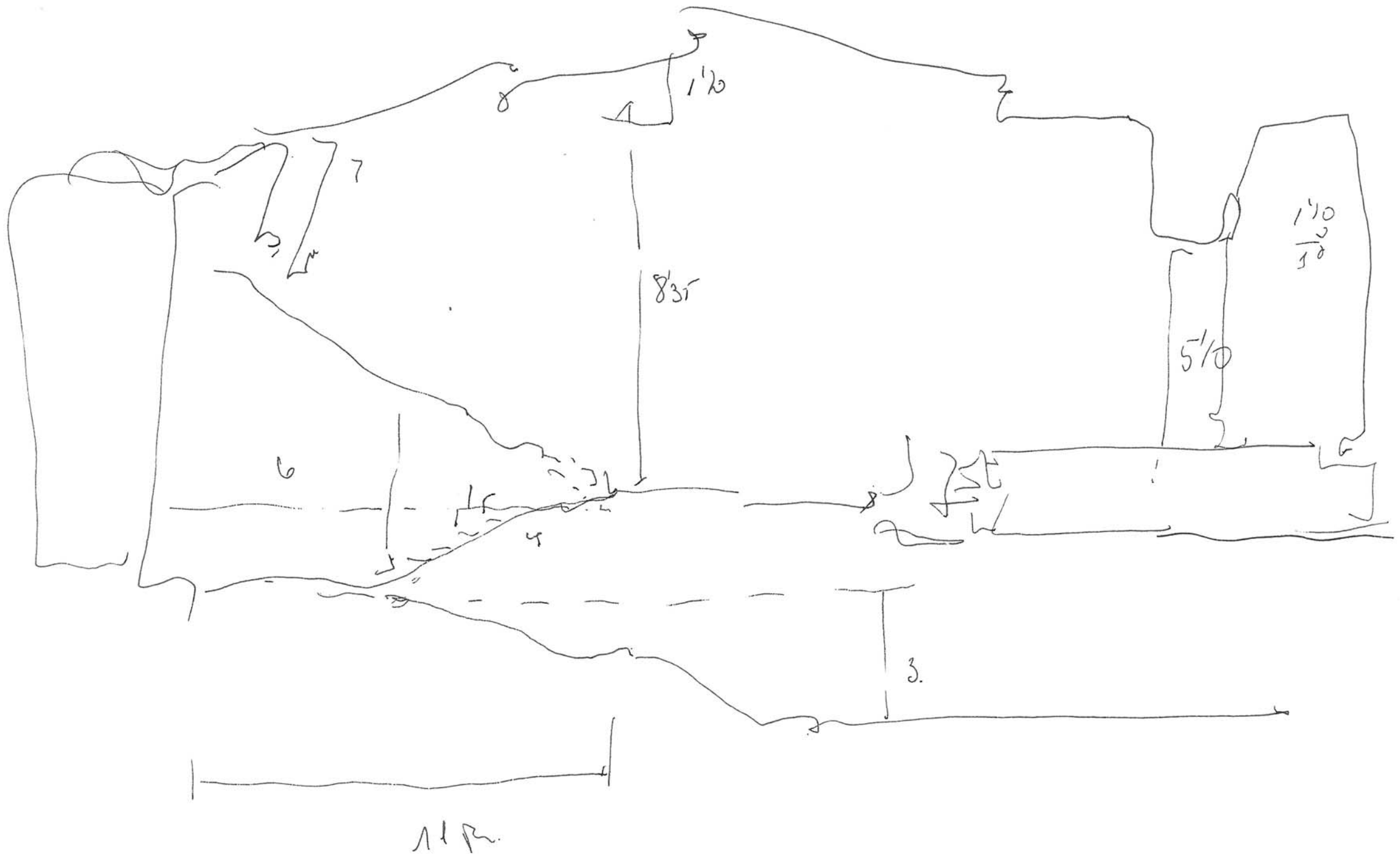

30
30
9.60 см.
20
30


37
15
8 laces

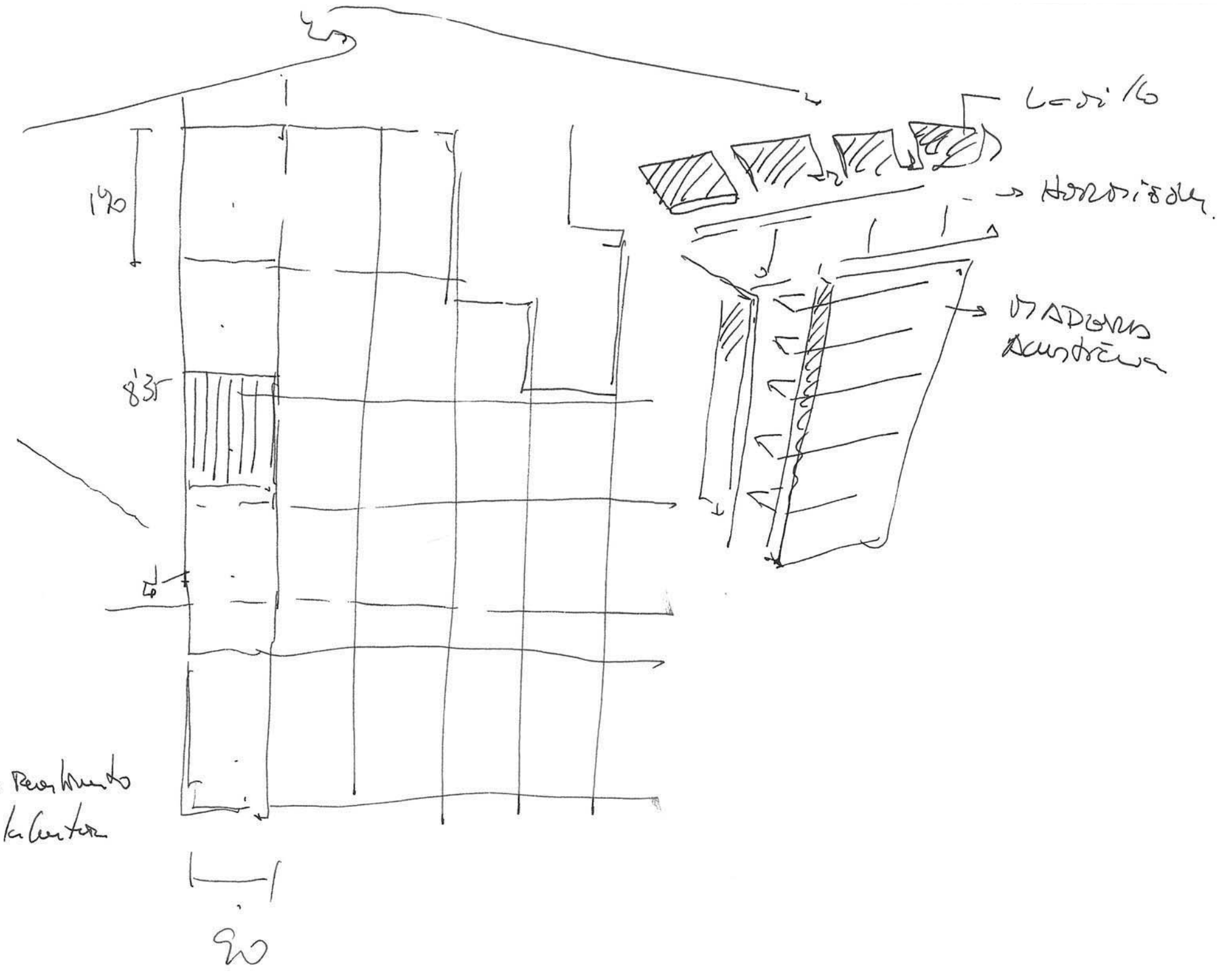




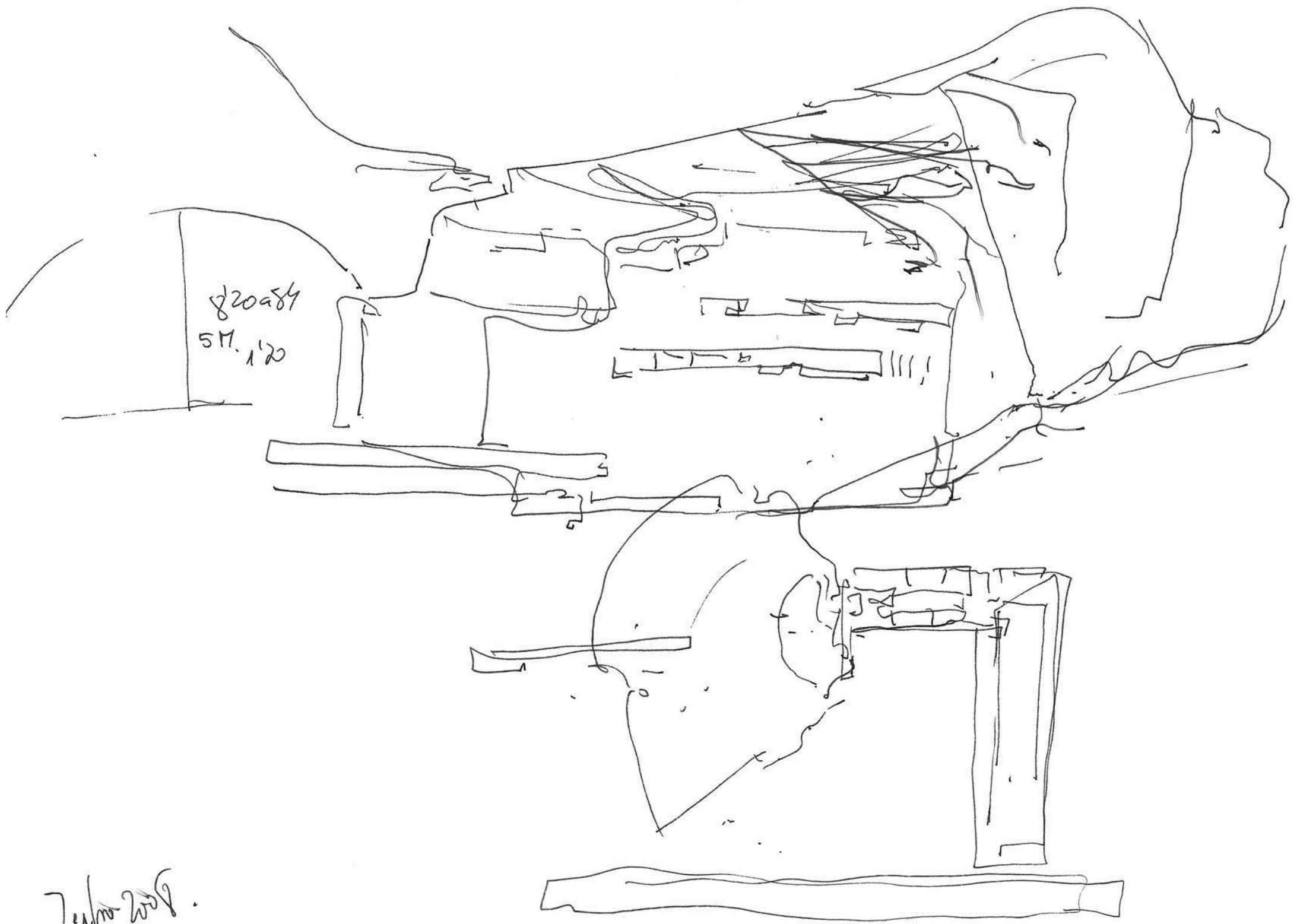
45
15
cusso
80 m
6
5
9 17
11. plus
12.
20

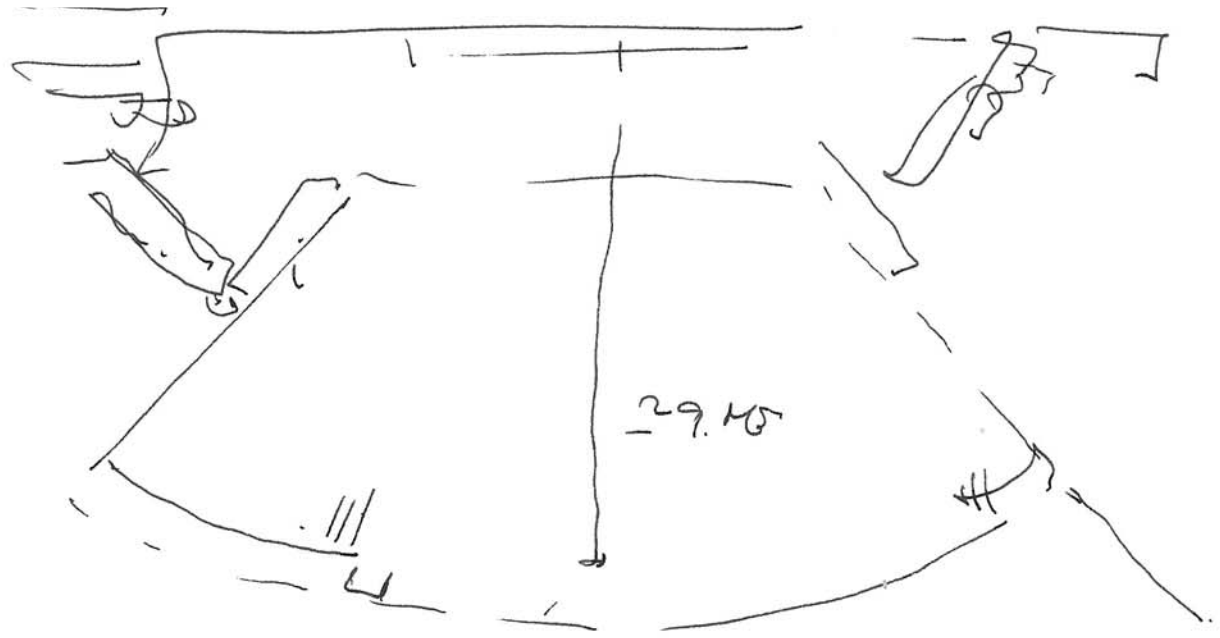

1'10
7
8'3"
1'10
5'10
3.
11'

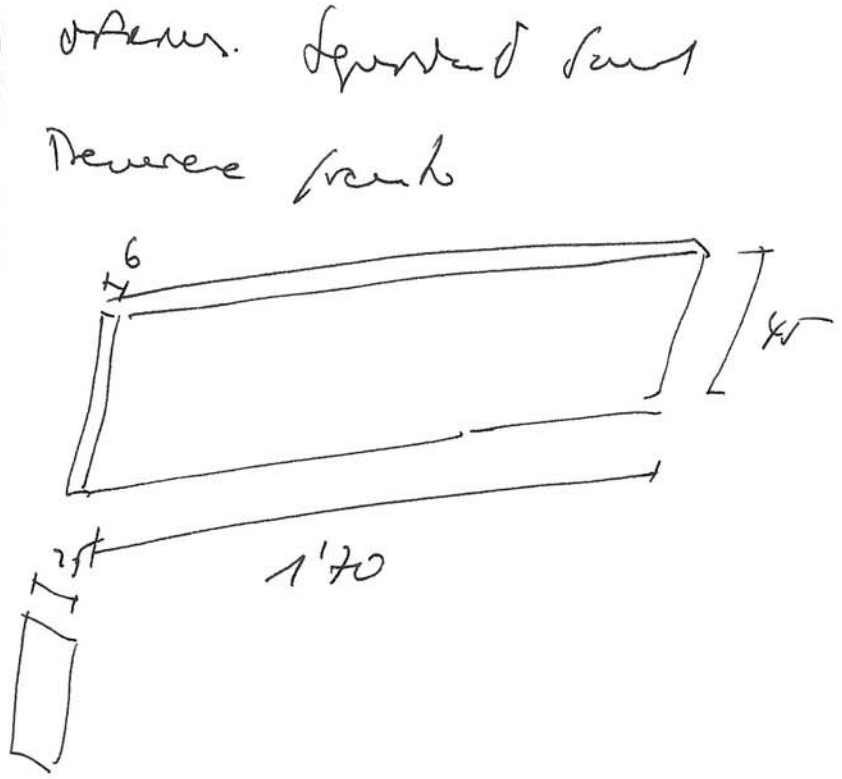
15
20
50

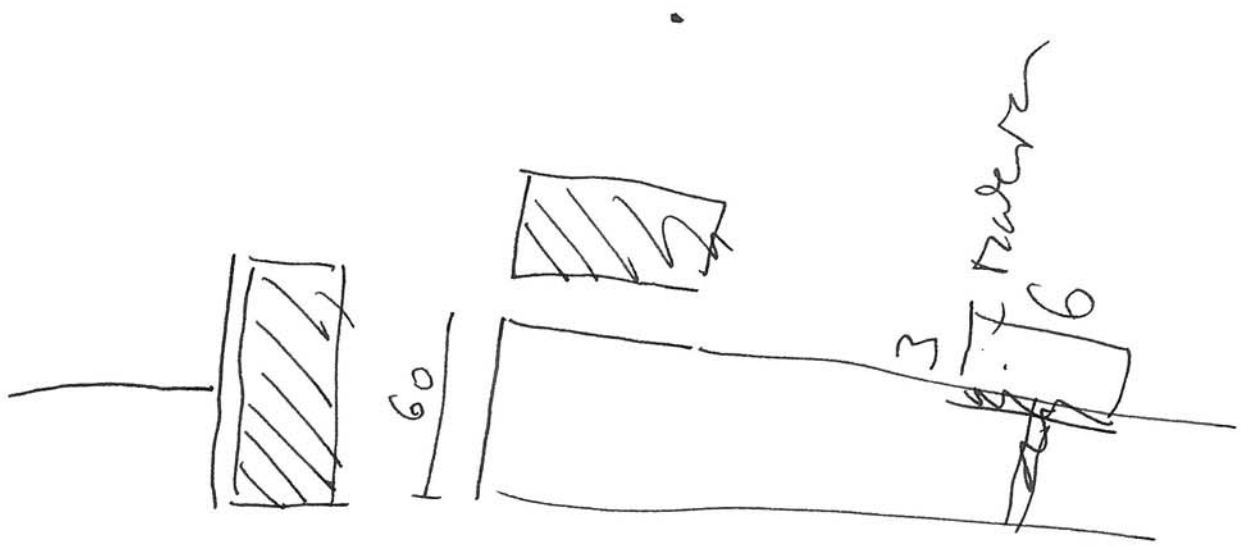


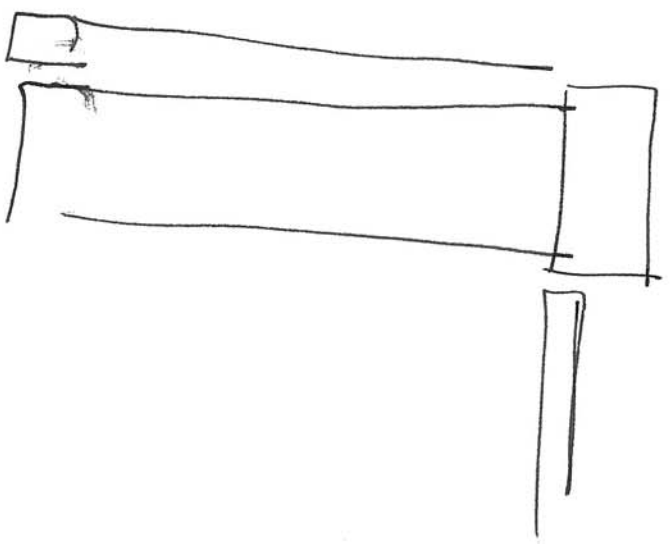
Dodero Residencial
Casa de la Cuesta

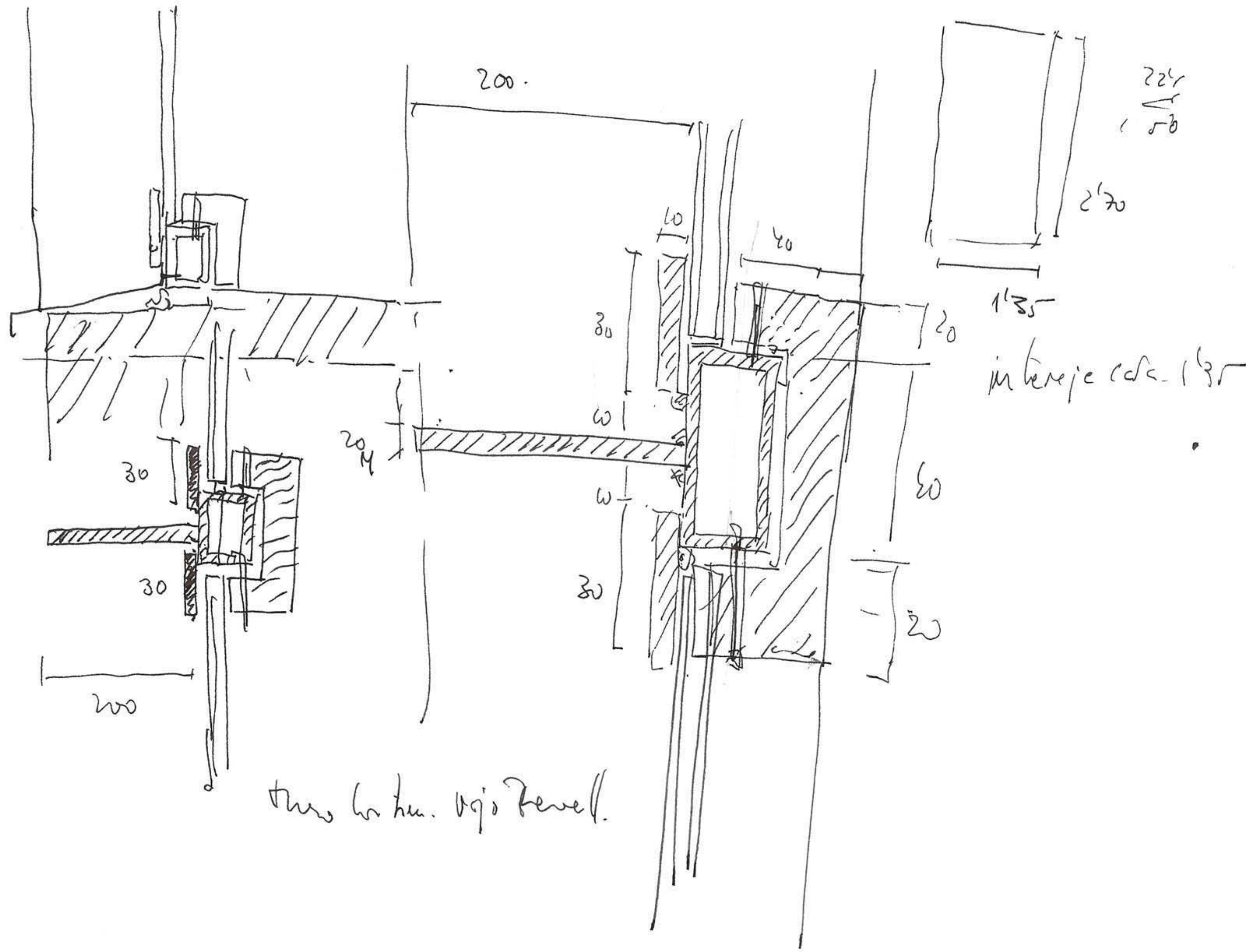

820x84
SM. 120


29.45

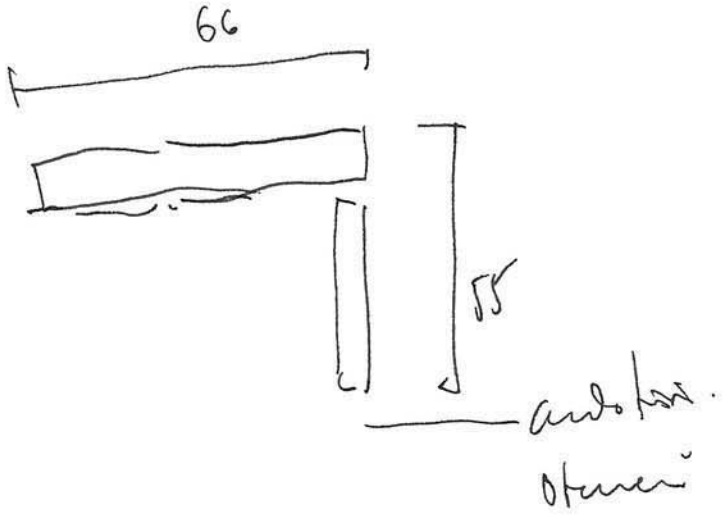

6
1'70

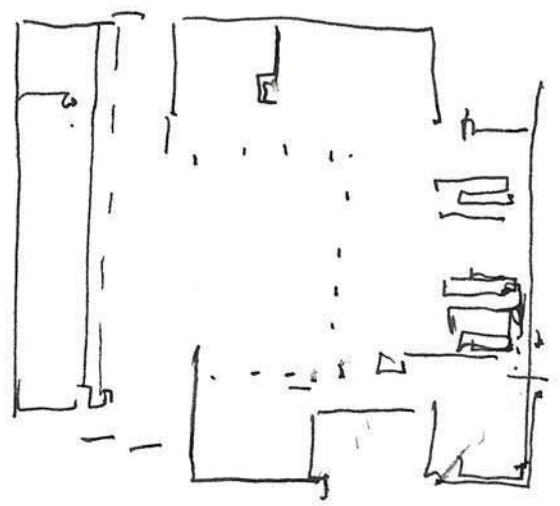

60
3 x 6 metros

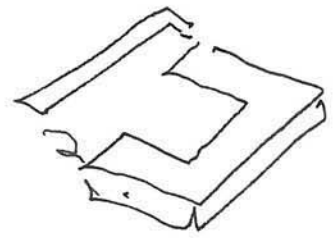




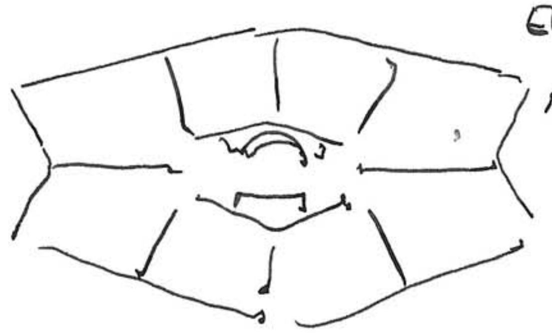
200
2'70
1'35
40
20
30
30
30
30
200


66
55





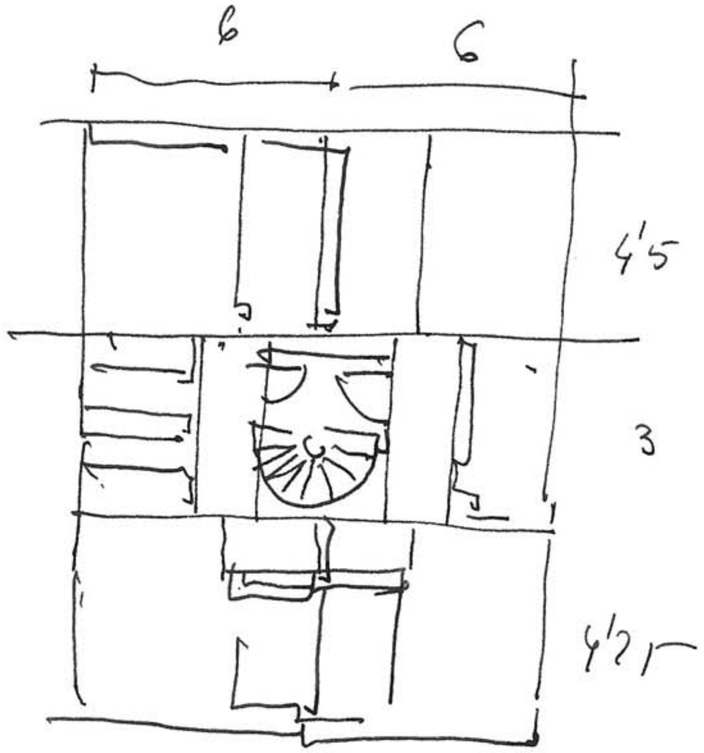
Ugo Ravel. 1910-1964
Eero 1910-1977
1976
Aalto 1919-1972

