




tesis previa a la obtención  
del título de arquitecto

Arq. Cesar Piedra Landivar  
director

Adrian Parra Velasco  
José Torres Terán  
autores

universidad estatal de cuenca  
facultad de arquitectura y urbanismo



# el hormigón y el acero

como materiales utilizados estructuralmente  
y su expresión estética en la arquitectura









### **Agradecimientos**

Agradecemos en primer lugar a Dios, eje de nuestra existencia por habernos dado la posibilidad de llegar a esta etapa de la vida.

A nuestras familias, por su comprensión, tolerancia y apoyo incondicional en los buenos y malos momentos guiándonos siempre por el camino del bien y promoviendo nuestra superación.

Al Arquitecto César Piedra Landivar, Director de esta Tesis, por su acertada orientación ya que gracias a los conocimientos que ha compartido con nosotros y sus críticas constructivas hemos podido concluir de la mejor manera este trabajo.

Y a todas aquellas personas que nos han brindado su apoyo en las diferentes etapas realizadas a lo largo del estudio ya que sin ellos no hubiese sido posible la culminación del mismo.



**Objetivo Principal.**

\* Conocer, reflexionar y proponer sobre el modo de uso tanto del hormigón como del acero, no solamente como elementos estructurales sino también aprovecharlos como elementos estéticos para la arquitectura; y formular una propuesta arquitectónica a nivel de anteproyecto para una vivienda unifamiliar localizada en nuestro medio.

**Objetivos Particulares.**

- Conocer las características físicas, estéticas y constructivas del acero y el hormigón.
- Aprender de obras ya construidas sobre la aplicación de estos materiales ya sea dentro o fuera del país.
- Estudiar los detalles constructivos como parte integrante del proceso de diseño.
- Diseñar una vivienda unifamiliar aplicando los conocimientos obtenidos a lo largo del estudio, adecuando la propuesta a las condiciones técnico- constructivas y ambientales de nuestro medio.







índice

índice



**Índice:**

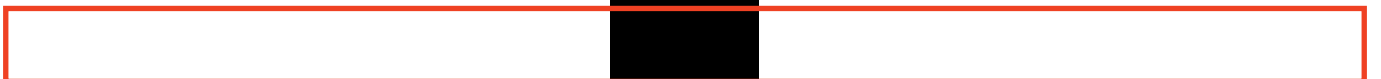
- Introducción. 17

**Capítulo uno: referencias teóricas**

- Antecedentes 23
- Historia de la Arquitectura en Imágenes 24
- Historia del Acero y el Hormigón aplicados en las edificaciones 28
- El Hormigón 29
- El Acero 31
- El Siglo XX 33
- Elementos Estructurales 35
- Elementos Estructurales Lineales 35
- Elementos Estructurales Planos 38
- Elementos Estructurales de Superficie Curva 40
- Características Técnicas, Estéticas y Constructivas del Hormigón y el Acero 41
- Sistema Estructural de Hormigón 41
- Características Técnicas del Hormigón 42
- Características Constructivas y Estéticas del Hormigón 46
- Prefabricados 54
- Sistema Estructural de Acero 56
- Características Técnicas del Acero 56
- Características Constructivas y Estéticas del Acero 60
- Sistema Estructural Mixto 65

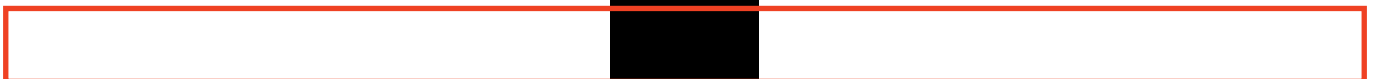
**Capítulo dos: análisis de obras relevantes**

- Antecedentes	71
- Obras a estudiar	72
- Eduardo Souto de Moura	73
- Edificio de Viviendas en Rua do Teatro	74
- Angelo Bucci	77
- Casa en Carapicuíba	78
- Mathias Klotz	81
- Casa Ponce	82
- Toyo Ito	85
- Casa en Magomezawa	86
- Tadao Ando	89
- Iglesia sobre el Agua	90
- Waro Kishi	93
- Casa en Nipponbashi	94
- Adrián Moreno	97
- Casa X	98
- Casa 3	101
- José María Sáez	104
- Casa Pentimento	105
- Sergio Zalamea	108
- Local CC	109
- Estudio JPM	112
- César Piedra	115
- Edificio Bancario y Centro de Investigación del Banco Central del Ecuador	116



**Capítulo tres: detalles constructivos**

- Antecedentes	125
- Detalles a estudiar	126
- Eduardo Souto de Moura (Edificio de Viviendas en Rua do Teatro)	127
- Angelo Bucci (Casa en Carapicuíba)	131
- Mathias Klotz (Casa Ponce)	135
- Toyo Ito (Casa en Magomezawa)	139
- Adrián Moreno (Casa X)	141
- Adrián Moreno (Casa 3)	145
- José María Sáez (Casa Pentimento)	149
- Sergio Zalamea (Local CC)	152
- Sergio Zalamea (Estudio JPM)	156



**Capítulo cuatro: diseño de una vivienda unifamiliar**

- Antecedentes	163
- Programa de Diseño	164
- Sitio de Emplazamiento	164
- Proceso de diseño	165
- Zonificación	166
- Anteproyecto	168
o Plantas	168
o Elevaciones	171
o Cortes	173
o Estructura	176
- Detalles Constructivos	178
- Perspectivas	185
o Exteriores	185
o Interiores	187
<b>Conclusiones</b>	<b>195</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>199</b>
<b>Fuentes de internet</b>	<b>201</b>
<b>Créditos fotográficos</b>	<b>203</b>





He podido comprobar que hay dos clases de personas que hablan del hormigón:

- Las que realizan los cálculos
- Las que fabrican

Y también existen: Las que lo admiran, las que lo critican y las que no opinan.  
Es para estos precisamente que va dirigido el presente trabajo.

A través de muchos años de investigación, intervención, arquitectos, ingenieros, incluso los dedicados a la prefabricación han sentido la necesidad de un libro de referencia que definiera e ilustrara este interesante material al igual que del uso del acero.

Las principales causas de perturbación son deformaciones que tienen los siguientes orígenes:

- Dilatación térmica, diferente según los materiales y que provoca dislocaciones del conjunto;
- Variaciones dimensionales, debidas a la higrometría, etc.;
- Flechas de vigas, cuya exageración provoca fisuras en los muros e incluso en los forjados;
- Desplazamientos horizontales resultantes de las cargas aplicadas, que pueden manifestarse de diferentes formas: fisuras en las paredes, fracturas de vidrieras, variación de la distancia entre vigas-carril, etc.

Es siempre posible evitar tales inconvenientes: pensar en el problema es casi su resolución.

Los esfuerzos de dilatación se atenúan reduciendo las dimensiones de la obra, fraccionada por juntas, previendo ligazones que permitan una cierta libertad.

Las deformaciones elásticas se limitan escogiendo elementos de inercia conveniente o utilizando contravientos suficientemente rígidos.

Para resolver estos diferentes problemas, es necesario conocer las cualidades de los diferentes materiales de normal utilización en la construcción y saber calcular rápidamente las deformaciones de las estructuras.

Los edificios más significativos que se construyen actualmente en el mundo entero tienen en sí un común denominador: están hechos de concreto armado. Más de 90 años de uso de este material han dado al arquitecto de nuestra época una confianza ilimitada en él. Se sabe bastante de su resistencia, durabilidad, apariencia y, sin embargo, el material ofrece cada día más amplias posibilidades.

Cuando se inventó el hormigón armado y fueron reconocidas sus posibilidades constructivas, se utilizó primeramente como material auxiliar, sustituto de diversos materiales de construcción, tales como la piedra, el fierro, etc.

Más adelante, cuando se decidió dejarlo aparente, en vez de buscar formas que estuvieran acordes con sus características, se imitaron los sistemas de construcción de otros materiales y también las formas de los estilos más diversos.

Sin la contribución básica aportada por las teorías estructurales, sin los conocimientos matemáticos para descubrir la tensión y la compresión antes de la ejecución de una obra, el hormigón no había podido progresar más allá de su uso primitivo como sustituto de la piedra.

Tan diversos como los procedimientos de empleo del hormigón son también las concepciones relativas al aspecto formal de las construcciones realizadas con este material. Para muchos las concepciones en relación con el hormigón suelen limitarse a la idea de la impresión visual que producen las superficies exteriores, más o menos aparentes, de unos elementos moldeados cuya forma obedece a criterios estáticos, o que se ha elegido libremente. Algunos otros conciben el hormigón como simple producto de tipo industrial, con secciones o perfiles determinados por razones de orden principalmente constructivo y económico.

Frente al hormigón no existe, entre los materiales de construcción empleados normalmente por nosotros, ninguno que ofrezca unas posibilidades tan amplias, tanto en el modo de fabricación como en la calidad de su superficie exterior, así como en el color y la forma. Pero creemos que de ninguna manera están agotadas las posibilidades del hormigón, ni en cuanto a forma ni en cuanto a color ni en cuanto a textura. Decir que estuvieran agotadas equivaldría a negar la capacidad creadora del proyectista, del arquitecto.

LAS ESTRUCTURAS ARQUITECTONICAS DEL HORMIGON Y LA VIVENCIA DE UN ESPACIO ARQUITECTONICO.

En virtud de sus múltiples facilidades de aplicación, y debido también a sus características específicas y materiales, corresponden al hormigón unas imágenes visuales muy definidas.

Pero esta percepción visual de las formas aparentes es lo que determina esencialmente la vivencia del espacio en el sentido más amplio de la palabra.

Las características del hormigón como material se manifiestan especialmente ahí donde sólo pueden elegirse construcciones en hormigón para el complemento de unas finalidades de forma y empleo determinadas.

Los técnicos no se interesan en la forma; la mente del técnico trabaja bajo abstracciones y no en formas concretas y, sobre todo, el trabajo de su pensamiento es analítico y no sintético. El ingeniero, en términos generales, divide la construcción en diversas partes, estudia cada parte y a continuación las reúne para formar el todo. El arquitecto, por el contrario, comienza por el conjunto que va a realizar, porque concibe primeramente la forma de la obra y cada parte está subordinada a un todo. La colaboración del arquitecto y del ingeniero se hace otra vez más indispensable para la creación de obras con un cierto valor técnico y morfológico.

La pared exterior no es pues simplemente una envoltura utilitaria (más o menos ornamentada) sino que hay que entenderla como una componente estructural de la obra verdaderamente arquitectónica que constituye el conjunto; en la cual pueden presentarse soluciones constituidas por variantes diversas, pero siempre obedeciendo al conjunto.

El aporte del presente trabajo va continuación del estudio en esta dirección de los materiales expuestos.

Arq. César Piedra L.

Febrero 2010





Los materiales como el hormigón y el acero, a lo largo de su historia en la arquitectura han sido empleados como materiales puramente estructurales, a excepción de algunos casos en los que se han aprovechado sus bondades estéticas, las mismas que pueden resaltar las características del proyecto siempre y cuando estos materiales sean tomados en cuenta desde la concepción del diseño a partir de un detalle constructivo bien resuelto y correctamente analizado, siendo este nuestro objetivo principal a resolver.

Para poder conocer, reflexionar y proponer un modo de usar tanto el hormigón como el acero no solamente como elementos estructurales sino también aprovecharlos como elementos estéticos para la arquitectura, hemos creído conveniente dividir el estudio en cuatro etapas. En primera instancia abordaremos de manera teórica y conceptual las características técnicas, estéticas y constructivas del acero y el hormigón así como la importancia de las estructuras dentro del ámbito arquitectónico a través de la historia.

En la segunda fase de estudio, se realizará un análisis estructural y estético de 6 obras internacionales y 6 nacionales, construidas por arquitectos contemporáneos destacados, en las cuales se puede apreciar según nuestro criterio la acertada aplicación del hormigón y el acero.

Después de haber analizado las obras de la fase anterior, se realizará una tercera fase en la cual nos centraremos en el análisis y el redibujo de detalles constructivos que han sido correctamente resueltos en los ejemplos analizados.

Como resultado final del estudio, se realizará un anteproyecto de vivienda unifamiliar aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de este estudio, los mismos que nos permitirán conseguir una obra en la cual el hormigón y el acero sean los elementos protagonistas tanto estructural como estéticamente.









# capítulo uno

referencias teóricas





*“...(architectore) será aquel que con un método y un procedimiento determinados y dignos de admiración haya estudiado el modo de proyectar en teoría y también de llevar a cabo en la práctica cualquier obra que, a partir del desplazamiento de los pesos y la unión y el ensamble de los cuerpos, se adecue, de una forma hermosísima, a las necesidades más propias de los seres humanos”<sup>1</sup>*

*León Battista Alberti*

### 1.1. ANTECEDENTES.

La historia de la arquitectura ha estado siempre de la mano con el desarrollo de la humanidad, ambas han experimentado una serie de modificaciones a través del tiempo debido a los cambios ideológicos y a los avances tecnológicos que en cada época han marcado el modo de vida y de desarrollo de las personas dentro de una sociedad. Concretamente en la arquitectura se puede decir que los primeros ejemplos estuvieron constituidos por las cavernas donde los nómadas ocupaban el espacio para refugiarse en sus constantes viajes. Al volverse sedentarios se vieron con la necesidad de construir nuevas estructuras durables, que a más de protegerlos contra las inclemencias del tiempo, les permitían realizar en ellas las actividades relacionadas a su nueva forma de vida en determinados espacios .

Así durante el paso del tiempo la arquitectura ha atravesado por varios períodos que sin tener fechas exactas se han podido ubicar en un determinado espacio y tiempo, siendo caracterizada por los materiales constructivos que se podían encontrar en el lugar en el que se emplazaban las obras, los mismos que a su vez determinaban la estructura y la forma de construcción que se aplicaría para generar obras que representen sus creencias culturales.

1.2. HISTORIA DE LA ARQUITECTURA EN IMAGENES



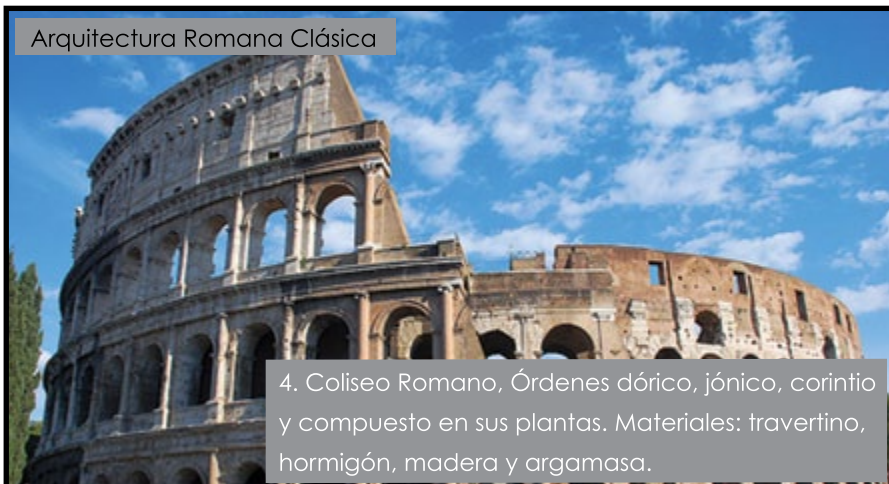


Arquitectura Griega



3. Partenón, Arquitectura Griega Clásica, Columnas, mármol pentélico.

Arquitectura Romana Clásica



4. Coliseo Romano, Órdenes dórico, jónico, corintio y compuesto en sus plantas. Materiales: travertino, hormigón, madera y argamasa.



Arquitectura Renacentista



7. Villa Capra o La Rotonda, Vicenza, Italia.

Arquitectura Neoclásica



8. Capitolio de Washington, EEUU.

## 1.2 HISTORIA DEL ACERO Y EL HORMIGÓN APLICADOS EN LAS EDIFICACIONES.

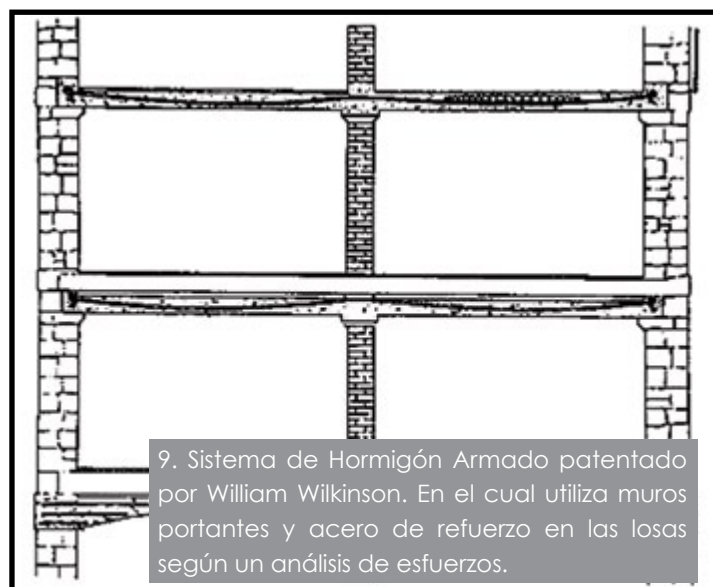
A partir del siglo XIX, y debido a la influencia de la Revolución Industrial, existieron un sin número de cambios en la forma de pensar de las sociedades, por lo que la arquitectura también se vio afectada por estas ideologías que buscaban una economía de recursos y elementos visuales que hasta la época se usaban de una manera exagerada y gracias a la aparición del hormigón y el acero industrializado se estableció un cambio en la forma de proyectar las edificaciones y las ciudades dándose así también la aparición del urbanismo.

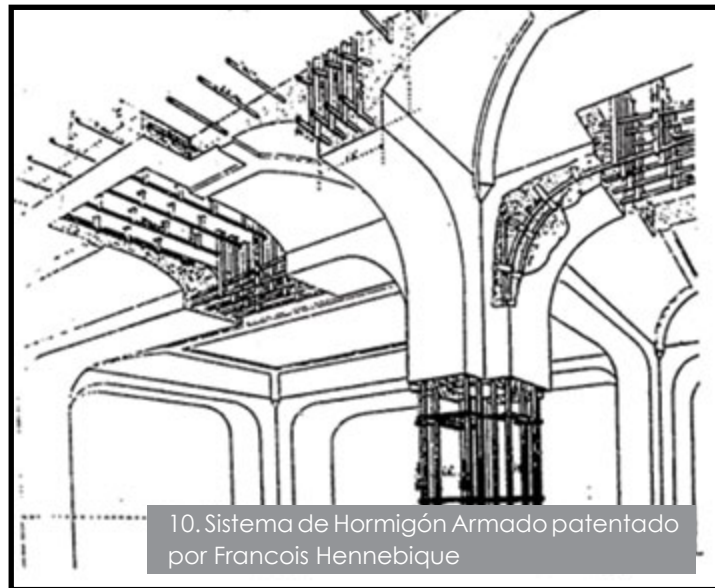
### 1.2.1 EL HORMIGÓN.

El hormigón ha constituido una parte fundamental de la construcción en el paso de la historia, ya que cuando el hombre empezó a utilizar materiales arcillosos o pétreos para las edificaciones se vio en la necesidad de obtener pastas o morteros que permitieran unir dichos materiales para conseguir estructuras estables. Las primeras pastas o morteros fueron elaborados con arcilla, yeso o cal, pero presentaban el problema de un rápido deterioro ante las condiciones climáticas adversas, por lo que se buscó la manera de mejorar la mezcla agregando rocas y minerales triturados. Los primeros ejemplos de hormigones primitivos se los puede observar en los restos de las edificaciones del Antiguo Egipto, en donde se empleaban pastas de yeso y calizas disueltas en agua, para poder unir sólidamente las grandes piedras que conformaban la estructura de las construcciones realizadas.

En la Antigua Grecia, se dio el origen del primer hormigón de la historia conformado por la mezcla de piedra caliza calcinada con agua y arena, añadiendo piedras trituradas, tejas rotas o ladrillos y tobas volcánicas. Luego los romanos emplearon tierras o cenizas volcánicas llamadas puzolana que al combinarse químicamente con la cal daban como resultado el cemento puzolánico, que podría tener aplicaciones en la arquitectura actual.

Luego de la caída del imperio romano el uso del hormigón se vio drásticamente disminuido, presentándose muy pocas obras en las cuales se evidencia la utilización de este material, a partir del siglo XVIII vuelve el interés por el hormigón, pero es en el siglo XIX, gracias a la invención del cemento portland realizada por Joseph Aspdin y James Parker, en 1824, que el hormigón gana importancia y se convierte en uno de los materiales más utilizados en la construcción, pero aún presentaba algunos inconvenientes como la poca resistencia a esfuerzos de tracción, flexión, torsión y cortante, por esta razón William Wilkinson (9) en 1854, patenta un sistema donde se introducen varillas de acero en las losas lo que ayuda a soportar de mejor manera los esfuerzos, pero en los 70's Francois Hennebique (10), patenta una nueva estructura que permite optimizar las características del hormigón armado en todos los elementos estructurales, generalizándose así su uso en obras tanto de arquitectura como de ingeniería.





10. Sistema de Hormigón Armado patentado por Francois Hennebique

El aporte de este sistema es la incorporación de varillas de acero en columnas y vigas reforzadas con estribos para una mejor resistencia a los esfuerzos de la estructura y que junto con las varillas de las losas, forman un esqueleto estructural de hormigón armado, este método constructivo fue aplicado por primera vez en 1870 por el Arquitecto Robert Mook (11).



11. Ward's Castle. 1870. Arq. Robert Mook. Ejemplo de construcción con Hormigón Armado.

### 1.2.2 EL ACERO.

Por otro lado la historia del acero se remonta hacia el año 3000 a.C. en Egipto, donde se utilizaron los primeros utensilios de este metal que posiblemente fueron producidos a través de la fundición de hierro en chimeneas de materiales resistentes al calor, método que fue mejorando con el paso del tiempo, produciendo acero con distintas aleaciones.

Al igual que el hormigón, el acero también se empieza a utilizar de una manera industrializada para la construcción a partir de la Revolución Industrial durante el siglo XIX, donde se pueden apreciar las primeras obras arquitectónicas como el Crystal Palace (1850–1851; 12) y la Torre Eiffel (1887; 13), realizadas con este material que empleado conjuntamente con el vidrio daba la sensación de ligereza, sencillez, posibilidad de reciclaje, claridad, versatilidad y belleza de los edificios de acero.



12. Crystal Palace. Londres. Joseph Paxton. 1850. Ejemplo de construcción con Acero.



A finales del siglo XIX debido a la producción industrializada del acero en perfiles y a la invención del ascensor, se empiezan a diseñar y construir edificaciones en altura, siendo el arquitecto estadounidense Louis Sullivan (14) junto con la Escuela de Chicago los precursores del diseño de estos edificios, los que desarrollan la tipología de los rascacielos que consigue una óptima relación entre la estructura de acero y los muros de las fachadas de piedra; relación que resolvía dos de los grandes problemas que presentaban las nuevas ciudades que eran la escases de terreno y la falta de tiempo, ya que el esqueleto mismo de la edificación se levantaba muy rápidamente y sobre esta se disponían los muros de las fachadas.

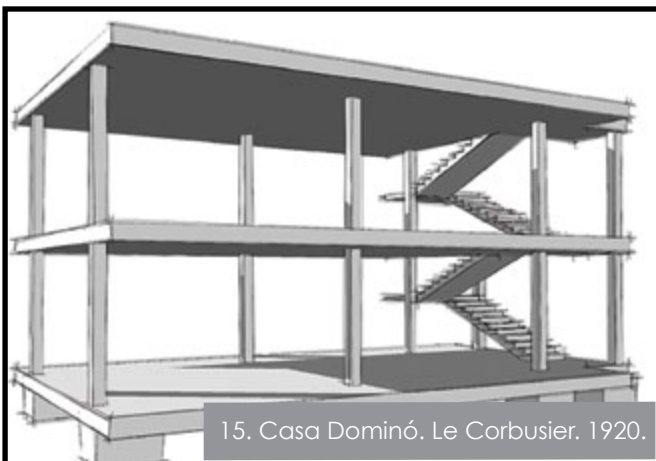




### 1.2.3. EL SIGLO XX.

El siglo XX representa el auge del hormigón armado ya que con las ideologías establecidas con la revolución industrial, se realizan experimentos para obtener un cemento de calidad homogénea, que junto con los avances tecnológicos permite industrializar la producción de hormigón, además la industria del acero también se ve influenciada y se presenta la producción industrializada de varillas de acero que junto con el hormigón forman un material capaz de soportar la mayoría de las cargas a las que se encuentran sometidos los elementos estructurales de un edificio.

En los inicios del siglo XX, se realizan obras sobre todo de ingeniería como los puentes y pequeños edificios con estructura de hormigón armado que además de soportar las cargas permiten salvar grandes luces, en el año 1920 Le Corbusier, diseña la Casa Dominó (15), en la cual pone en evidencia sus pensamientos sobre una producción lógica, funcional y constructiva, que renuncia al pasado y busca una nueva corriente arquitectónica, que en gran medida estará condicionada por la sinceridad de los materiales empleados en la construcción, los criterios de iluminación, la relación entre la luz y la sombra y los efectos que estas tienen en los edificios, además pensaba en la sustitución de las ciudades tradicionales por nuevas ciudades basadas en la implantación de rascacielos y grandes áreas verdes a sus alrededores. Para lograr este objetivo el acero y el hormigón armado eran los materiales adecuados.



Con las ideas de Le Corbusier, otros arquitectos continúan la búsqueda de nuevas tipologías arquitectónicas, por ejemplo se puede mencionar a Alvar Alto, que buscaba la sutileza en sus composiciones espaciales, el manejo de la luz natural y su especial sentido para utilizar los materiales, sacando el máximo partido a sus cualidades expresivas. Frank Lloyd Wright construye el primer rascacielos en hormigón armado, utilizando los fundamentos que aun se aplican, con ciertas mejoras tecnológicas.

Con la aparición de la Bauhaus, encabezada en primer lugar por Walter Gropius y luego por Ludwig Mies van der Rohe, proponían una arquitectura social que se adapte a las necesidades de las personas y que los materiales cobren importancia por sus características propias tanto técnicas, estructurales y estéticas.



La influencia de los grandes arquitectos del movimiento moderno se evidenció en España y en algunos países latinoamericanos como es el caso de Brasil donde Lucio Costa y Oscar Niemeyer proyectaron la ciudad de Brasilia basándose en gran medida en los criterios de Le Corbusier. Luego se empezaron a estudiar y proponer elementos estructurales diferentes a los comunes, por ejemplo se usa el acero como cables y tirantes mientras que el hormigón armado se utiliza para elaborar membranas y cascarones.

### 1.3 ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

En las obras de arquitectura se puede encontrar una gran variedad de sistemas estructurales que se adaptan a ciertos factores como por ejemplo los materiales utilizados, las técnicas disponibles, los recursos económicos, la función de la edificación, y la forma o expresión que se intenta conseguir.

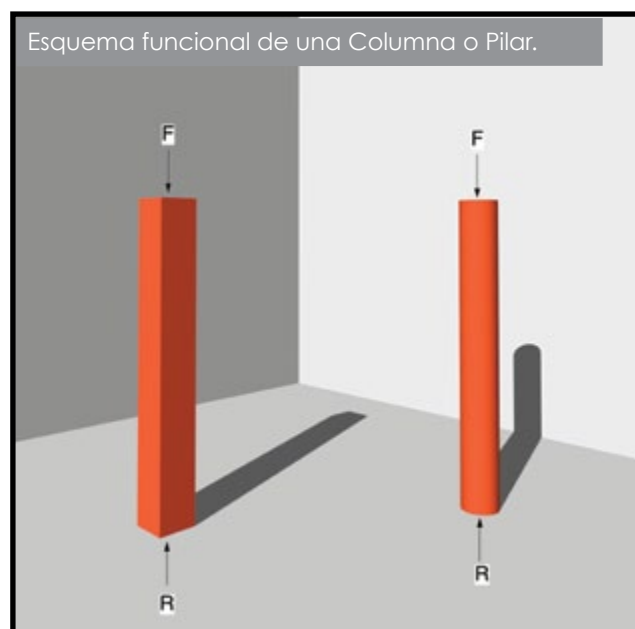
Cabe mencionar que para cada sistema, dependiendo en gran medida del material utilizado y las cargas que se aplicarán existen una serie de elementos estructurales que se disponen formando un esqueleto estructural según las necesidades de la edificación para garantizar su estabilidad.

A continuación se presenta una clasificación de los elementos que conforman el esqueleto estructural tomando en cuenta su ubicación dentro de este y sus características geométricas.

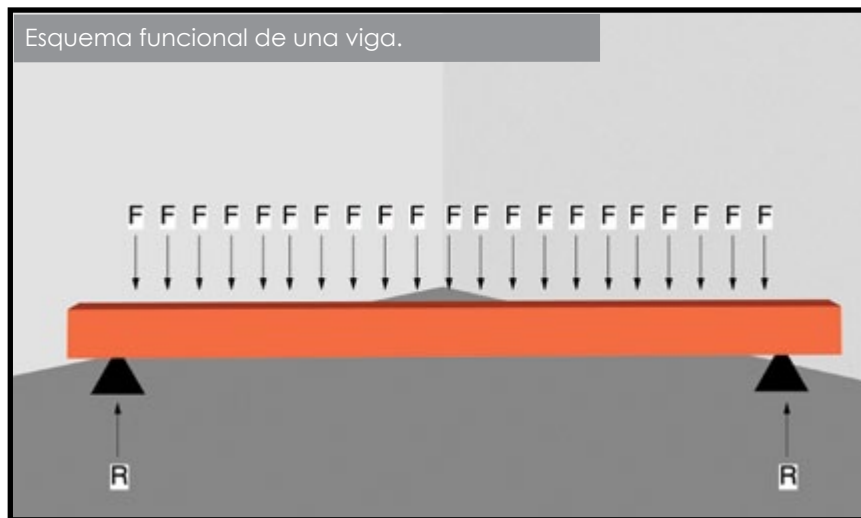
#### 1.3.1 Elementos Estructurales Lineales.

Son aquellos que han sido concebidos como líneas y en los cuales una de sus dimensiones es claramente mayor que las otras dos, entre estos elementos se encuentran los siguientes:

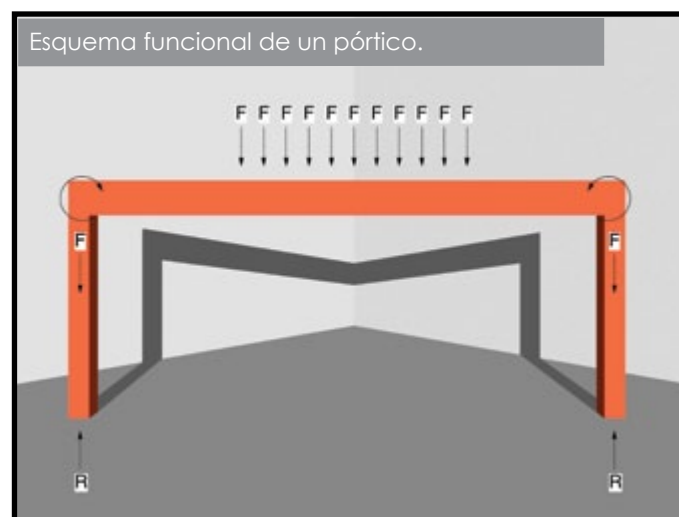
- Columnas o Pilares: Son aquellos elementos dispuestos verticalmente y diseñados para soportar los esfuerzos de compresión. También pueden encontrarse en posiciones inclinadas tomando el nombre de puntales.



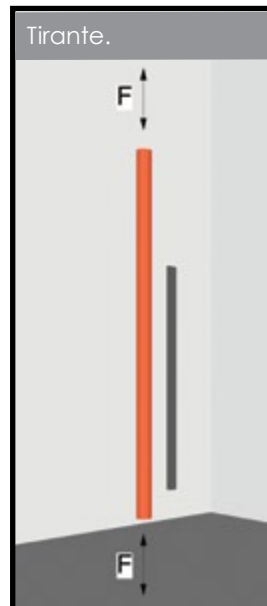
- Vigas: A diferencia de las columnas, las vigas están dispuestas horizontalmente en la estructura y por lo tanto soportan cargas perpendiculares a su eje, transmitiendo las cargas hacia los apoyos por medio de flexión.



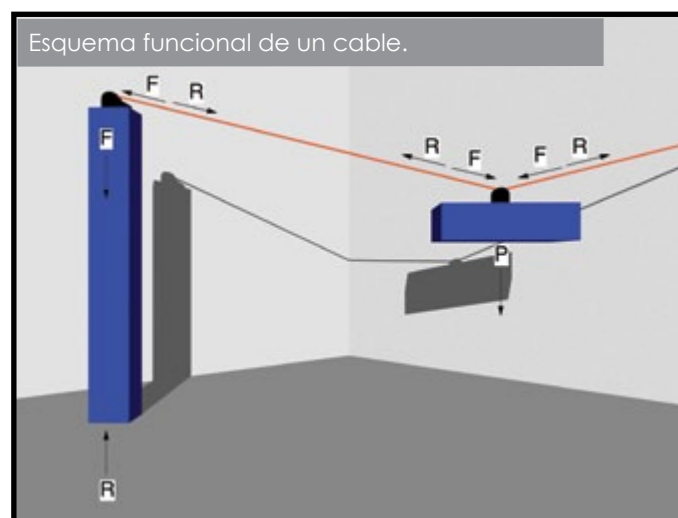
- Pórtico: Este elemento se presenta cuando las columnas y las vigas están unidas trabajando en conjunto formando un sistema, el mismo que transmite los esfuerzos principalmente a través de flexo-compresión y en sus uniones se presentan esfuerzos cortantes.



- Tirantes: Son elementos lineales que soportan cargas actuantes en dirección de su eje, por lo que están sometidos a esfuerzos de tracción.



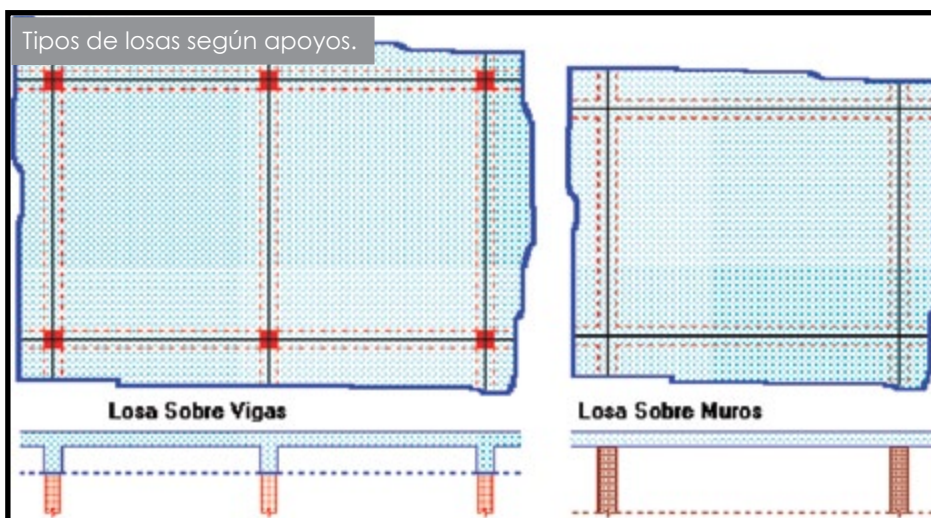
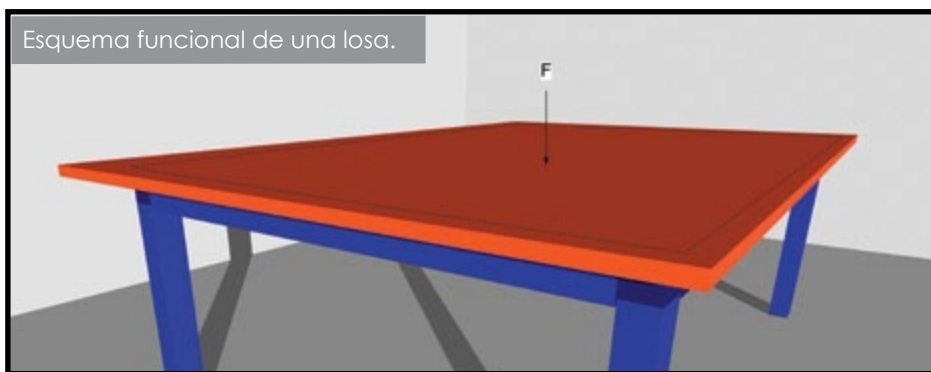
- Cables: Es el elemento diseñado para trabajar únicamente a tracción, por esta razón necesita de un anclaje de gran resistencia para transmitir el esfuerzo a un punto de apoyo. Al poseer una sección reducida es un elemento que puede dar la sensación de ligereza.

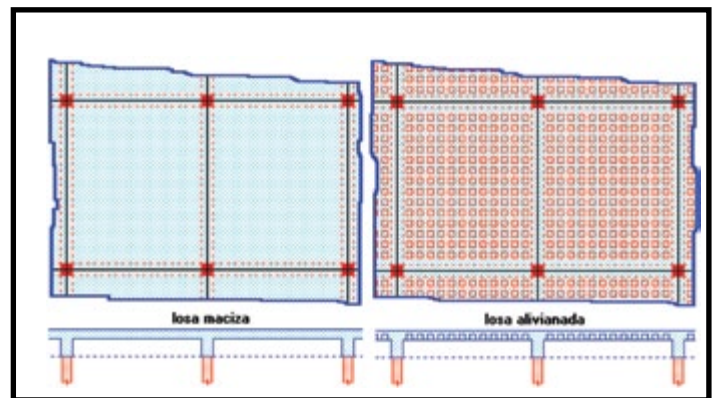
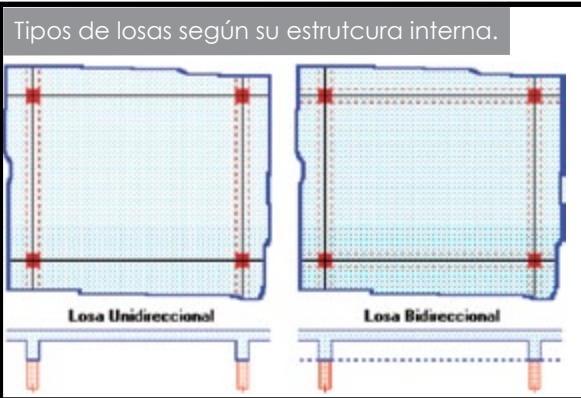


### 1.3.2 Elementos Estructurales Planos.

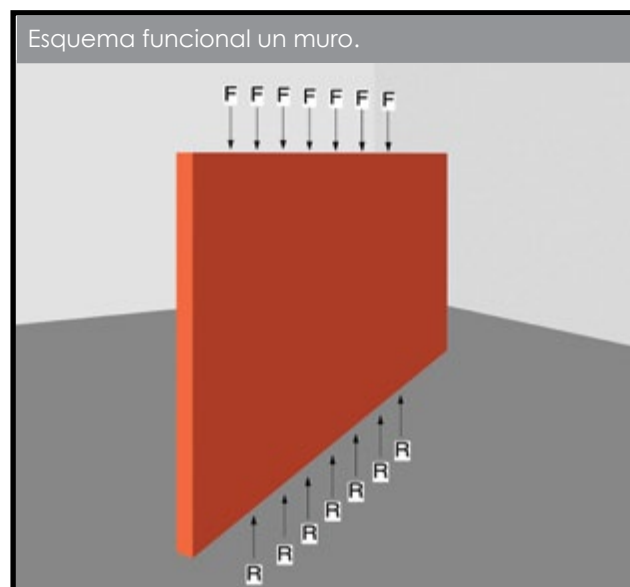
Estos elementos son conocidos también como placas y se caracterizan por tener una de sus dimensiones claramente menor que las otras dos y una superficie plana, según la función estructural que desempeñen se pueden dividir en los siguientes grupos:

- Losas: Son placas apoyadas en sus bordes o en algunos puntos que resisten cargas perpendiculares a su plano que producen esfuerzos de flexión, generalmente se las emplea para solucionar los pisos, entrepisos y cubiertas de las edificaciones. De acuerdo al tipo de apoyo y a la forma de transmitir las cargas, se puede dividir las losas en varios tipos, entre los cuales se puede mencionar las losas planas, unidireccionales, bidireccionales, nervadas, con apoyos puntuales, en dos de sus bordes, con apoyo perimetral, empotrada, en voladizo, etc.





- Muros: Son placas diseñadas para soportar cargas en su propio plano y contrarrestar esfuerzos de flexo-compresión, además presentan un comportamiento considerado homogéneo, y al unirse con las losas pueden formar un sistema denominado tipo cajón que se asemeja al sistema de columnas y vigas.



### 1.3.3 Elementos Estructurales de Superficie Curva.

Son elementos planos en los cuales la modificación de su forma permite transmitir las cargas de maneras diferentes y soportar esfuerzos con secciones relativamente reducidas. Dentro de estos elementos se pueden mencionar las membranas y los cascarones.

#### 1.3.3.2 Membranas:

Son elementos estructurales superficiales que tiene espesor reducido y se cuelgan de sus apoyos tomando una forma que permite soportar las cargas transversales transformándolas en esfuerzos de tensión, pudiendo compararse su comportamiento con el de los cables colgantes. Una de las principales ventajas que ofrecen estos elementos es la gran eficiencia estructural con el mínimo peso propio de la estructura, mientras que el mayor conflicto al utilizar estos elementos se presenta en el diseño y la construcción de los soportes o anclajes, debido a que en estos puntos se presentan elevadas fuerzas resultantes que requieren apoyos muy resistentes y en muchos casos esto encarece la obra.

#### 1.3.3.2 Cascarones:

Son elementos estructurales de superficie curva diseñados para soportar cargas por esfuerzos de compresión, presentando un comportamiento totalmente opuestos al de las membranas. Para conseguir que el elemento trabaje únicamente a compresión su forma debe ser inversa a la de la deformación resultante de la acción de las cargas a las que esta sometida. Al igual que las membranas una de sus principales ventajas es la presencia de pequeños espesores logrados por la gran eficiencia estructural de su forma y de igual manera un aspectos que debe ser muy estudiado es la concentración de esfuerzos que se suelen presentar en los apoyos o bordes, que lleva frecuentemente a reforzar los elementos de soporte para garantizar la estabilidad de la estructura.