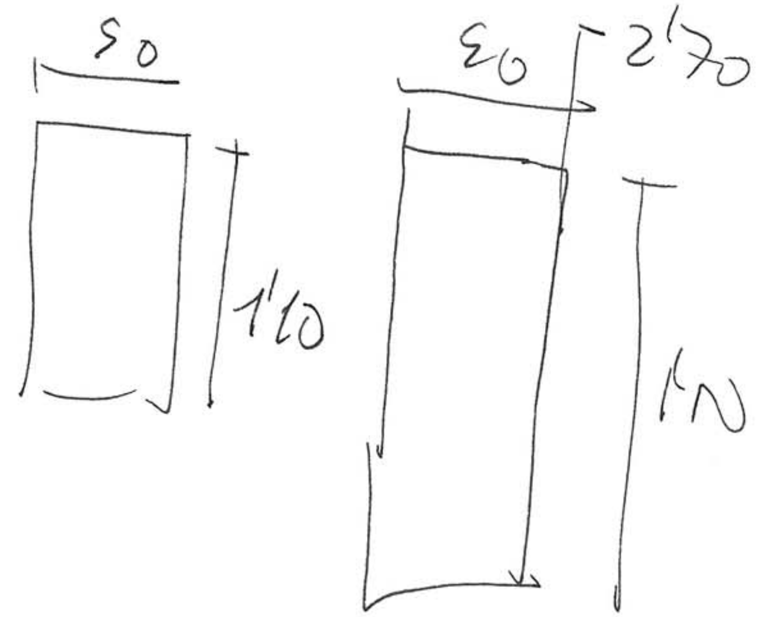


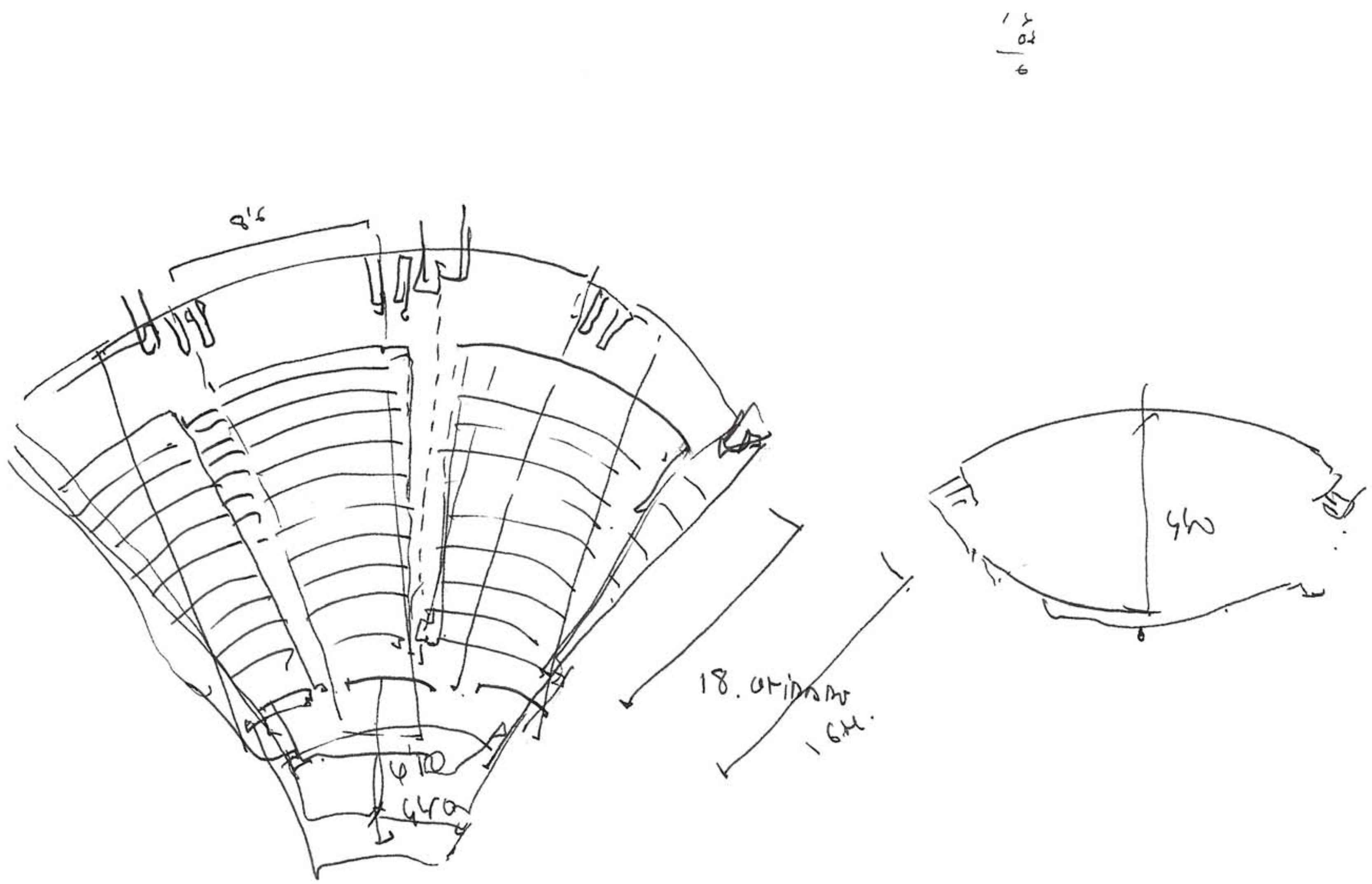
Isamu Noguchi
1880-1994

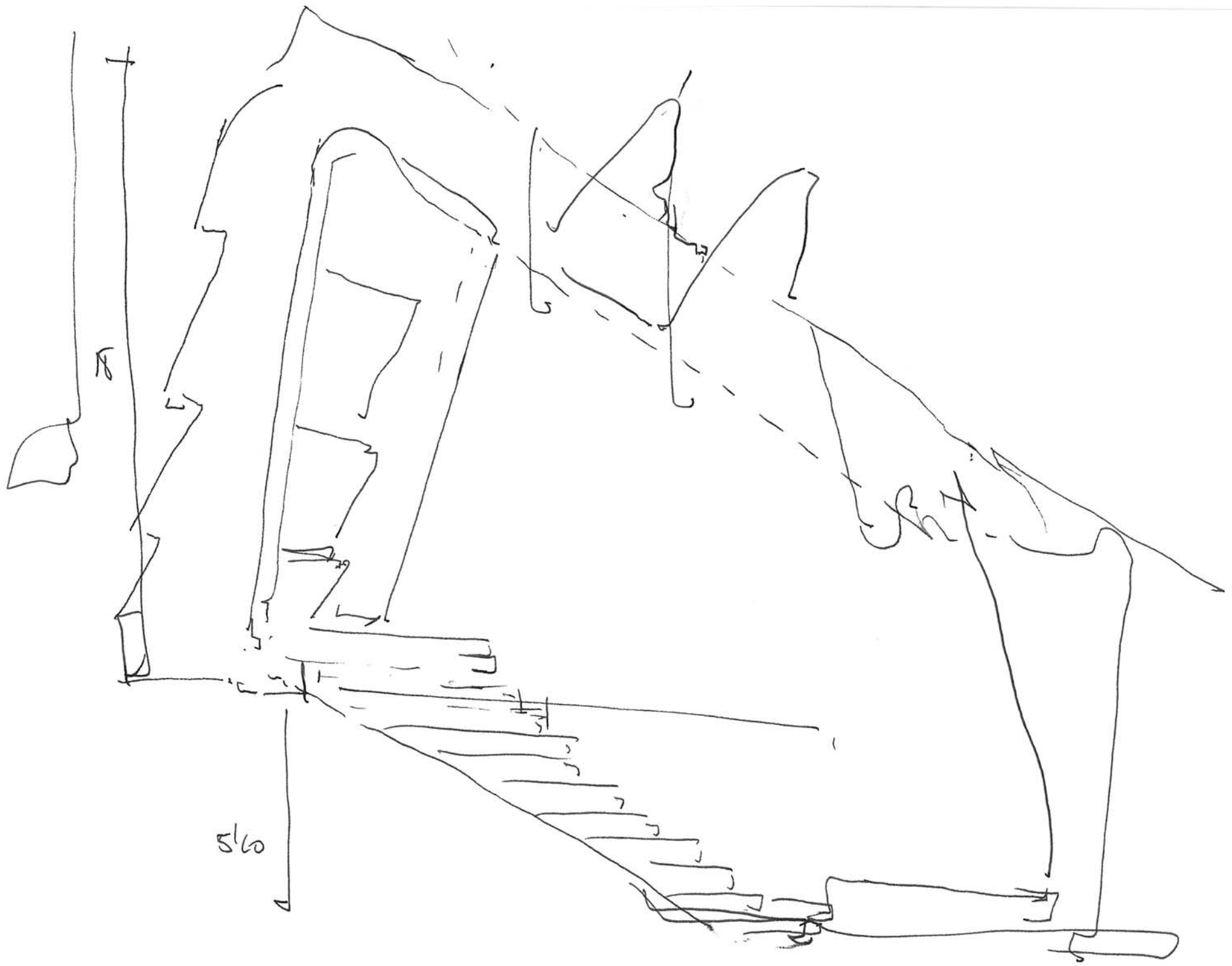
Alvar. 1898-1976

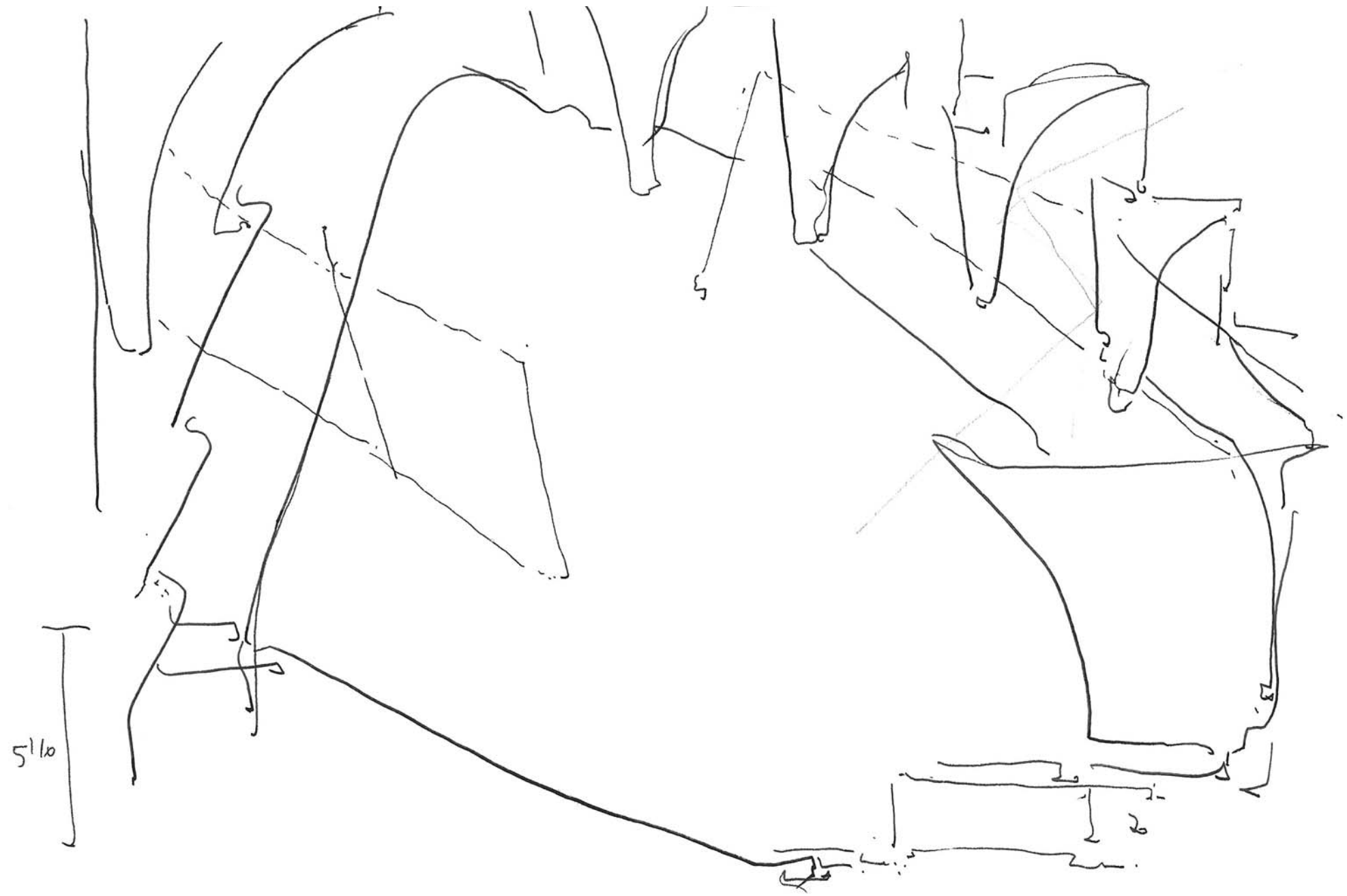
S-Modul ... 3'60 — 12 — 3'60

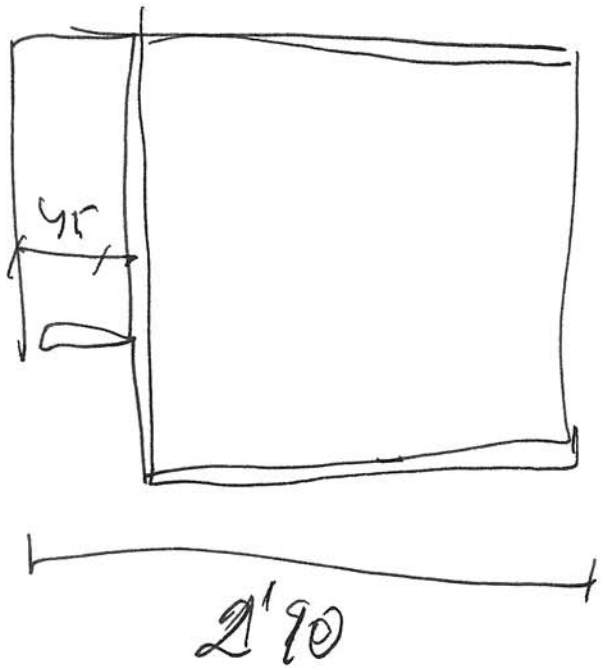


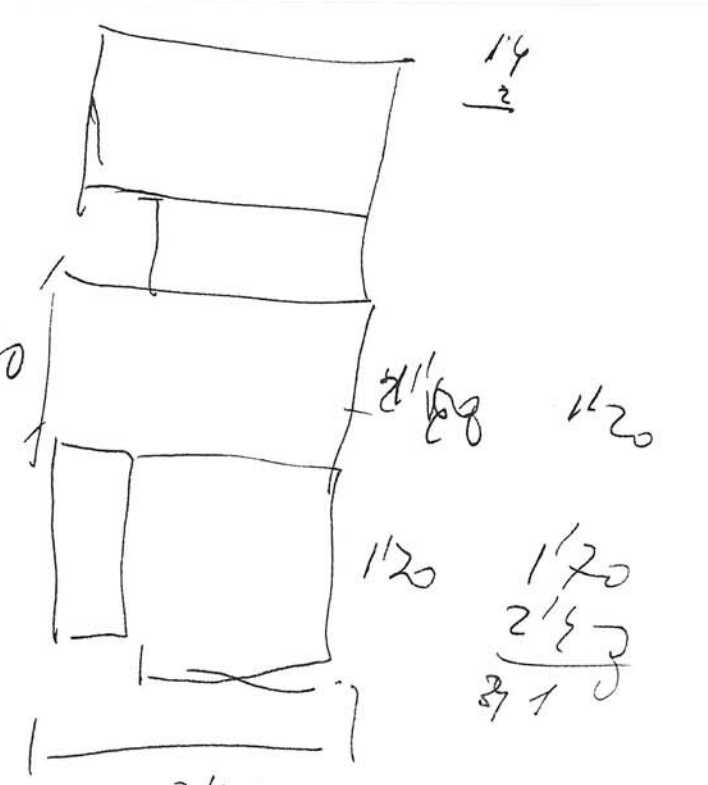


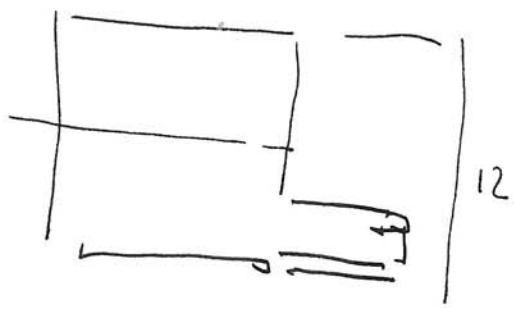


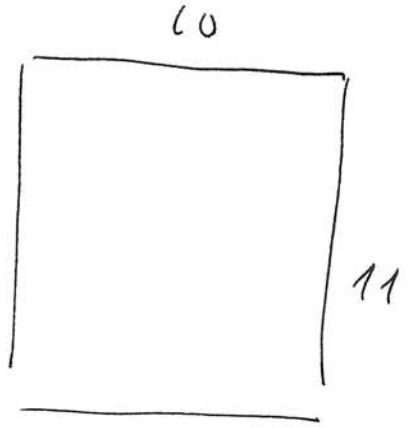

5'6"

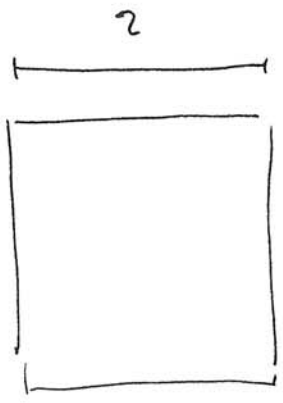

5'11
2
12 RH

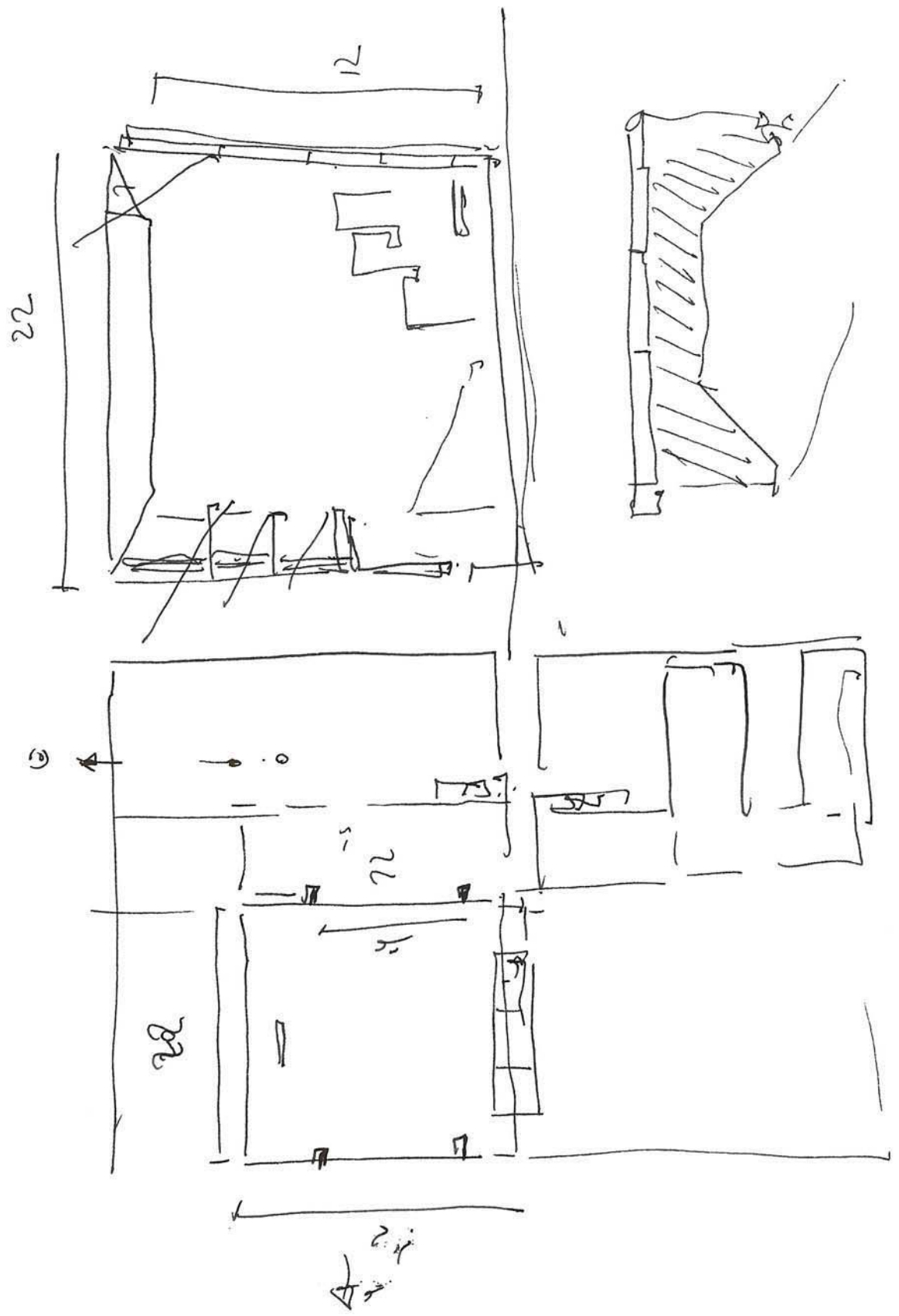


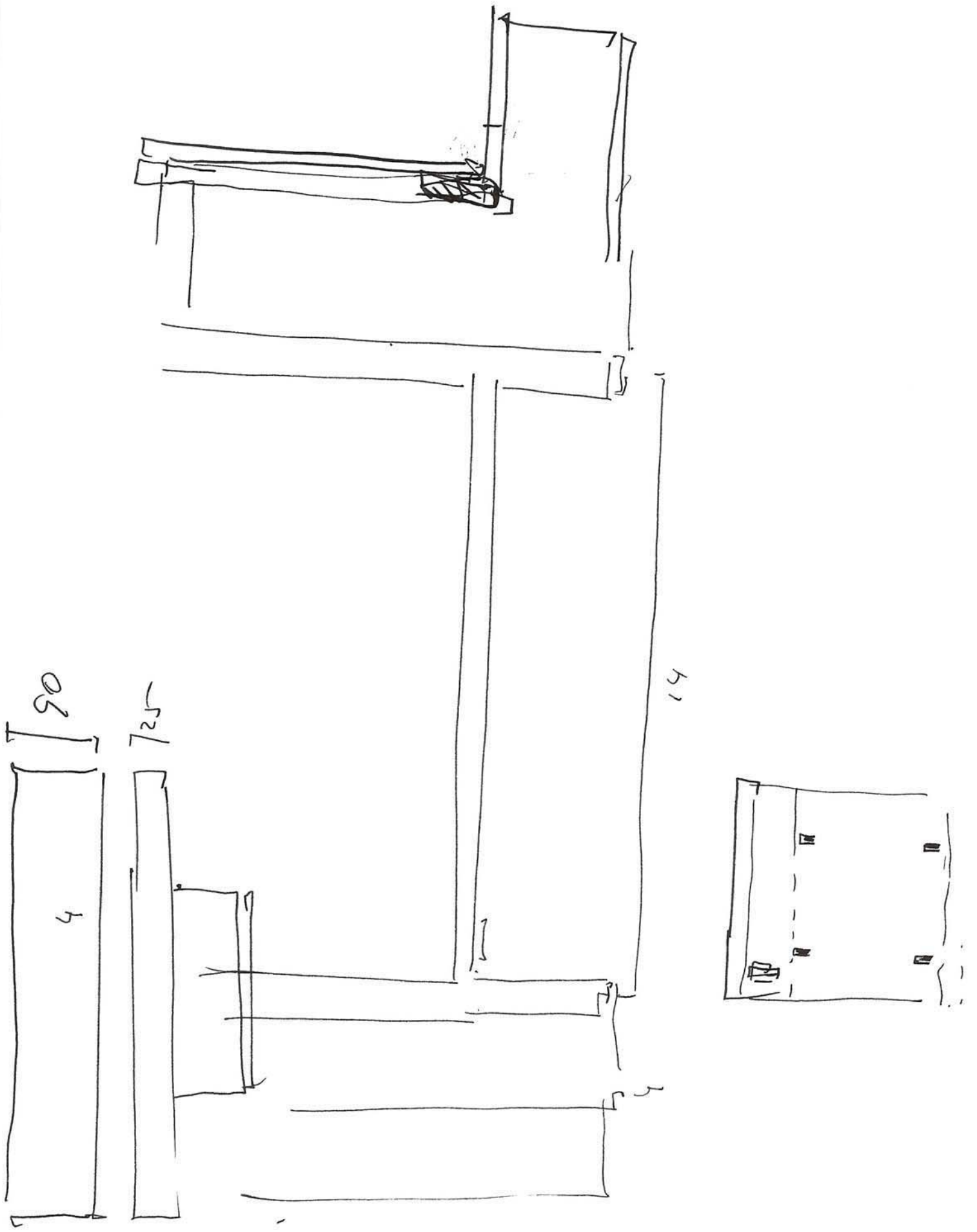


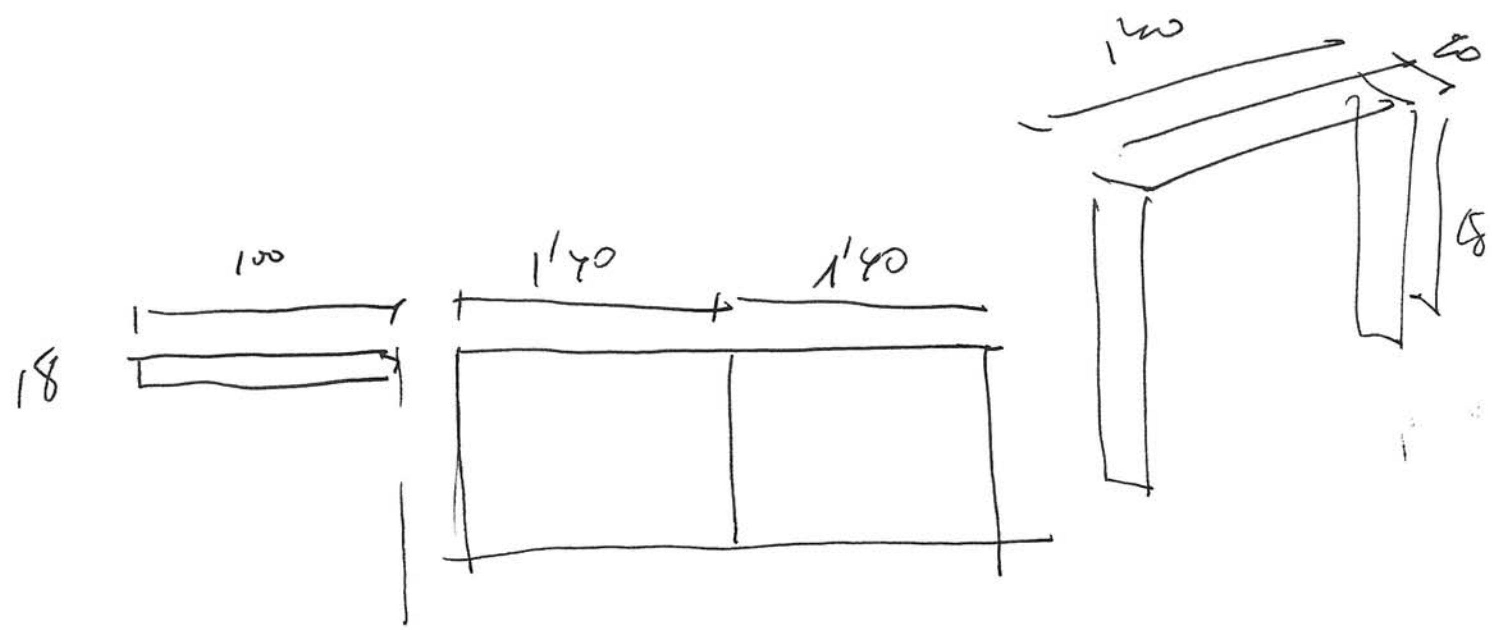






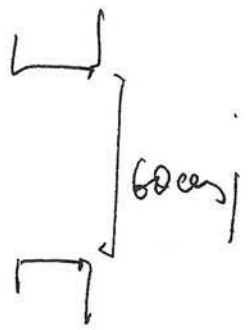


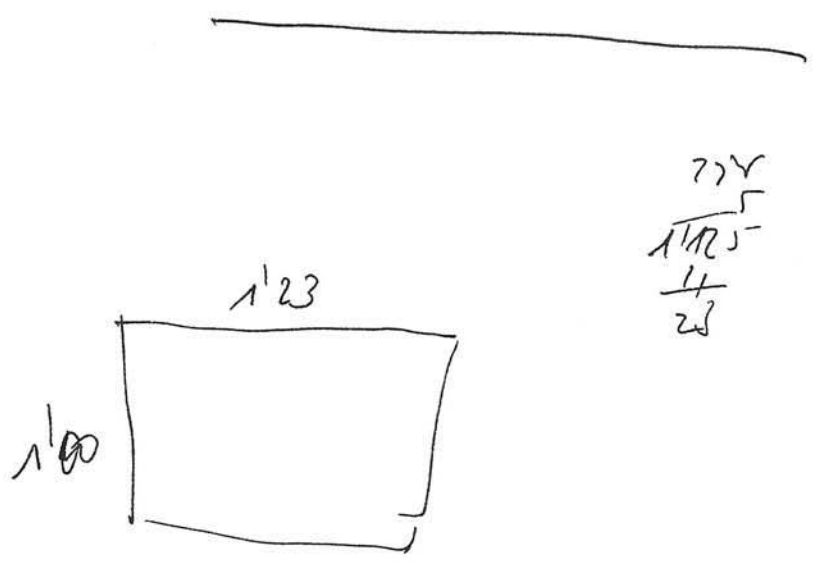


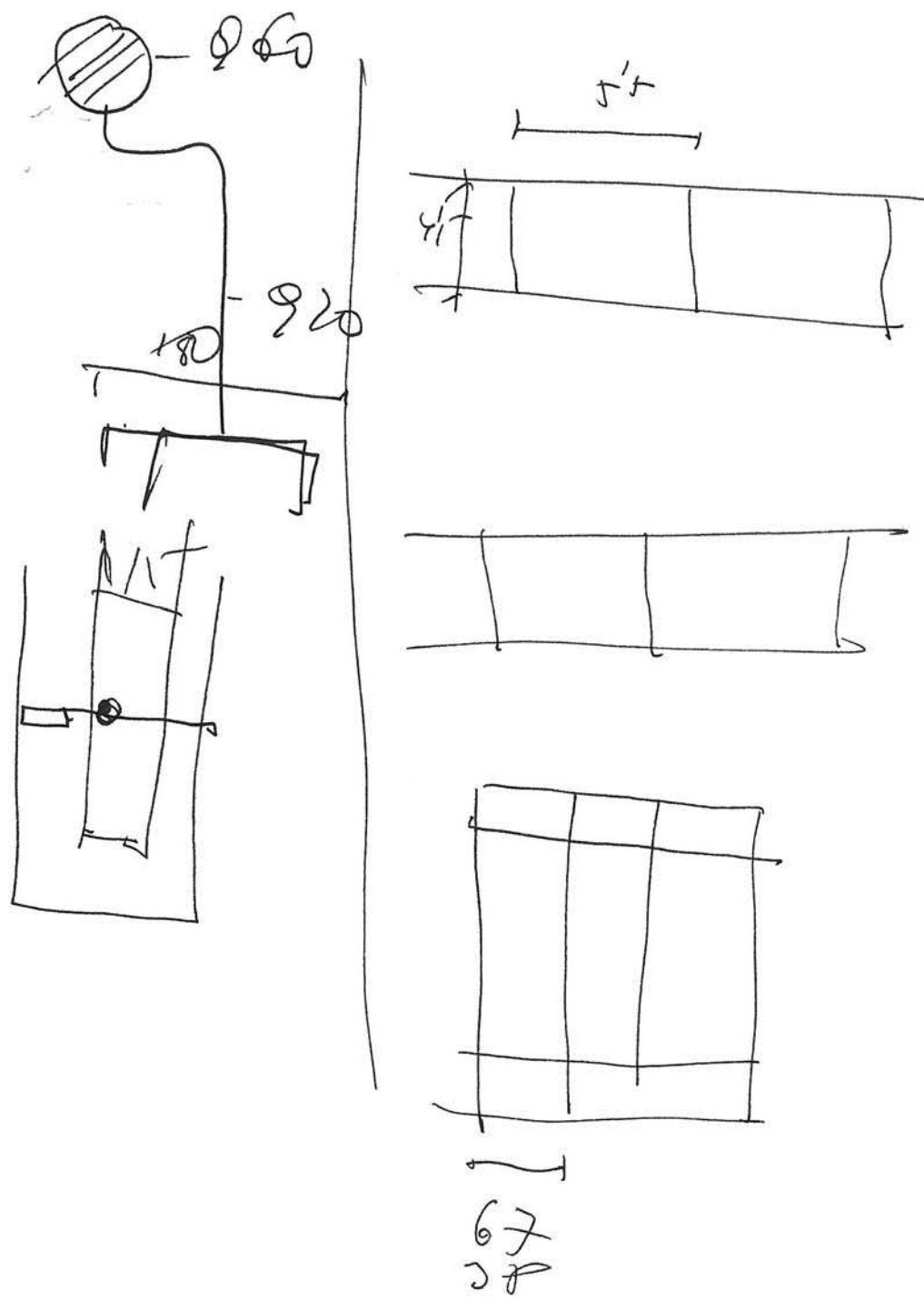

100
18
1'40
1'40
1'20
80
48

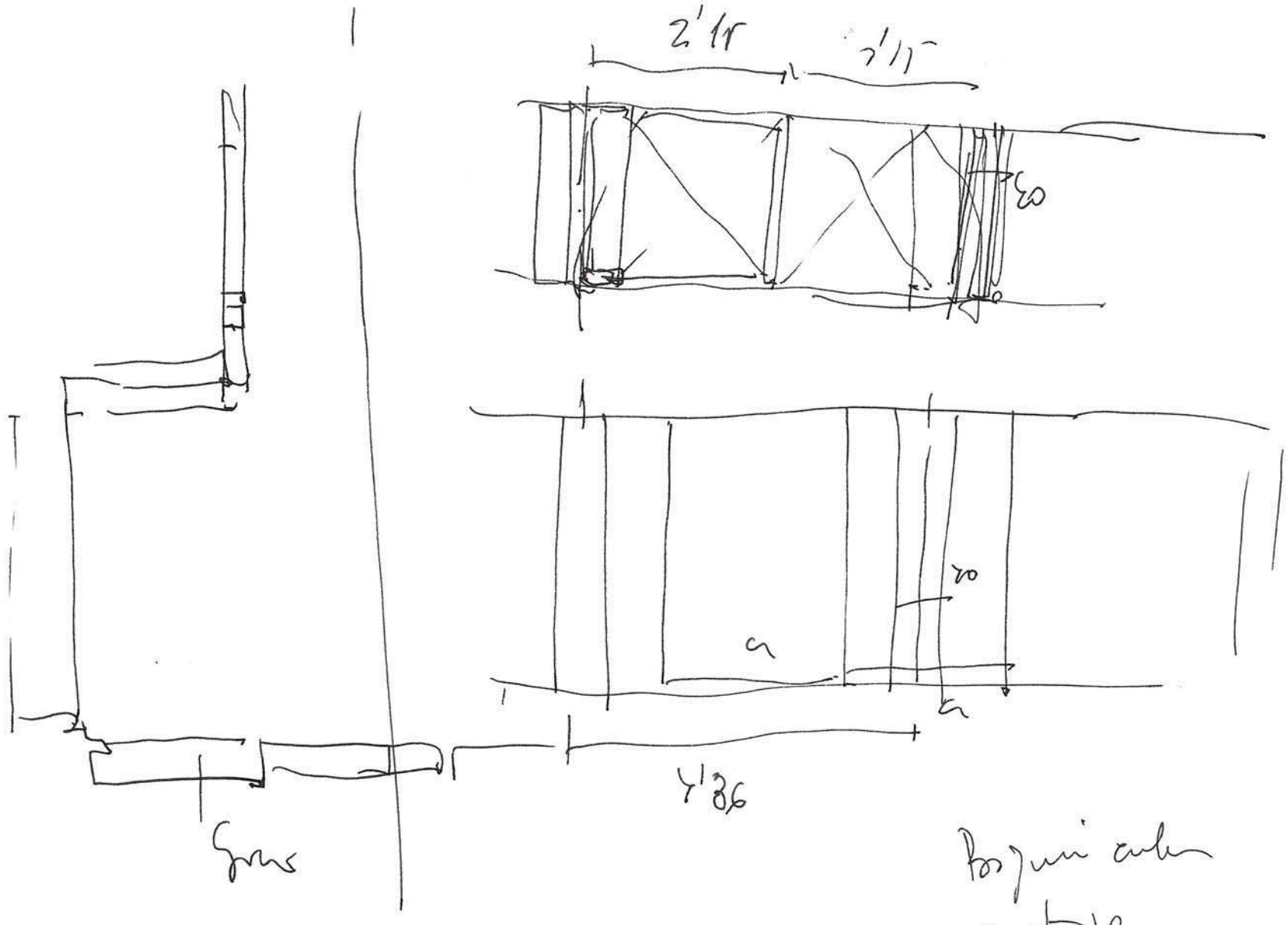
Balcon :

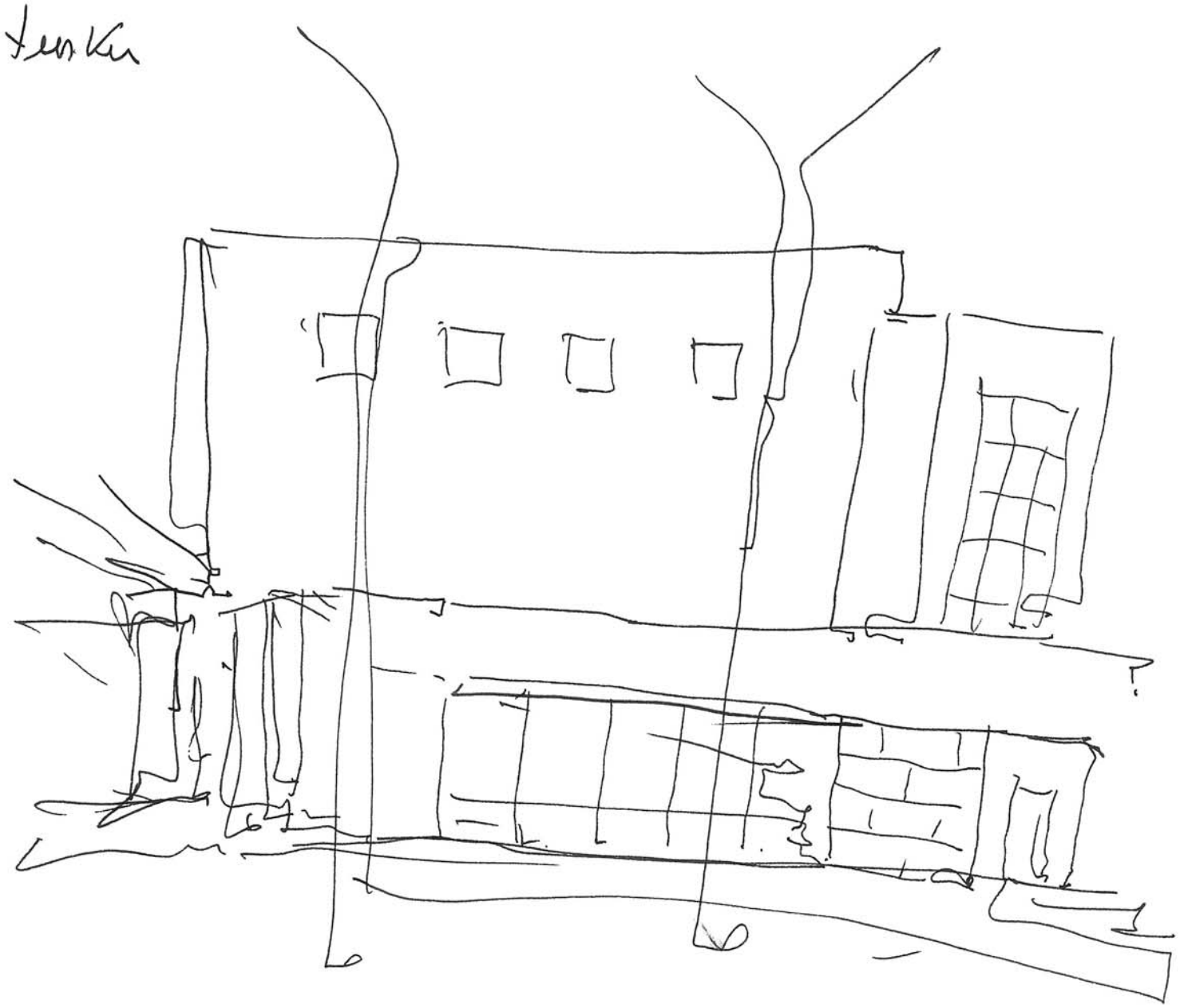
→ altura vertical 60 cm

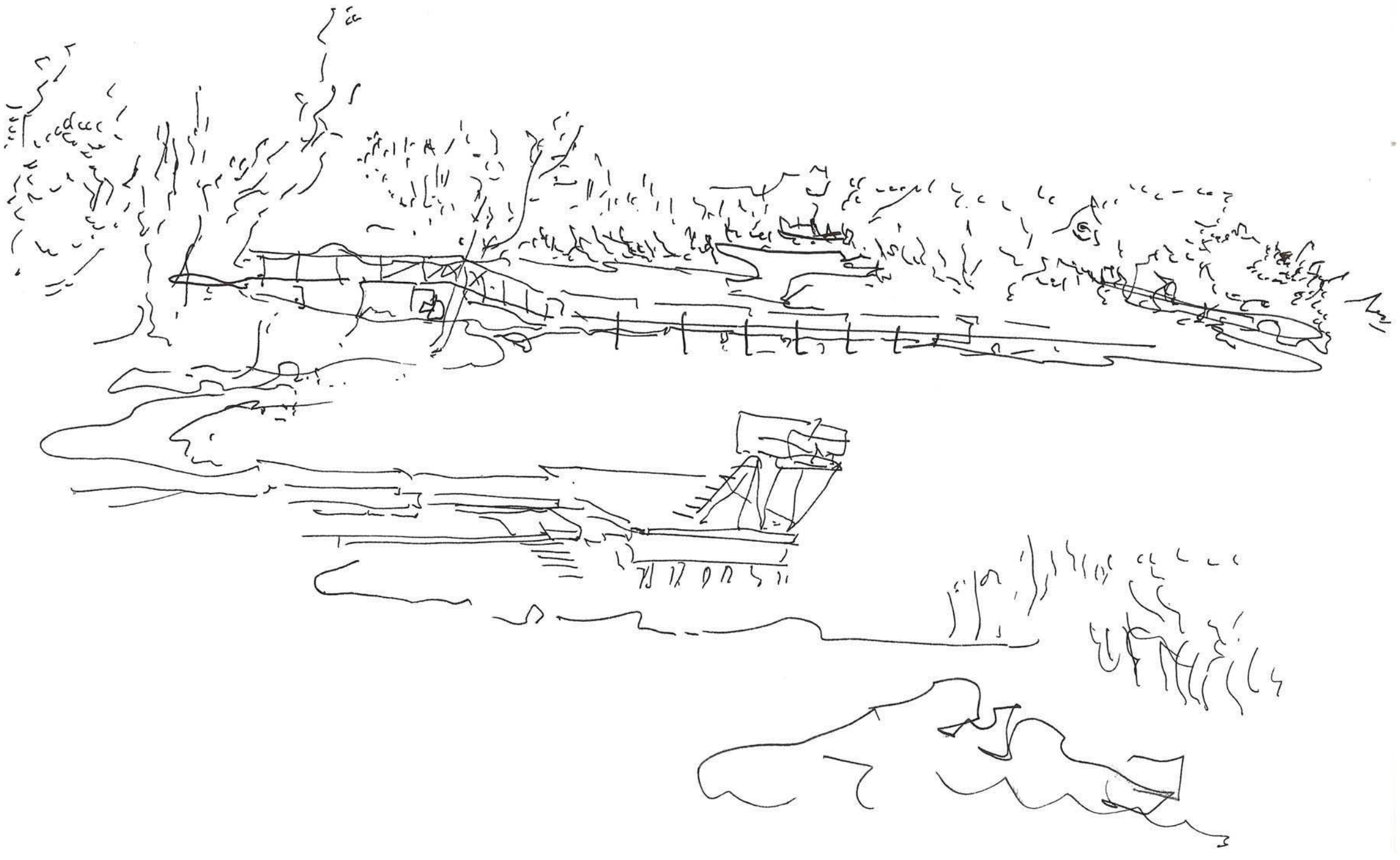


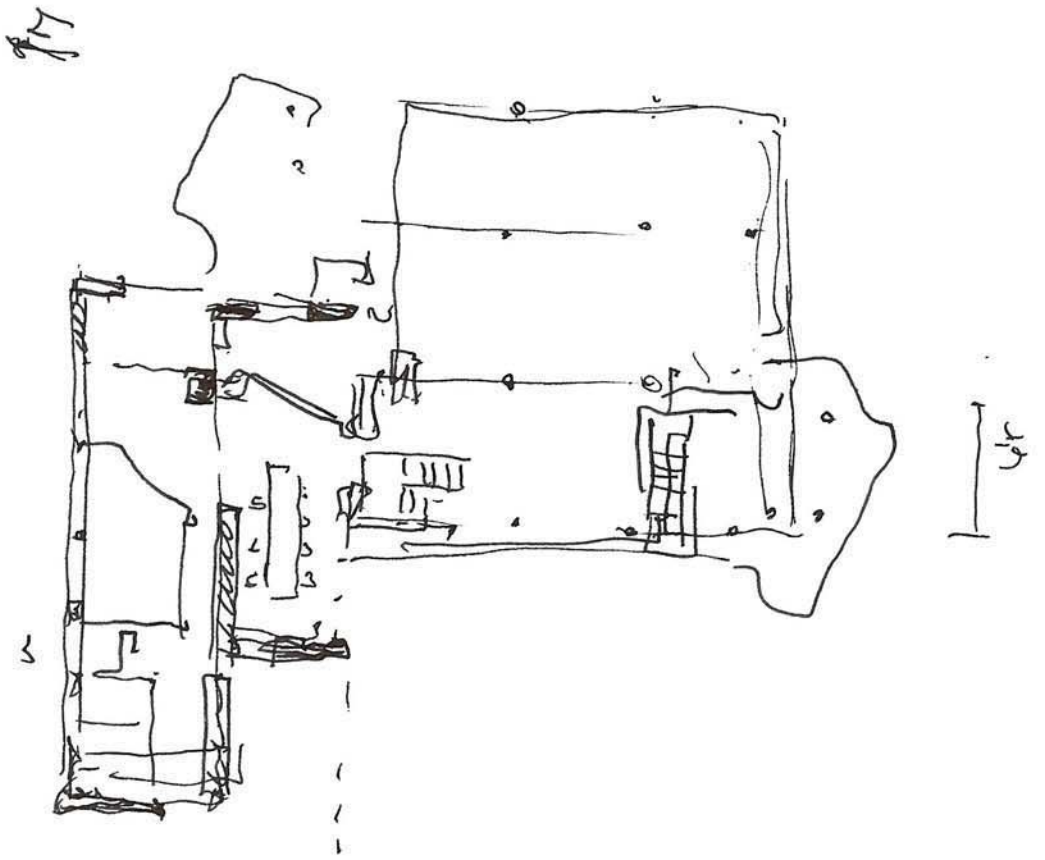


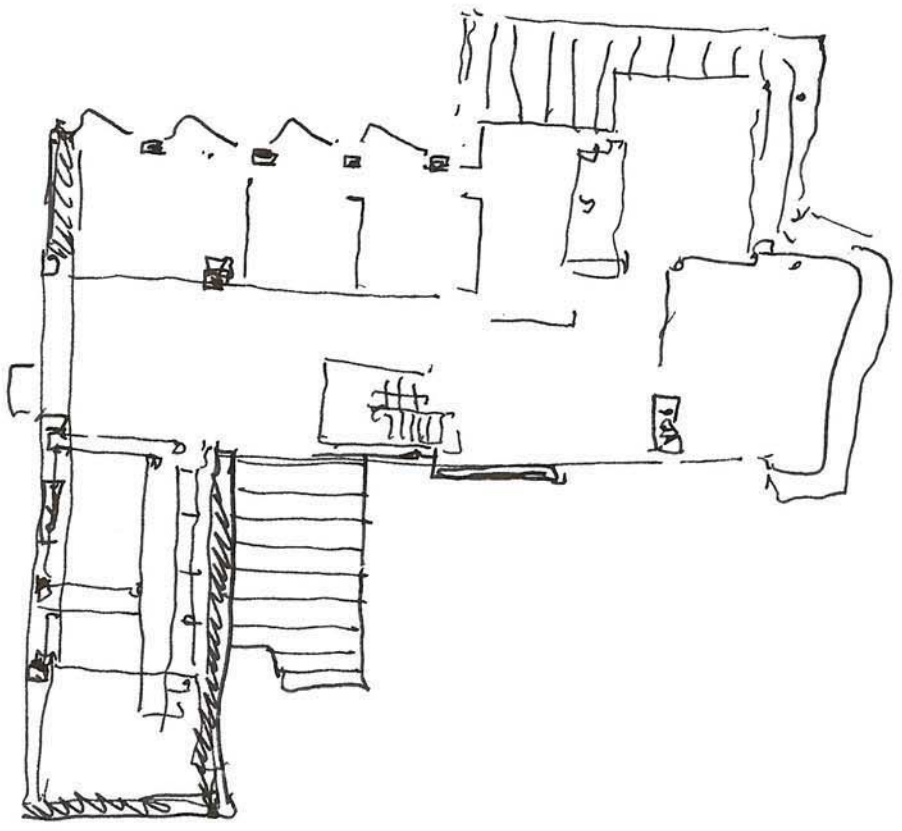


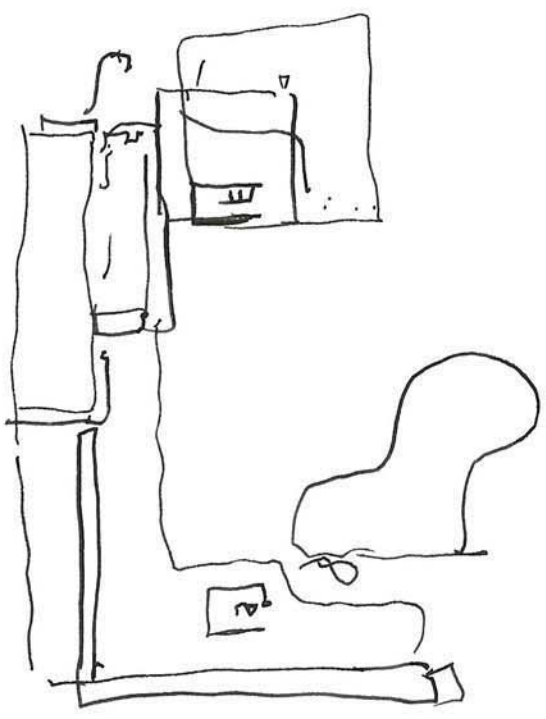

2'11
20
4'86

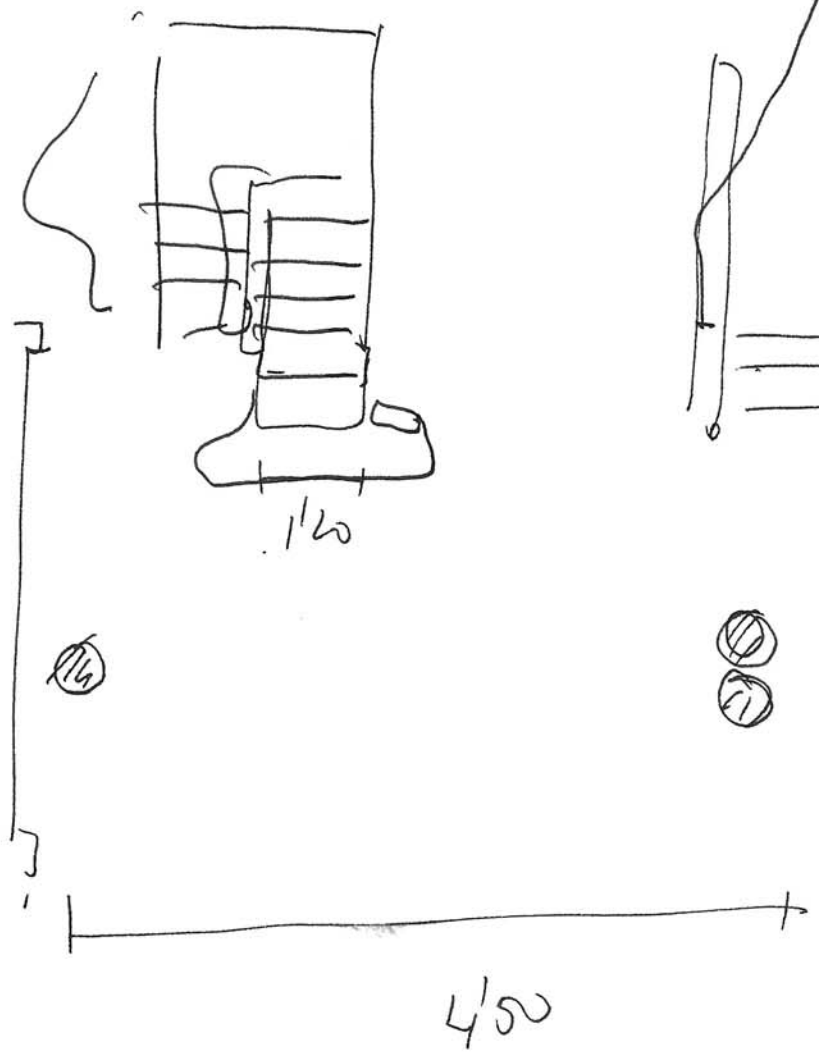


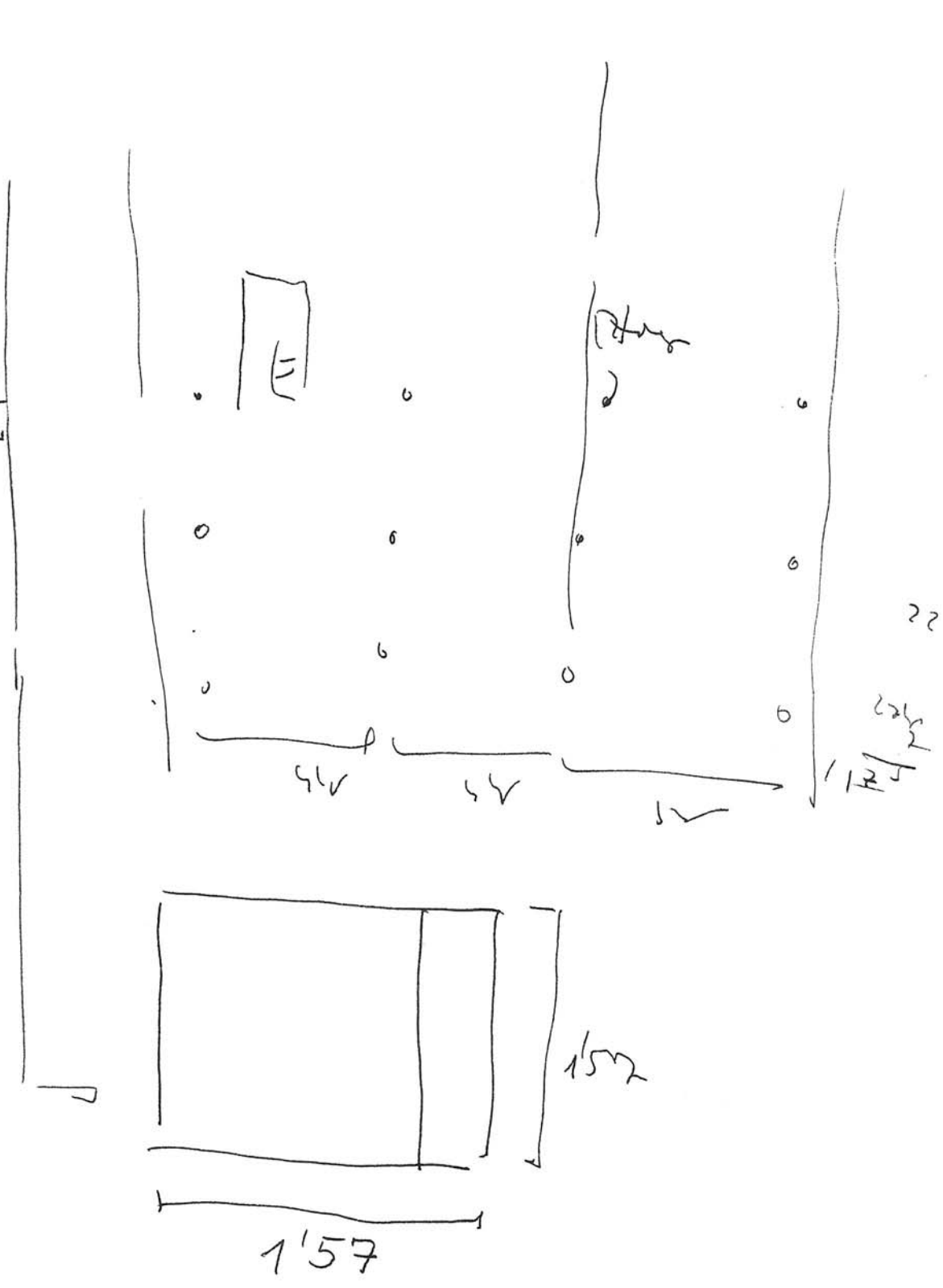


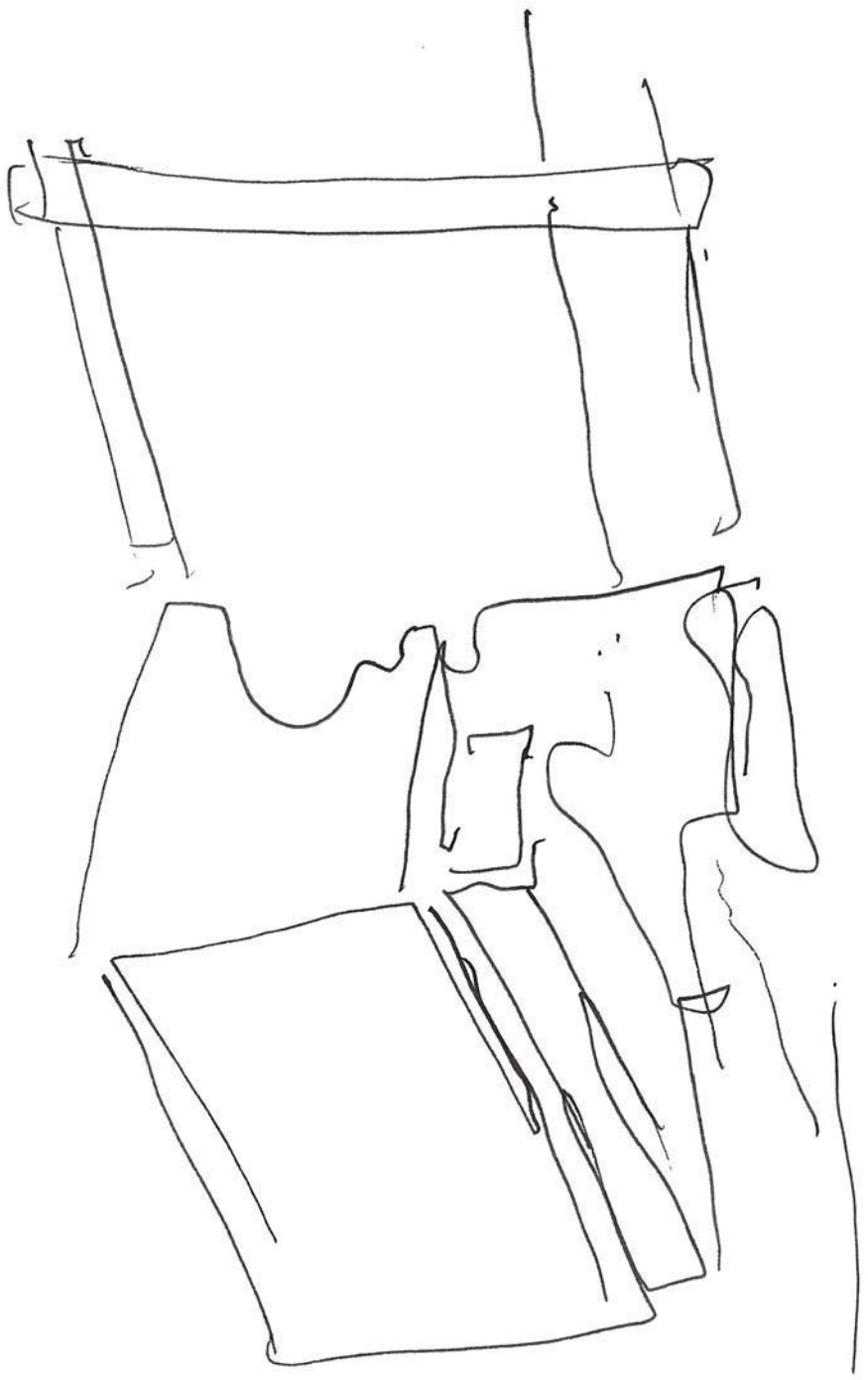


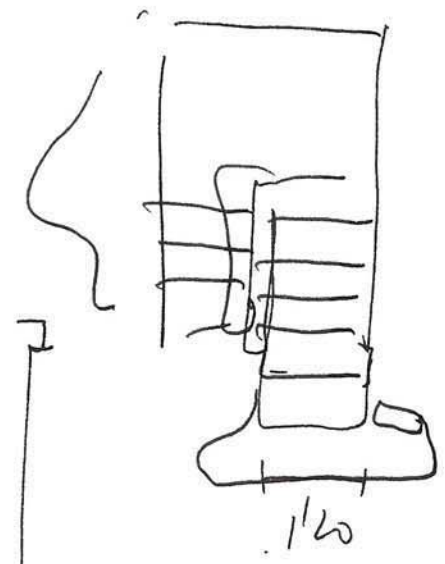


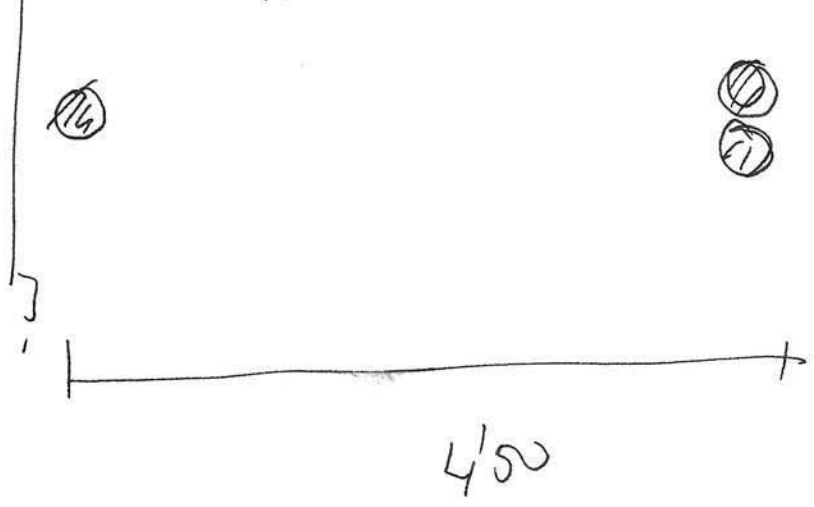


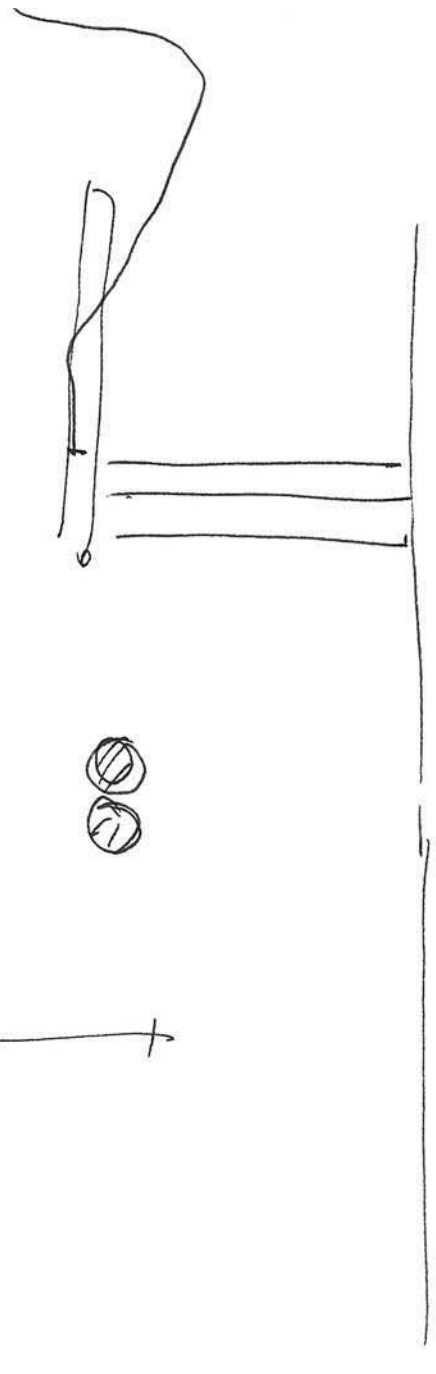

1'20
4'50

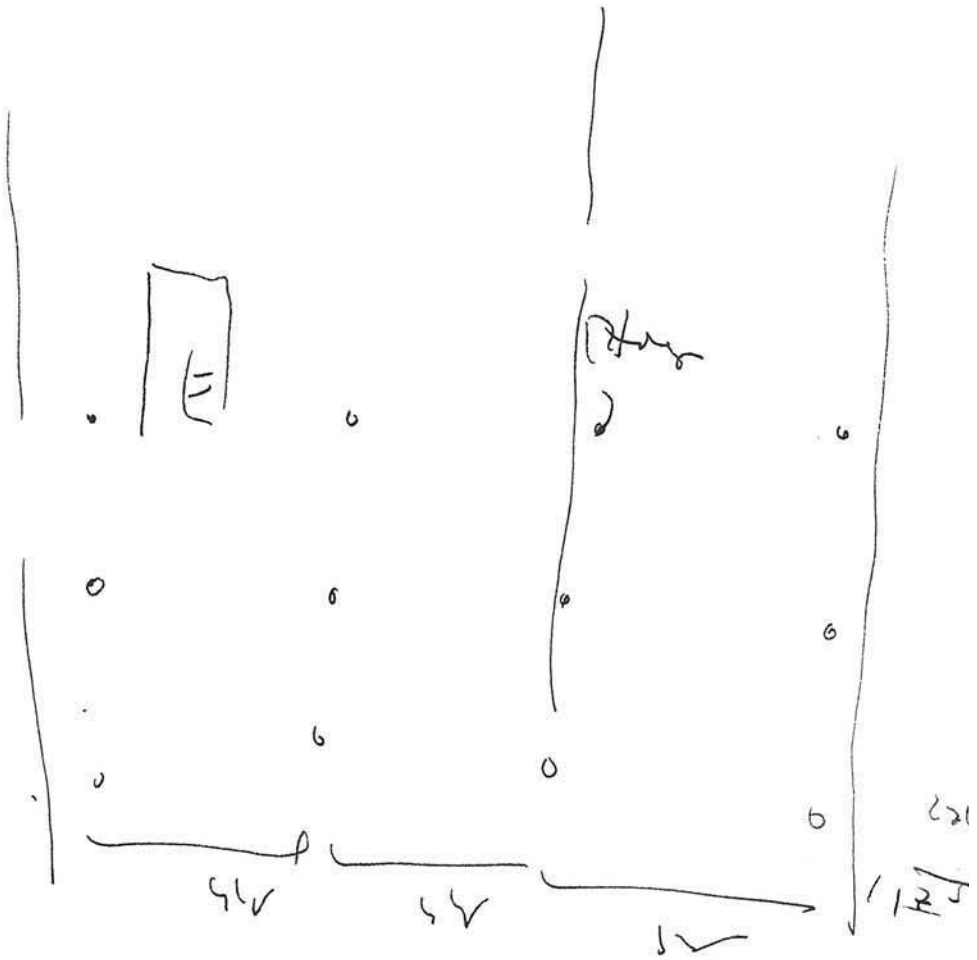

1'57
1'57
1'57



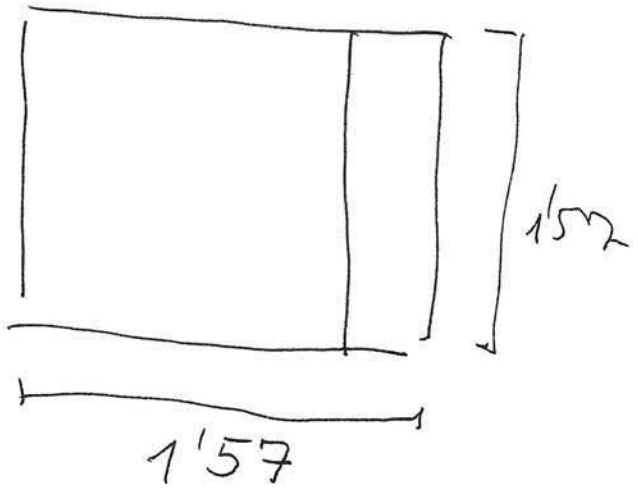

1'20

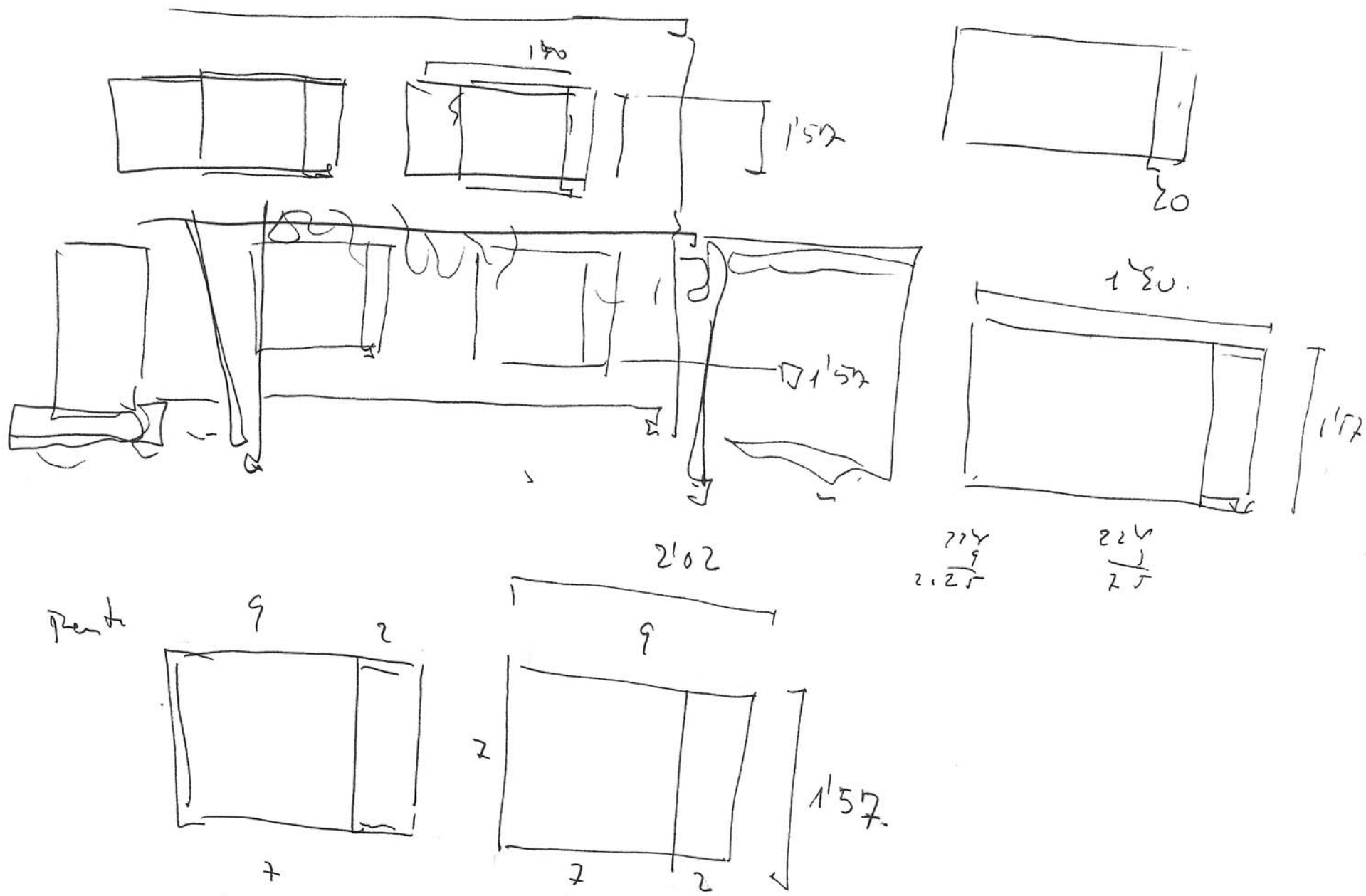

4'50

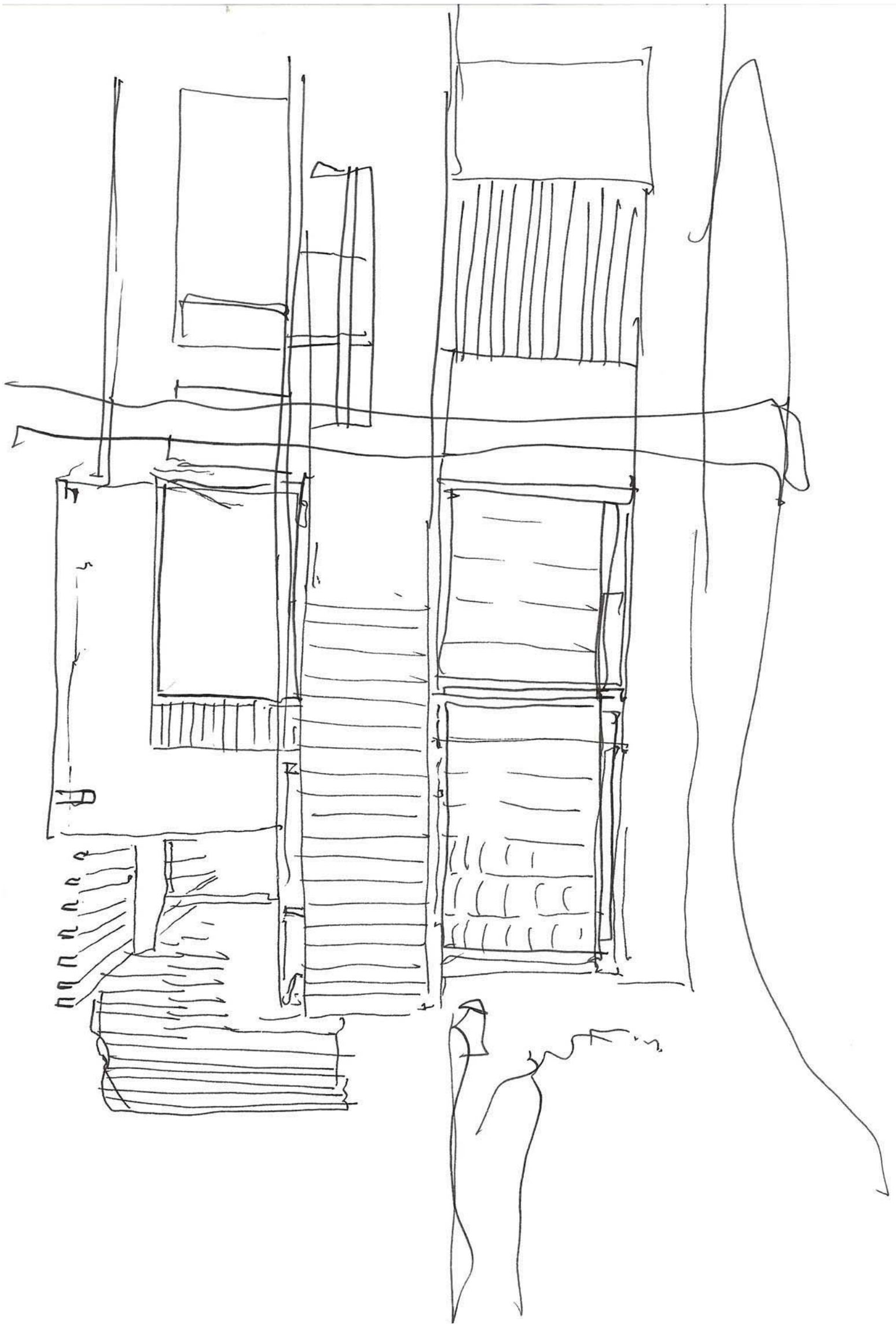



45

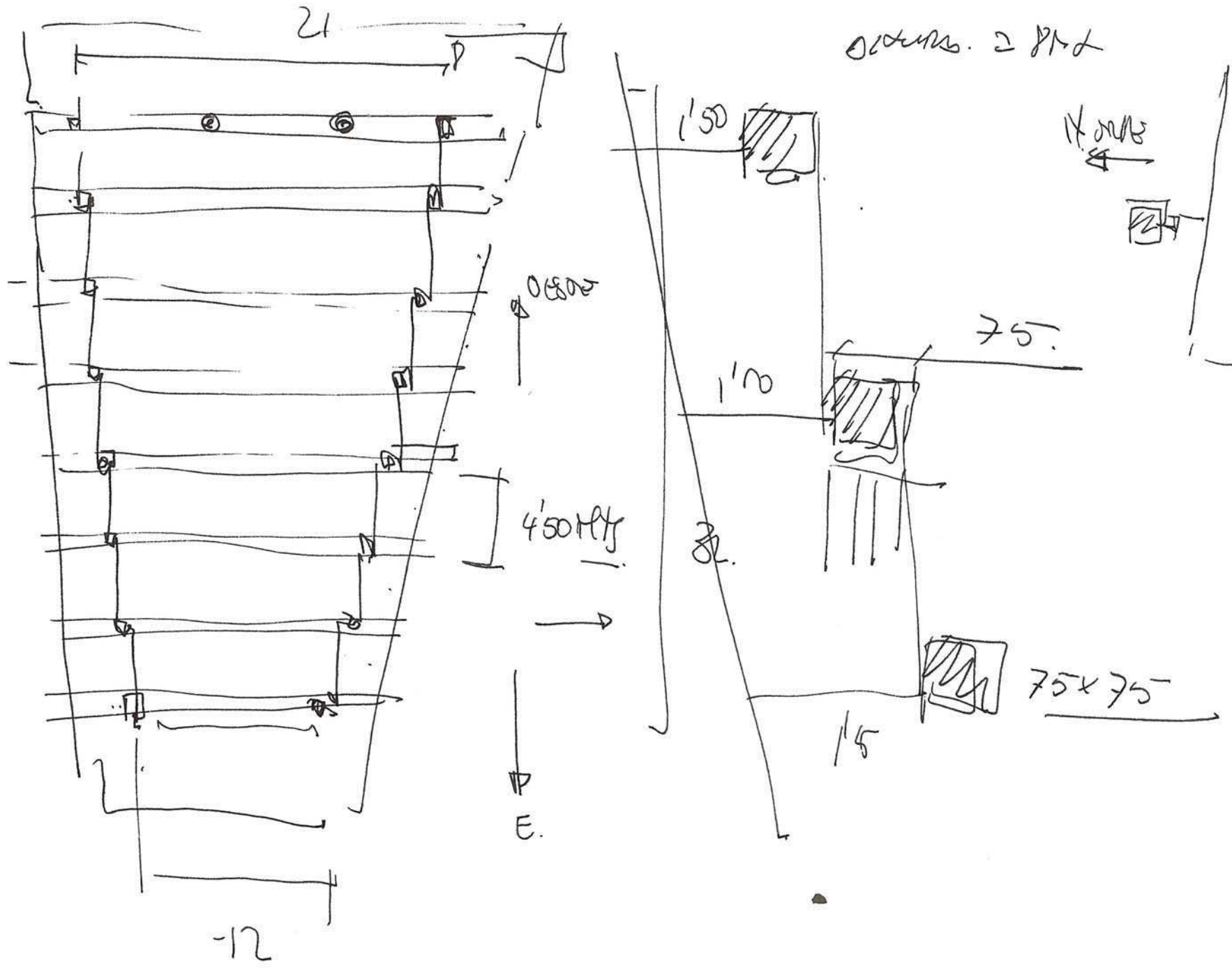
45

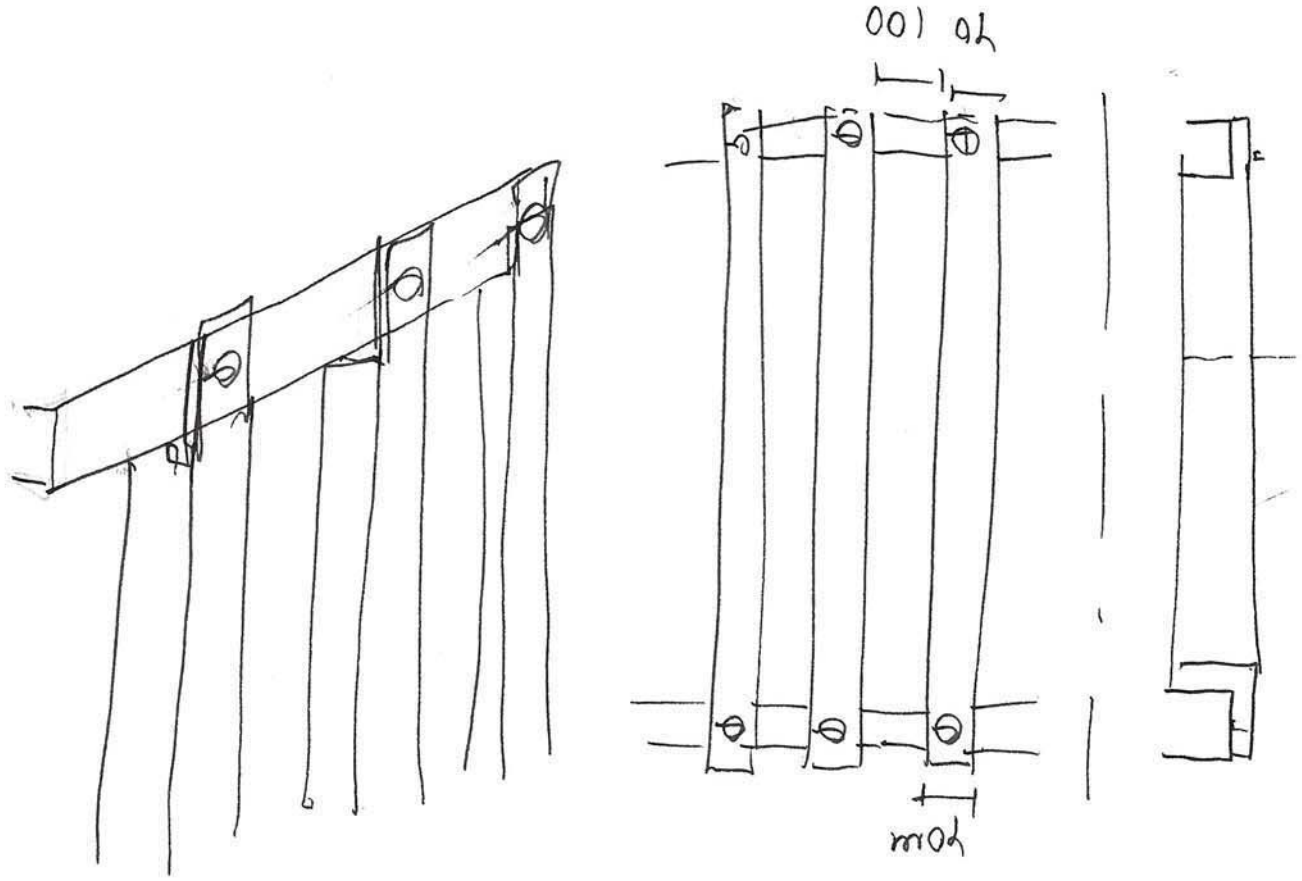

1'57
1'57

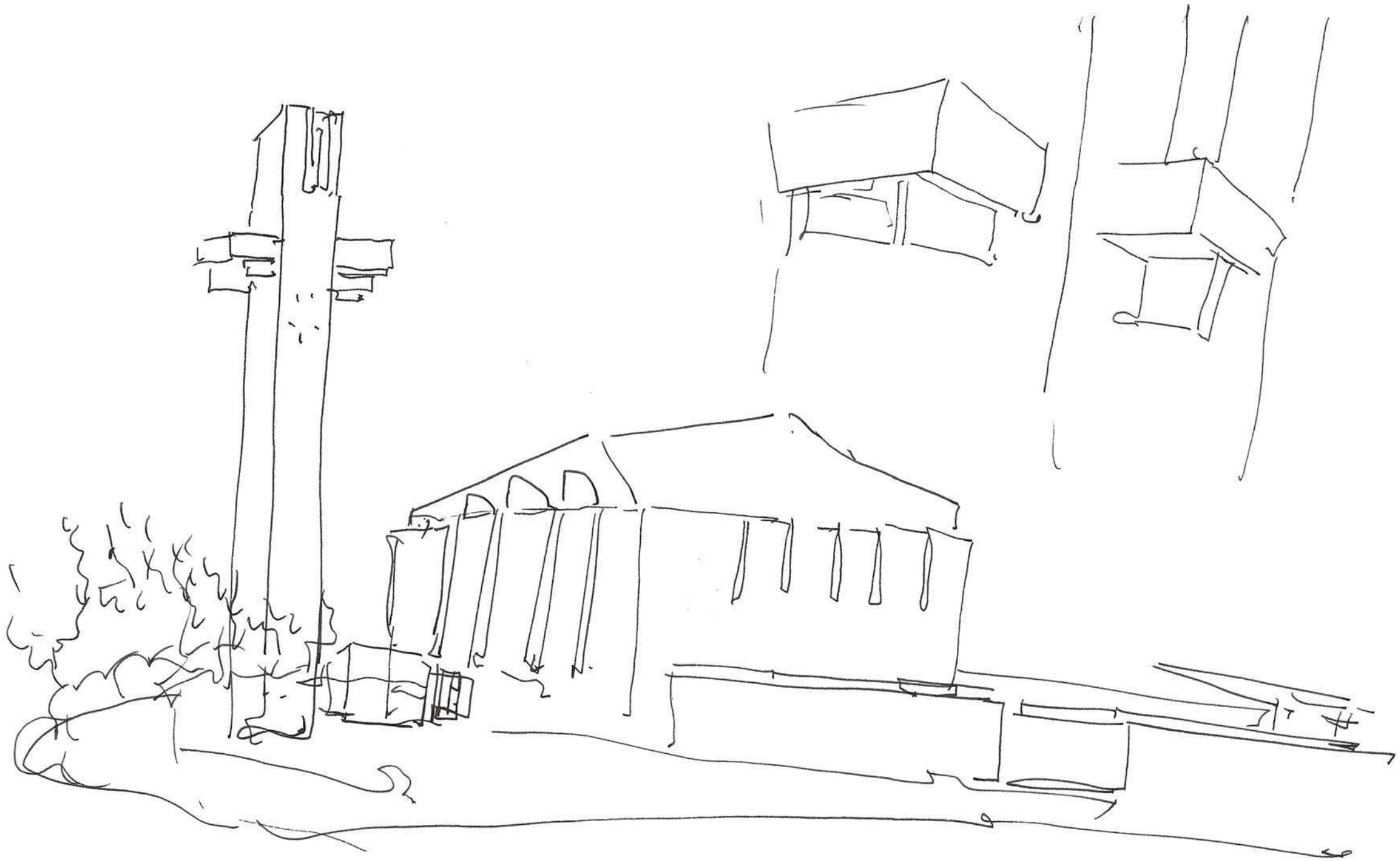