En ambos casos se debe tener presente la posibilidad de aplicar la doble curvatura que permite adoptar formas más eficientes gracias a que las cargas se distribuyen hacia más puntos de apoyo.

Los materiales más utilizados para la elaboración de estos elementos son el acero y el hormigón gracias a sus elevadas resistencias a la tensión y compresión respectivamente, además se puede emplear lonas de fibras naturales o artificiales que resultan muy eficientes, a más de reducir los costos y el peso de la estructura. La decisión del tipo de elemento y los materiales con los que se construya, está a cargo del diseñador del proyecto que deberá analizar las diferentes cualidades de cada una de las opciones escogiendo la que más se adapte a los requerimientos de la obra.



## 1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ESTÉTICAS Y CONSTRUCTIVAS DEL HORMIGÓN Y EL ACERO.

Aunque es complicado establecer las propiedades exactas de cada material debido a su composición, estos tienden a trabajar y resistir de manera diferente a los esfuerzos a los que se hallan sometidos, dependiendo de la sección, forma y ubicación del elemento dentro de la estructura, siendo estos parámetros determinados por el cálculo estructural después del diseño arquitectónico que determinará la ubicación de cada elemento y la estética que este aportara al proyecto. Pero como es de suponer en nuestro caso en particular si queremos que el detalle constructivo y los materiales como el hormigón y el acero den la estética al diseño se debe saber las características constructivas y la forma más adecuada de aplicación en obra de cada material para obtener un resultado favorable en el proyecto.

### 1.4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL DE HORMIGÓN.

Históricamente se puede hablar de un primer sistema estructural basado en el empleo de Hormigón Ciclópeo, en el cual los únicos elementos estructurales eran los muros portantes sobre los cuales se apoya la cubierta siendo este un sistema que ofrecía muy pocas posibilidades de innovación y por ende los diseños de las edificaciones se veían reducidos a paredes exteriores dispuestas de manera ortogonal que no permitían la apertura de vanos para puertas y ventanas. Luego con la invención del Hormigón Armado el sistema estructural cambia drásticamente, ya que se introducen otros elementos como columnas, vigas, pórticos y losas que permiten crear estructuras monolíticas más livianas y diseños más variados aprovechando la disposición de cada elemento con resultados agradables.

El hormigón armado consiste en la utilización de barras o mallas de acero embebidas en el hormigón, ya que éste es un material moldeable con buenas propiedades mecánicas y de durabilidad que soporta bien los esfuerzos de compresión pero tiene resistencia a la tracción reducida. Por este motivo se lo combina con el acero logrando resistir los esfuerzos de tracción que apareciera en la estructura.

El éxito de esta combinación se debe a características como:

- \* El coeficiente de dilatación del hormigón es similar al del acero.
- \* Cuando el hormigón fragua se contrae y presiona fuertemente las barras de acero creando una fuerte adherencia.
- \* El pH alcalino del cemento ayuda a proteger al acero de la corrosión.
- \* El hormigón envuelve a las barras de acero lo que impide su pandeo, optimizando su empleo estructural.

Este sistema aún se mantiene en nuestro medio como uno de los más comunes debido a que no requiere mano de obra especializada y sus costos son reducidos en comparación con otros sistemas.

### 1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL HORMIGÓN



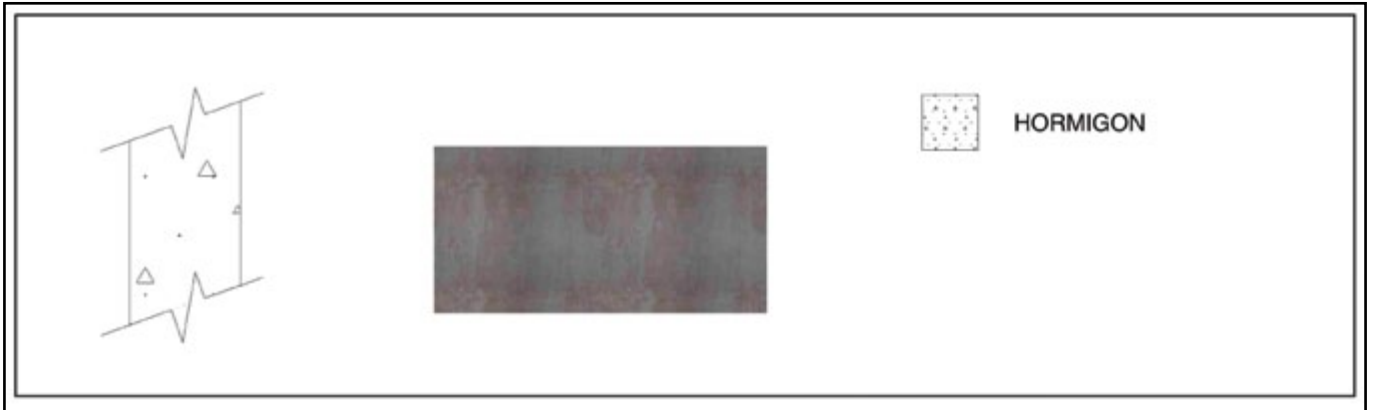
La mezcla del agua y el conglomerante son los que producen a partir de los primeros 30 minutos y después de varios procesos químicos el fraguado y endurecimiento del hormigón, obteniendo a los 28 días la resistencia óptima con la cual se realizan los calculos, la misma que con el tiempo puede aumentar. La resistencia está determinada por la dosificación de los componentes más aditivos que pueden estar incluidos en la mezcla según la necesidad del proyecto.

- **Consideraciones.**

- El hormigón resiste de mejor manera a los esfuerzos de compresión ya que su resistencia a la tracción es aproximadamente 10 veces menor.
- La densidad aproximada del hormigón es de 2350kg/m<sup>3</sup>
- La resistencia a la compresión en los hormigones comunes está entre los 150 a 500 kg/cm<sup>2</sup>
- El hormigón tiene una larga durabilidad.
- Antes del fraguado es moldeable y se acopla al encofrado.
- Tiene una buena resistencia a la Temperatura.

**- Tipos de Hormigón**

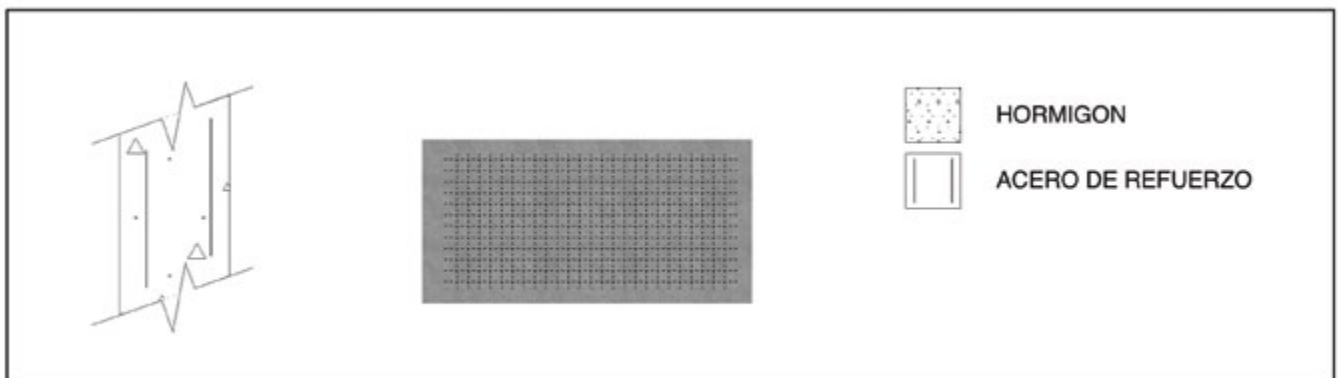
- Hormigón simple o en masa: Hormigón que no contiene armaduras metálicas y trabaja a la compresión.



- Hormigón armado: Combinación formada por el Hormigón Simple y barras de acero corrugado en su interior diseñados principalmente para soportar esfuerzos de tracción, aunque están en capacidad de resistir solicitaciones de cortante y torsión, pero debido a su elevado costo comparado con el hormigón se disponen en un porcentaje volumétrico relativamente pequeño.

El acero empleado en el hormigón armado es distribuido comercialmente en varillas corrugadas con distintos diámetros nominales, pudiendo variar desde 8mm hasta 35mm. Varillas desde 10 hasta 25mm de diámetro se consiguen directamente en el mercado en longitudes de 6, 9 y 12m, las más grandes pueden conseguirse bajo pedido, mientras que las menores a 10mm se venden en rollos.

En el diseño se suelen escoger varillas de un mismo diámetro o se emplean combinaciones para obtener las secciones transversales requeridas.



- Hormigón pretensado: Combinación del hormigón y el acero de preesfuerzo, generando en un elemento estructural, esfuerzos y deformaciones previas que contrarresten total o parcialmente a los producidos por las cargas que actuarán en el elemento, logrando diseños más eficientes ya que se mejora el comportamiento de los elementos en obra y se aumenta su resistencia.

Para construir estos elementos se disponen las cables de acero y se someten a esfuerzos de tracción con maquinas especialmente diseñadas, para luego colar el hormigón de alta resistencia, una vez que este ha fraguado y ha sido correctamente curado, se retiran los tensores produciendo la compresión de los cables que es soportada por el hormigón.

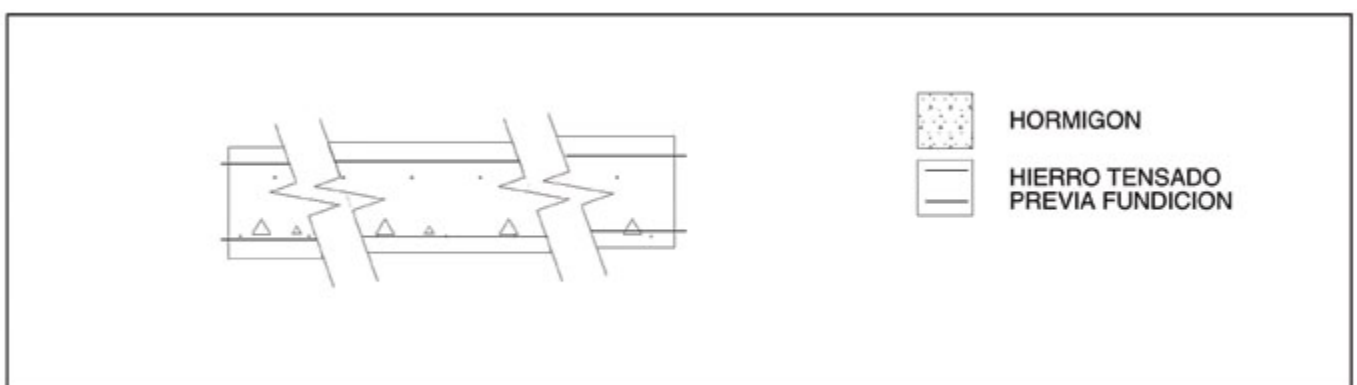
El hormigón pretensado puede ser empleado para elaborar diferentes elementos estructurales como una simple vigueta para vivienda, soportes para puentes, durmientes para vías de ferrocarril, etc

\*Entre las ventajas del hormigón pretensado podemos mencionar las siguientes:

- Mayor resistencia a los esfuerzos ya que previamente se controla sus deformaciones y posibles fallas.
- Presenta deformaciones reducidas y soporta excesos de carga.
- Se consigue un sistema más eficiente debido al uso de materiales de alta resistencia.
- Los volúmenes necesarios tanto de hormigón como de acero se reducen.
- La prefabricación de los elementos permite mayor control de calidad y menores costos.
- Puede ser más económico que el sistema tradicional de hormigón armado ya que a más de que los elementos son prefabricados, el momento que se colocan en su posición final están listos para trabajar estructuralmente permitiendo la construcción simultanea de otros elementos.

\*Se deben mencionar también algunas desventajas como las siguientes:

- El transporte y montaje de los elementos prefabricados puede encarecer la obra.
- Se necesita una inversión inicial mayor por la disminución en los tiempos de construcción.
- Se necesita un diseño especializado para resolver conexiones, uniones y apoyos.
- Se debe planear y ejecutar cuidadosamente el proceso constructivo, sobre todo al momento del montaje de éstos elementos y la elaboración en obra de los demás componentes estructurales.



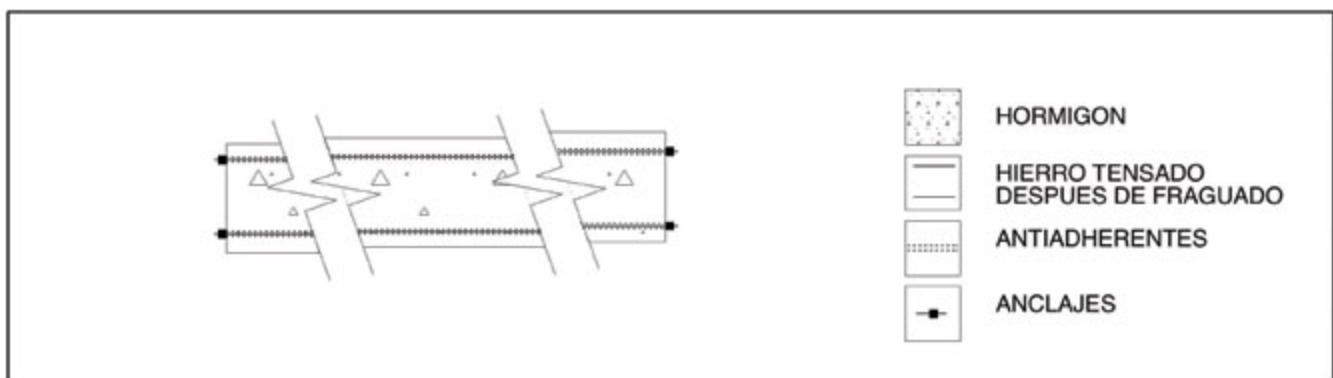
- Hormigón postensado: Al igual que en hormigón pretensado, la ventaja consiste en comprimir el hormigón antes de su puesta en servicio, de modo que las tracciones que aparecen al soportar las cargas propias de la estructura se traducen en una pérdida de la compresión previa, evitando en cierta medida que el hormigón trabaje a tracción.

La diferencia esta en el tipo de construcción que se requiere, ya que el pretensado se ajusta más a procesos de prefabricación, mientras que el empleo armaduras de acero postensadas es el método adecuado para utilizarse en piezas hormigonadas en la misma obra.

Para la elaboración de un elemento estructural de hormigón postensado se procede a armar el encofrado y colocar los ductos de manera tal que al momento del colado del hormigón no se desplacen de su posición y mantengan su interior despejado para el paso del acero luego se introducen los refuerzos de acero de alta resistencia en los ductos y se someten a tracción con maquinas especialmente diseñadas hasta alcanzar los valores para los cuales fueron diseñados y luego se anclan en los extremos del elemento para de esta forma comprimir el hormigón.

Las ventajas de este tipo de hormigón son similares a las del pretensado, pero en este caso se descarta la necesidad de transporte de elementos prefabricados hasta la obra.

Mientras que una de sus principales desventajas es la necesidad de personal especializado y el requerimiento de espacios abiertos para la manipulación tanto de los materiales como de la maquinaria necesaria



-Hormigón de alta densidad: este es un tipo de hormigón que no es muy común en nuestro medio ya que se necesita la incorporación de áridos de densidades superiores y aditivos en el momento de la mezcla, este es un proceso muy técnico y se lo hace dentro de ambientes controlados

1.4.1.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESTÉTICAS DEL HORMIGÓN

- En la Mezcla.-

Según la granulometría, coloración de los áridos, pigmentos y aditivos, se pueden obtener diferentes acabados estéticos en el hormigón, dependiendo del terminado del proyecto.

Hormigón ciclópeo: hormigón mezclado con piedras de dimensiones menores a los 20cm en una proporción 60% hormigón y 40% piedra, que trabaja solo a compresión por lo que no necesita refuerzos de acero.

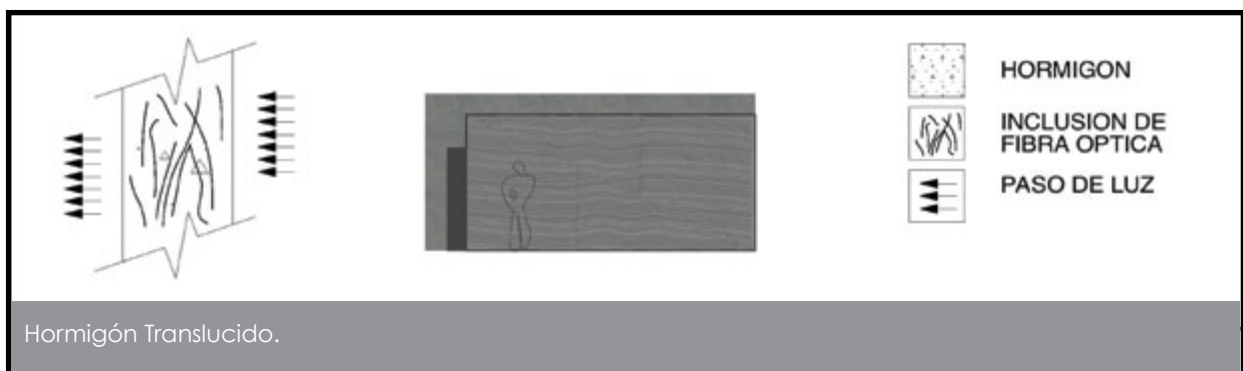
En la mezcla del hormigón se pueden agregar ciertos aditivos que permiten conseguir diferentes objetivos como por ejemplo retardar el proceso de fraguado, hacer más plástica o moldeable la mezcla, generar burbujas de aire en el hormigón, entre otros.

Hormigón aireado o celular: es un hormigón de baja densidad que se obtiene incorporando aire y gases a la mezcla mediante aditivos.

Si el proyecto requiere de un hormigón con cierto grado de pigmentación, se pueden emplear diferentes métodos para conseguirlo, ya sea con la utilización de cemento o áridos con diferentes tonalidades, o mediante la colocación de pigmentos naturales o químicos en la mezcla según el color requerido, lo que permiten que una vez que se ha cumplido el proceso de fraguado el hormigón tenga la apariencia deseada.



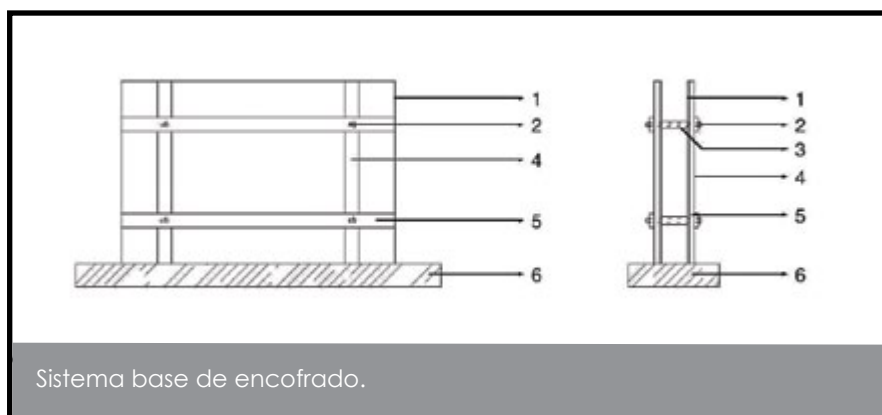
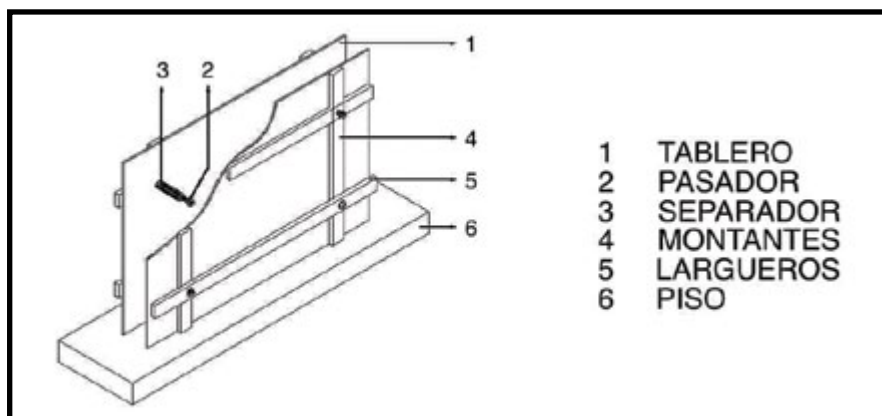
En la actualidad también se está probando la incorporación de nuevos elementos a la mezcla como por ejemplo la inclusión de fibras ópticas lo que permite un cierto grado de transparencia sin disminuir la resistencia del elemento construido.