1'80
1'57
0'3
1'80
1'57
2'02
9
2
9
2
1'57.
7
7
2

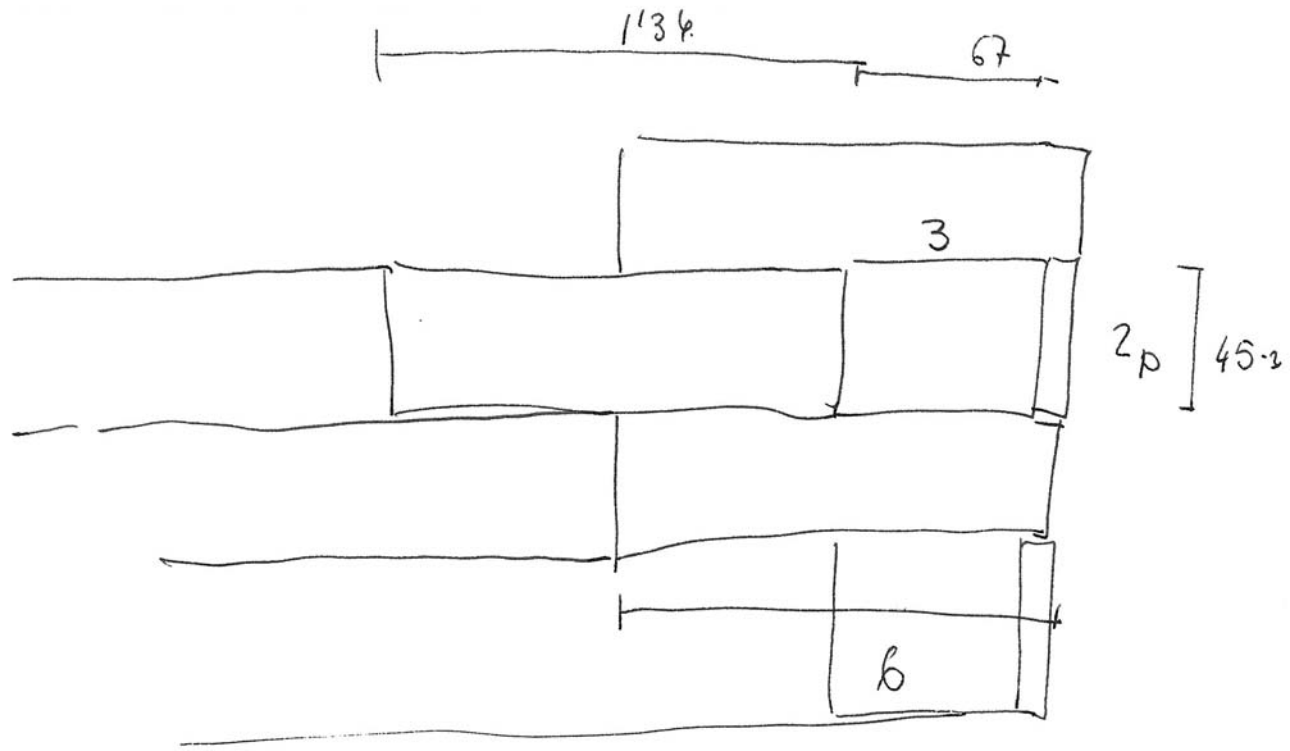


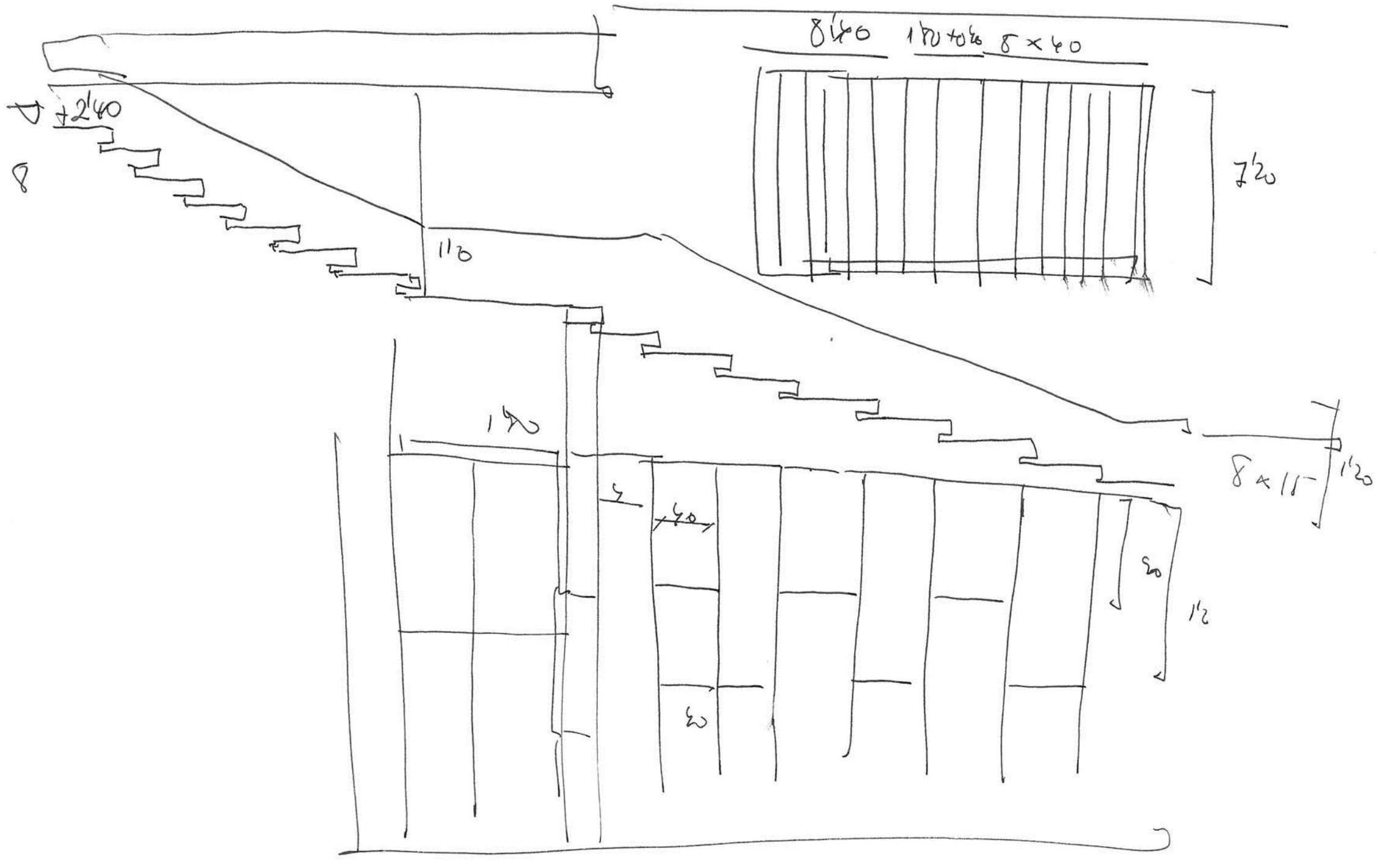
28.7.2008

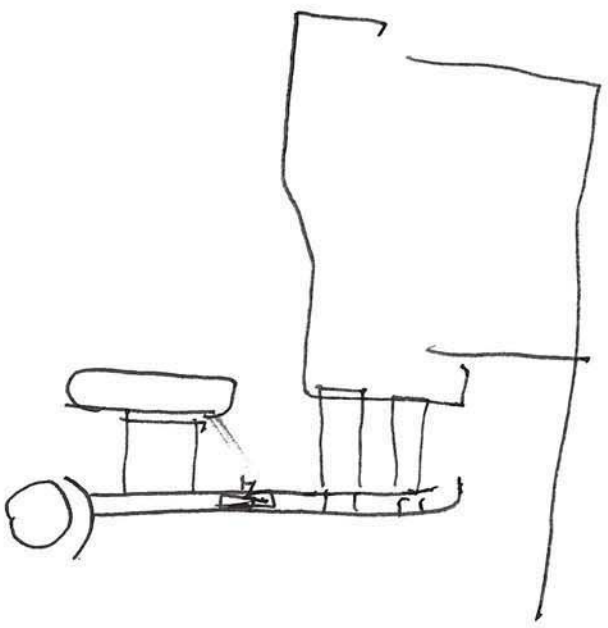

21
1'50
1'00
75.
75x75
15
E.
-12

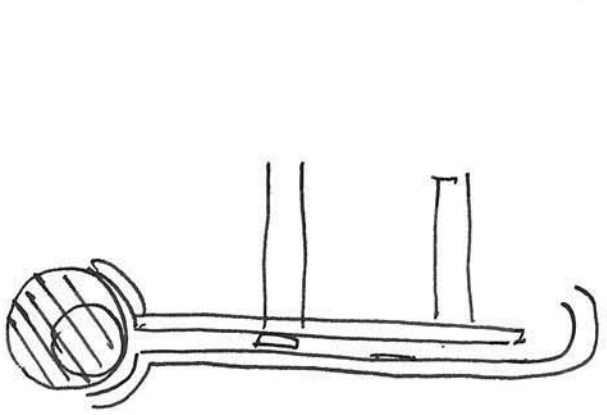

76 100
mod

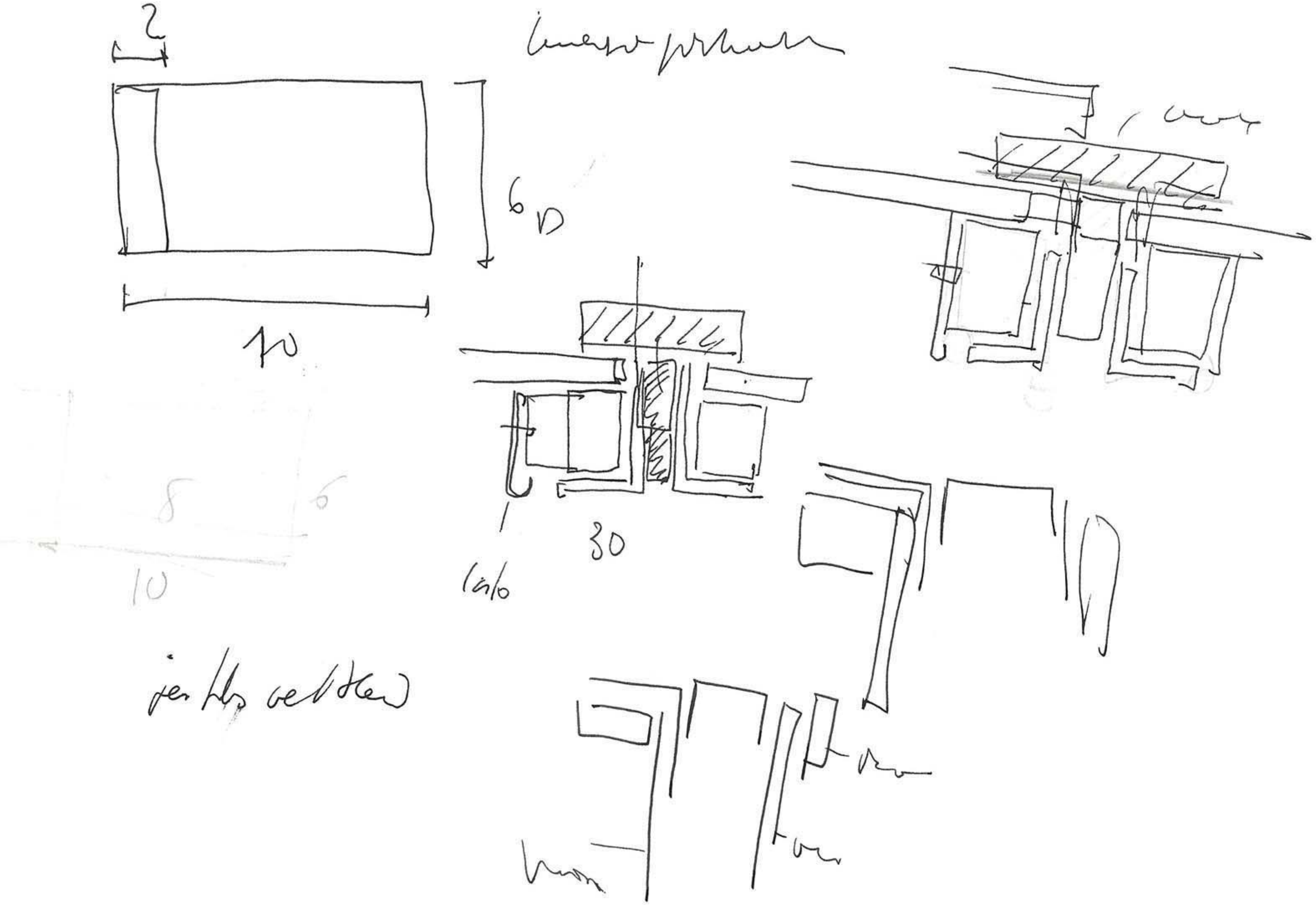



1'34
67
3
2p
45·2
6

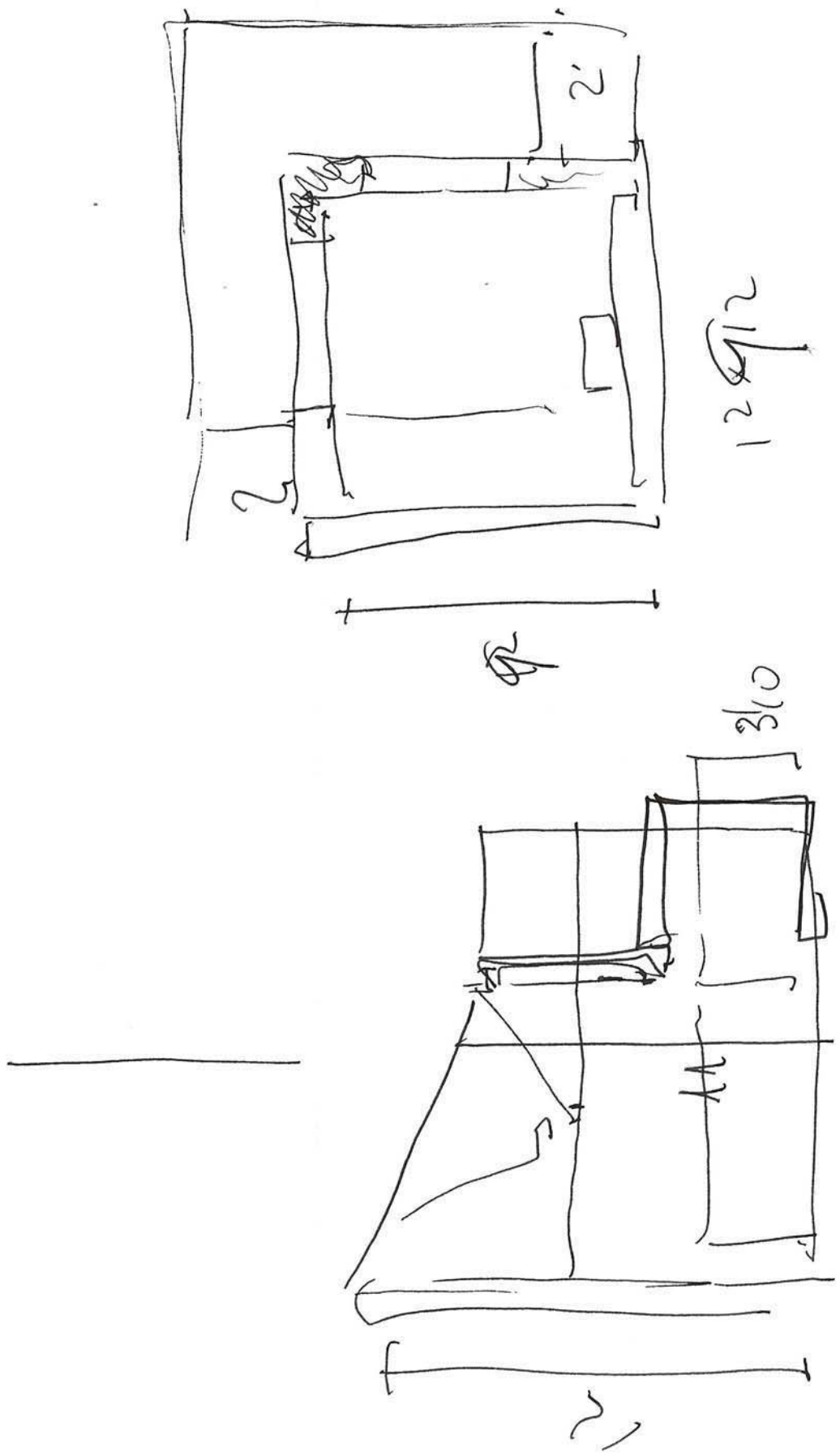

8
+240
110
8&40 170+06 8×40
7'20
180
1
4
40
8×15
1'20
50
1'2
30

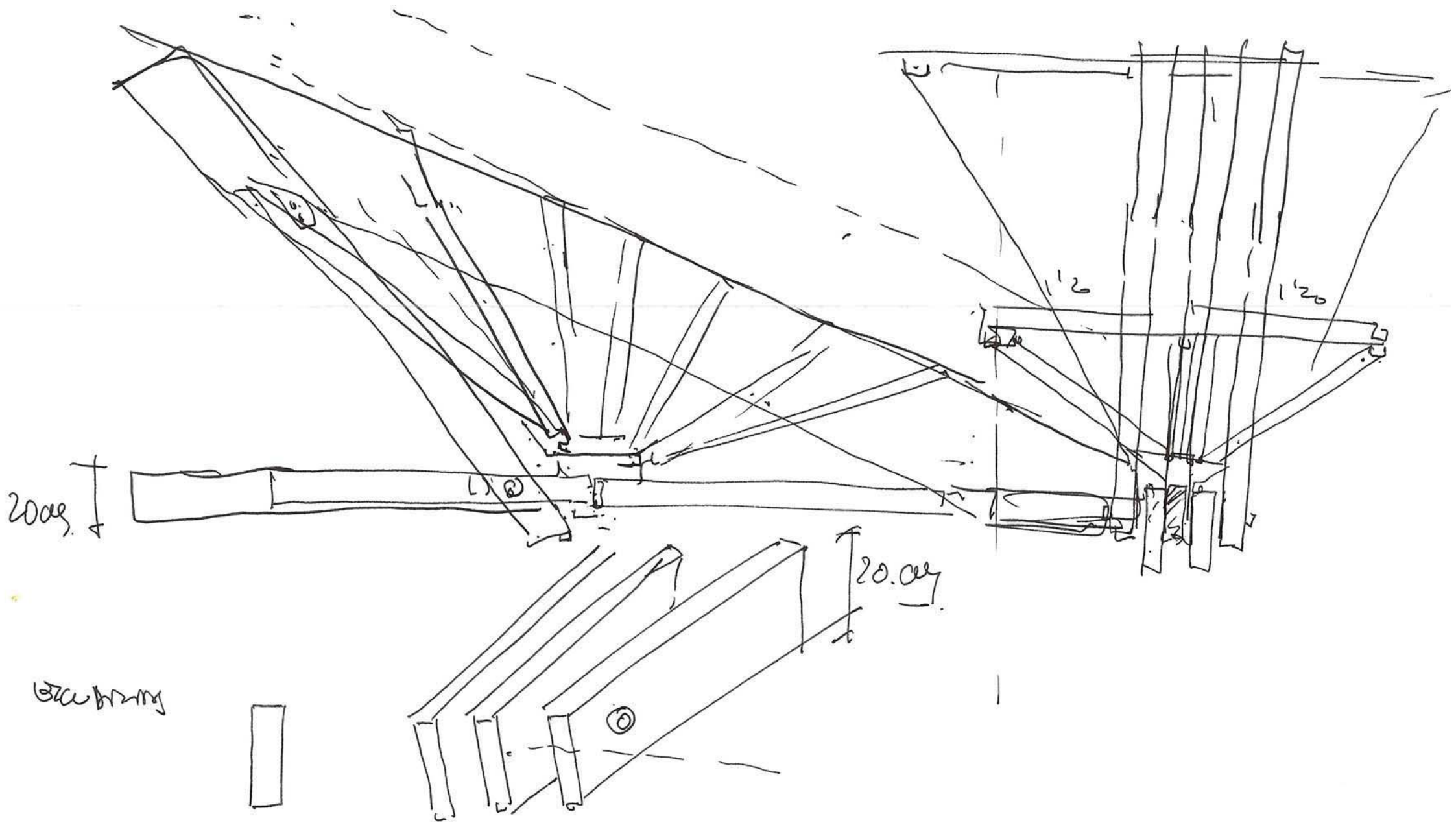


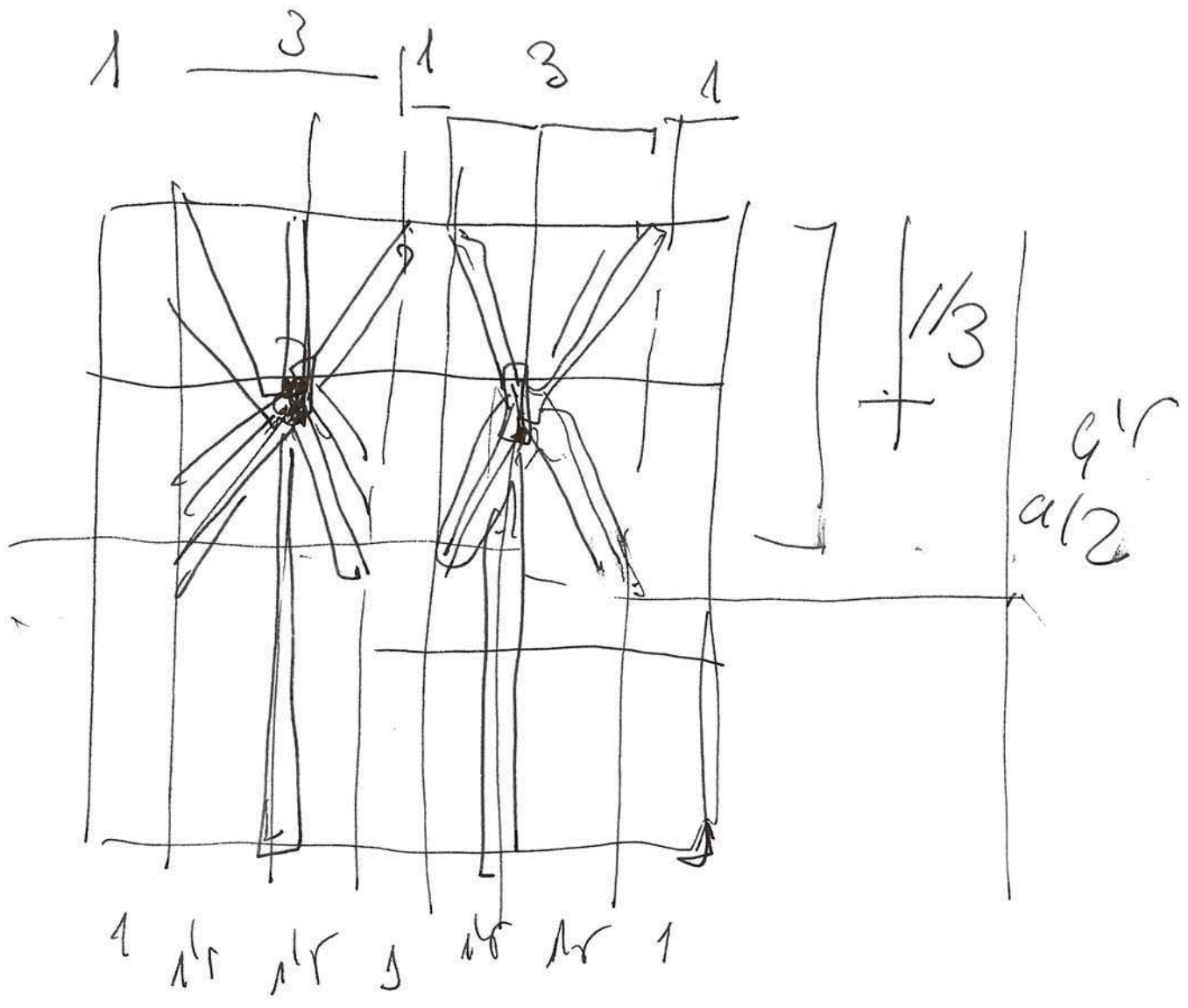


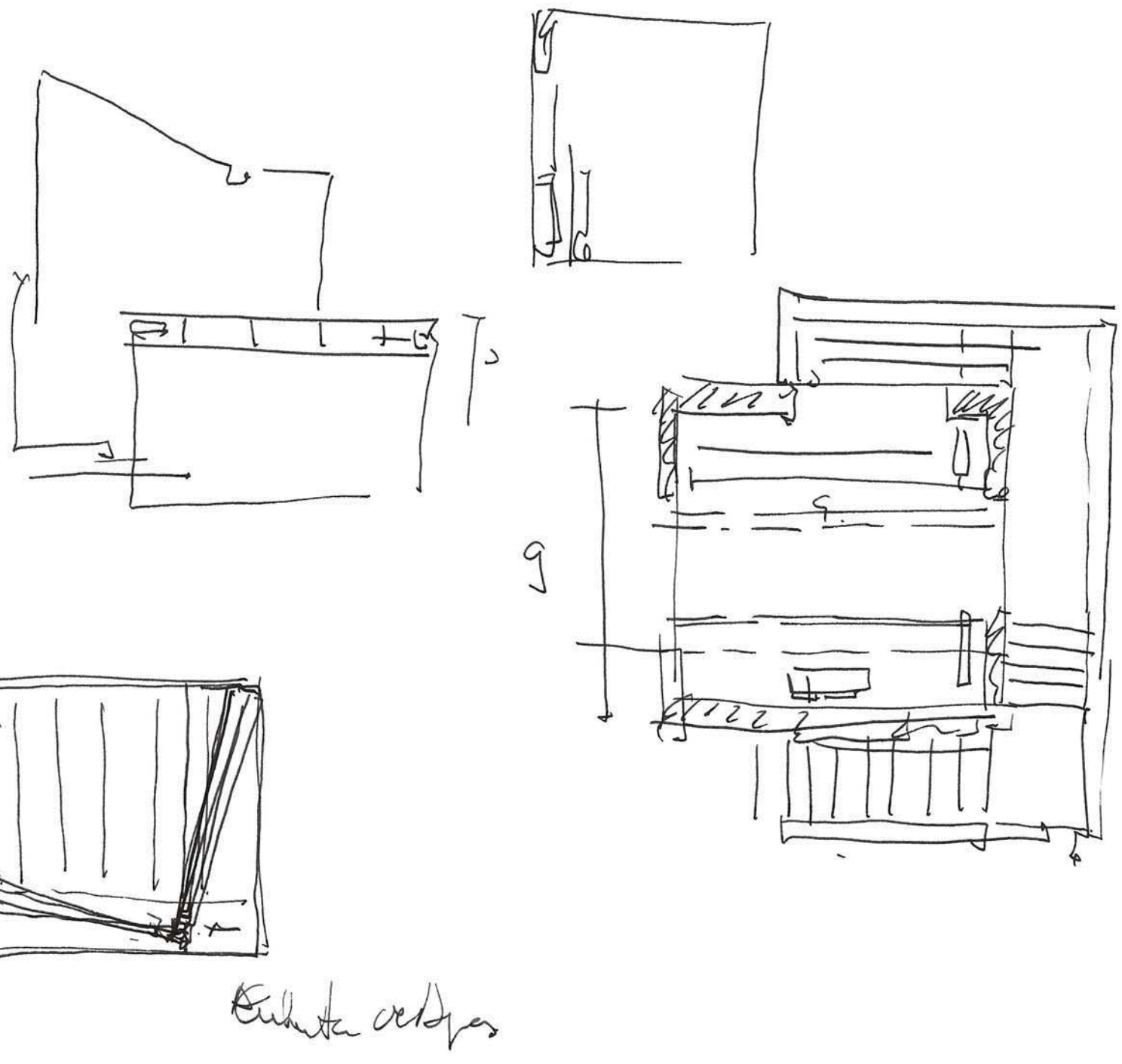

2
60
10
30

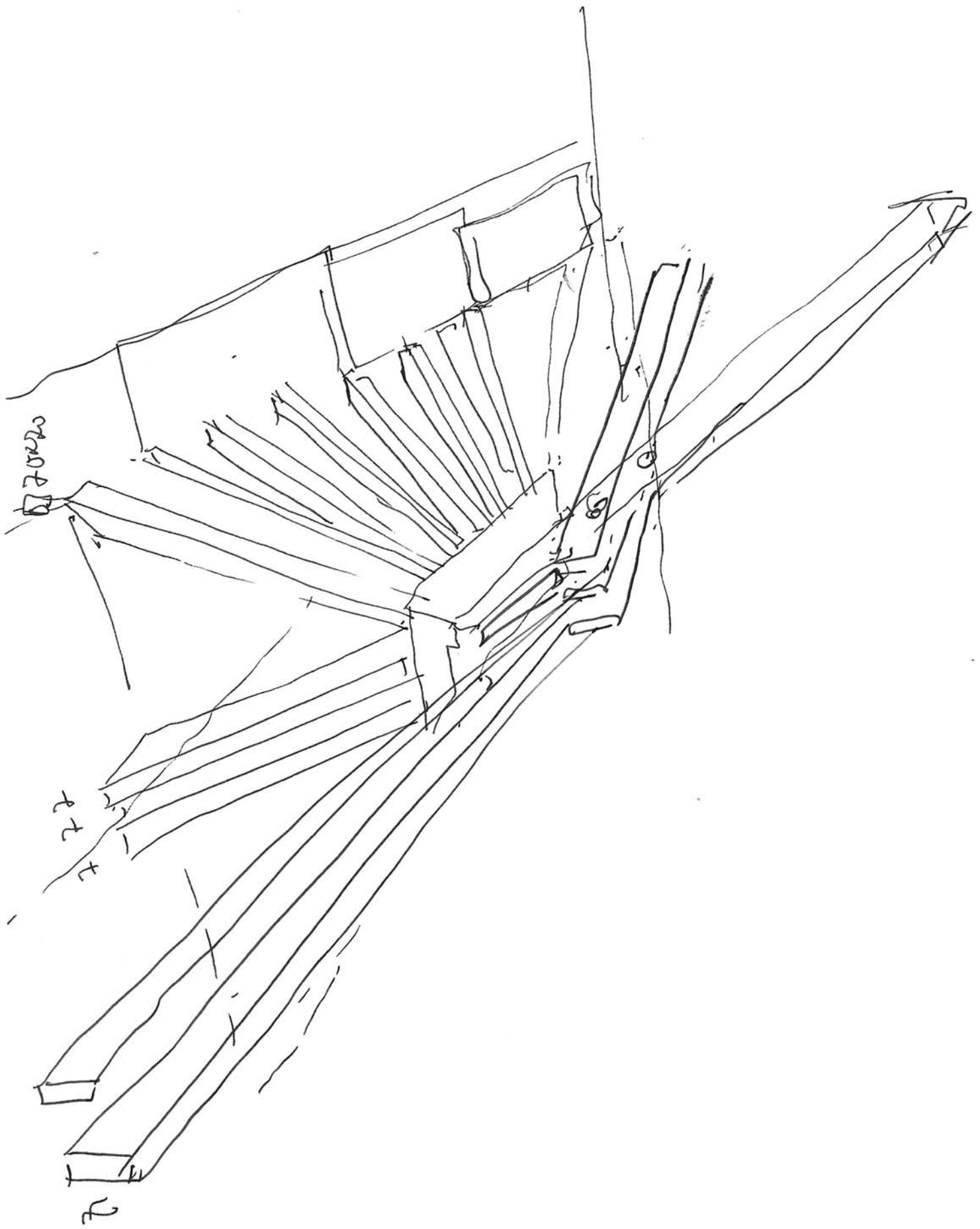
1.25

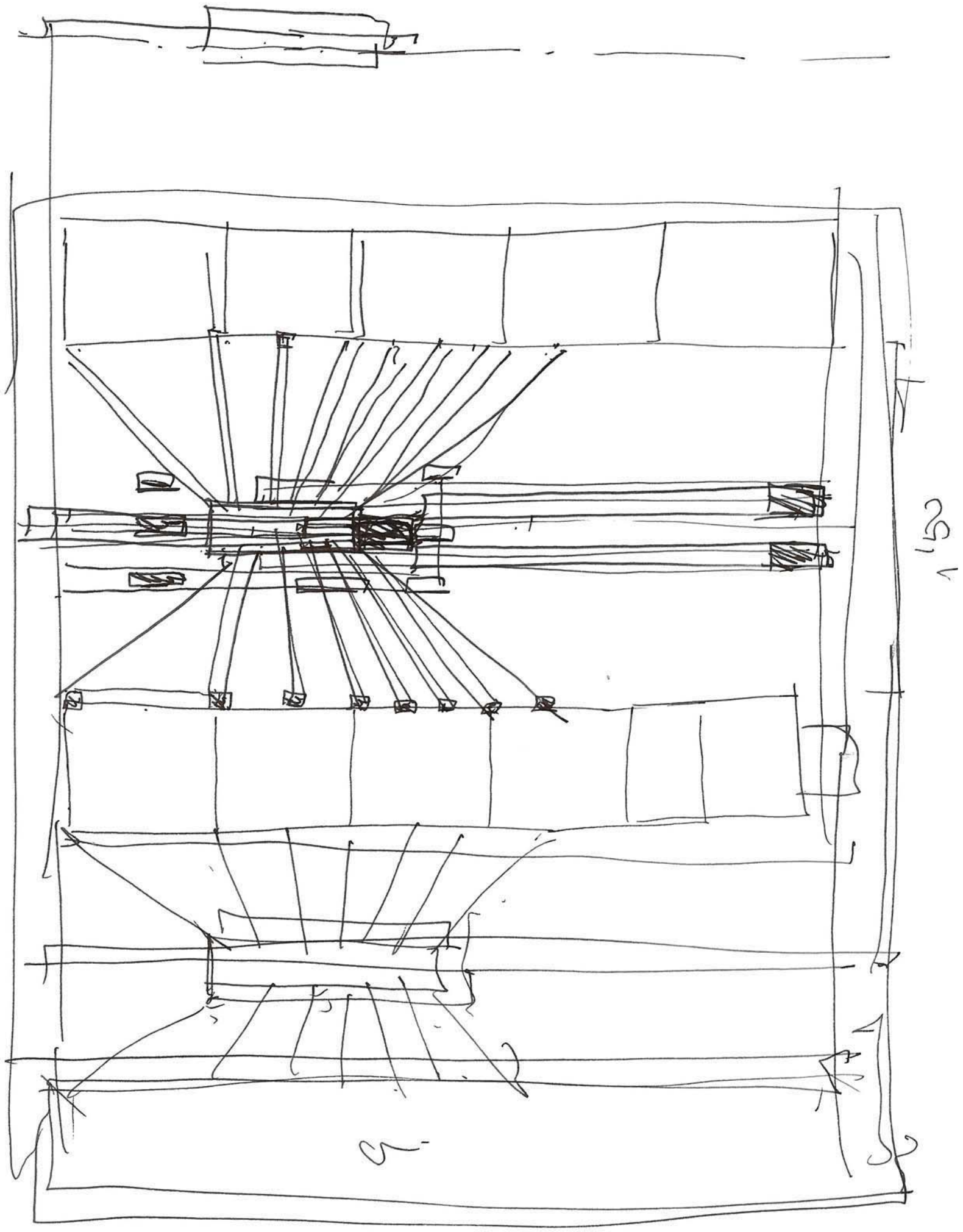


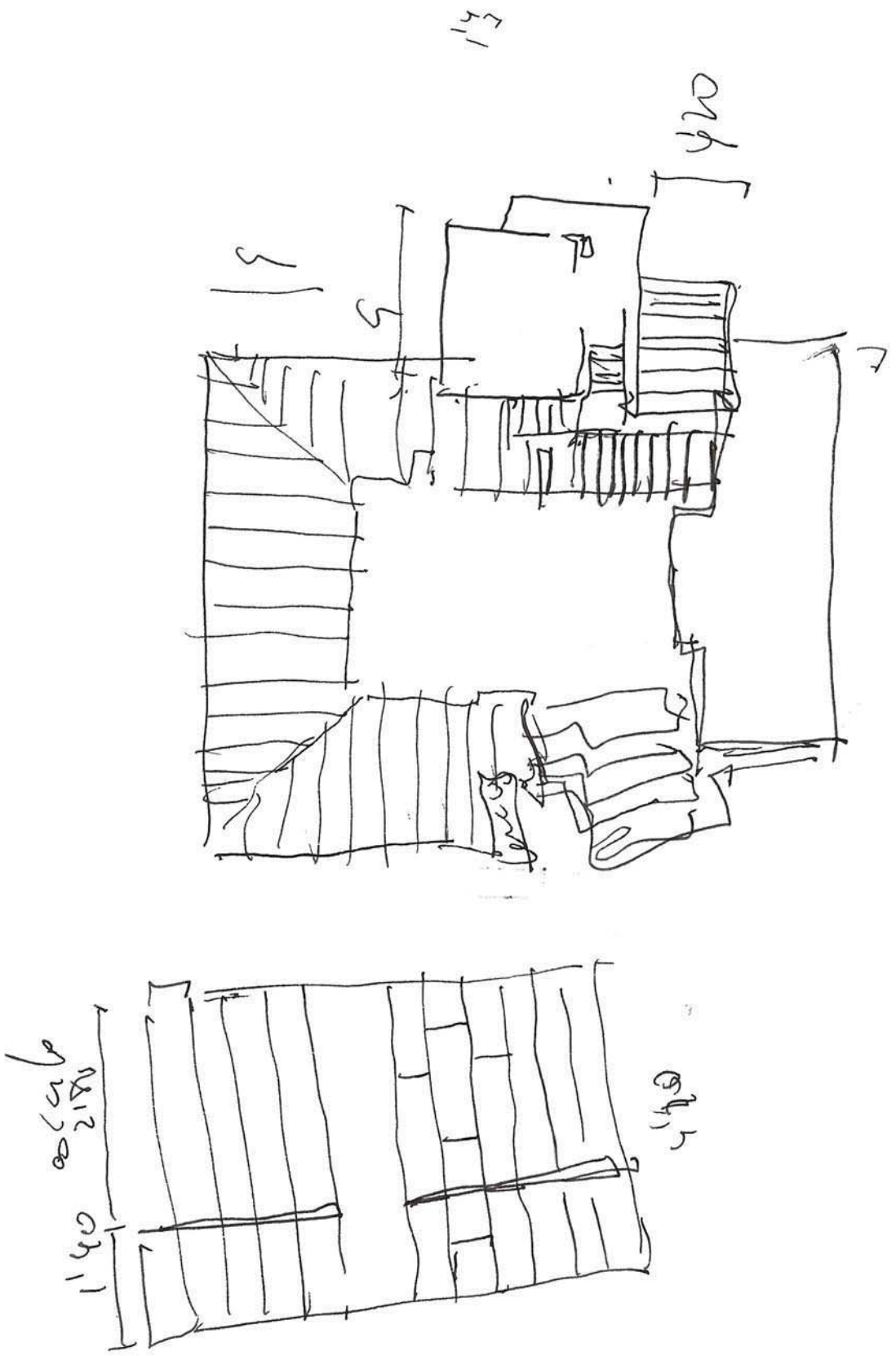

1'6
1'20
20cm.
20.cm

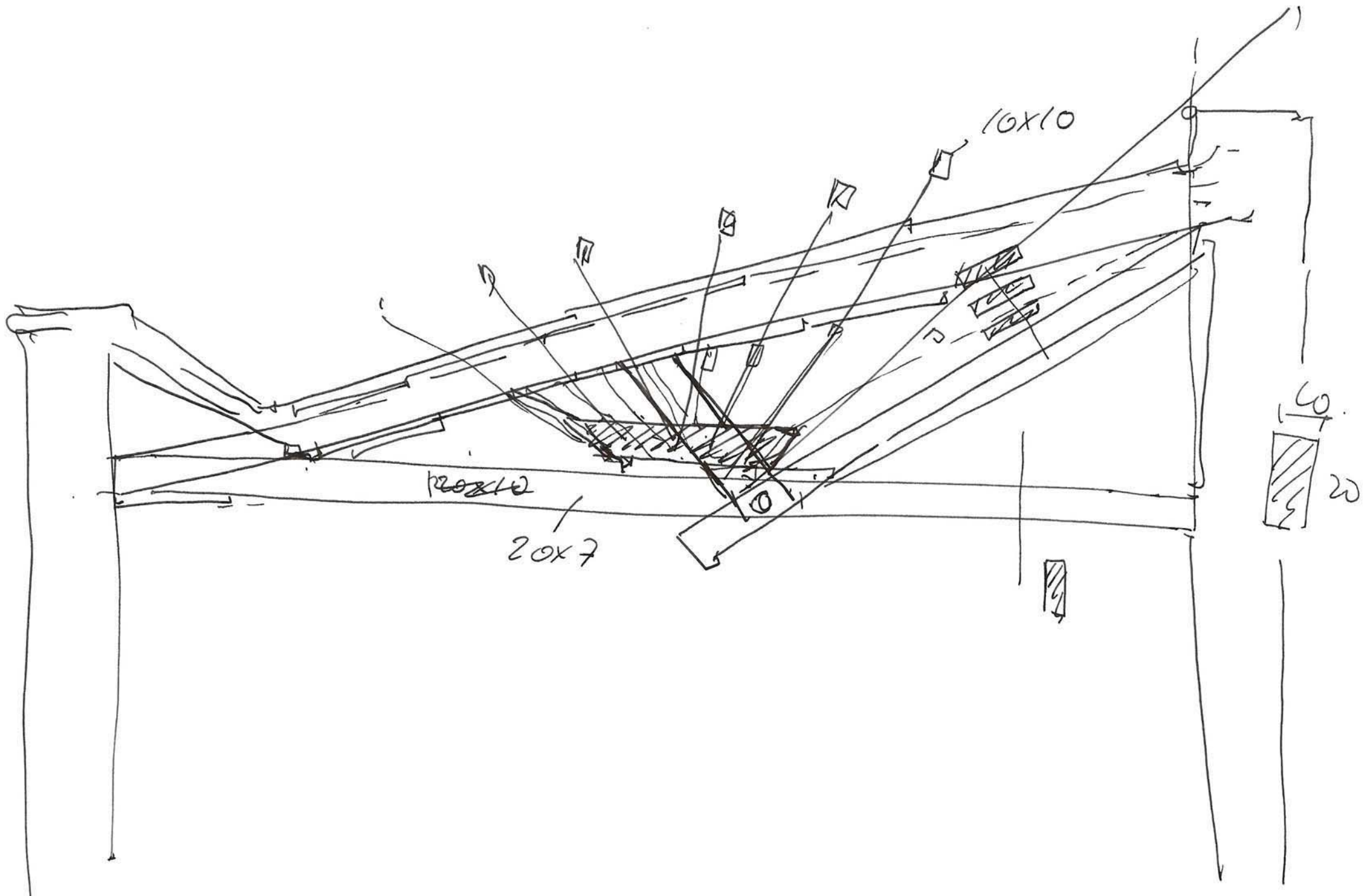

1
3
1
3
1
1/3
a/2