**- El encofrado.-**

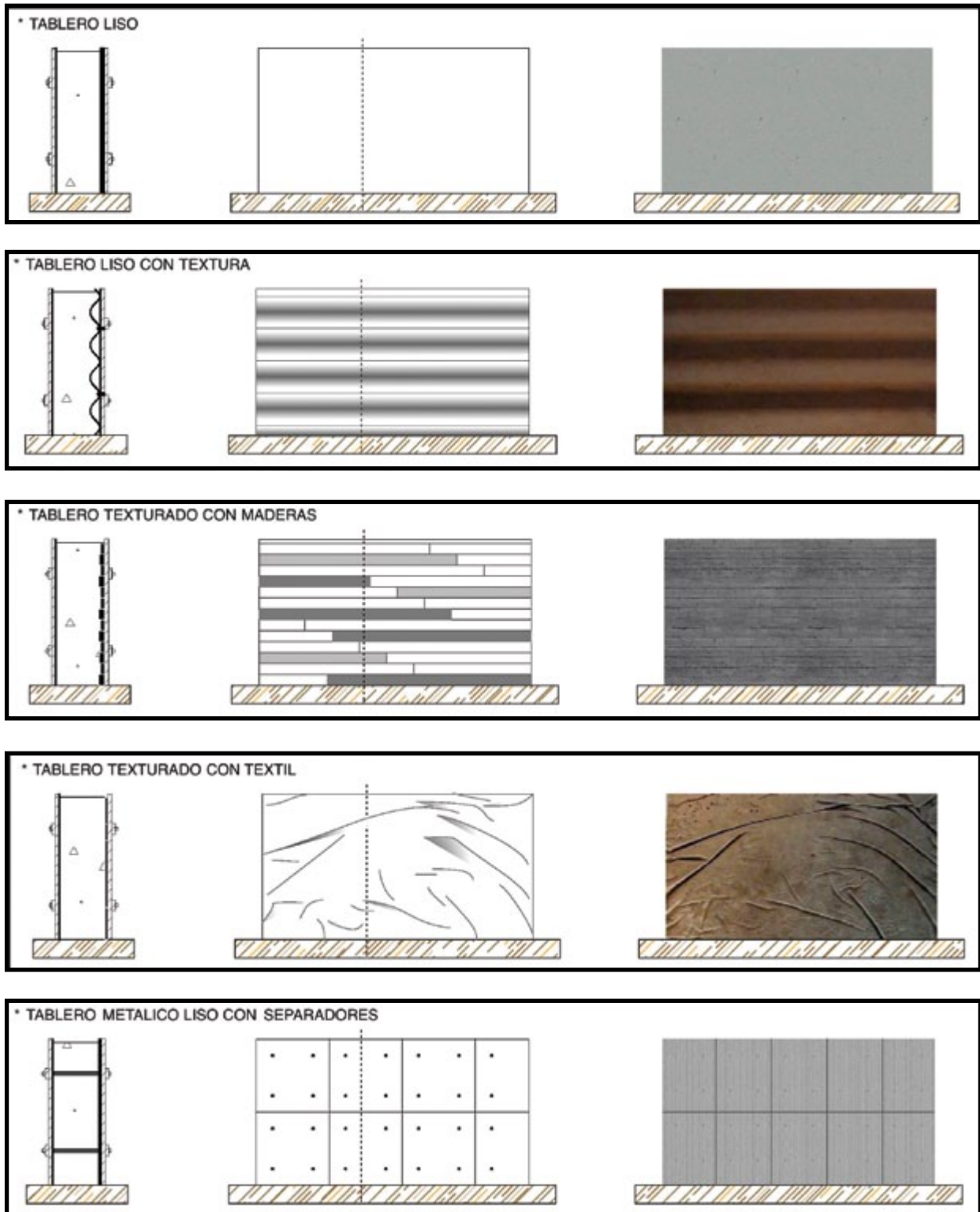
Técnica que se copio del tapial, destinada a moldear, contener y soportar el hormigón fresco durante su fraguado, tanto es así que dependiendo de las texturas de los materiales como madera, acero, plásticos o textiles, que se ocupan como tablero de encofrado se puede conseguir diferentes acabados ya sean brutalistas o más delicados y pulidos según se quiera en el diseño debido a las imperfecciones que quedan impresas en cualquier elemento estructural.

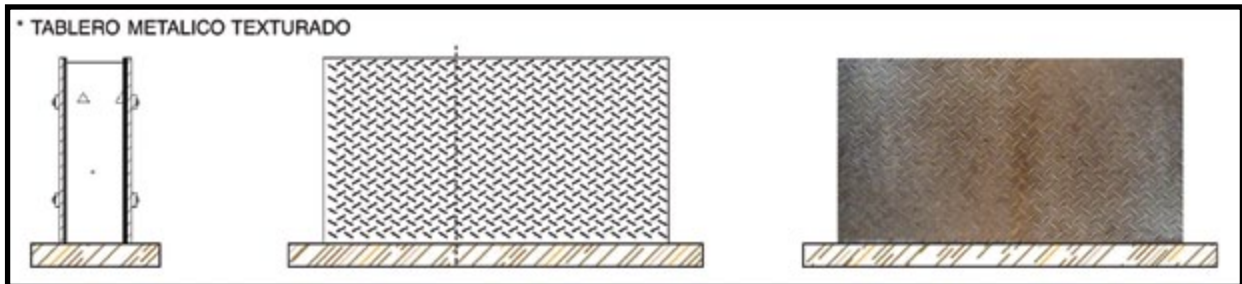
La colocación del hormigón se hace vertiendo la mezcla ya preparada y con la dosificación adecuada dependiendo del elemento estructural, dentro del encofrado o molde teniendo en cuenta que muchas veces existen espacios en los que el hormigón no puede entrar fácilmente por lo que se necesitan aditivos que ayuden a dispersar de mejor manera la mezcla dentro del encofrado y además de un vibrado correcto que a su vez ayude en la eliminación de burbujas de aire que pueden estar contenidas en la mezcla y pueden debilitar la estructura.





- Textura del Hormigón según el encofrado.





Un acabado especial que se puede conseguir con la ayuda del encofrado es el Hormigón Serigrafiado, el cual permite transmitir imágenes a la superficie final del hormigón.

Para la fabricación de los paneles se utiliza una lámina de PVC ubicada al fondo del cofre, sobre la cual se coloca la malla de serigrafía con la imagen deseada y sobre esta se aplica un retardante superficial, luego se coloca el hormigón con un hiperplastificante, pues se necesita que sea autocompactante para evitar el vibrado del panel que ocasionaría la modificación de la imagen. Luego de veinte horas se desencofra y con agua a presión se lava el panel. Las partes que estuvieron en contacto con el retardante superficial se desprenden y dejan ver el agregado grueso revelando la imagen final.



- **Acabados en la superficie después del encofrado**

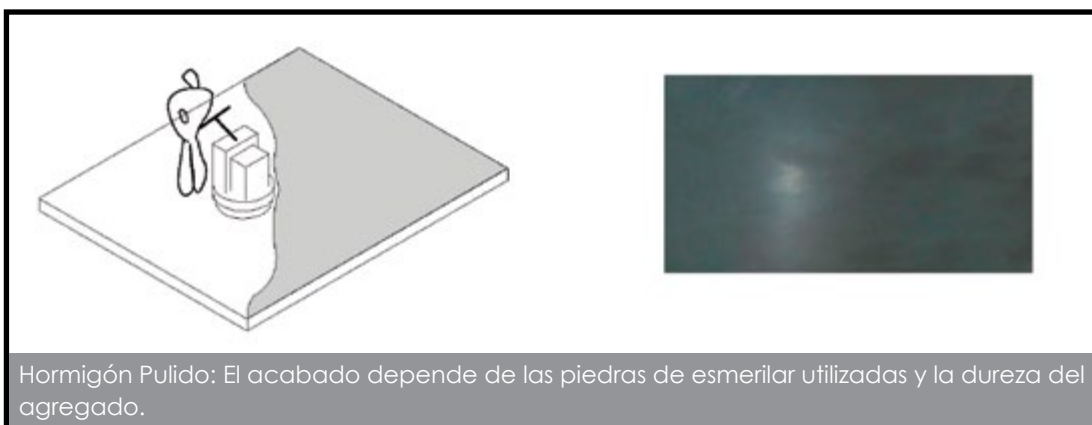
A partir del diseño se puede decidir que una vez desencofrado el hormigón, éste sea el producto final para el proyecto, o también se puede haber planificado que el hormigón reciba nuevos tratamientos en base de procesos manuales, mecánicos o químicos que permiten darle una característica nueva y especial.

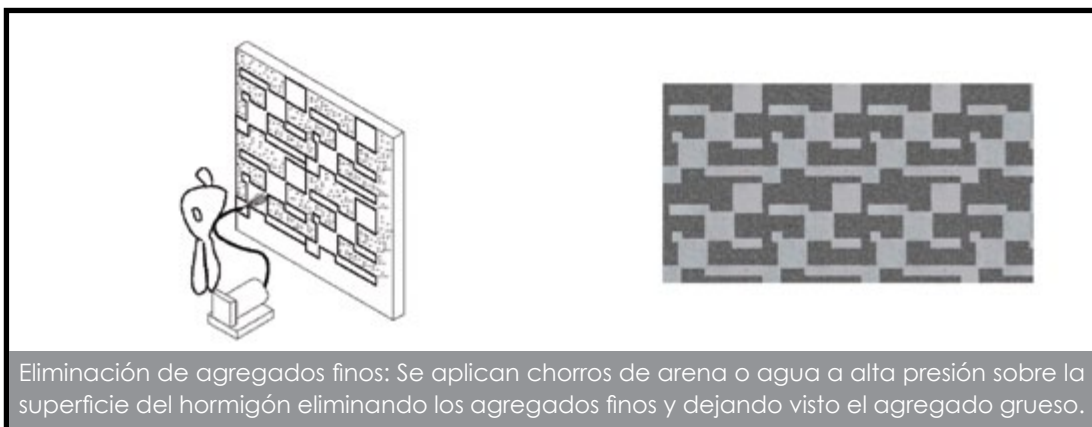
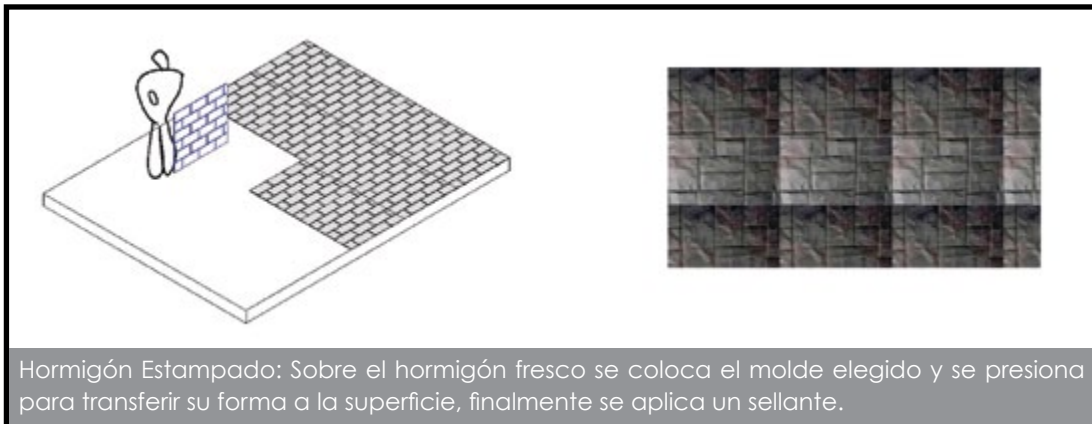
Entre los acabados manuales más comunes en nuestro medio debido a su bajo costo podemos mencionar el barrido, el uso de la llana, el picado, y la aplicación de pintura sobre la superficie deseada.





En la actualidad también se ha optado por utilizar métodos mecánicos como el pulido, estampado y la eliminación de agregados finos para dar características agradables al hormigón, eliminando cada vez más el empleo de recubrimientos gracias a los resultados obtenidos.





Finalmente las superficies tratadas con ácidos han tenido gran aceptación en la construcción debido a la riqueza en texturas y colores aparentemente naturales que estos dan a las zonas en que se aplican.

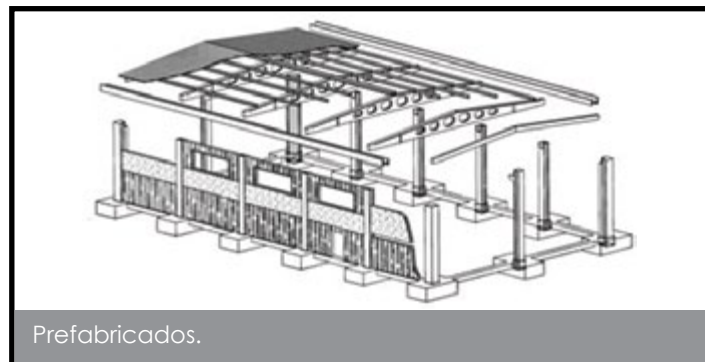


### 1.4.1.3. PREFABRICADOS.

Es necesario aclarar que el hormigón prefabricado y el hormigón armado son materiales muy diferentes y esto se debe a que una de sus principales características es ser un material producido industrialmente en forma de elementos acabados, buscando siempre optimizar sus características físicas, como por ejemplo su resistencia mecánica y el acabado de sus superficies, teniendo siempre presentes el control de calidad y la precisión propios de un proceso de fabricación industrial.

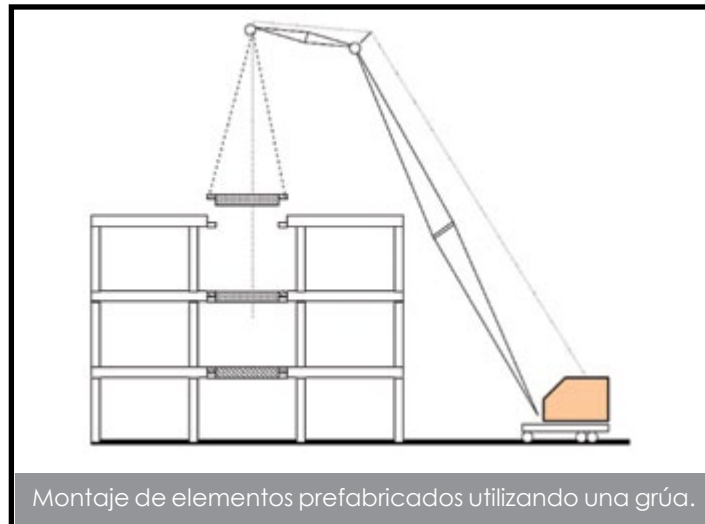
\*Entre las ventajas que aporta este sistema de construcción tenemos las siguientes:

- Reduce la mano de obra necesaria para su ejecución.
- Disminuye el tiempo de construcción.
- Se minimiza el desperdicio de materiales.
- Aumenta la precisión y exactitud en la ejecución de la obra.
- Existe gran variedad de elementos en el mercado, lo que permite mayor libertad en el diseño.



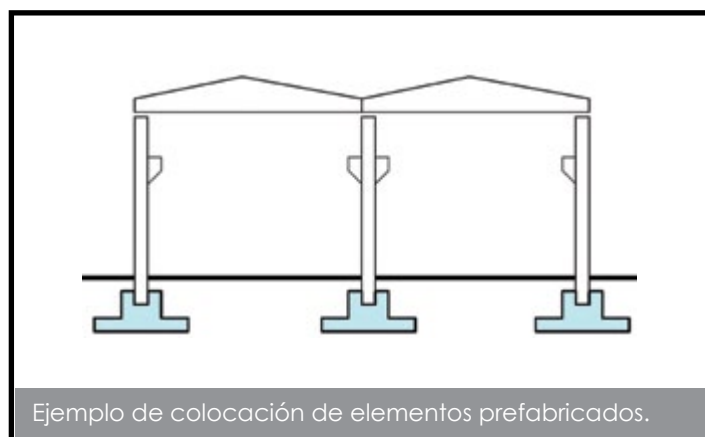
Al ser un proceso basado en la modulación de los elementos, obliga al proyectista a elaborar los diseños en base a detalles constructivos que disminuyan la presencia de imprevistos al momento de la construcción. Se suele asociar a la prefabricación con un método monótono de construcción que imposibilita la consecución de ciertos diseños, pero en la actualidad se dispone de una gama muy amplia de elementos que hacen que los únicos limitantes sean la imaginación del diseñador y en algunos casos el presupuesto disponible.

La prefabricación de elementos para una obra puede ser realizada de dos formas, en primer lugar se puede dar una prefabricación al pie de la obra, la cual presenta algunos inconvenientes como la necesidad de un estricto control de calidad con el fin de evitar un proceso inestable de construcción, además se debe disponer de la infraestructura y mano de obra especializada según los requerimientos. Por otra parte tenemos la prefabricación en plantas fijas, en las cuales se realiza una producción industrializada, contando con el personal especializado y garantizando la infraestructura y los procesos de control necesarios. Según el modo de prefabricación escogido se deberá considerar la necesidad o no de medios de transporte para llevar los diferentes elementos hasta el lugar de la obra, e independientemente del proceso escogido, se deberá prever los equipos necesarios y el proceso sistematizado para levantar los elementos y colocarlos en su posición final.



En el ámbito de la construcción se cuenta con todos los componentes necesarios para llevar a cabo una obra, partiendo desde elementos prefabricados para la cimentación, elementos estructurales como columnas, pilares, vigas, viguetas, correas, cerchas, losas, etc. Además de paneles ya sean estructurales o de relleno, y una serie de módulos para resolver las cubiertas.

Además se debe mencionar que para todos los elementos prefabricados se pueden aplicar los diferentes tipos de acabados estéticos que se mencionaron anteriormente.



Antes de seleccionar los elementos a utilizar se debe tener en cuenta los reglamentos de la construcción en caso de sismos y asegurarse de que el sistema garantice la estabilidad del proyecto, prestando especial atención a los puntos de unión de los diferentes elementos, ya que a pesar de que pueden ser del mismo material han sido elaborados por separado y se dificulta la consecución de nudos rígidos que garantizan una estructura monolítica, en estos puntos de unión se pueden presentar diferentes alternativas de solución que ayudan a mejorar la resistencia del sistema ante esfuerzos sísmicos.

## 1.4.2 SISTEMA ESTRUCTURAL DEL ACERO.

El acero como material constructivo aparece en el siglo XIX gracias a la Revolución Industrial, y los primeros perfiles estructurales son utilizados en obras civiles teniendo como ejemplos principalmente los puentes en los que se construía en los talleres las piezas y se las transportaba al lugar de la obra donde eran colocadas en posición y posteriormente unidas para formar una sola estructura. El sistema empleado en la arquitectura sigue básicamente los mismos principios, se fabrican diversos tipos de elementos lineales o planos con secciones y formas variadas que al unirse entre sí soportan los esfuerzos de la estructura según los cálculos. En el lugar de la obra los perfiles son cortados según las dimensiones requeridas y luego se los coloca y se los une de diferentes formas como por ejemplo la unión con suelda.

Además de los perfiles de acero se dispone también de otros elementos como los tirantes y los cables que ofrecen nuevas alternativas de diseño pensando en la estructura como una parte estética de la edificación. Cuando se emplea estos elementos se debe pensar adicionalmente en los anclajes y uniones que serán necesarias ya que a más de cumplir su función estructural son detalles constructivos interesantes.

### 1.4.2.1 CARACTERÍSTICAS TECNICAS DEL ACERO

#### - Composición del acero.

El acero es la aleación de hierro y carbono u otros materiales que ayuden a aumentar la resistencia del hierro una vez que son fundidos a altas temperaturas y enfriados de una manera brusca lo que causa que el carbono se dirija hacia el centro mejorando las características del acero.

Existen diferentes tipos de acero según el material que acompañe al hierro, esto quiere decir que según la composición de la que se forme el acero este se utilizará para diferentes propósitos.

#### - Consideraciones.

A continuación se mencionan algunas características generales del acero, debiendo recalcar que según las necesidades de cada proyecto se pueden realizar cambios en la composición y en los tratamientos químicos o mecánicos a los que se somete el acero en la etapa de su fabricación.

- Su densidad media es de 7850 Kg/m<sup>3</sup>.
- Al ser un material isotrópico su resistencia puede alcanzar 7000kg/cm<sup>2</sup>.
- En función de la temperatura, el acero se puede contraer, dilatar o fundir.
- El punto de fusión del acero depende del tipo de aleación que lo forme pero generalmente esta alrededor de los 1350°C.
- Su punto de ebullición es de alrededor de 3000°C.



- Al aumentar la temperatura a la que se expone un elemento de acero se aumenta también su longitud de acuerdo con el coeficiente de dilatación, que es de aproximadamente  $1,2 \times 10^{-5}$ , a pesar de ser un valor casi despreciable, debe ser considerado ya que en los puntos donde se encuentran dos o más elementos se producen conflictos ya que cada uno varía sus dimensiones produciendo esfuerzos adicionales sobre la estructura, es importante recalcar que el coeficiente de dilatación del hormigón es muy similar, lo que facilita el uso conjunto de los dos materiales formando el hormigón armado.
- Al ser producto de la fundición se lo puede moldear consiguiendo diversos tipos de elementos.
- El acero puede ser utilizado en cualquier elemento de la estructura, debido a su buena resistencia a la compresión, tracción, y cortante, debiendo tomar en cuenta la forma y ubicación del elemento en el cual se emplea.
- Se puede soldar con facilidad.
- La corrosión es la mayor desventaja del acero, debido a que el hierro se oxida con facilidad al estar en contacto con el aire o con el agua, pero a lo largo del tiempo se han dado diferentes métodos para su protección superficial como por ejemplo el proceso de cromado, galvanizado, niquelado, y pintura con productos anticorrosivos.
- Las propiedades mecánicas del acero se ven gravemente afectadas por las altas temperaturas que se pueden alcanzar en el transcurso de un incendio debilitando la estructura y pudiendo causar el colapso de la edificación.
- La rapidez de la puesta en obra es una ventaja en cuanto a la utilización del acero, pero se debe tener en cuenta que se necesita mano de obra especializada.
- Una característica importante de este material es que es reutilizable, ya que se puede volver a fundir.
- Se debe tener en cuenta los métodos de transporte a la obra y los mecanismos necesarios para su colocación, ya que al ser en muchos de los casos piezas de grandes dimensiones no pueden ser manipuladas por los obreros, siendo necesaria la presencia de máquinas especiales.

### - Propiedades mecánicas del Acero.

A continuación se nombran algunas propiedades mecánicas del acero:

**Ductilidad:** La ductilidad es la propiedad del acero para formar alambres o hilos de diferentes grosores debido a cargas de tracción. Los metales se caracterizan por su elevada ductilidad, debido a que los átomos de los metales se disponen de manera tal que es posible que se deslicen unos sobre otros y por eso se pueden estirar sin romperse.

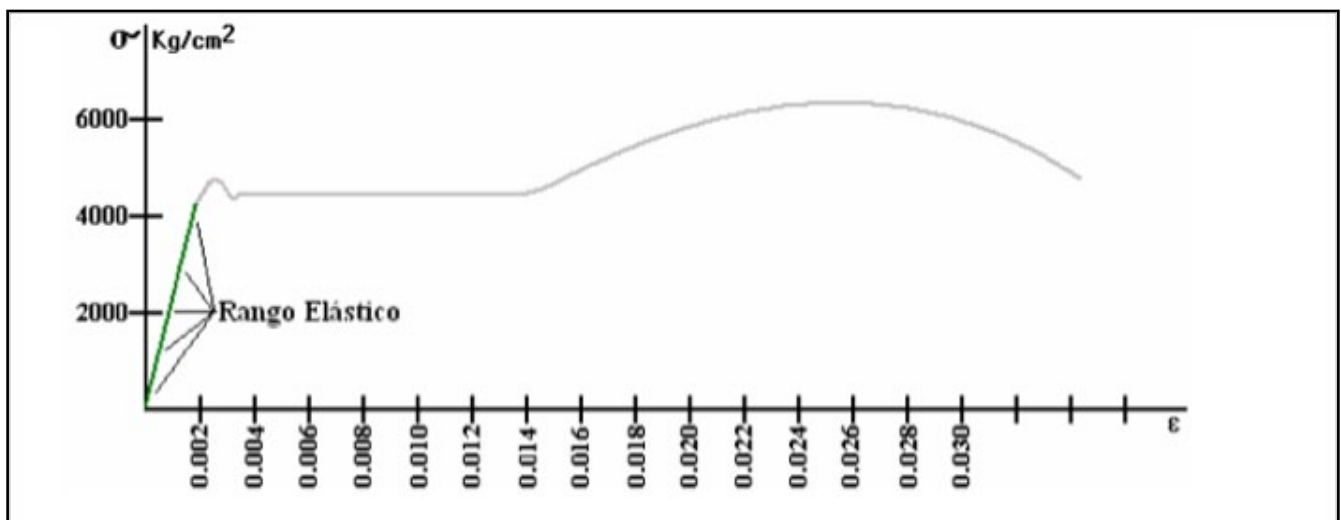
**Dureza:** Propiedad del acero de oponerse a la penetración de otro material.

**Elasticidad:** Es la propiedad mecánica del acero que le permite sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentra sujeto a la acción de fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si estas fuerzas exteriores se eliminan.

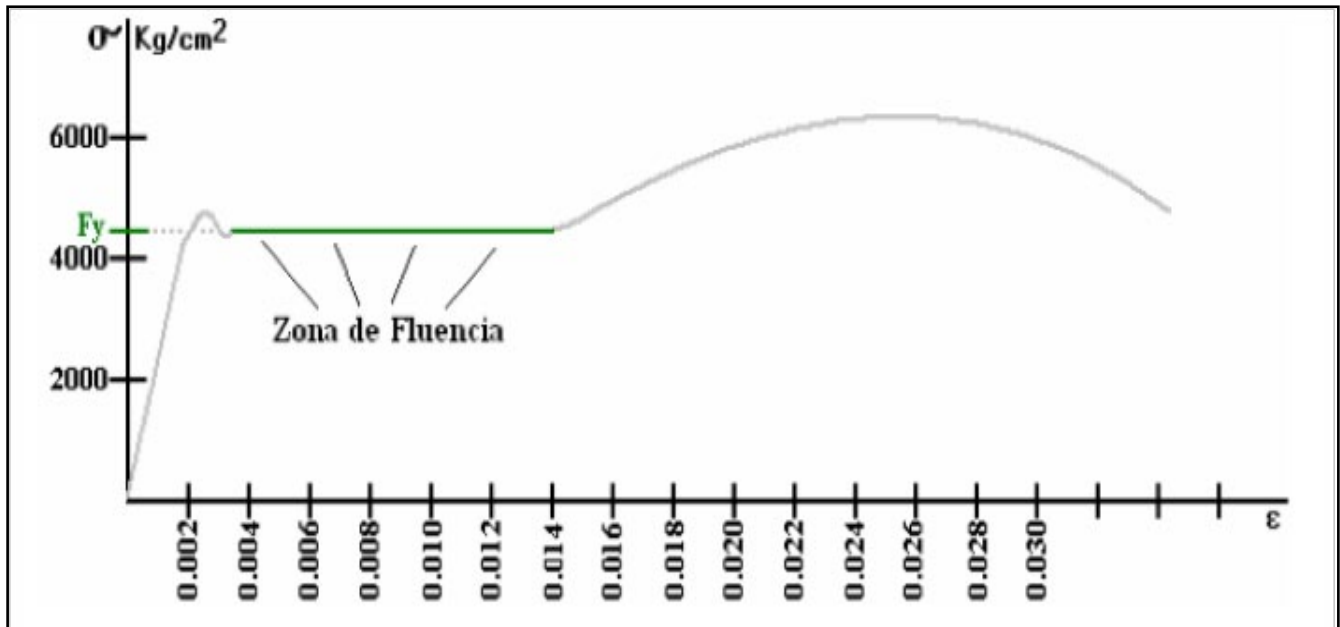
**Tenacidad:** es la cantidad de energía que absorbe un material antes de alcanzar la rotura, el acero se caracteriza por su alto grado de tenacidad, siendo necesario la presencia de una carga excesivamente fuerte para llegar a su punto de rotura.

Para comprender las propiedades mecánicas del acero utilizadas en el diseño estructural, se debe analizar las curvas de esfuerzo – deformación dadas por cargas de tracción, en las cuales se pueden observar diversos elementos como el rango de elasticidad, esfuerzo de fluencia, esfuerzo de rotura y modulo de elasticidad.

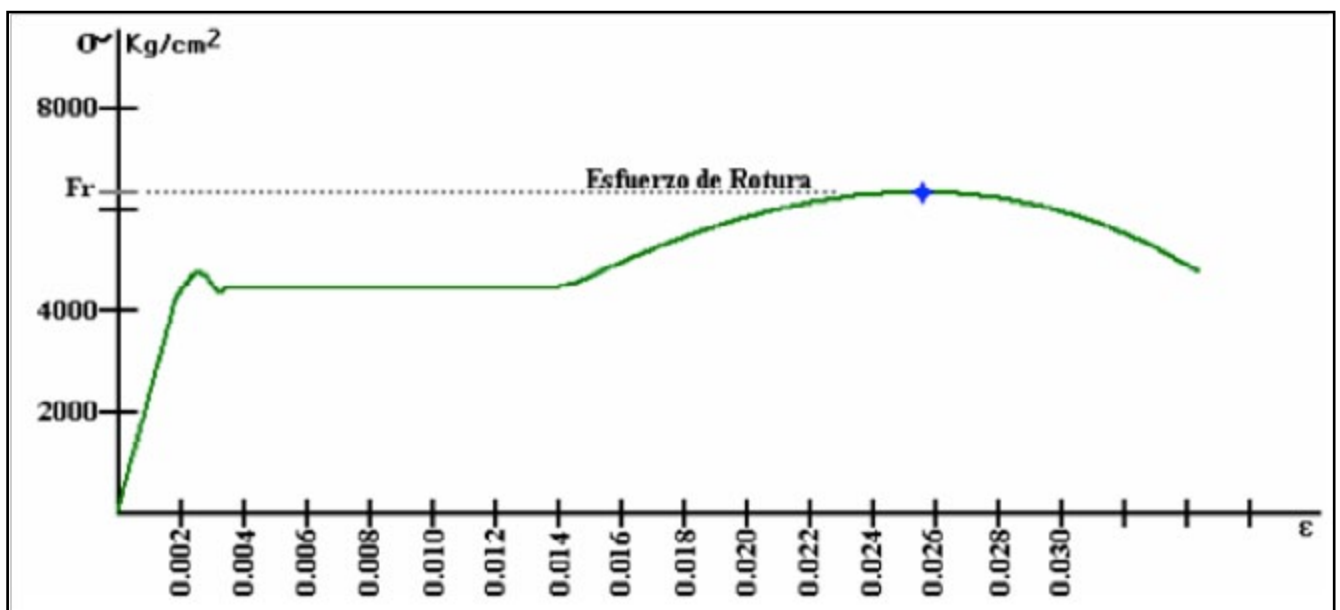
**Rango de Elasticidad:** es el rango de esfuerzos, a partir de la carga nula, en que el acero se deforma por cargas de tracción, pero cuando estas se retiran recupera su geometría inicial.



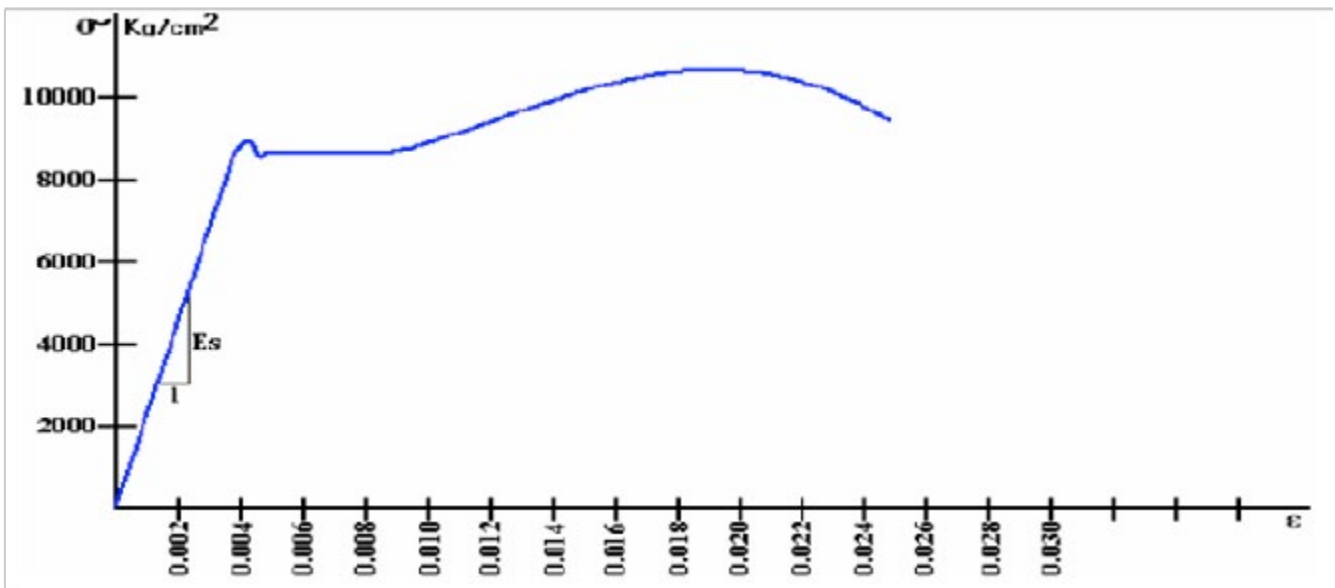
**Esfuerzo de Fluencia:** se define como el esfuerzo bajo el cual el acero continua deformándose sin necesidad de incrementar las cargas. En el diagrama esfuerzo – deformación, la fluencia coincide con una recta horizontal a continuación del rango de elasticidad y de un pequeño tramo de transición.



**Esfuerzo de Rotura:** Es el mayor esfuerzo que puede soportar el acero, previo al proceso de colapso del material. En el diagrama este esfuerzo está representado por el punto de mayor ordenada, siendo siempre mayor al esfuerzo de fluencia, pero debido a las grandes cargas requeridas para llegar a este punto se toma el esfuerzo de fluencia para el diseño de los elementos garantizando así su estabilidad.



Módulo de Elasticidad: Es la pendiente de la recta que identifica al rango de elasticidad en el diagrama esfuerzo – deformación. Numéricamente el módulo de elasticidad es el cociente entre el esfuerzo y la deformación unitaria dentro del rango de elasticidad. Para el acero se toma como el valor del modulo de elasticidad  $E_s = 2'100000 \text{ Kg/cm}^2$ .

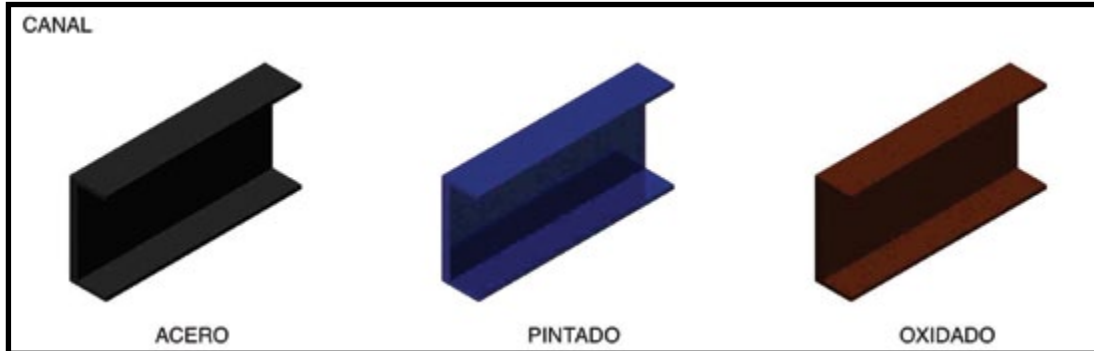


#### 1.4.2.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESTÉTICAS DEL ACERO

##### - ELEMENTOS METÁLICOS.

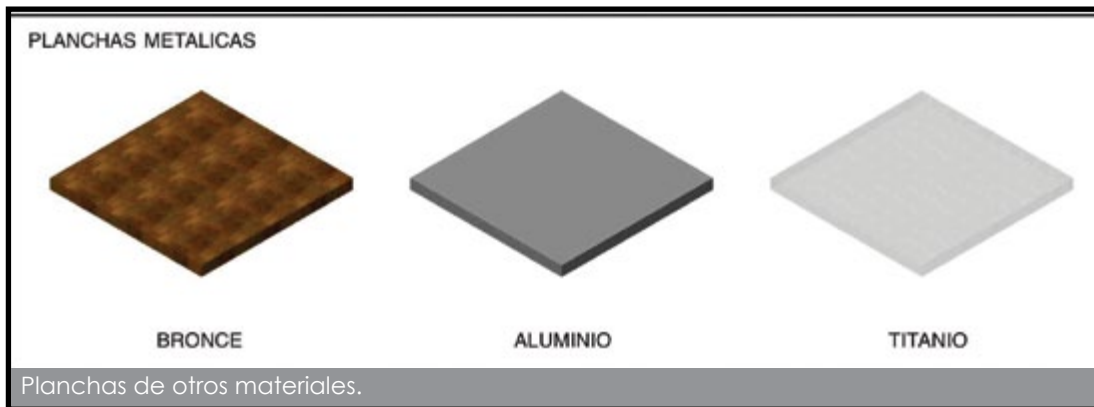
- **Perfiles:** Son piezas metálicas que tienen diversas formas, tamaños y secciones y pueden ser empleados como elementos estructurales trabajando individualmente o de forma combinada, creando diferentes efectos estéticos dentro y fuera de la edificación.



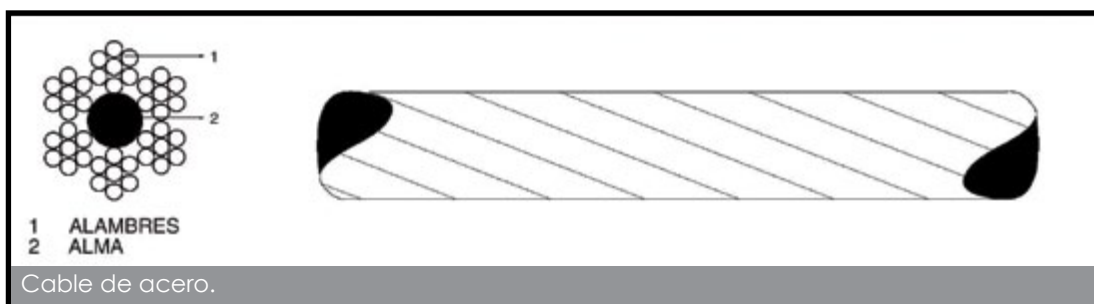


- **Planchas:** Son elementos modulares de diversos tamaños, colores y texturas que permiten lograr diferentes acabados, pudiendo ser empleadas con fines estructurales o como material de recubrimiento.

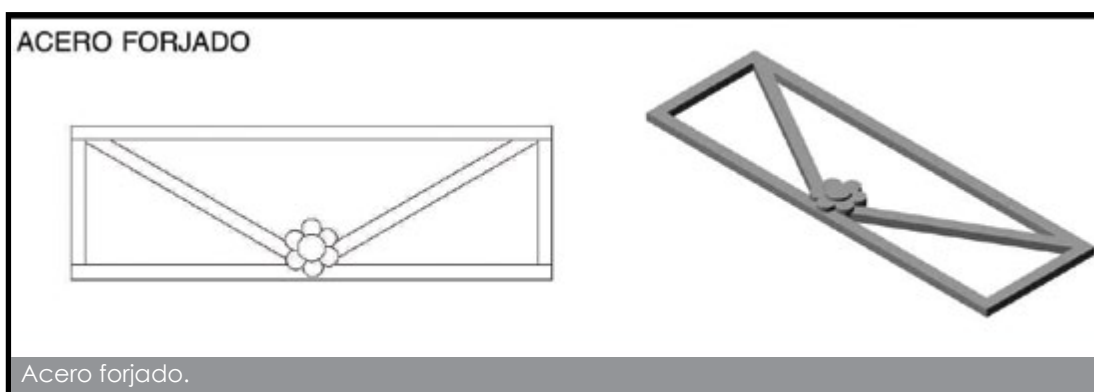




- **Cables y Tirantes:** Es importante tener en cuenta estos elementos, ya que por su sección reducida a más de ayudar a resolver la estructura permiten crear efectos estéticos de ligereza que caracterizan a las edificaciones.



- **Acero forjado:** Se utiliza en la producción de piezas decorativas, que se obtienen al modificar la forma del material a través de presión o una serie de golpes a altas temperaturas.



- UNIONES.

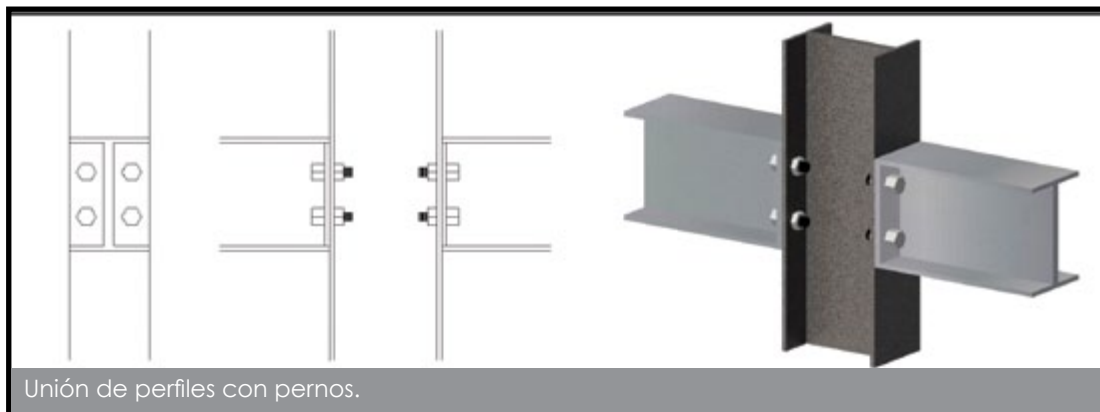
- Soldadura:

La soldadura es el procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen gracias a la aplicación de calor, con o sin el aporte de otro metal, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que se han de soldar. Los métodos de soldadura por fusión son los más comunes, siendo la soldadura por arco la que más se emplea sobre todo para soldar acero mediante el uso de corriente eléctrica que funde el metal de aportación creando la unión a través de un cordón, el mismo que genera líneas que causan efectos estéticos en la unión de las piezas, pudiendo estas quedar vistas o se las puede pulir para generar la apariencia de un solo elemento, según el acabado deseado.