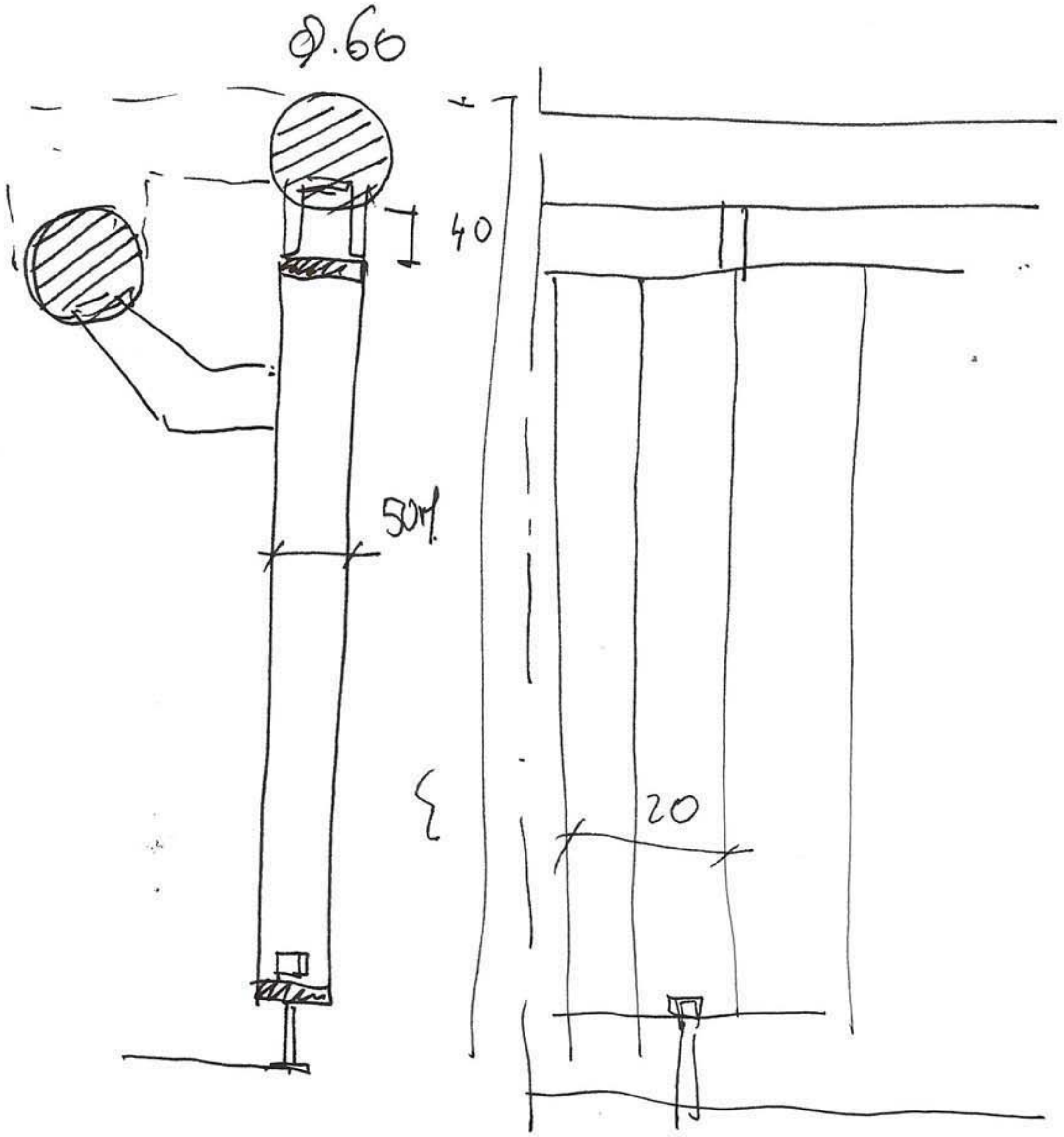




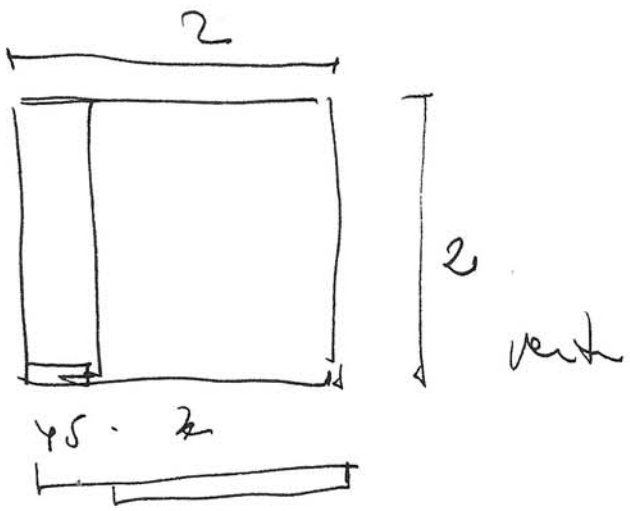


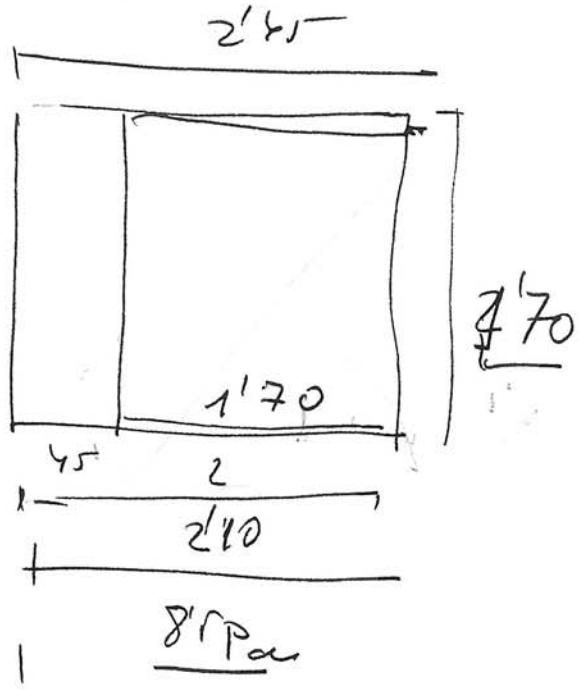


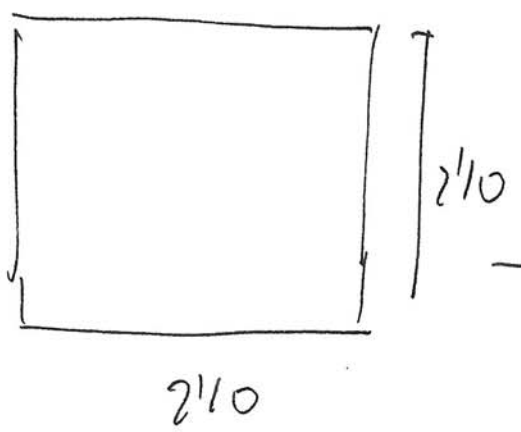

10X10
120X10
20X7
20

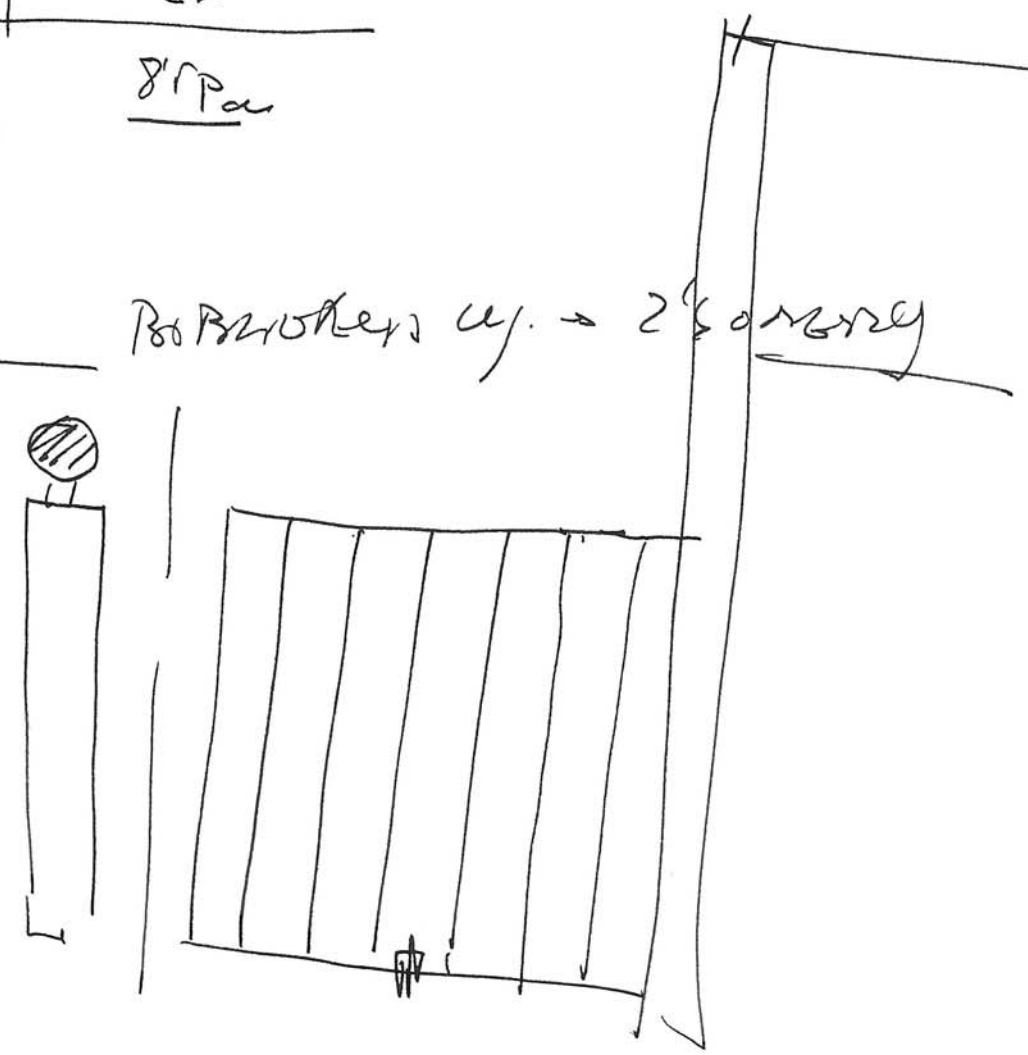


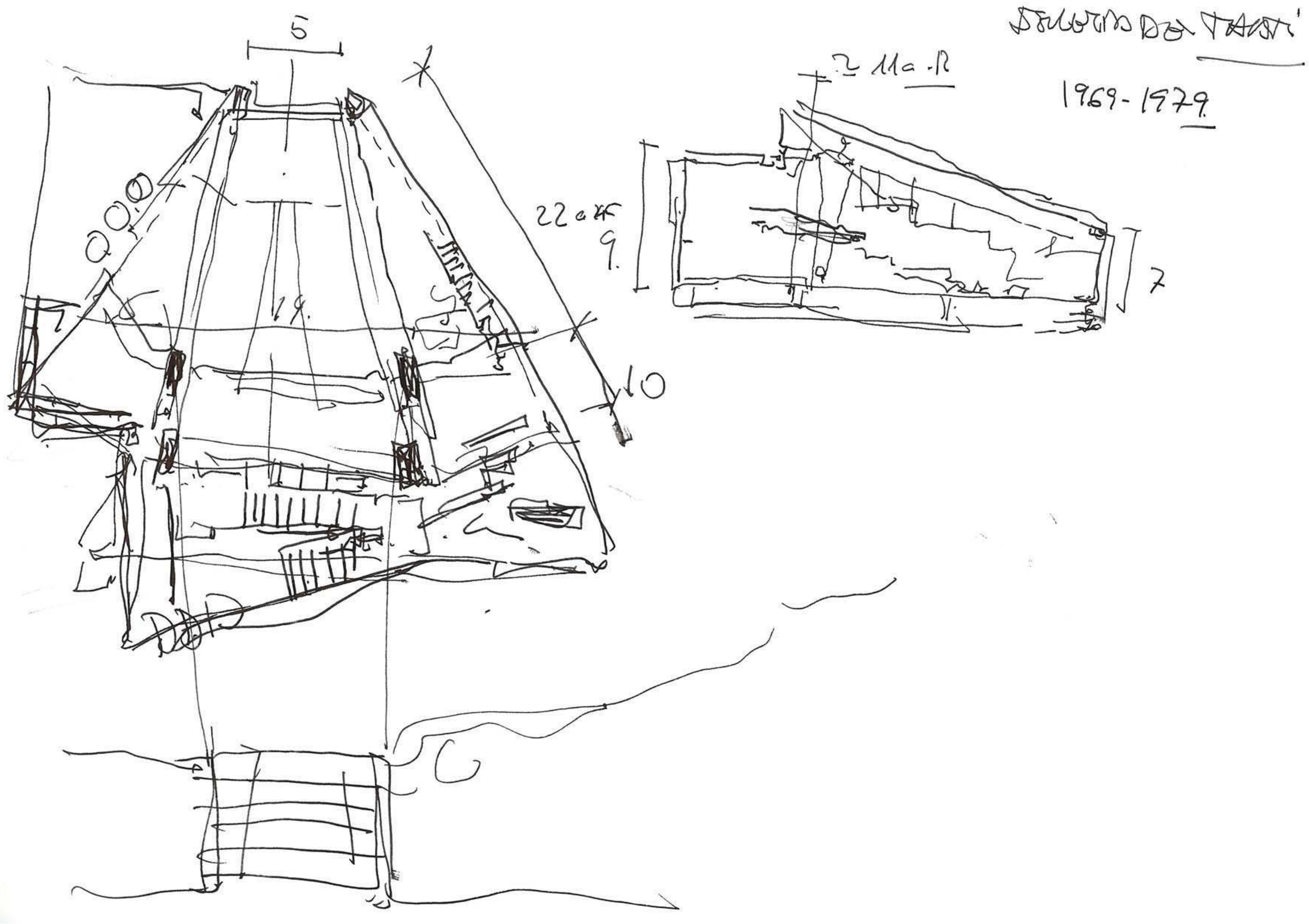
Inter eje estructura 2'40 Biblioteca. Sarajevo.. ley 7'20

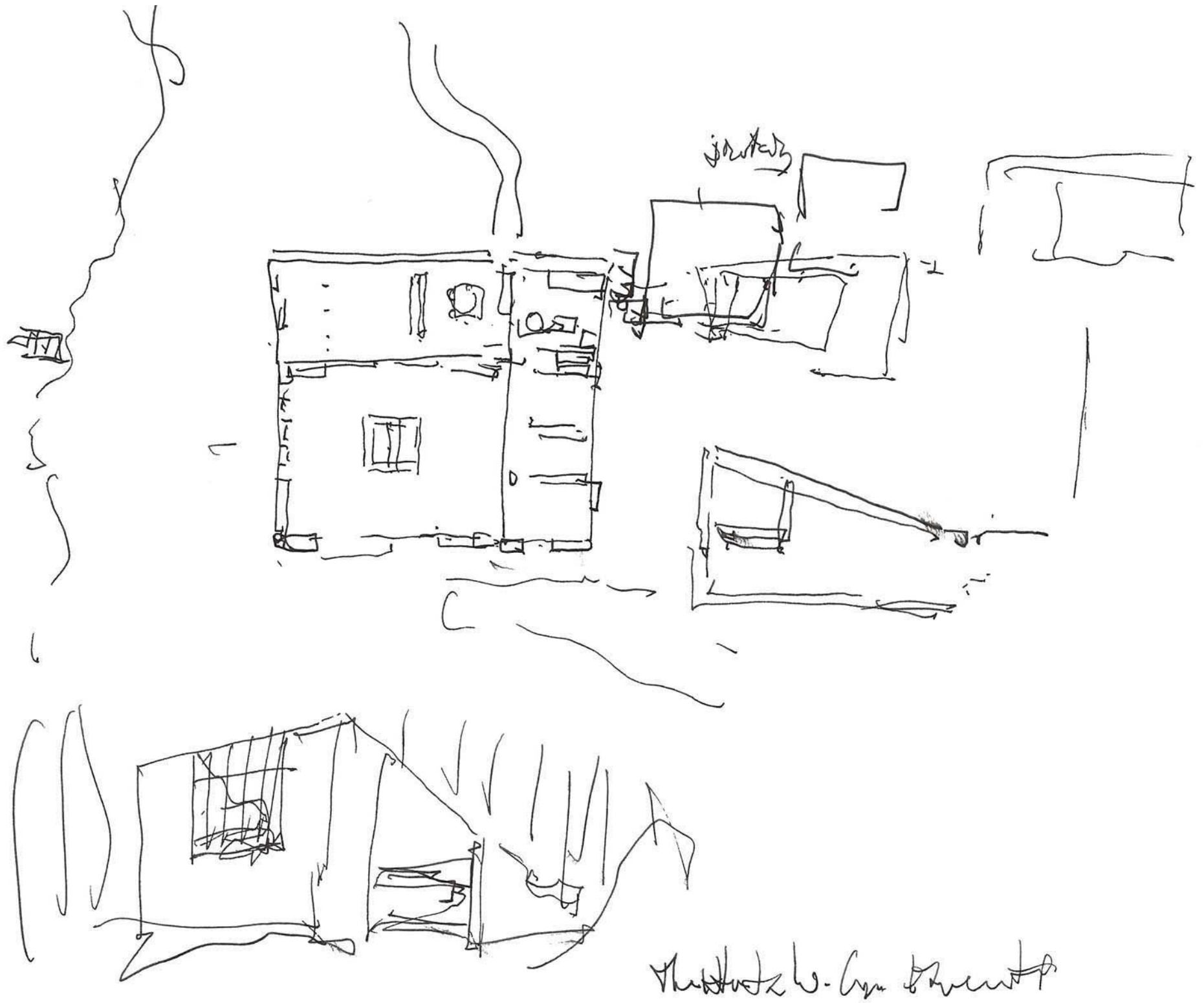

2
2
45 · 2

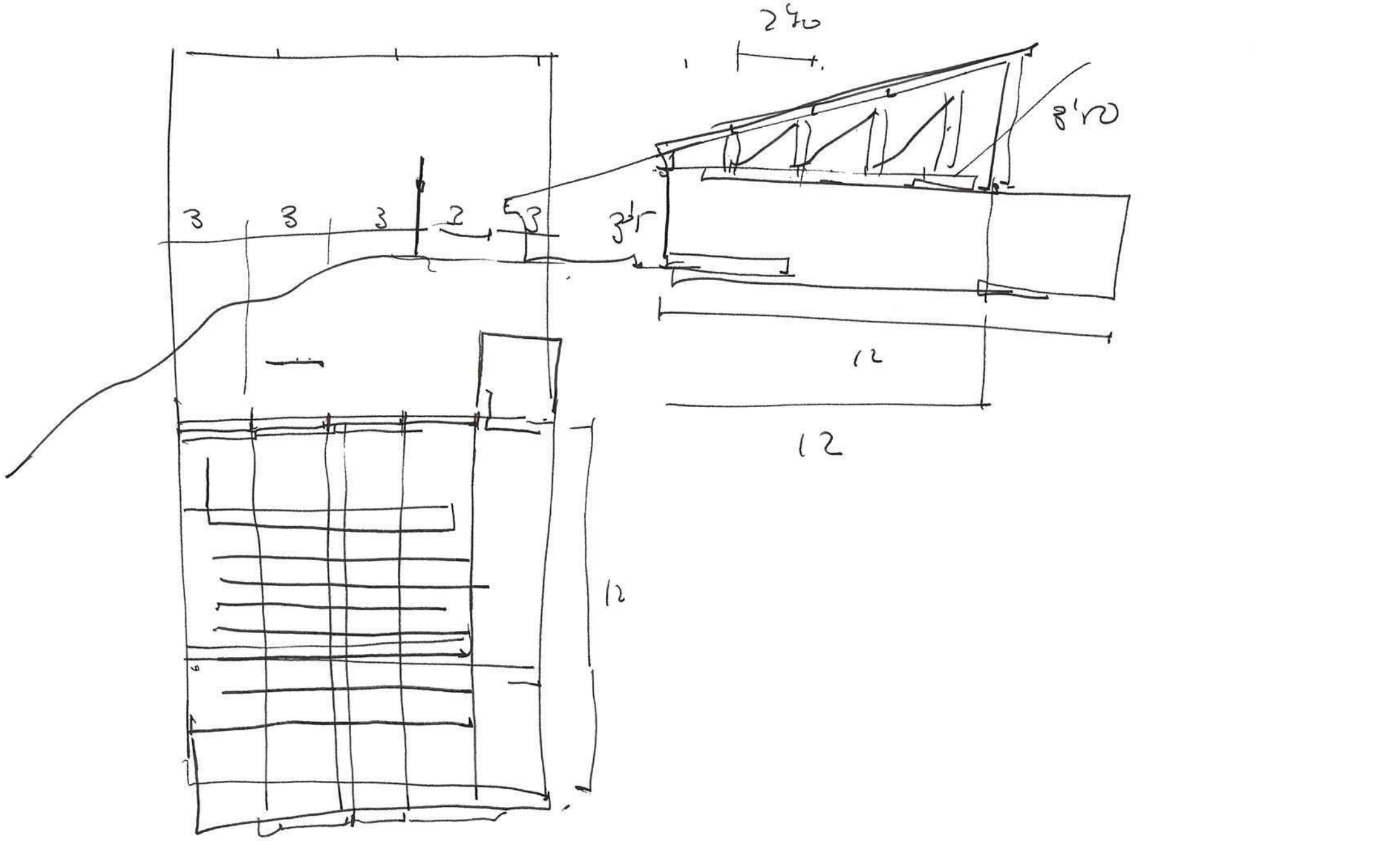

2'45
1'70
45
2
2'10

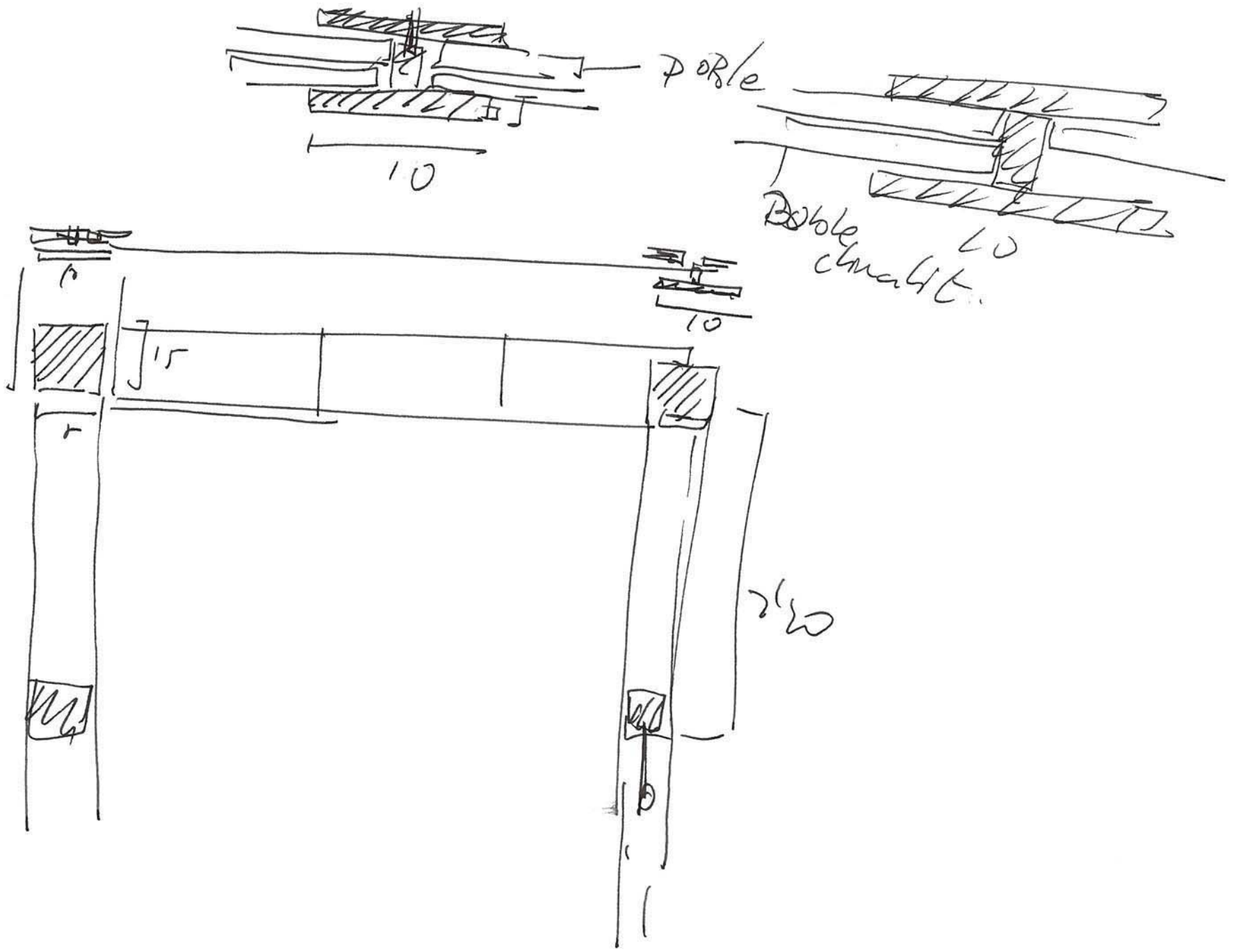

2'10
2'10

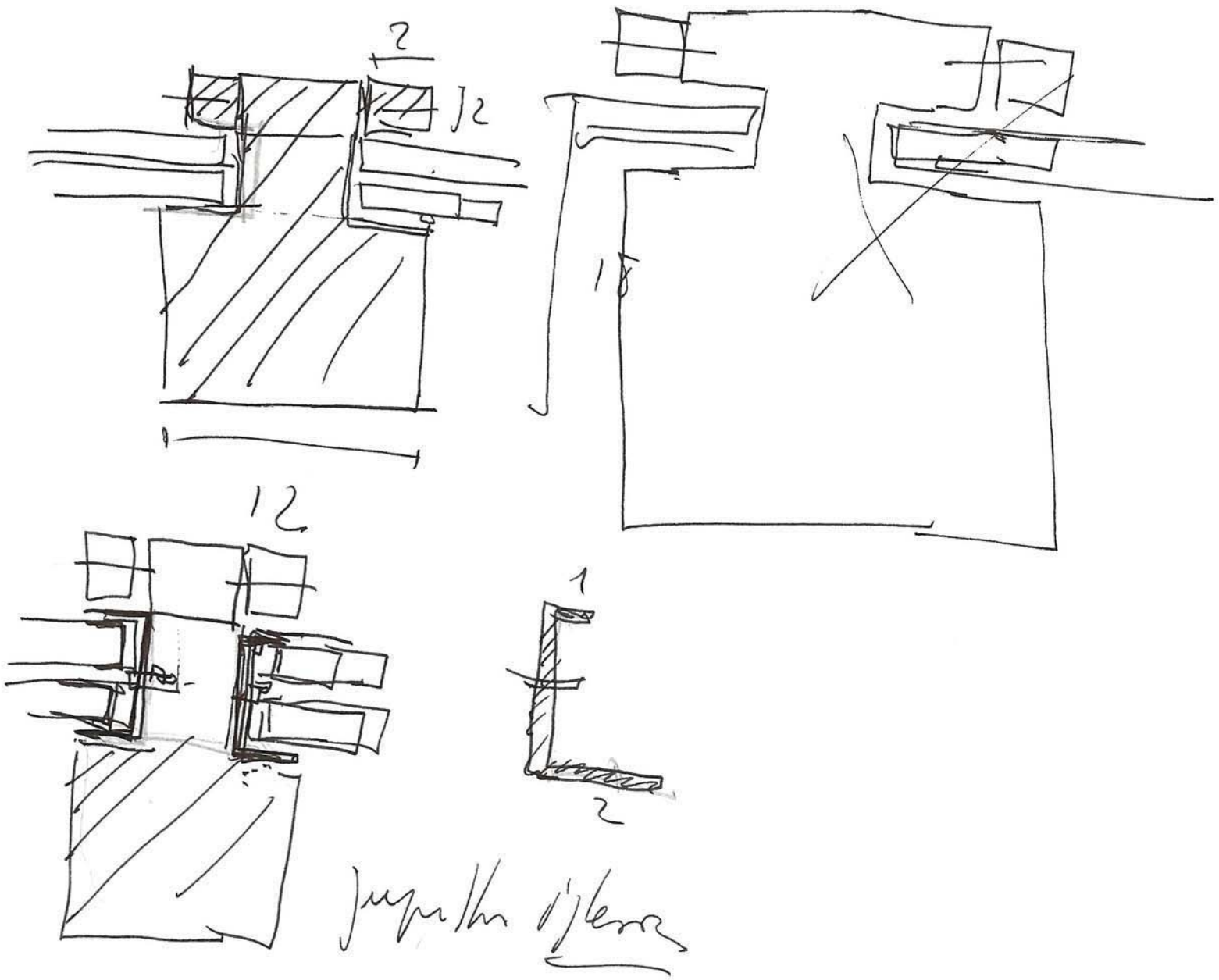



1969-1979.
5
9.
7
10




12
12
12
3
3
3
2


Double
10
Double check.
10
15
2
2'6"


2
12
18
12
1
2

Anexo 3

Tesis Myron Goldsmith

GRC

ILLINOIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

THE TALL BUILDING: THE EFFECTS OF SCALE

BY

MYRON GOLDSMITH

GRAHAM RESOURCE CENTER
College of Architecture-IIT
S.R. Crown Hall
3360 South State Street
Chicago, IL 60616

Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
Master of Science in Architecture
in the Graduate School of
Illinois Institute of Technology

Approved L. Hilberseimer
Adviser

CHICAGO, ILLINOIS
June, 1953

T
G63+

TABLE OF CONTENTS

		Page
PREFACE		iv
LIST OF ILLUSTRATIONS		v
CHAPTER		
I.	INTRODUCTION	1
	The Effects of Changing Magnitude	
II.	STRUCTURAL PROBLEMS OF THE TALL BUILDING	8
III.	PROJECT	11
	Structure Function Architecture	
IV.	CONCLUSIONS	15
APPENDIX		16
BIBLIOGRAPHY		33

25842

PREFACE

When a study is made of the effects of changes in magnitude on structures found in nature and those that are made by man it becomes evident that all such structures undergo changes as the scale of magnitude increases and ultimately must be replaced by new structural types.