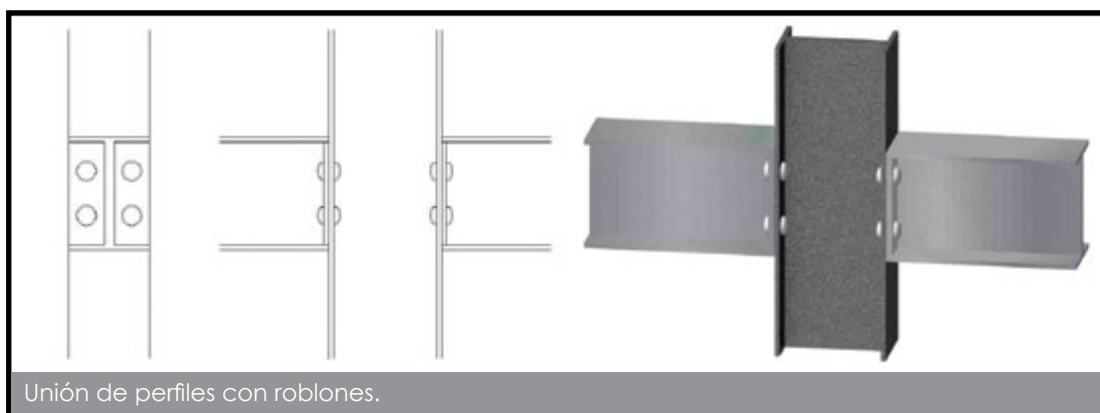
- **Pernos:**

Otra forma de unir dos o más piezas de acero en la construcción, es mediante el uso de pernos, que son debidamente calculados para soportar los esfuerzos a los que se van a someter y determinar la posición en la que se van a colocar, además este método permite que la estructura sea desmontable, y el aspecto estético que dan a las uniones puede favorecer a la edificación.



- **Roblones:**

Los roblones son elementos similares a los pernos que necesitan igualmente de un cálculo previo tanto de su resistencia como de su ubicación, diferenciándose del sistema anterior porque éste no es desmontable debido a que se necesita calentar el extremo opuesto a la cabeza para darle una forma similar a esta y así evitar que se salga de su ubicación; por sus características propias estos elementos permiten conseguir efectos estéticos diferentes, pero no menos interesantes.





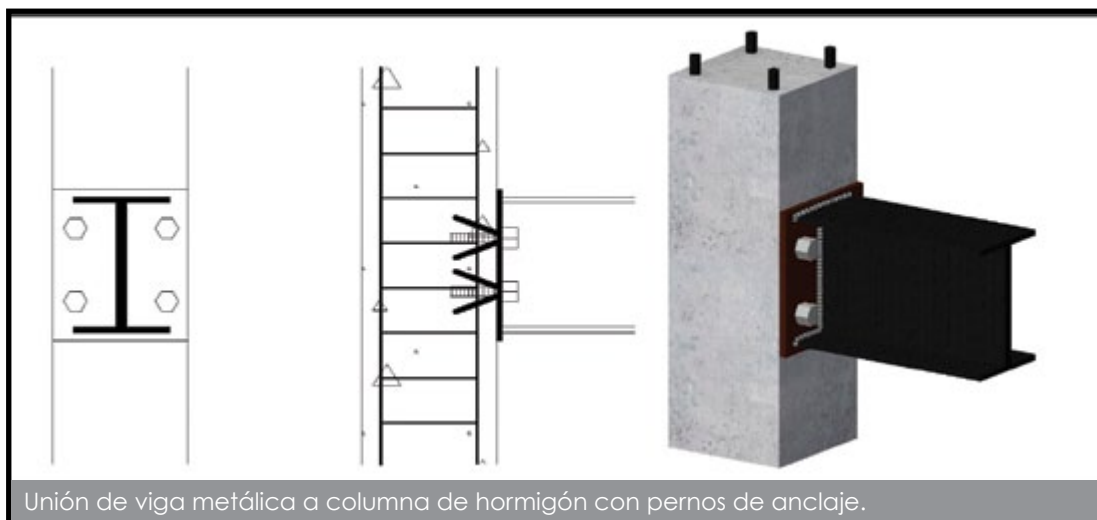
### 1.4.3 SISTEMA ESTRUCTURAL MIXTO.

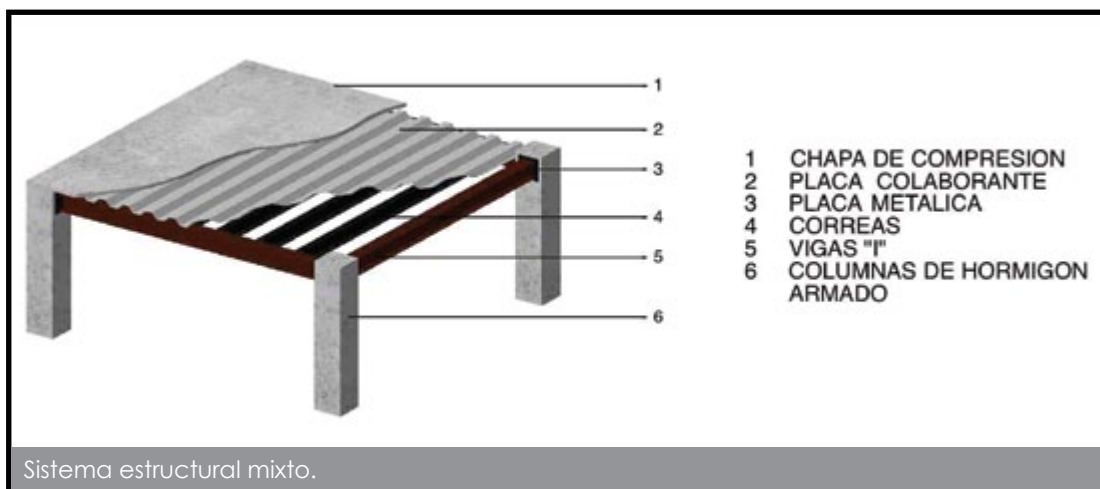
Al hablar de un sistema mixto hacemos referencia al uso de elementos tanto de hormigón como de acero dentro de una misma estructura, que nos permiten aprovechar al máximo las características técnicas y estéticas de cada material.

Se pueden mencionar varios ejemplos de estructuras mixtas, en las cuales el esqueleto estructural puede estar formado por columnas de un material y las vigas de otro, así también las losas pueden ser mixtas si se utiliza la placa colaborante, siempre teniendo en cuenta las uniones entre los elementos y el material que los conforma, ya que estas son muy importantes para la resistencia de la edificación por lo que se deben aplicar detalles constructivos claros y efectivos.

#### - Anclajes y Uniones.

Una vez que el hormigón ha fraguado se transforma en una pieza monolítica la misma que para ser unida con los diferentes elementos de la estructura necesita de anclajes y uniones que ayuden en el trabajo estructural sin debilitar a la edificación. Además se debe tener en cuenta los efectos visuales que producen estas uniones y dependiendo del acabado que se desee conseguir se pueden utilizar elementos como pernos de anclaje, placas o solda.









# capítulo dos

análisis de obras relevantes





*"...La arquitectura es la voluntad de la época traducida a espacio" <sup>1</sup>*

*Mies Van Der Rohe*

## 2.1.- ANTECEDENTES.

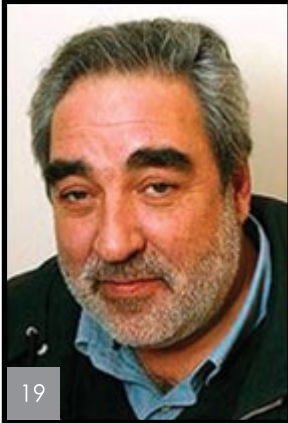
El objetivo de este capítulo es el de conocer y aprender sobre la aplicación del acero y el hormigón en obras construidas por arquitectos reconocidos tanto en el ámbito nacional como en el internacional, para lo cual hemos realizado una selección de obras en las cuales según nuestro criterio se han conseguido resultados interesantes con la aplicación tanto del hormigón como del acero no solamente como elementos estructurales sino como elementos estéticos que caracterizan a cada uno de los proyectos.

2.2.- OBRAS A ESTUDIAR.

En total se han escogido 12 obras que se encuentran divididas en dos grupos, en primer lugar están los edificios diseñados por arquitectos extranjeros y el otro grupo lo constituyen las obras de arquitectos nacionales, a continuación se presenta un listado de las obras y sus autores:

	OBRA	AUTOR
Internacionales	Edificio de Viviendas en Rua do Teatro	Eduardo Souto de Moura
	Casa en Carapicuíba	Angelo Bucci
	Casa Ponce	Mathias Klotz
	Casa en Magomezawa	Toyo Ito
	Iglesia en el Agua	Tadao Ando
	Casa en Nipponbashi	Waro Kishi
Nacionales	Casa X	Adrián Moreno
	Casa 3	Adrián Moreno
	Casa Pentimento	José María Sáez
	Local CC	Sergio Zalamea
	Estudio JPM	Sergio Zalamea
	Edificio del Banco Central	César Piedra



**Eduardo Souto de Moura.****Biografía:**

1952 Nace el 25 de julio en Oporto, Portugal.

1974-1979 Colabora con Álvaro Siza.

1980 Se licencia en Arquitectura en la Escuela Superior de Bellas Artes de Oporto, Portugal.

1980 Inicia la actividad como profesional liberal.

1981 Inicia la actividad docente como Ayudante de curso de Arquitectura en la FAUP, Portugal.

**Referencias Arquitectónicas:**

Como principales rasgos de su arquitectura destacan el rigor y la precisión en las formas, así como una profunda sensibilidad hacia el contexto. Al igual que otros arquitectos portugueses, como Álvaro Siza, Souto de Moura se preocupa mucho por el entorno físico que rodea a sus obras, así mismo da la importancia a los detalles y la selección de los materiales, conjugando muy bien al hormigón, piedra, madera y aluminio. Se le suele considerar como un representante de la arquitectura orgánica, la misma que promueve la armonía entre el hábitat humano y el mundo natural.

**Principales Obras:**

1991-1998 Casa en Moledo do Minho, Caminha, Portugal.

1992-1995 Edificio de Viviendas en Rua do Teatro, Oporto, Portugal.

1993-1999 Casas Patio en Matosinhos, Matosinhos, Portugal.

2000-2003 Estadio Municipal de Braga, Braga, Portugal.

2004 Proyecto Dos Casas en el Duero, Mesão Frio, Portugal.

**Premios:**

1995 Premio Internacional A Pedra na Arquitectura (Casa en Braga).

1998 Premio I Bienal Iberoamericana (Pousada Santa María do Bouro).

2001 Premio Heinrich-Tessenow, Medalla de Oro.

2004 Premio Sencil Arquitectura (Estadio Municipal de Braga).

2005 Premio FAD de Arquitectura (Estadio Municipal de Braga).

Proyecto a estudiar: Edificio de Viviendas en Rua do Teatro.



20

Este bloque de viviendas se encuentra rodeado por un entorno de edificaciones tradicionales de la ciudad de Oporto, construidas en parcelas largas y estrechas que se acomodan a la topografía del sitio.

El arquitecto plantea la edificación en dos volúmenes retranqueando uno de ellos con respecto al otro para así alinearse a las fachadas de las viviendas contiguas, con lo que se genera un espacio público parcialmente cubierto dando la sensación de un portal.



21

Cada volumen alberga una vivienda por piso, a excepción de la planta baja en la cual se encuentra el acceso peatonal y vehicular al edificio a más de un local comercial, mientras que los dos últimos niveles están unidos mediante un dúplex, manteniendo la singularidad de los volúmenes.

El principio constructivo de esta obra se basa en gran medida en el sistema tradicional de las edificaciones que se encuentran en el lugar, reemplazando la estructura de piedra natural por perfiles metálicos, pero manteniendo los revestimientos de zinc y pizarra sobre las fachadas laterales de mampostería.



Como es característico en los proyectos del arquitecto Eduardo Souto de Moura, la atención a los detalles constructivos es muy importante desde el proceso mismo del diseño, llegando a conseguir acabados tanto interiores como exteriores muy pulidos en los cuales se expresa la sinceridad de los materiales que a más de ser aprovechados técnicamente, generan efectos estéticos de muy buena calidad que caracterizan al proyecto.

De una manera más subjetiva se puede hablar de la búsqueda de armonía con el entorno ya sea mediante la ubicación de los bloques o el uso de materiales de revestimiento propios del lugar, pero por otra parte se busca el contraste entre el sistema constructivo tradicional de la zona y las estructuras metálicas empleadas en el proyecto que le dan la sensación de ligereza al edificio sobre todo en la fachada frontal en la cual se marcan claramente líneas que determinan los espacios interiores, dejando grandes ventanales que a más de iluminar las zonas sociales de cada departamento, brindan visuales muy amplias del entorno tanto natural como construido.



**Angelo Bucci.****Biografía:**

1963 Nace en Orlandía, Sao Paulo, Brasil.

1987 Graduado de Arquitecto en la Universidad de Sao Paulo FAU USP.

2001 – 2005 Doctorado en la FAUUSP.

2003 - Funda la oficina SPBR.

2005 - 2007 Profesor invitado, Universidad de Cuenca, Ecuador.

26

**Referencias Arquitectónicas:**

Este original arquitecto sigue la línea que alguna vez le marco un símbolo de la llamada escuela paulista, el arquitecto Paulo Mendes de Rocha, de quien fue colaborador, Desde entonces los trabajos de Bucci se destacan por la austeridad en el uso de los materiales, la sobriedad formal y la rigurosa simplicidad constructiva, que son los conceptos arquitectónicos que prefiere. Además el control de los gastos de construcción, la utilización del terreno en su estado natural, el hormigón y el vidrio son los ejes sobre los que crece su obra, también se puede decir que el estilo que lo define es la construcción de prismas simples sobrevolando el suelo.

**Principales Obras:**

1995. Clínica de Psicología, Orlandía, Sao Paulo.

1998 Clínica de Odontología, Orlandía, Sao Paulo.

2001 Casa en Ribeirao Preto, Sao Paulo.

2003 Casa en Carapicuíba, Carapicuíba, Sao Paulo.

2006 Casa en Ubatuba, Sao Paulo.

**Premios:**

2004 III Prêmio CAUÊ de Arquitetura - Residência em Carapicuíba.

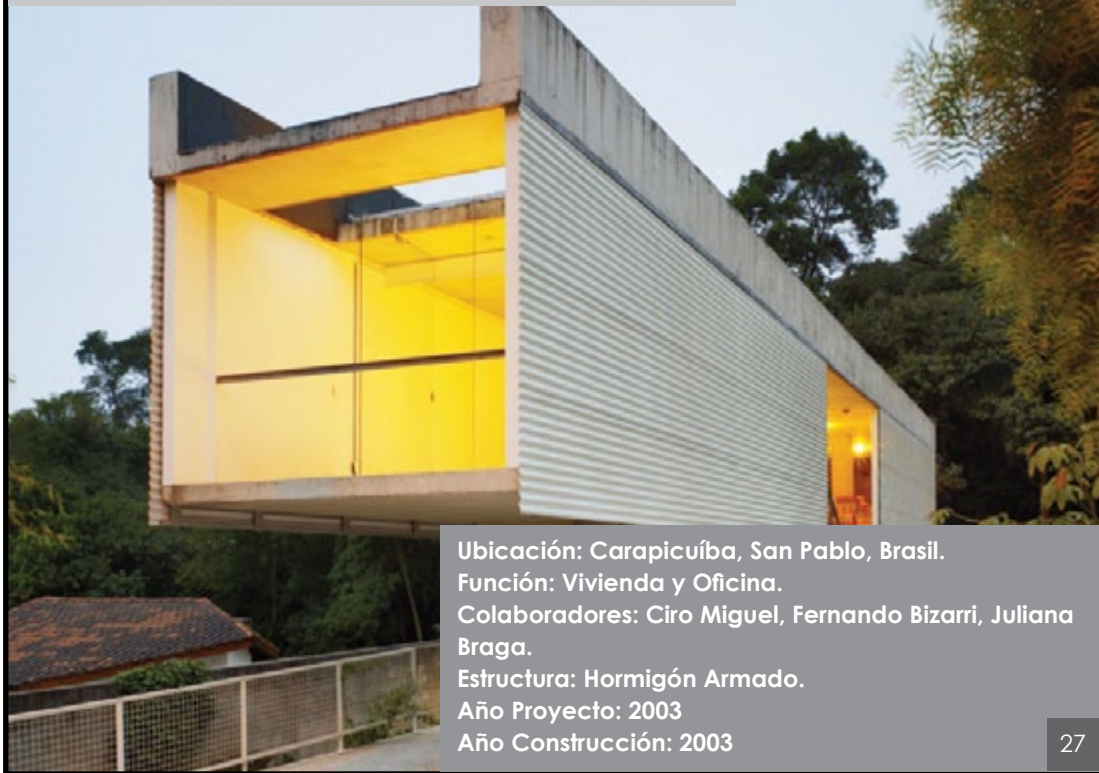
2003 Mención honrosa – V Bienal Internacional de Arquitetura de São Paulo

2002 Primer premio - Concurso Nacional de los Proyectos para el Monumento a la República, IAB/ SP y la Ciudad Municipal de Piracicaba.

2002 Premio mejor ejecución construida - Residencia em Ribeirão Preto

2000 Mención honrosa - Concurso para el Plan de Remodelación de la Universidad de la Medicina da USP, IAB y Universidad de la Medicina - SP

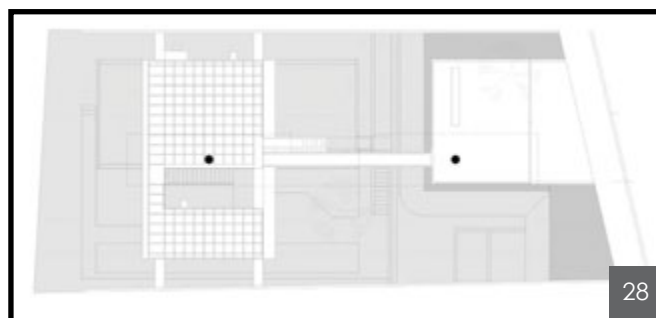
Proyecto a estudiar: Casa en Carapicuíba.



27

La característica más notable del sitio donde se emplaza esta casa, es el desnivel de 6 metros que separa la calle de un plano inferior del terreno junto a un pequeño bosque en el lado opuesto.

El programa une dos necesidades diferentes: una casa y una oficina, es decir que se tiene una edificación donde se vive y trabaja. Aunque estas dos funciones comparten el mismo espacio, son tan independientes como sea posible. La casa está emplazada en dos niveles aprovechando la altura que separa la calle del plano inferior, la estructura se basa en los muros portantes ubicados en los bordes del terreno que definen el espacio interior donde la vivienda se abre hacia los patios junto al bosque y al arroyo.



28

El espacio a nivel de calle se convierte en una pequeña plaza que se conecta al acceso tanto de la oficina como de la vivienda a través de un puente sirviendo además como cubierta para los espacios inferiores.



Una escalera de concreto conduce a un balcón, bajo el nivel de la calle, y desde allí se llega a la cocina. Este espacio se integra con los árboles, el pequeño valle, jardines y piscina, situados a nivel del suelo. La casa incorpora la naturaleza exterior: una puerta deslizante de vidrio abre completamente el estar hacia la terraza, creando un espacio único. Los dormitorios y el patio inferior también se unen en el nivel inferior. La cocina se cuelga de la estructura principal mediante tirantes de acero fijados en la losa, liberando los espacios inferiores.



El estudio es el único volumen visible desde la calle. Sus dimensiones de 3 metros de altura por 25 metros de largo dan la idea de un tubo abierto en ambos extremos. Consecuentemente, las ventanas ofrecen otras vistas: más longitudinales que cercanas, más paisaje que espacios íntimos.

En esta obra se puede hablar de dos estructuras, una para la vivienda y otra para el volumen del estudio, en el primer caso se disponen dos muros portantes que soportan dos vigas transversales que se convierten en la base de la construcción resistiendo las cargas de la losa de cubierta, y además mediante tensores de acero anclados en estas vigas se cuelga la losa de entepiso dejando la planta inferior totalmente libre. Por otra parte, el estudio está constituido por dos placas estructuradas por una gran viga superior apoyada en dos columnas que pasando a través de la vivienda se posan en el terreno.



Además de los materiales principales, hormigón y vidrio, esta casa está proyectada básicamente en la geografía y paisaje locales.

Los acabados son simples: pisos monolíticos de hormigón blanco y mosaico portugués, también blanco. Así, pocos elementos significan mayor concentración en la obra gruesa. De esta manera se hace más fácil controlar el presupuesto y enfocarse en los pasos necesarios para construir la casa.

El sistema estructural empleado ayuda a crear la sensación de que los volúmenes están flotando, además se produce el contraste entre el área cerrada del estudio y los espacios totalmente abiertos y libres de la vivienda que a más de proyectar un efecto de ligereza se acoplan a la naturaleza y la hacen parte de la edificación.