An examination of various tall buildings indicates that a new structure becomes necessary when certain dimensions are reached.

The project described in this thesis is a new structural type for tall buildings in reinforced concrete. Both structure and function have been analyzed to show their influence on the height of the building and their influence on the architectural expression.

I wish to express my gratitude to Professors Ludwig Mies van der Rohe and Ludwig Hilberseimer under whose influence and guidance this problem was formulated and developed.

I also wish to acknowledge the advice and assistance given me by Professors E. Bluestein, R.F. Malcolmson and Mr. M.L. Mass.

LIST OF ILLUSTRATIONS

Figure		Page
1.	The Effect of Size on Bones	18
2.	Spans of Bridge Structures	19
3.	Weights of Railroad Bridges	20
4.	Oil Storage Tanks	21
	A. Total Weight of Structure B. Weight of Structure per Gallon	
5.	Monadnock Building. Cross Section	22
6.	Concrete Skeleton	23
	A. Cross Section through Floors B. Cross Section through Columns	
7.	Thirty-four Story Concrete Building	24
	A. Cross Section B. Plan	
8.	Fifty Story Concrete Building	25
	Elevations	
9.	Proposed Building. Ground Floor	26
	A. Proposed Construction B. Conventional Construction	
10.	Proposed Building. Plans at Different Levels	27
11.	Proposed Building. Front Elevation	28
12.	Proposed Building. Side Elevation	29
13.	Proposed Building. Cross Section	30
14.	Proposed Building. Perspective	31
15.	Studies for Tall Steel Buildings	32

CHAPTER I
INTRODUCTION

In the seventeenth century the prevailing opinion on the relation of size to structure was expressed by Sagredo in the Dialogues Concerning Two New Sciences written by Galileo in 1638[1] as follows: "If a large machine be constructed in such a way that its parts bear to one another the same ratios as in a smaller one and if the smaller is sufficiently strong for its purpose, I do not see why the larger is not."[2]

Galileo refuted this proposition by saying that the size of an organism or artifact has a decisive influence on its structure and its function. He proved his theory with the utmost possible clearness, and with a great wealth of illustration drawn from animate and inanimate structures. He said: "You can plainly see the impossibility of increasing the size of structures to vast dimensions either in art of in nature, likewise the impossibility of building ships, palaces or temples of enormous size in such a way that their oars, yards, beams, iron-bolts and in short all their parts can hold together nor can nature produce trees of extraordinary size because their branches would break

---

[1] Galileo Galilei, Dialogues Concerning Two New Sciences, trans. Henry Crew and Alfonso De Salvio (Chicago, 1914).

[2] Ibid., p. 2.

down under their own weight; so also it would be impossible to build up the bony structures of men, horses or other animals so as to hold together and perform their normal function if these animals were to be increased enormously in height for this increase in height can be accomplished only by employing a material which is harder and stronger than usual, or by enlarging the size of bones thus changing their shape until the form and appearance of the animals suggest a monstrosity.

To illustrate briefly I have sketched a bone whose natural length has been increased three times and whose thickness has been multiplied until for a correspondingly large animal it would perform the same function which the smaller bone performs for its small animal. From these figures . . . you can see how out of proportion the large bone appears, (Fig.1). Clearly then if one wishes to maintain in a great giant the same proportion of limb as that found in an ordinary man, he must either find a harder and stronger material for making the bones or he must admit a diminution of strength."[1]

In this remarkable work Galileo formulates the idea of an ultimate size for structures. He says: "Among heavy prisms or cylinders of similar figure there is one and only one which under the stress of its own weight lies just on

---

[1] Galelei, op.cit., pp. 130-131.

the limit between breaking and not breaking so that every larger one is unable to carry the load of its own weight and breaks while every smaller one is able to withstand some additional force tending to break it."[1]

The principles dealing with the effects of magnitude, laid down by Galileo, have since been extended and elaborated in many fields, such as biology, mathematics, philosophy and engineering. Sir D'Arcy Wentworth Thompson in his work On Growth and Form cites many examples from these fields. He says: "We learn in elementary mechanics the simple case of two similar beams supported at both ends and carrying no other weight than their own. Within the limits of their elasticity they tend to be deflected, or to sag downwards, in proportion to the squares of their linear dimensions; if a match stick be two inches long and a similar beam six feet (or thirty-six times as long), the latter will sag under its own weight thirteen-hundred times as much as the other. To counteract this tendency, as the size of an animal increases the limbs tend to become thicker and shorter and the whole skeleton bulkier and heavier; bones make up some 8 per cent of the body of mouse or wren, 13 or 14 per cent of goose or dog and 17 or 18 per cent of the body of a man. Elephant and hippopotamus have grown clumsy as well as big, and the elk is of necessity less gracefull than the

---

[1]Gallilei, op. cit., p. 126.

gazelle. It is of high interest, on the other hand to observe how little the skeletal proportions differ in a little porpoise and a great whale, even in the limbs and limb bones; for the whole influence of gravity has become negligible, or nearly so, in both of these."[1]

Concerning limitations on height Thompson observes that the tall tree tends to bend under its own weight and mentions how Greenhill showed that a British Columbian pine tree two-hundred-twenty-one feet high and twenty-one inches in diameter at the base could not have grown beyond three-hundred feet,[2] the very limitation on growth for trees anticipated by Galileo.

Analogies to the tapering pine tree are to be found in Smeaton's lighthouse and the Eiffel tower whose profiles follow a logarithmic curve so that the structural strength is uniform throughout their height.

From the examples cited so far, it would seem that every increase in size is accompanied by a decrease in efficiency. This is not always true, and there are many structures whose increasing efficiency due to increasing volume with proportionately decreasing surface continues up to the limits of the strength of the materials. If we consider the case of two similar obelisks of different size it can be shown that

---

[1] Sir D'Arcy Wentworth Thompson, On Growth and Form, (Cambridge, 1948), p. 28.

[2] Ibid., p. 28.

as long as the strength of the material is not exceeded the larger will resist winds that will blow down the smaller, and in the case of similar chimneys the larger may be expected to be capable of standing a greater storm than the smaller. In these cases the overturning forces are proportional to the areas exposed to the wind, while the stabilizing forces are proportional to the volumes, since every increase in size is accompanied by a disproportionately higher increase in volume than in area, these structures become more stable as they increase in size.

The tank for containing fluids is another structure whose increasing size is accompanied by increasing efficiency. It will be discussed in detail later.

A study was made of how these principles are found to be applicable to modern engineering structures. The first study shows a comparison of the spans of different types of bridge structures (Fig.2)[1]. It is seen that each type has an upper and lower limit. The longest plate girder span is six-hundred-five feet, while the simple truss has been used up to spans of seven-hundred-twenty feet and the continuous truss has been carried to a span of eight-hundred feet. Thereafter the span increases rapidly, the arch spanning sixteen-hundred feet, the cantilever bridge eighteen-hundred feet, and finally the suspension bridge reaching a present

---

[1] David B. Steinmann, "The World's Most Notable Bridges" Engineering NewsRecord, Dec. 9, 1948, pp. 92-94.

maximum of forty-two-hundred feet with predictable limits in the region of ten-thousand feet. So it is seen that at certain limits the structural system has to be changed. The reason for the upper limit of structural systems becomes clear by comparing the weights of railroad bridges of different span (Fig.3)[1]. It is seen that a one-hundred-fifty foot span structure weighs four-hundred-thousand pounds whereas a six-hundred foot structure weighs four-million-five-hundred-thousand pounds, thus representing an increase of four times in span in relation to an increase of eleven times in weight. The curve of the graph shows that at six-hundred feet span the increments of weight increase rapidly for every increase in span and it can be expected that the maximum span for this type of construction will be reached not far beyond seven-hundred feet. The steel skeleton of multistory buildings exhibits a similar behaviour. An eight story building requires 0.99 pounds of structural steel per cubic foot of building volume while a seventy-five story building requires 2.22 pounds[2].

In the case of the structural envelope, such as the tank for fluids, the capacity increases as the cube of linear dimensions, but the area increases as the square of

---

[1] Milo S. Ketchum, Structural Engineers Handbook, (New York, 1924), p. 204.

[2] W.C. Clark and J.C. Kingston, The Skyscraper. A Study in the Economic Height of Modern Office Buildings, (New York, 1930), p. 50.

BIBLIOGRAPHY

Architectural Record, "The Economic Design of Office Buildings," April, 1940, 340-359.

Campagna, L. "The Tallest Concrete Building in the World," Engineering News Record, September 2, 1948, 72-73.

Clark, W.C. and Kingston, J.L. The Skyscraper. A Study in the Economic Height of Modern Office Buildings, American Institute of Steel Construction, Inc., 1930.

Galilei, Galileo. Dialogues Concerning Two New Sciences, trans. Henry Crew and Alfonso De Salvio, Chicago. Northwestern University Press, 1914.

Ketchum, Milo S. Structural Engineers Handbook. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1924.

Le Corbusier. Oeuvre Complete 1938-1946. Zurich: Willy Boesiger, 1946.

Scott, Carl F. "The Elevator Problem of the Tower Building," Engineering News Record, September 15, 1932, 317-321: September 22, 1932, 350-353.

Steinman, D.B. "The World's Most Notable Bridges," Engineering News Record, December 9, 1948, 92-94.

Thompson, Sir D'Arcy Wentworth. On Growth and Form. Cambridge: The University Press, 1948.

the linear dimensions. Therefore large tanks will be more efficient than small tanks up to the point where the increasing thickness of plates coupled with limitations on height of the tank offsets this advantage. The increase in weight of structure for oil storage tanks as their capacity increases is shown in Fig. 4A and the decrease in weight per gallon contained as the capacity increases is shown in Fig. 4B.[1]

In summing up it can be said that every structure has a maximum and minimum size. For example in the bridge structures there is a region between four-hundred and seven-hundred feet where now one and then another type is used but above two-thousand feet the suspension system reigns supreme, while below four-hundred feet the suspension bridge is reaching a minimum of efficiency. In the final analysis an optimum size may be found somewhere between these extremes and its exact determination will be at its point of maximum efficiency.

---

[1] Data from Chicago Bridge & Iron Company, George Trees, Contracting Engineer. Chicago, Illinois.

CHAPTER II
STRUCTURAL PROBLEMS OF THE TALL BUILDING

The effects of magnitude as stated in the preceding chapter will now be examined in relation to the tall building.

Masonry structures are at their greatest efficiency in low buildings where the thickness of wall required for protection against the elements is sufficiently strong to carry the floors and roof. The maximum height of masonry structure was reached in the sixteen story Monadnock building (Fig.5),[1] built in Chicago in 1891 by Burnham and Root. It has walls six feet thick at the base decreasing gradually through the upper stories to thirty inches in thickness. The internal columns are of cast iron; the external walls are of masonry acting as bearing walls and stabilizing the structure by their mass.

A reinforced concrete skeleton is a monolithic structure in which all the vertical loads are carried by means of columns, while the horizontal loads are resisted by the columns stiffened by the beams and girders. It is characteristic of this structural type, of which the Promontory Apartment Building, built in Chicago in 1948 by Mies Van der Rohe, is a good example, that the thickness of

---

[1]The drawing is the work of a student, Department of Architecture of the Illinois Institute of Technology.

the floor construction may remain constant for every story (Fig.6A)[1], whereas the columns and girders must increase in the lower stories due to the increase of vertical and horizontal loads (Fig.6B). The skeleton type permits great flexibility in internal planning, since the vertical members are relatively small and isolated; but the increasing size of the principal members in the lower stories of tall buildings tends to interfere with the use and flexibility of the interior space, and as a consequence, the practical limit on height for this structural type has been about twenty-five stories.

Now it remains to be seen what can be done if it is necessary for a concrete building to go above the practical maximum of twenty-five stories. An office building thirty-four stories high erected in Sao Paolo, Brazil in 1946, was built on a different principle.[2] The horizontal forces were not resisted on each floor level as in conventional skeleton construction but were resisted by wind girders which were placed several stories apart. By this means horizontal wind loads were concentrated at specific levels throughout the height of the structure, thus simplifying the construction by reducing the number of major connections between columns and girders. The section and plan of this

---

[1] The drawing is the work of a student, Department of Architecture of the Illinois Institute of Technology.

[2] L. Campagna. "The Tallest Concrete Building in the World," Engineering News Record, September 2, 1948, pp. 72-73.

building are shown in Fig.7A and Fig.7B.

A sketch of the front and side elevations of a fifty story concrete building is shown in Fig.8. It has external columns only and every tenth story is a wind girder story which could be used for services and installations. The intermediate floor members do not resist wind action and can therefore be relatively shallow. This building has been limited in depth to about fifty feet, which is about the maximum feasible span of the construction between external columns, the height being limited by considerations of stability to about fifty stories.

So far the examples shown which vary from normal practice are the tall office building in Sao Paolo, and the theoretical study described above.

Assuming that a tall office building in reinforced concrete is required to be of a height greater than fifty stories and a width greater than fifty feet, it may be expected that a new structural system will be necessary due to the increase in magnitude of the building.

CHAPTER III
PROJECT

Studies were made for a tall office building which embodied a large superstructure of external columns supporting platforms within which a secondary series of skeleton structures would carry the floors. It was decided to develop this idea and the project described is of this type.

Structure

The tall office building shown in elevation in Fig.11 consists of six platforms carried by an external skeleton. The skeleton has columns fourteen feet by sixteen feet in cross sectional area at ground level and these columns diminish in their sectional area throughout the total height of the building. The columns form bays one-hundred-forty feet by one-hundred-eighty feet. The horizontal wind girders at each platform level also diminish in depth as the total height of the building increases. Where columns and girders intersect, haunches have been formed to resist the increased forces at these points. These also diminish as the height increases.

Between each of the six horizontal platforms there are fifteen intermediate stories, seven of which are suspended from the platform above and seven are supported on the platform below. The suspension and supporting members are columns sixteen inches round forming regular bays of twenty-eight feet by forty-seven feet. The middle story in any

series of fifteen stories will be columnless, since its floor is supported and its ceiling is suspended.

The exterior walls to each story height are of glass divided where necessary by mullions.

In constructing the building, the superstructure of six platforms on external columns would be erected first. Then the floors and their supporting columns would be erected for the fifteen intermediate stories within each superstory of the external skeleton.

Among the advantages offered by this type of structure is the reduction in size and number of internal columns below that necessary with conventional skeleton construction. In fact the size and number of columns is no more than is required for a seven story building. Furthermore there are floors which are entirely free of columns every fifteen stories, which could contain halls and auditoriums. The structure has the additional advantage that the number of columns requiring foundations has been reduced to eight, while in the conventional building of similar dimensions ninety-six columns require foundations. The plan of the ground floor (Fig.9A) is compared with the plan of the ground floor using conventional construction (Fig.9B). In the conventional construction it can be seen that columns which are eight feet by four feet restrict any possibility of flexible internal planning. However, in the proposed solution, since

major forces are absorbed by the superstructure, the intermediate stories all have similar floor beams, girders and columns, so that if precast and prestressed members are used, similar forms can be employed to cast all these members.

There are, of course, many structural and erectional problems posed by a building of this type which would have to be investigated and worked out in detail.

Function

The internal planning of the building comprises in its basic elements a core of elevators, toilets, and stairways around which the offices and their connecting corridors are placed. Plans at different levels are shown in Fig.10. It will be seen that in the lower stories, the core occupies 48 per cent of the floor area, so that the perimeter of offices is thirty feet in depth. In the upper stories, as the core diminishes in length to occupy 18 per cent of the floor area, larger spaces for offices are obtained at each end of the building. These areas can be used in their entirety or subdivided according to the varying requirements.

As the total height of a building increases, the number of elevators must increase, and in the case of this building type the elevators in fact set the limitation on height. Although the structure could theoretically be extended in height, the elevator core will first absorb all the floor space in the first superstory, thereby preventing

the floor areas on these levels from being utilized for offices.[1]

Architecture

The architectural character of the building is a consequence of the decision to use a new structural system and give it expression. The superstructure carrying the major horizontal and vertical forces has been clearly identified from the minor structures which absorb local forces in the intermediate stories. The form of the superstructure expresses the fact that the loads diminish as the height increases. The proportions of the building as a whole are determined as far as the width is concerned by the core in relation to the office space, but the height and the length are proportioned visually. The number and proportions of the superstories both in height and length are likewise, within structural limitations, decided by visual considerations.

---

[1]The elevator system was designed by Messrs. L. R. Smeltzer and H. J. O'Donnell of the Otis Elevator Co. It is based on the use of operatorless signal control elevators with a group supervisory system for dispatching control.

CHAPTER IV
CONCLUSIONS

1. Every structural type, whether an organism or artifact, has a maximum and minimum size.

2. In the tall building there are two limitations on height; one is the structural and the other the functional.

3. When a certain magnitude has been reached in the tall building the structural system must be changed.

4. A new structural system gives the possibility of a new architectural expression.

APPENDIX

Figure 15 shows a series of studies for tall buildings in steel, where the external skin becomes the supporting element for the floors. Consequently, the interior space on every floor level is entirely free of columns.

The difference in the material used, in this case, steel, as compared with the study for the reinforced concrete structure which forms the subject of this thesis, is evident by the difference in architectural expression.

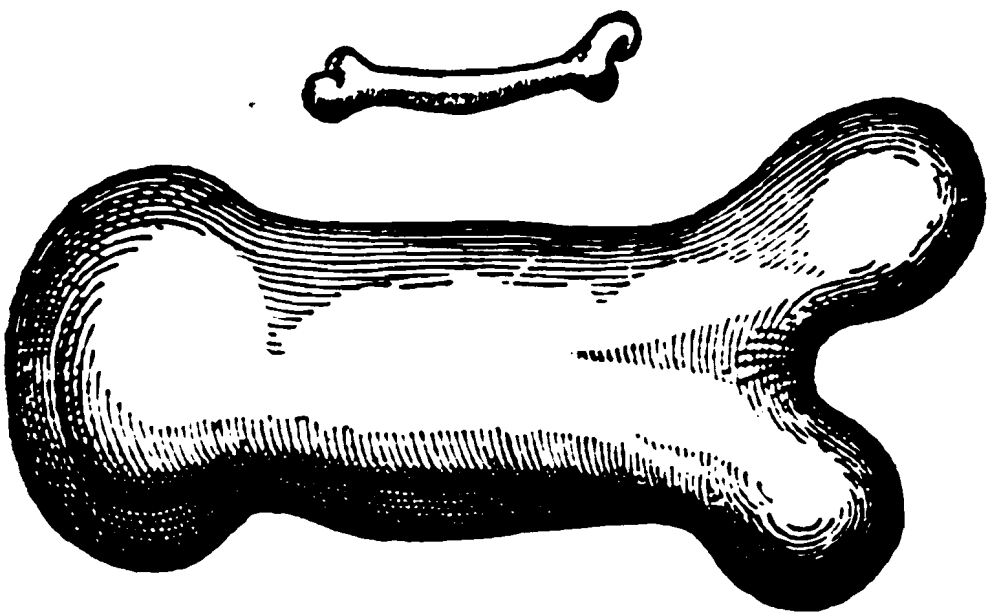


Fig.1. The Effect of Size on Bones.

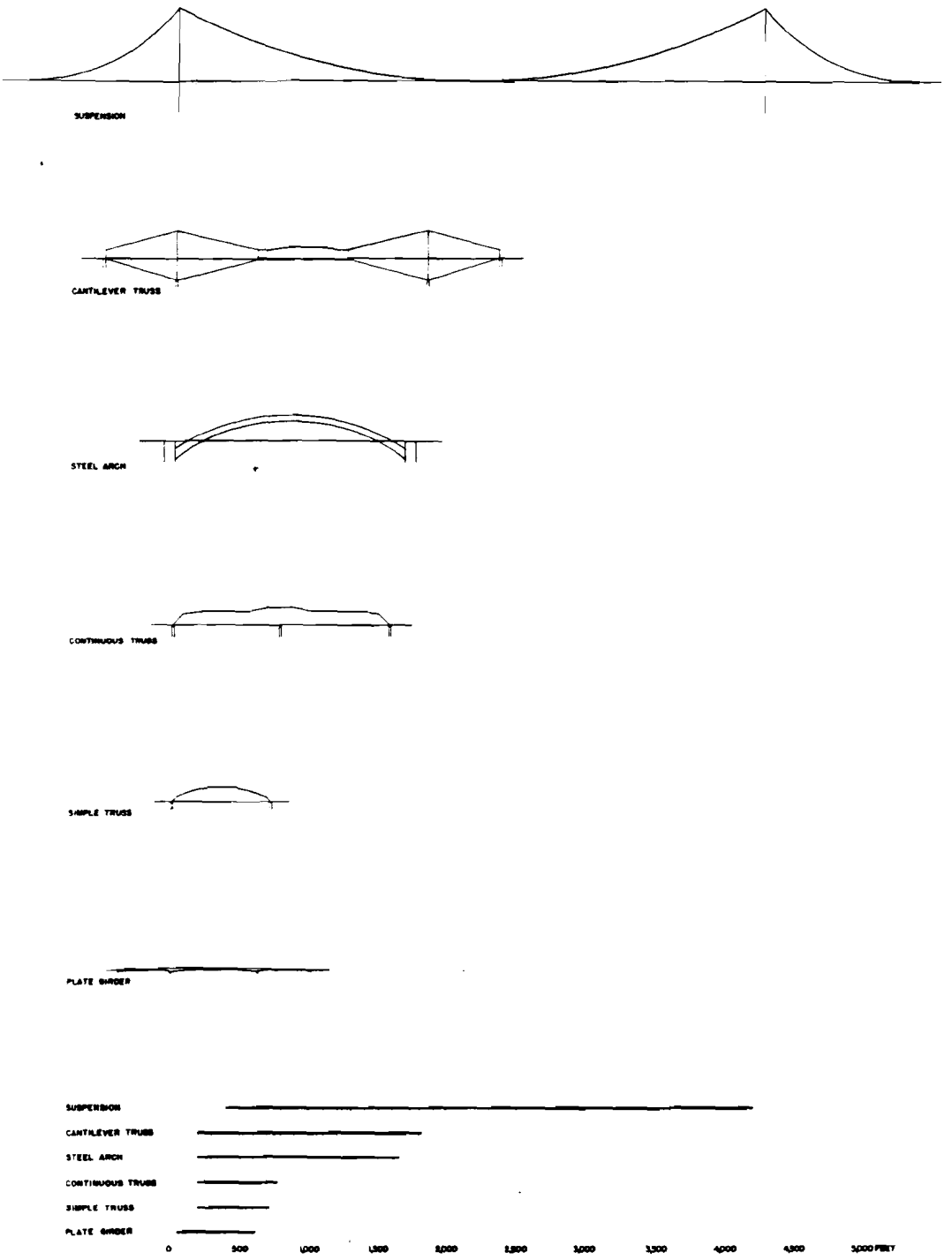


Fig.2. Spans of Bridge Structures.

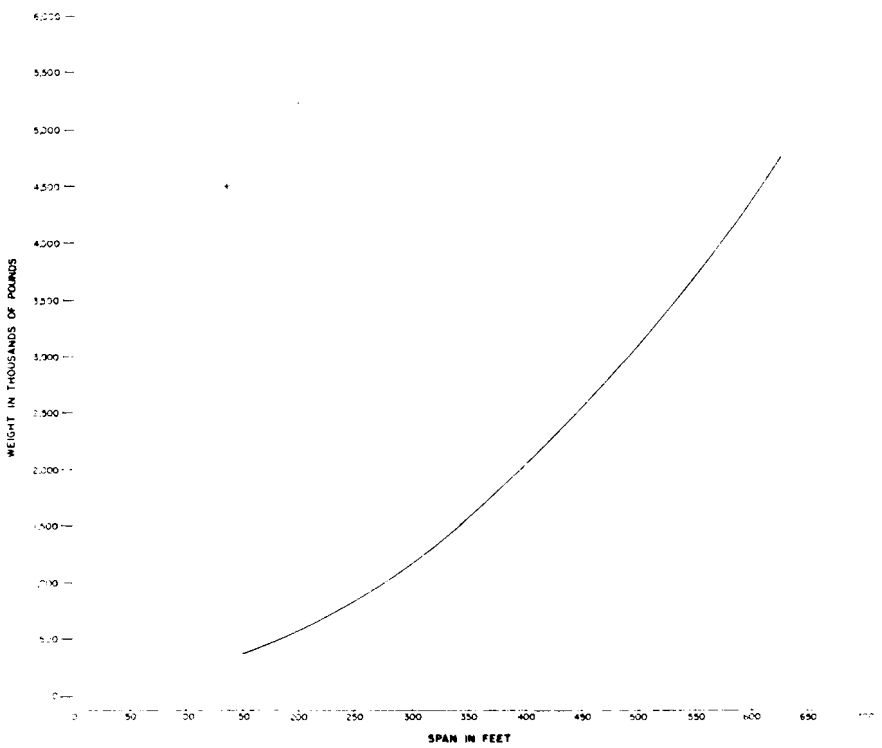
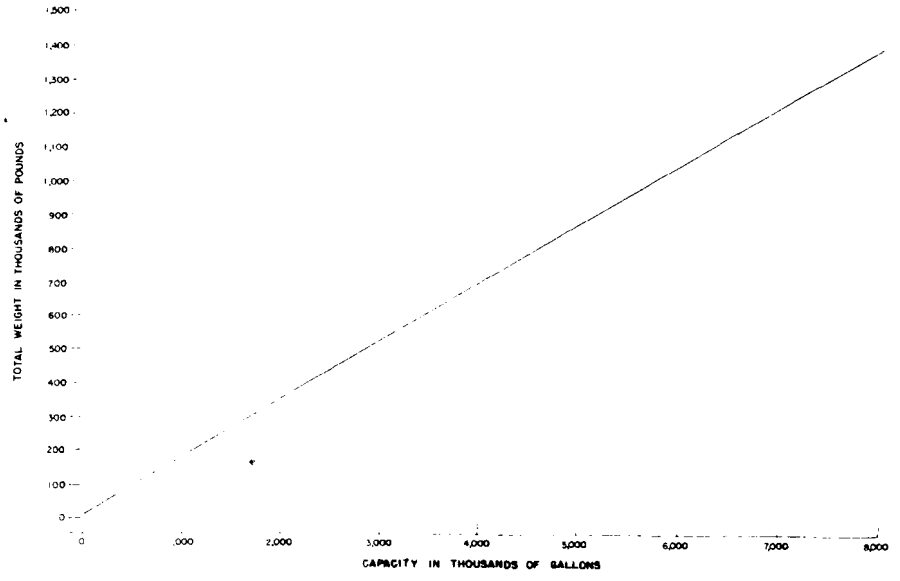
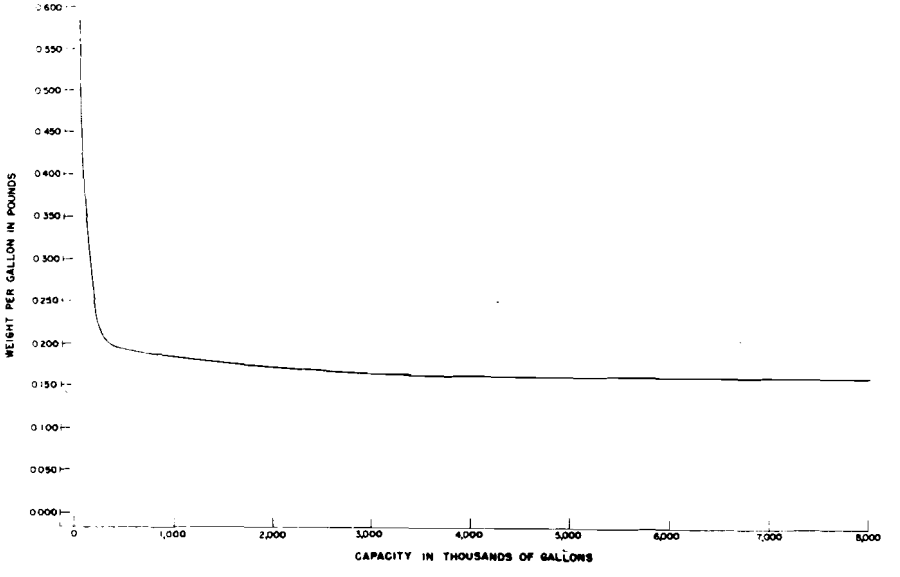


Fig.3. Weights of Railroad Bridges.



A. Total Weight of Structure.



B. Weight of Structure per Gallon.

Fig.4. Oil Storage Tanks.