**Mathias Klotz.**

33

**Biografía:**

1965 Nace el 13 de Abril en Viña del Mar, Chile.  
 1991 Titulado de Arquitecto en la Pontificia Universidad Católica de Chile.  
 2001 Director Escuela de Arquitectura Universidad Diego Portales.  
 2003 Decano Facultad de Arquitectura Arte y Diseño Universidad Diego Portales.  
 2006 Julio. Taller de Verano Universidad Venecia.

**Referencias Arquitectónicas:**

Mathias Klotz es el personaje más internacional de la nueva generación de arquitectos chilenos. Su obra ha sido publicada en revistas especializadas de todo el mundo, especialmente a raíz de haber recibido el Premio Borromini (2001) al mejor arquitecto menor de 40 años por su conocido colegio Altamira en Santiago de Chile.

A pesar de trabajar en y desde la situación periférica de Chile, desde una posición casi exótica para el mundo occidental, su obra hace más referencia a la segunda generación de arquitectos del movimiento moderno, en especial a la obra de Marcel Breuer en EE. UU., que a sentimentalismos historicistas o localismos formales de su país, haciendo que su obra pueda enmarcarse en lo mejor de la producción arquitectónica contemporánea mundial.

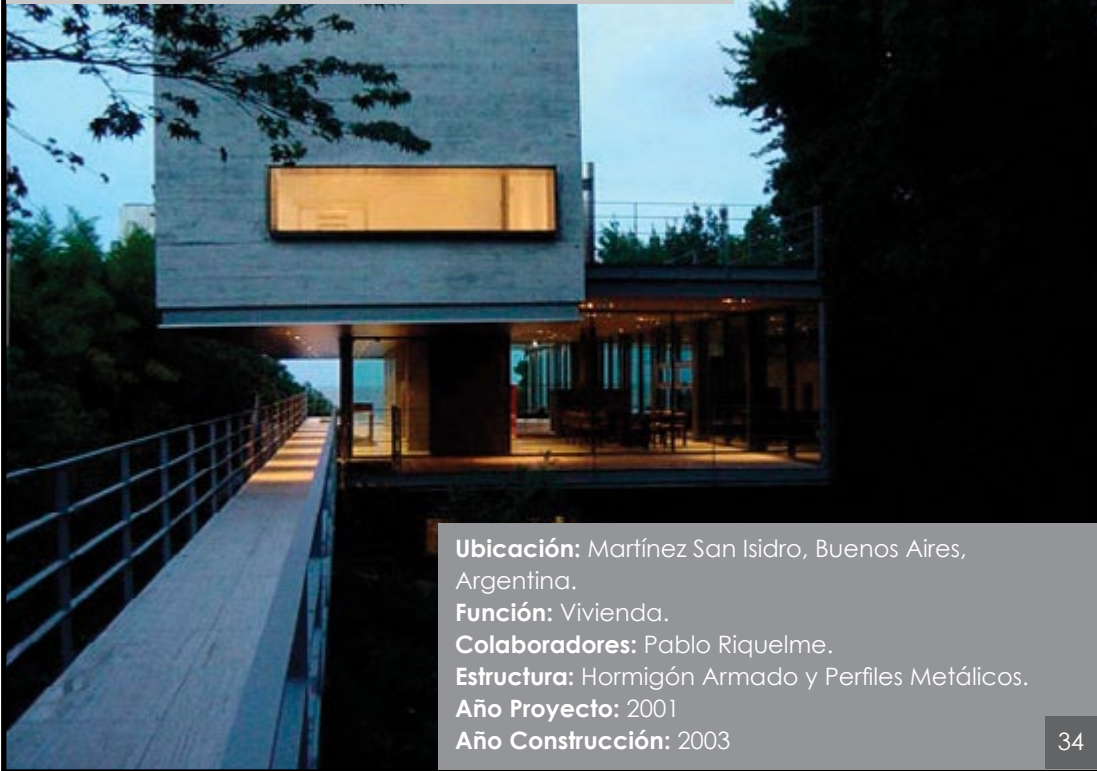
**Principales Obras:**

1999 Casa Reutter, Cantagua, Chile, 416 m<sup>2</sup>.  
 2001 Casa Díaz, Santiago, Chile 380 m<sup>2</sup>.  
 2001 Casa Ponce, Buenos Aires, Argentina 450 m<sup>2</sup>.  
 2005 Casa Ocho al cubo Marbella, Zapallar, Chile, 250m<sup>2</sup>.  
 2005 Casa Estudio Klotz & Asociados, Santiago, Chile, 160m<sup>2</sup>.

**Premios:**

1995 Primer lugar X Bienal de Arquitectura Santiago Chile.  
 1995 Premio al mejor Arquitecto, Colegio de Arquitectos de Chile.  
 2000 Primer Lugar XII Bienal de Arquitectura, Chile, Casa Reutter.  
 2000 Primer Lugar XII Bienal de Arquitectura, Chile, Colegio Altamira.  
 2001 Primer Lugar Premio Borromini, Roma.

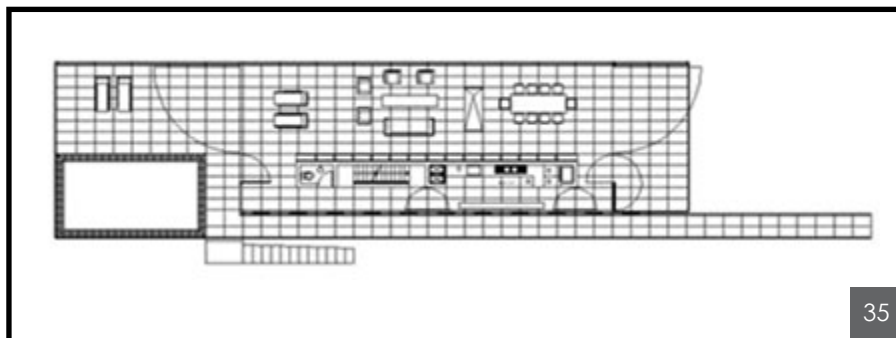
Proyecto a estudiar: Casa Ponce.



**Ubicación:** Martínez San Isidro, Buenos Aires, Argentina.  
**Función:** Vivienda.  
**Colaboradores:** Pablo Riquelme.  
**Estructura:** Hormigón Armado y Perfiles Metálicos.  
**Año Proyecto:** 2001  
**Año Construcción:** 2003

34

La Casa Ponce es un encargo para vivienda unifamiliar en un barrio de los años '40 en la Ciudad de Buenos Aires. El terreno es extremadamente largo y angosto (16 x 120), con importante vegetación en sus bordes, una fuerte pendiente y vista sobre el Río de La Plata en uno de sus extremos, lo que le da un aspecto de quebrada. La idea es mantener libre la vista desde el acceso hasta el río, de modo de que la casa no se transforme en un obstáculo que divida el terreno en un adelante y un atrás.



35



El programa se desarrolla en dos volúmenes flotantes y un subsuelo semienterrado. En la planta principal se ubican los espacios públicos, cocina, terrazas y piscina, formando un volumen completamente vidriado que se relaciona visualmente con el terreno en todas sus direcciones, mientras que en la planta superior se ubican las habitaciones en un volumen más cerrado que el anterior, y relacionado con el techo – terraza de éste, en el subsuelo se encuentran la lavandería, sala de máquinas, bodega y cuarto de servicio.



36



37

La estructura de hormigón armado es soportada por el subsuelo, que se encuentra anclado al terreno por medio de pilotes de 12 metros de profundidad, a partir de este núcleo estructural se plantea un juego volumétrico y estructural, de modo que la caja maciza que contiene las habitaciones descansa sobre un volumen de vidrio, que a su vez flota sobre una base rehundida de los bordes que contienen los servicios.

Entre los materiales empleados para los acabados exteriores están el hormigón, el vidrio y el acero, mientras que en el interior todos los acabados son realizados con hormigón visto o enlucido.

Las características y ubicación de los diferentes volúmenes que forman la casa Ponce dan la impresión de una estructura inestable, ya que la atención se centra en el gran bloque de hormigón que por la apariencia propia del material parecería tener un peso excesivo que se encuentra flotando, sobre todo debido a que bajo este elemento se dispone un gran espacio libre y transparente que hace que el entorno forme parte de los espacios interiores, por otra parte los volados parecen sobredimensionados pero todas estas sensaciones son producidas intencionalmente ya que el cálculo previo de las estructuras permite estas soluciones. El aprovechamiento de las características estéticas del hormigón a más de sus propiedades estructurales hace evidente el interés que tiene el arquitecto de que la estructura a más de sostener la edificación sea parte fundamental de su expresión.



El proyecto y todas las intenciones del arquitecto se muestran desde el ingreso mismo a la edificación, ya que como se aprecia en la imagen los elementos forman un corredor que por una parte se cierra con el muro y cubierta de hormigón visto y por el otro lado se abre totalmente quedando limitado por los tensores que sostienen las gradas, de esta manera la mirada de la persona que atraviesa este espacio se centra en la edificación y gracias a su transparencia se puede apreciar al fondo el Río de la Plata.

## Toyo Ito

**Biografía:**

1941 Nace el 1 de junio en Seúl, República de Corea.  
 1965 Titulado de arquitecto en la Universidad de Tokio.  
 1971 Funda su oficina Urban Robot (URBOT) en Tokio, Japón.  
 1979 Cambia el nombre de su oficina por Toyo Ito & Associates, Architects.  
 2000 Título de Académico de la Academia Internacional de Arquitectura.

40

**Referencias Arquitectónicas:**

Toyo Ito pertenece a la generación de arquitectos clasificados dentro de la nueva ola japonesa, junto con Tadao Ando, Kurokawa Kisho, entre otros. En su obra se pueden observar las influencias de sus mentores Isozaki Arata y Kazuo Shinohara; su estilo se basa en la aplicación de la tecnología de punta y es sobre todo una arquitectura de expresión orgánica, con una interesante estética que según el arquitecto es una protesta contra la depravada arquitectura moderna. Además en sus obras se evidencia su interés por las culturas primitivas y sobre todo las nómadas, que se hacen visibles en el modo en que resuelve determinados aspectos climáticos como el tema del viento que siempre está presente en su arquitectura.

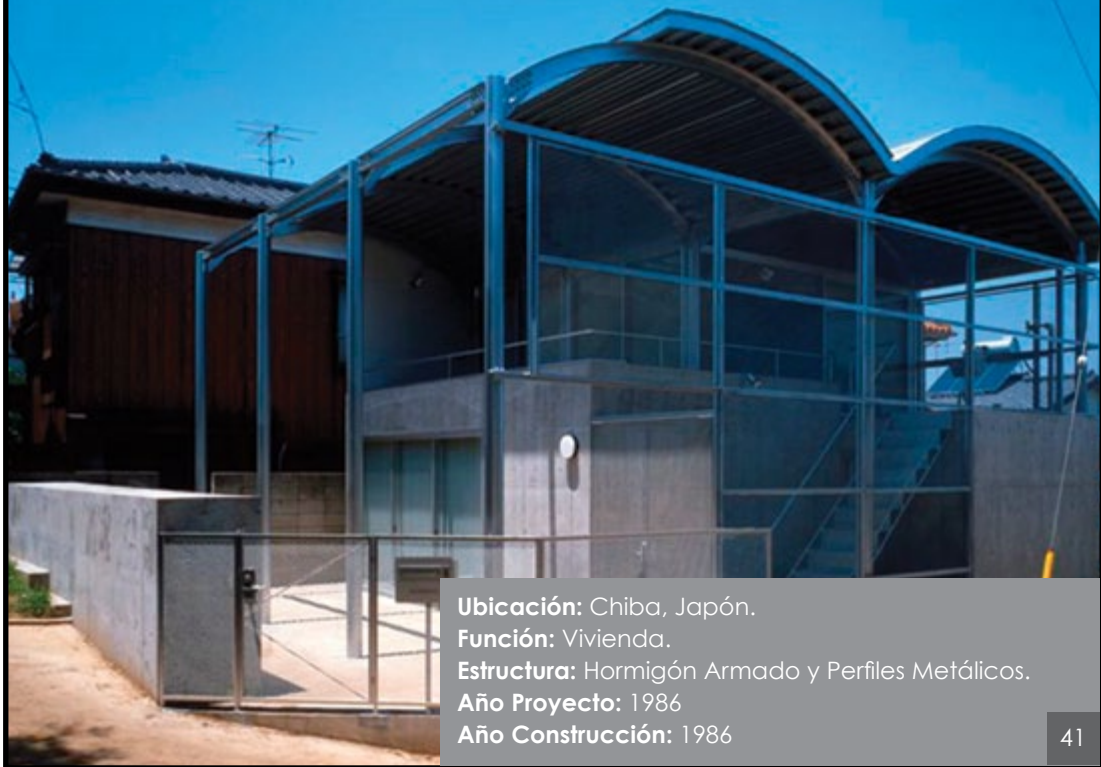
**Principales Obras:**

1986 Torre de los Vientos, Yokohama, Japón.  
 1986 Casa en Magomezawa, Chiba, Japón.  
 2002 Pabellón para la Serpentine Gallery 2002, Londres, Reino Unido.  
 2002 - 2004 Edificio TOD'S Omotesando, Tokio, Japón.  
 2001 - 2003 Mediateca de Sendai, Tokio, Japón.

**Premios:**

1986 Premio del Instituto Japonés de Arquitectura (Casa Silver Hut).  
 2002 World Architecture Awards 2002, Mejor Edificio de Asia Oriental (Mediateca de Sendai).  
 2002 León de Oro por su Trayectoria Profesional, Bienal de Venecia.  
 2004 XX Premio Compasso d'Oro de ADI (Banco Ripples).  
 2005 RIBA Royal Gold Medal

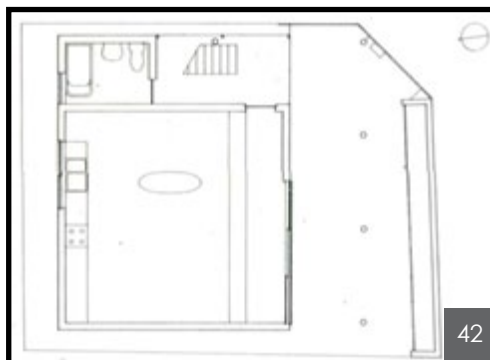
Proyecto a estudiar: Casa en Magomezawa.



41

El terreno esquinero en el que se emplaza esta obra tiene una pequeña diferencia de niveles, la cual es solucionada mediante un terraplen para dejar todo a una misma altura, además presenta una forma regular que no implica complicaciones para el proyecto.

Al ser un terreno relativamente pequeño, la edificación ocupa casi la totalidad de este, dejando únicamente un retiro lateral de aproximadamente 3 metros. Todas las dependencias están limitados por un solo volumen dentro del cual se pueden encontrar espacios abiertos, cerrados, y a doble altura, además el volumen general está rematado por dos bóvedas.



42



Aprovechando la ubicación del terreno, se genera un acceso en diagonal en la esquina que lleva a un patio exterior semi cubierto, desde el cual se puede ingresar a la zona privada o social de la vivienda, en la planta baja se genera un cubo interior que contiene las dependencias sociales distribuidas en un solo ambiente, además es importante destacar que en esta planta se genera una diferencia de niveles que permiten crear un vestíbulo sin necesidad de divisiones interiores, a un costado se disponen el baño de la vivienda y las escaleras que llevan a la terraza de la planta alta desde la cual se accede a un ambiente interior de 20 metros cuadrados destinado a las dependencias más privadas utilizando paneles corredizos para dividir los espacios si es necesario.



43



44



Los materiales básicos de esta pequeña vivienda unifamiliar son el hormigón y el acero. La planta baja, ligeramente deprimida con respecto al nivel del suelo, consiste en una estructura de muros de hormigón que se dejan vistos interior y exteriormente y suelos de mortero. Sobre esta caja de hormigón reposan dos bóvedas de curvatura moderada y estructura de acero, la fachada se recubre de paneles de acero galvanizado, una serie de membranas finas y opacas que tamizan el paso de la luz y del aire hacia el interior.



La pureza de los materiales empleados es una de las principales características de esta obra, además el empleo de ventanas de piso a cielo raso y la inexistencia de divisiones interiores ayudan a crear la sensación de espacios abiertos, bien iluminados y mucho más amplios de lo que en la realidad son.



**Tadao Ando****Biografía:**

- 1941 Nace el 13 de septiembre en Osaka, Japón.
- 1960 Explora los templos tradicionales y las casas de té en Kioto y Osaka.
- 1965 Viaja por todo el mundo para formarse de manera autodidacta.
- 1969 Funda Tadao Ando Architect & Associates en Osaka.
- 1995 Se ofrece a ayudar a las víctimas del terremoto Hanshin-Awaji.

47

**Referencias Arquitectónicas:**

Su aprendizaje fue autodidáctico y proviene de la lectura y de viajes por África, Europa y Estados Unidos, así como de un minucioso estudio de la arquitectura tradicional japonesa. Una de sus características es el empleo de hormigón liso, con las marcas del encofrado visibles, para crear planos murales tectónicos, que sirven como superficies para captar la luz.

Las obras de Tadao Ando se relacionan con la arquitectura tradicional, la cultura y la historia japonesa, pero también ha tenido influencias de arquitectos como Le Corbusier, Louis Kahn o Mies van der Rohe. Su pensamiento está basado en la construcción con formas geométricas simples las cuales con el uso de la luz y los materiales pueden crear espacios trascendentes, como él mismo dice "Pienso que la arquitectura se torna interesante cuando se muestra éste doble carácter: la máxima simplicidad posible y, a la vez, toda la complejidad de que pueda dotársela".

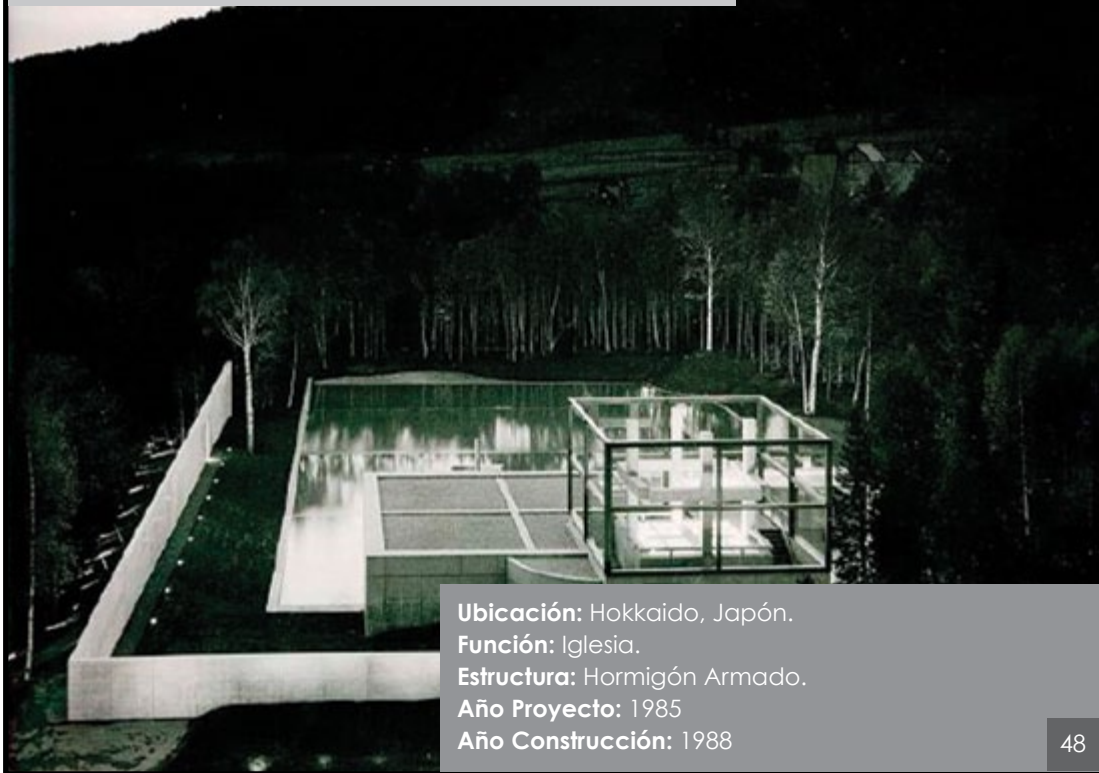
**Principales Obras:**

- 1975-1976 Row House, Sumiyoshi, Japón.
- 1985-1988 Capilla sobre el Agua, Yufutsu, Japón.
- 1986 Capilla en Mt. Rokko, Kobe, Japón.
- 1987-1989 Iglesia de las Luces, Ibaraki, Japón.
- 1989-1991 Templo del Agua Hompuku-ji, Tsuna, Japón.