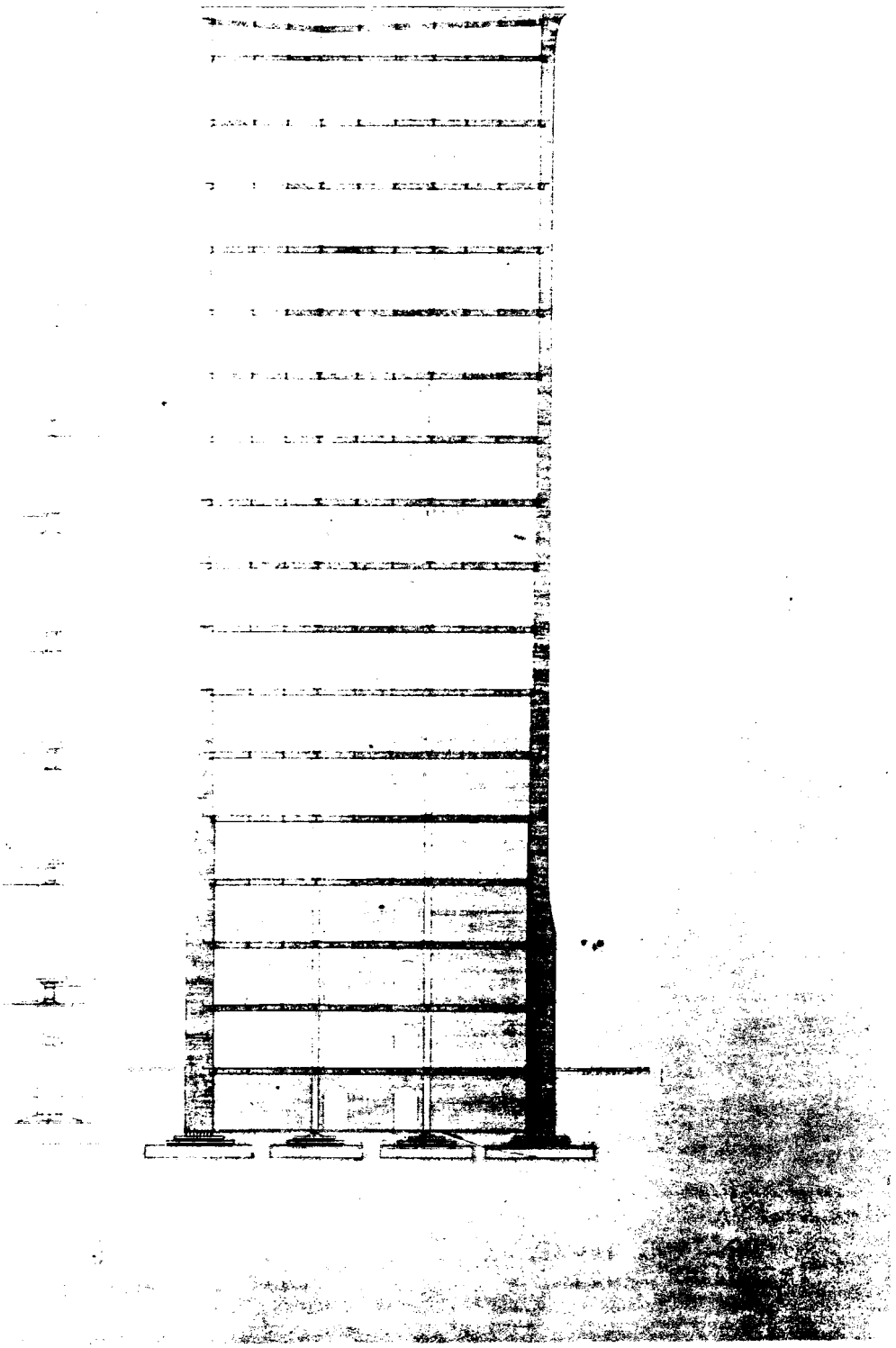
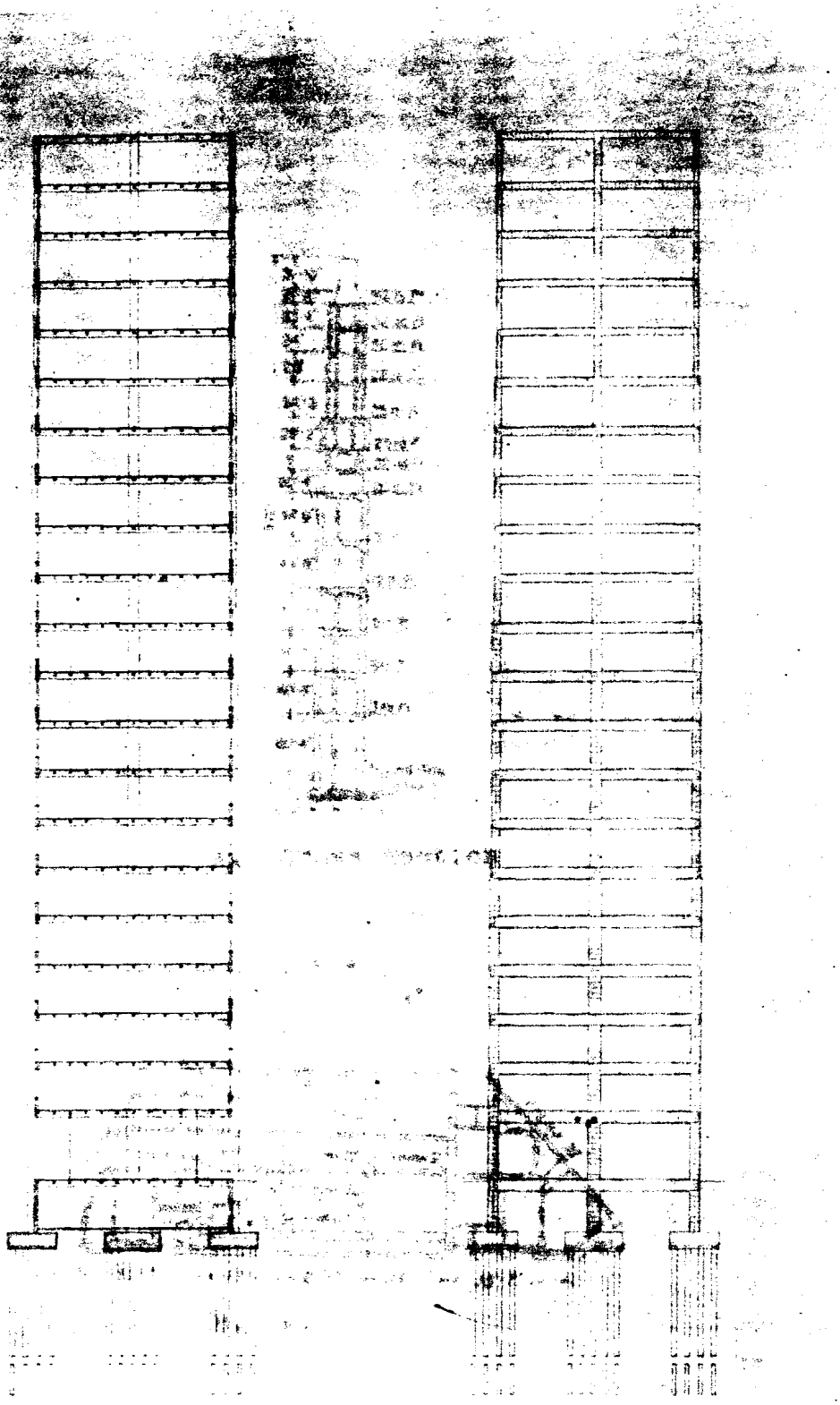


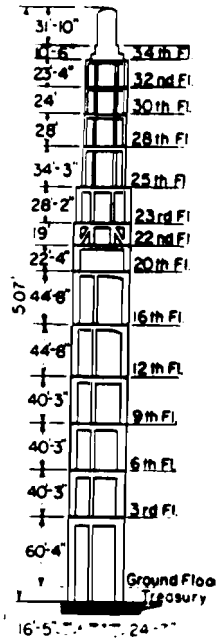
Fig.5. Monadnock Building. Cross Section.



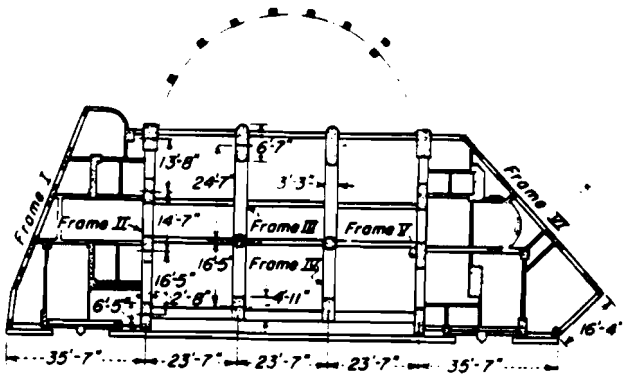
A. Cross Section Through Floors.

B. Cross Section Through Columns.

Fig.6. Concrete Skeleton.



A. Cross Section



B. Plan

Fig.7. Thirty-four Story Concrete Building.

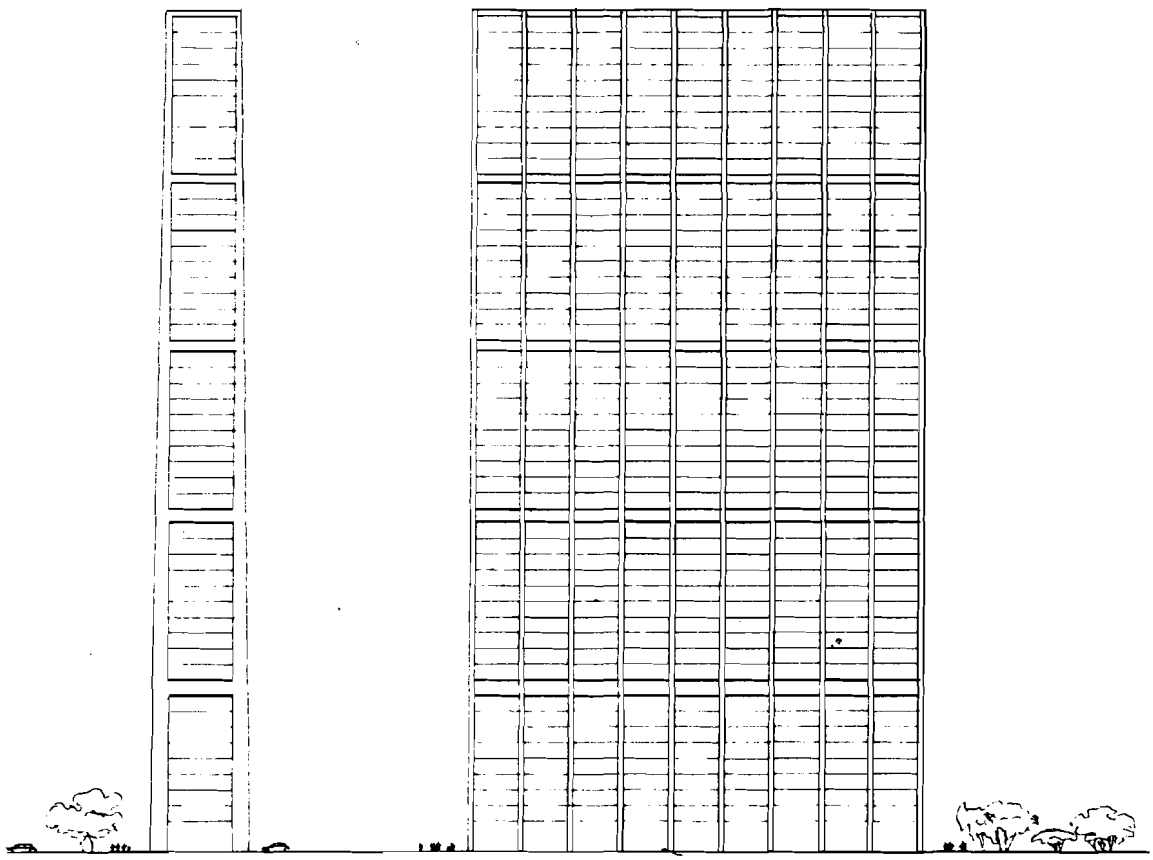
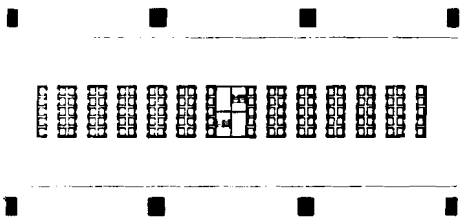
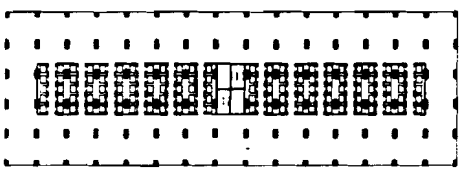


Fig.8. Fifty Story Concrete Building. Elevations.



A. Proposed Construction



B. Conventional Construction

Fig.9. Proposed Building. Ground Floor.

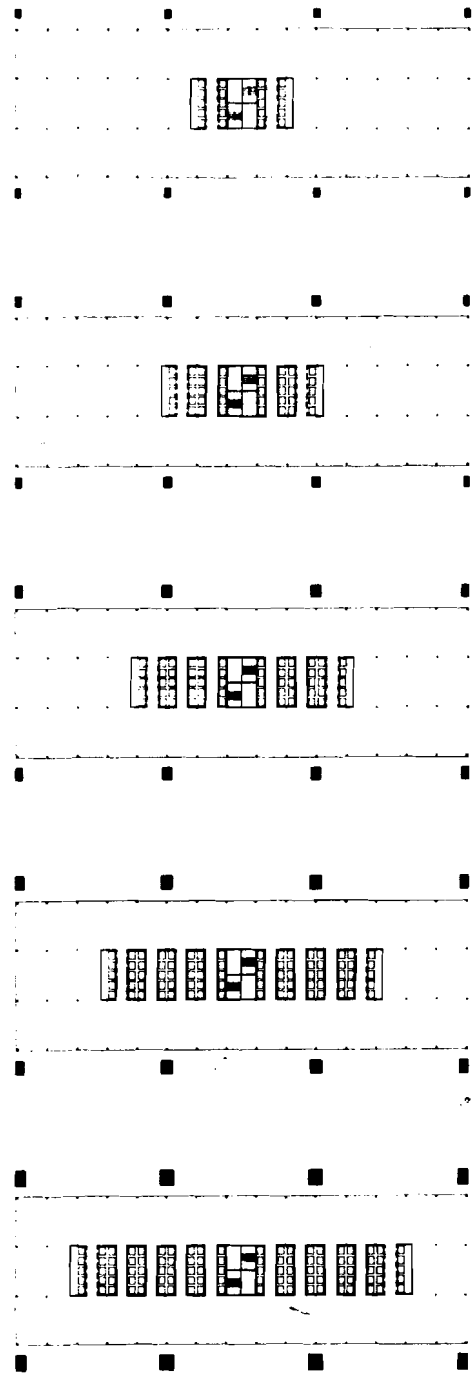


Fig.10. Proposed Building. Plans at Different Levels.

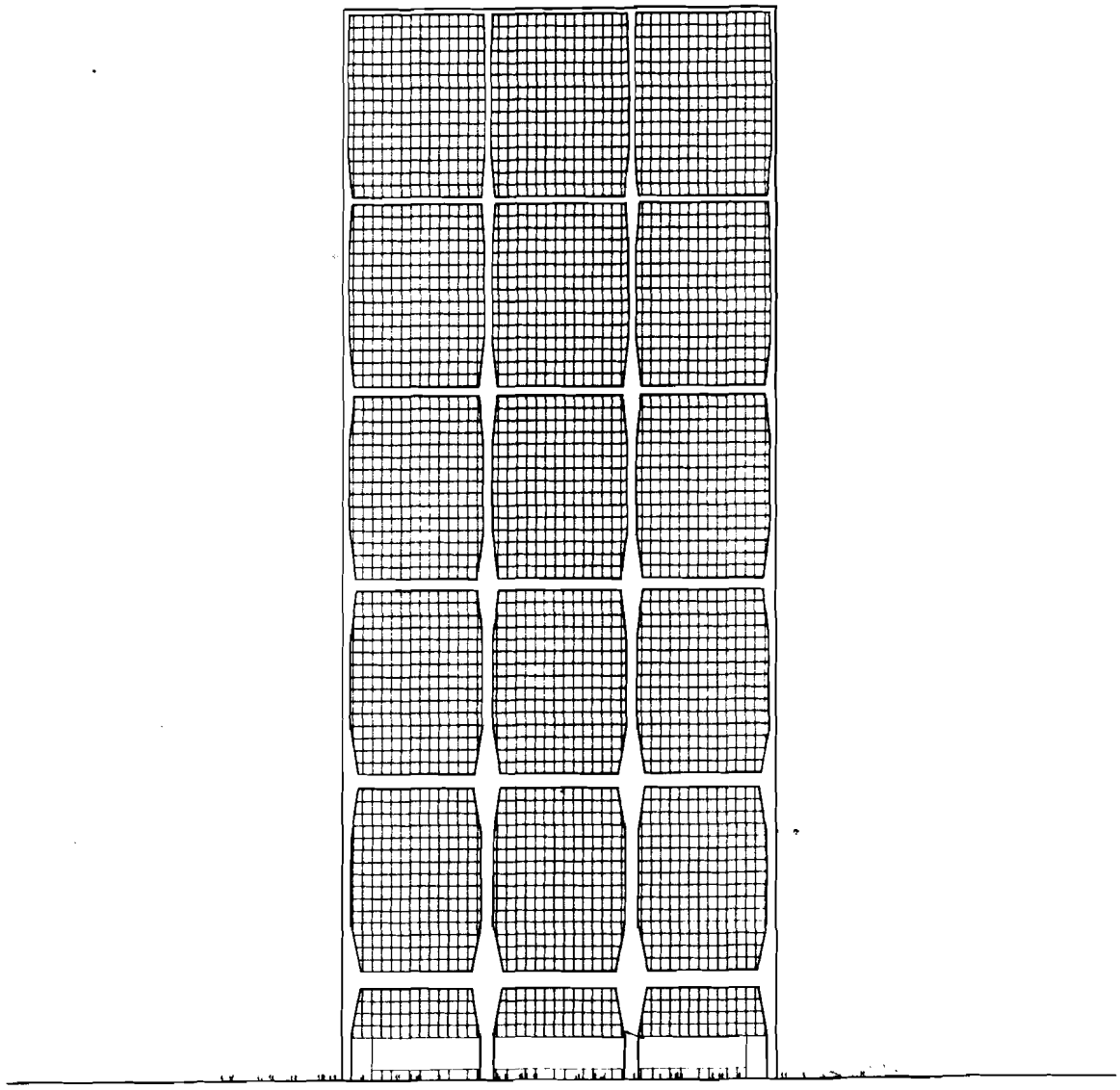


Fig.11. Proposed Building. Front Elevation.

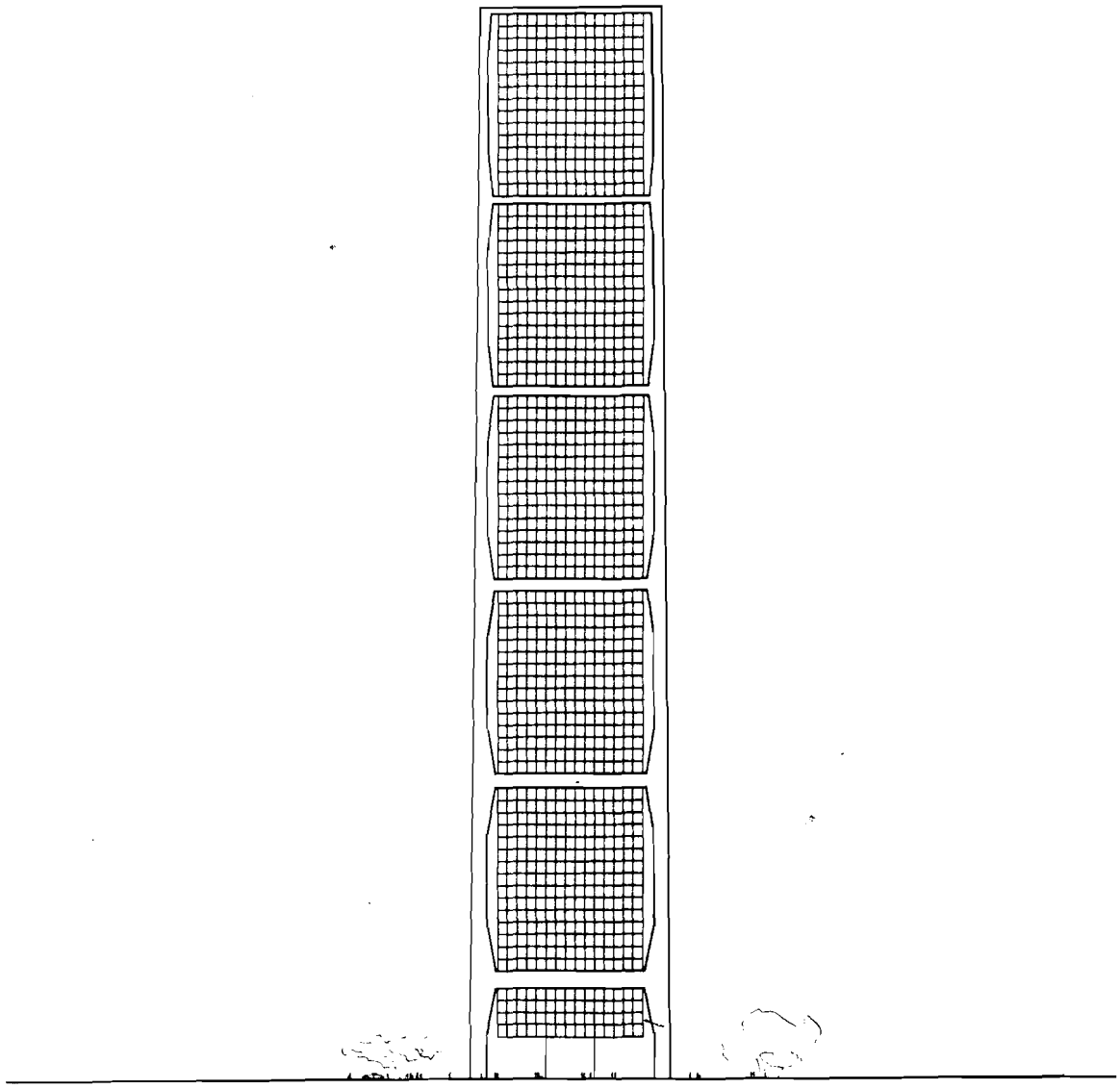


Fig.12. Proposed Building. Side Elevation.

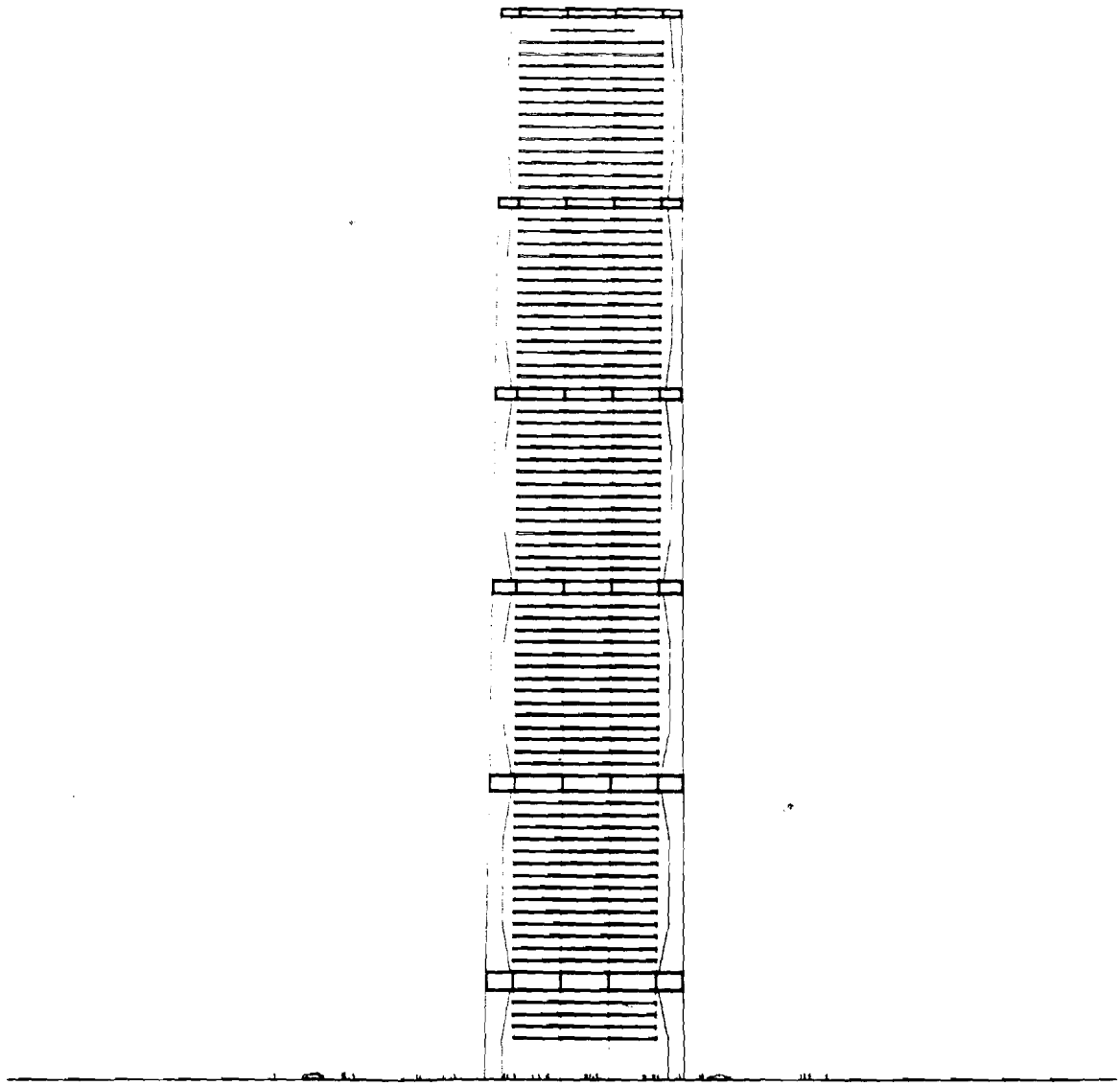


Fig.13. Proposed Building. Cross Section.

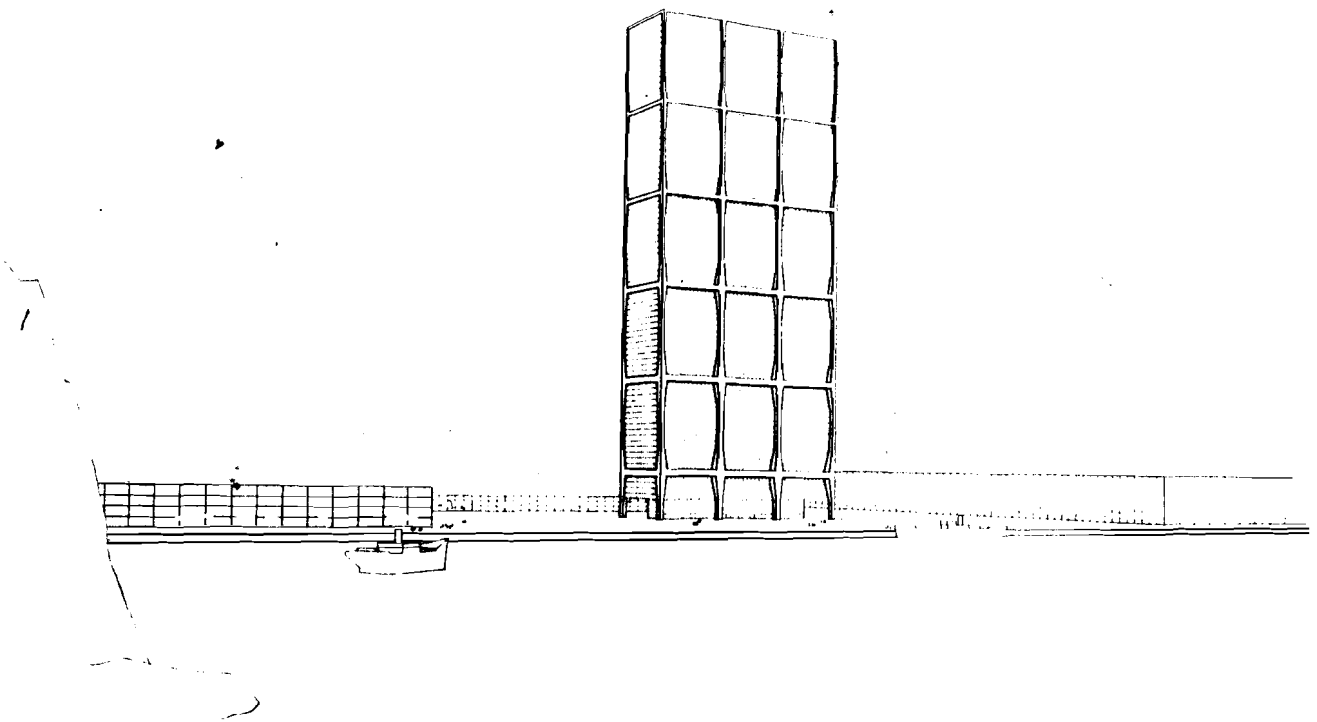


Fig.14. Proposed Building. Perspective.

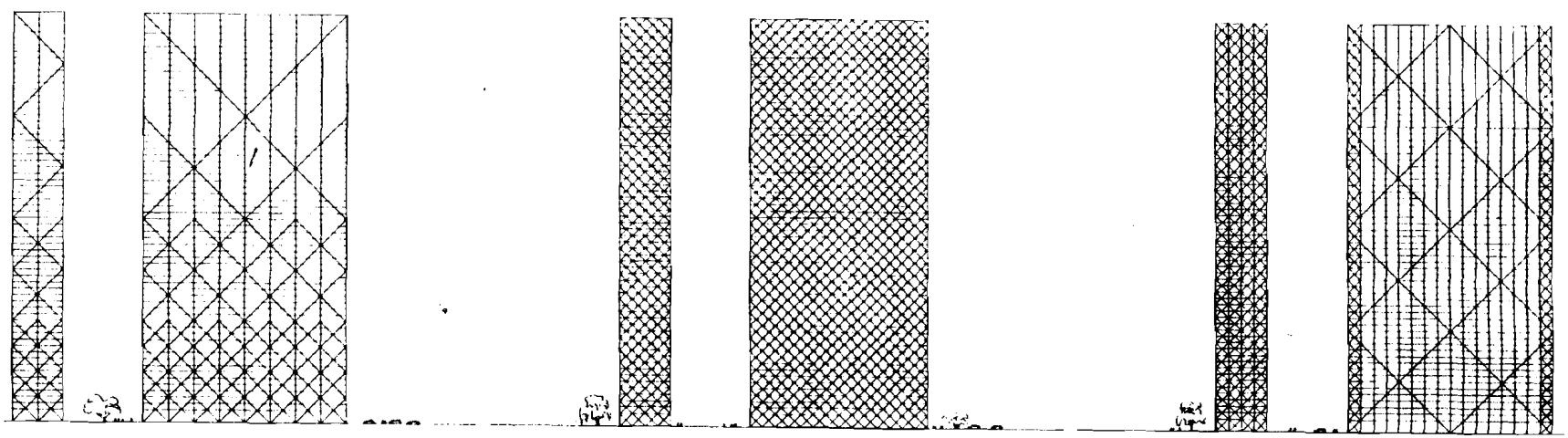


Fig.15. Studies for Tall Steel Buildings.

BIBLIOGRAPHY

Architectural Record, "The Economic Design of Office Buildings," April, 1940, 340-359.

Campagna, L. "The Tallest Concrete Building in the World," Engineering News Record, September 2, 1948, 72-73.

Clark, W.C. and Kingston, J.L. The Skyscraper. A Study in the Economic Height of Modern Office Buildings, American Institute of Steel Construction, Inc., 1930.

Galilei, Galileo. Dialogues Concerning Two New Sciences, trans. Henry Crew and Alfonso De Salvio, Chicago. Northwestern University Press, 1914.

Ketchum, Milo S. Structural Engineers Handbook. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1924.

Le Corbusier. Oeuvre Complete 1938-1946. Zurich: Willy Boesiger, 1946.

Scott, Carl F. "The Elevator Problem of the Tower Building," Engineering News Record, September 15, 1932, 317-321: September 22, 1932, 350-353.

Steinman, D.B. "The World's Most Notable Bridges," Engineering News Record, December 9, 1948, 92-94.

Thompson, Sir D'Arcy Wentworth. On Growth and Form. Cambridge: The University Press, 1948.