**Premios:**

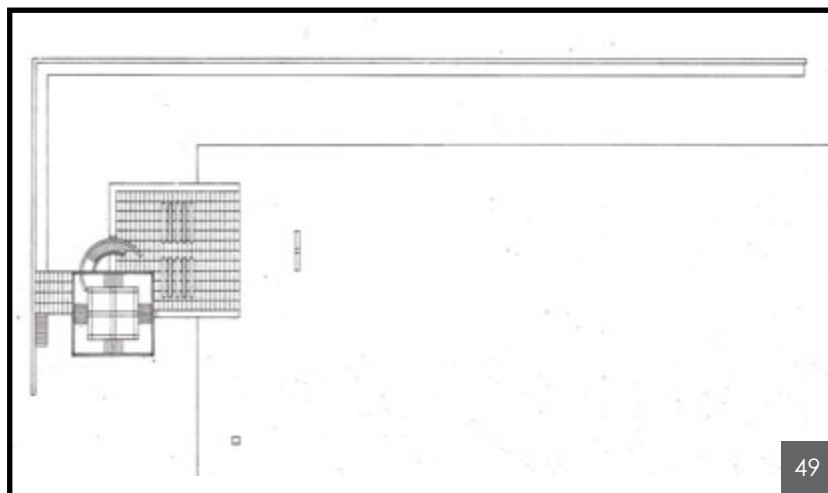
- 1993 Premio de Arquitectura Carlsberg, Dinamarca.
- 1995 Pritzker Architecture Prize.
- 1996 Praemium Imperiale.
- 1997 Medalla de Oro Royal Institute of British Architects (RIBA).
- 2002 Medalla de Oro American Institute of Architects (AIA).

Proyecto a estudiar: Iglesia sobre el agua.



48

La iglesia se encuentra ubicada en la isla de Hokkaido, Japón, y es parte del Hotel Alpha Resort. El sitio en el que se emplaza tiene una pendiente no muy pronunciada y está rodeado por un bosque, por el cual pasa un arroyo que se incorpora en el diseño formando una laguna que caracteriza al proyecto.



49



La composición de la iglesia se basa en la intersección de dos volúmenes en una de sus esquinas, separándose del hotel mediante un muro en forma de "L" que además marca el ingreso por uno de sus extremos, al frente de la iglesia se encuentra el lago artificial de forma rectangular, formando una plaza acuática perfectamente visible a la que el usuario no puede ingresar y que sirve de unión con la naturaleza, además el hecho de que la cruz se encuentre sobre esta incrementa su impacto visual, ya en el volumen principal se encuentra únicamente la capilla que se abre en una de sus fachadas hacia el lago a través de una mampara de metal y vidrio que puede deslizarse hacia el pórtico lateral si el clima lo permite. El segundo volumen se desarrolla en dos niveles acogiendo en la planta baja los servicios higiénicos y tres salas de espera distribuidas alrededor de un espacio cilíndrico que recibe iluminación cenital a través de cuatro paneles vidriados, que forman a su vez el piso de la planta superior que se convierte en una plaza encerrada en un cubo transparente que contiene cuatro cruces de hormigón.



La estructura está formada casi en su totalidad por elementos de hormigón armado usando como sistema estructural muros y pórticos que además marcan claramente los volúmenes, mientras que en la planta alta del segundo volumen se emplea una estructura metálica recubierta con vidrio para crear un espacio virtual que acoge las cuatro cruces.

Como es característico en las obras de Tadao Ando, aplica una estética carente de ornamentos en donde su riqueza principal es la relación del edificio con la naturaleza lo que es evidente en esta obra ya que los materiales utilizados ya sea en el interior o en el exterior de la iglesia son el hormigón liso con las marcas del encofrado visibles, el acero, el vidrio y el granito negro para el recubrimiento del piso, empleados de una manera discreta.



El aspecto más notable de esta obra es la sustitución de imágenes divinas de significado religioso por una representación más viva del creador, la naturaleza misma, que forma parte de un escenario vivo siempre cambiante combinando lo artificial y lo natural, lo cerrado y lo abierto y el vacío y el infinito.

**Waro Kishi.****Biografía:**

- 1950 Nace en Yokohama, Japón.
- 1973 Titulado en la Facultad de Electrónica en la Universidad de Kyoto.
- 1975 Titulado en la Facultad de Arquitectura en la Universidad de Kyoto.
- 1981 Director de la oficina Waro Kishi, Architect and Associates, Kyoto, Japón.
- 1993 Funda la oficina Waro Kishi + K. Associates, Kyoto, Japón.

**Referencias Arquitectónicas:**

Pertenece a la generación de arquitectos japoneses que emergieron tras la figura de Tadao Ando, pero a diferencia de este sus obras son más delicadas y sutiles y sus proyectos se dejan llevar menos por la forma en sí.

Sus obras las aborda con precisión, disciplina y la abstracción del Movimiento Moderno, junto a las cualidades expresivas, táctiles y experimentales de aquella modernidad, continuando de algún modo, la obra de maestros de la talla de Richard Neutra, Marcel Breuer o Craig Ellwood.

Las obras de Kishi, en especial sus casas, se pueden leer, no sólo como "arquitectura", sino como una forma abstracta de paisaje, algo a mitad de camino entre la apertura y el ensimismamiento.

**Principales Obras:**

- 1989 AUTO LAB, Ukyo-ku, Kyoto, Japón.
- 1992 Casa en Nipponbashi, Naniwa-ku, Kyoto, Japón.
- 2004 Clínica dental Sumida, Amagasaki, Hyogo, Japón.
- 2004 Edificio LUNA DI MIELE, Tokyo, Japón.
- 2007 GLASHAUS, Osaka, Japón.

**Premios:**

- 1987 Premio Revista SD.
- 1993 Premio al mejor arquitecto joven del año, Instituto de Arquitectos Japoneses.
- 1994 Premio Esperanza, Casa en Kyoto.
- 1995 Premio al Mérito, Kenneth F. Brown.
- 1996 Premio al mejor diseño, Instituto de Arquitectura de Japón.

## Proyecto a estudiar: Casa en Nipponbashi.



**Ubicación:** Naniwa, Osaka, Japón.

**Función:** Vivienda.

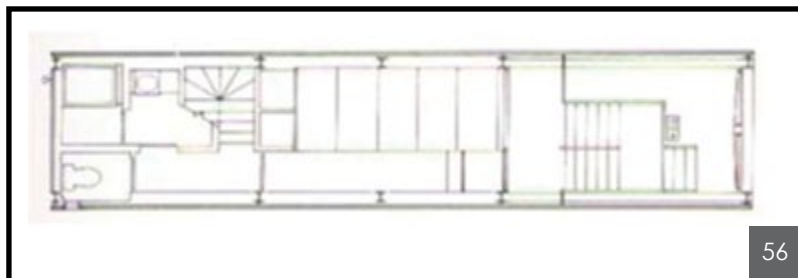
**Estructura:** Perfiles metálicos.

**Año Proyecto:** 1992

**Año Construcción:** 1992

55

La casa se encuentra construida en un lote extremadamente estrecho sin diferencias de nivel ubicado en el centro de la ciudad de Osaka, en un barrio caracterizado por edificaciones adosadas sin retiro frontal en las que se busca sobretodo optimizar el espacio.



56

Todos los espacios de la vivienda están encerrados en un solo volumen de 13 metros de profundidad distribuido en cuatro plantas, manteniendo las tres primeras a una altura tan baja como fue posible, para rematar con el piso superior, donde se sitúa el comedor a doble altura en un espacio de 6 metros de alto ocupando casi dos tercios de dicha planta, mientras que el área restante se destina a una terraza al aire libre, cortando el volumen.

Para resolver esta vivienda sin utilizar elementos robustos, se utilizó una estructura metálica con perfiles de acero vistos y además el empleo de placas colaborantes para resolver las losas.



Para optimizar la iluminación de los espacios interiores se recubre la fachada frontal y la posterior de la última planta con vidrio, además se emplean paneles prefabricados para completar el cierre de la edificación en los laterales y la fachada posterior de las tres primeras plantas donde solo se dejan pequeñas aperturas de ventilación para el baño y la lavandería. Un elemento importante dentro de esta edificación es la escalera construida con una placa metálica que sirve de estructura para los peldaños y permite el paso de la luz hacia todas las dependencias.



Desde el exterior se aprecia una edificación muy estrecha que puede dar la sensación de que los espacios interiores son cerrados, pero gracias a la iluminación y a la distribución de las dependencias se evita esta sensación combinando la verticalidad característica de la vida urbana en estos países, con la creación de un espacio abierto para la vida, el mismo que consigue aislar el ruido de la calle y estar cerca de la naturaleza en tan solo 30 metros cuadrados de construcción que incluyen el gran comedor.





**Adrian Moreno.**

**Biografía:**

1972 Nace en Quito Ecuador

1996 Se gradúa de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en la Universidad Central del Ecuador.

1996 Junto con Ana María Samaniego forman Arquitectura X

2008 Conferencista en la conmemoración 50 años Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca

2009-2011 Vocal tribunal de honor Colegio de Arquitectos del Ecuador – Pichincha.

**Principales Obras:**

1996 Casa Samaniego, Cumbaya, Quito

2000 Casa MB6, Cumbaya, Quito

2001 Rediseño Plazoleta de la Merced, Quito, Ecuador

2002 Casa Santos Kronfle, Guayaquil, Ecuador

2002 Ferretería Castillo, Quito, Ecuador

**Premios:**

1996 Premio Nacional de Arquitectura, X Bienal de Quito.

1998-2000 2 obras nominadas al "Premio Mies Van der Rohe de Arquitectura Latinoamericana".

2003 Ganadores del "concurso nacional de ideas para desarrollar el mega proyecto del barranco Cuenca", Cuenca – Ecuador

2004 Ganadores del concurso "balcón del Itchimbia" , consorcio ciudad – ecogestion, Quito – Ecuador

2007-2008 2 veces seleccionados por la revista The Architectural Review para su publicación especial "Houses By Emerging Architects"



El diseño de esta vivienda se realizó sin tener un terreno determinado por lo que los arquitectos trataron de desarrollar un esquema elemental que podía funcionar en Quito o en los valles que rodean a esta ciudad, planteando una caja abierta cuyos límites serían únicamente las cordilleras oriental y occidental.



Todas las dependencias se distribuyen dentro de un solo volumen creado por la fusión de dos ideas básicas, la casa de vidrio y el patio, lo que se consigue mediante la separación de espacios públicos y privados en los dos niveles de la vivienda, definiendo el patio entre ellos y vinculándolos mediante las áreas de circulación y servicios que se ubican dentro de un bloque semitransparente en uno de los costados de la edificación.



El sistema constructivo y los materiales fueron pensados desde el momento mismo del diseño, buscando un sistema modular que se pudiera adaptar a las variaciones tanto del presupuesto como del sitio en el que finalmente se emplazaría el proyecto, por lo que se decidió emplear una estructura metálica ligera apoyada sobre cimentación de hormigón utilizando placas colaborantes para resolver las losas que luego serán recubiertas con otros elementos.



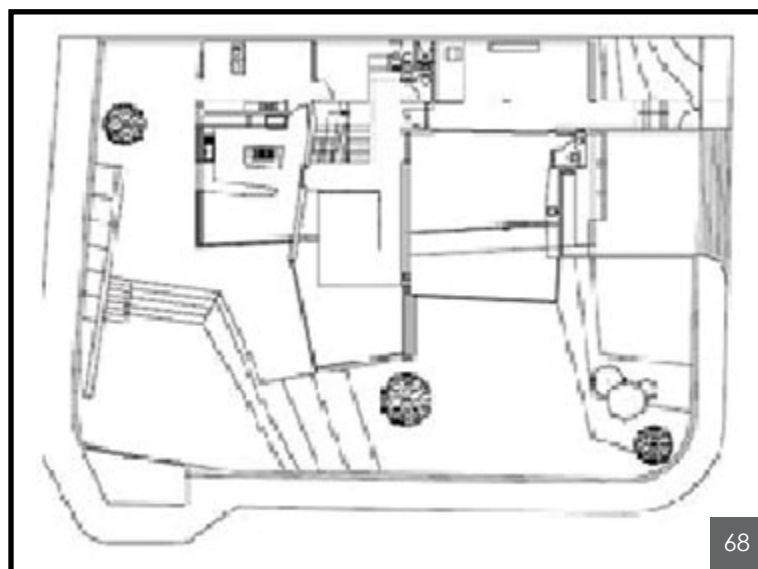
La gran caja abierta queda forrada en el exterior con planchas de acero oxidado y en el interior con plywood lacado, las áreas de servicio y circulación quedan definidas con acabados en color blanco y cerradas con policarbonato multicelular.

Al observar la obra finalizada efectivamente se tiene la sensación de una caja abierta que se vincula con el entorno mediante los grandes ventanales, además se aprecia el contraste entre las fachadas ya que por una parte se presentan dos grandes paredes cerradas de acero oxidado y por otra parte se tiene las dos fachadas alargadas sumamente abiertas y transparentes. Los materiales, colores y texturas representan claramente los conceptos de la arquitectura contemporánea.





Lo más difícil que se les presento a los arquitectos en este proyecto fue la implantación del lote ya que se encontraba rodeado por tres vías que obligaban a dejar un retiro de 5 metros y además a una fuerte pendiente negativa, factores que imponían las condiciones del diseño.



A partir de las condicionantes del terreno, se decide adosar la edificación a uno de sus costados en la parte más alta del terreno y utilizar muros de contención para mantener las características topográficas y definir el cerramiento. La vivienda misma se desarrolla en tres volúmenes, el primero de ellos adosado al terreno colindante y que contiene las áreas de servicio, ingreso, circulaciones y baños.

Sobre el volumen anterior se sitúa otro bloque más abierto y desplazado hacia el interior, en el cual se disponen los dormitorios y otras zonas privadas aprovechando las vistas y el sol de la mañana, finalmente se forma un tercer volumen mediante la ubicación de un elemento de hormigón armado que se dobla y queda flotando sobre el nivel del suelo sirviendo de límite para las áreas públicas de la vivienda.



En esta obra se emplea un sistema estructural mixto, que combina columnas circulares y vigas de metal con losas y muros de hormigón armado. Se pueden apreciar diferentes acabados tanto en el interior como en el exterior de la vivienda, por ejemplo las vigas metálicas de color rojo por la pintura anticorrosiva, las columnas circulares vistas y empotradas en los muros de hormigón también vistos que evidencian el método de encofrado y finalmente el hormigón enlucido y pintado.

Al emplazar la edificación en la parte alta del terreno se crean visuales muy interesantes del entorno, además la disposición de los espacios obedece a las condicionantes dadas por la ubicación, el soleamiento, los retiros y la topografía; los colores y texturas empleadas generan diferentes sensaciones y ayudan a diferenciar los tres volúmenes básicos que estructuran el proyecto.



**José María Sáez****Biografía:**

1963 Nace el 11 de mayo en Avila, España.

1990 Obtiene su título de arquitecto en E.T.S. de Arquitectura de la Universidad de Madrid

1993 Hasta la Actualidad Profesor en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito – Ecuador

2004 – 2005 Capacitador de docentes de arquitectura para la Sede Ibarra de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

2008 Conferencia Obra Propia en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Córdoba, Córdoba – Argentina.

**Principales Obras:**

1994 Rehabilitación del Antiguo Hospital Eugenio Espejo y adaptación a Centro Administrativo del Ministerio de Salud. Quito – Ecuador

1998 – 1999 Casa Khalifé-Game en Cumbaya en colaboración con el Arquitecto Handel Guayasamín.

2001 Centro Cultural Capilla del Hombre, Museos de la Colección Guayasamín, en colaboración con Handel Guayasamín y el Taller Experimental.

2005 – 2006 Casa Pentimento, Quito – Ecuador

2007 Rehabilitación de la Antigua Fábrica de Sombreros en el Centro Histórico de Cuenca.

**Premios:**

2001 Primer Premio en el Concurso Utopías para Quito, en colaboración con Handel Guayasamín y el Taller Experimental, con el tema *Una entrada para Quito*. Quito - Ecuador

2001 Mención Especial de Honor en el Concurso Utopías para Quito, en colaboración con Handel Guayasamín y el Taller Experimental, con el tema *Fuente*. Quito - Ecuador

2005 Primer Premio en el concurso Premio Patrimonio a la Restauración Arquitectónica en el Centro Histórico de Quito, por la intervención en la *Casa Sáez-Moreira*. Convocado por el Fondo de Salvamento del Patrimonio Cultural. Quito - Ecuador

2006 Primer Premio Nacional de Diseño Arquitectónico en el Concurso Panamericano de la XV Bienal de Arquitectura de Quito, con la *Casa Pentimento*. Quito - Ecuador

2008 Primer Premio a la Mejor Obra Joven de la Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo de Lisboa, con la *Casa Pentimento*. Lisboa.



Proyecto a estudiar: Casa Pentimento.



**Ubicación:** La Morita, Valle de Tumbaco, Quito, Ecuador  
**Función:** Vivienda.  
**Colaboradores:** Alejandra Andrade, Héctor Sánchez, Cesar Izurieta, David Barragán.  
**Estructura:** Prefabricados de Hormigón  
**Año Proyecto:** 2005  
**Año Construcción:** 2005 – 2006

73

El requerimiento de la clienta era crear un centro espiritual y un espacio de silencio, basado en la relación con la naturaleza, ubicado en un jardín con pendiente pronunciada y un gran número de árboles.



74

Los espacios se distribuyen a lo largo del jardín dentro de tres volúmenes principales asentados en losas de hormigón que sirven como piso de la vivienda, el acceso se ubica al centro de la edificación al igual que los espacios públicos quedando un dormitorio en cada extremo, además se dispone de una terraza cubierta sobre uno de los volúmenes, todos los espacios se relacionan entre sí y con los jardines interiores que respetan los árboles existentes en el terreno.



Todo el proyecto se desarrolla en base de un solo elemento prefabricado de hormigón construido con encofrados metálicos en el sitio, pudiendo ser colocado de cuatro maneras diferentes insertándolas en varillas de acero ancladas a la losa de piso para resolver la estructura, el cerramiento, el mobiliario, las escaleras e incluso la fachada jardín, las losas de piso son de hormigón tratado para que sirvan de acabado final y las de cubierta son realizadas con placas colaborantes y hormigón, consiguiendo así un sistema constructivo simple, sencillo, claro, económico y de muy buena calidad tanto técnica como estética.

La casa prescinde lo posible de acabados, siendo la losa de cimentación el acabado final del piso gracias al tratamiento y a los aditivos empleados en su elaboración, las paredes construidas con el elemento prefabricado quedan vistas tanto en el interior como en el exterior y se emplean materiales como madera roja, vidrio y acrílico para resolver elementos que permiten a la casa ser funcional.



Finalmente se cumple el deseo de la propietaria de crear un espacio espiritual que adopta la naturaleza como material principal, desde el exterior parecería tratarse de un muro jardín que acoge espacios cerrados, pero al ingresar a la vivienda la sensación cambia totalmente ya que el interior se abre hacia las vistas gracias a las aberturas que dejan los elementos al apilarse, además el proyecto se adapta al desnivel del terreno, esquiva o incorpora los árboles y convierte los jardines en cuartos de la vivienda que junto con las amplias ventanas introducen el paisaje en todos los espacios. Por último se puede decir que la sinceridad de los materiales, la claridad del sistema constructivo, los colores y las texturas buscan facilitar la función primordial de esta vivienda, la relación del usuario con su entorno.

**Sergio Zalamea**

**Biografía:**

1993 Se gradúa como arquitecto en la Universidad Estatal de Cuenca, Ecuador.

1994 Pasantía y trabajo en diseño industrial, Gamadue – Italia

2000 Forma su propio estudio de Arquitectura.

2008 Máster en Proyectos Arquitectónicos por la Universidad Estatal de Cuenca, Ecuador.

2009 Profesor de Proyectos Escuela de Arquitectura de la Universidad del Azuay, Cuenca – Ecuador.

**Principales Obras:**

2007 Memopaz

2008-2009 Local CC

2008-2009 Estudio JPM

2008 Casa PDJV

2009 Casa PM

**Premios:**

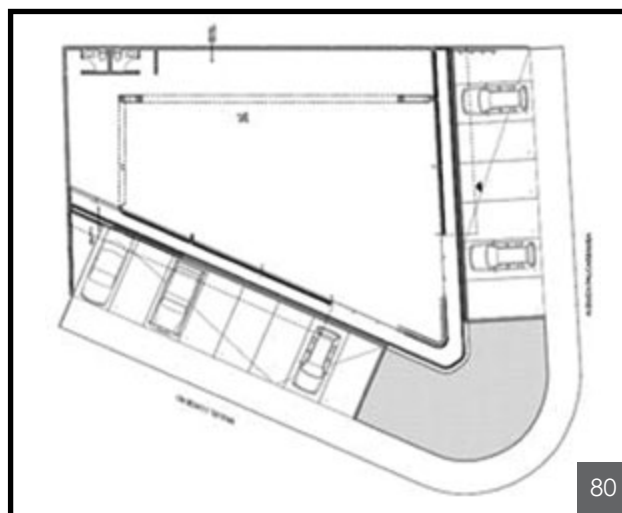
2008 Jurado en diseño en la Bienal Panamericana de Quito.

2008 Premio compartido Diseño de “La Pasarela frente a la Universidad de Cuenca”

2008 Mejor Graduado de la Maestría de Proyectos Arquitectónicos.



El terreno en que se emplaza este edificio se ubica en la zona de El Ejido en la Ciudad de Cuenca teniendo una forma no muy regular ya que al ser esquinero queda definido por las dos vías que lo rodean obligando a dejar un retiro de 5 metros en sus dos frentes.

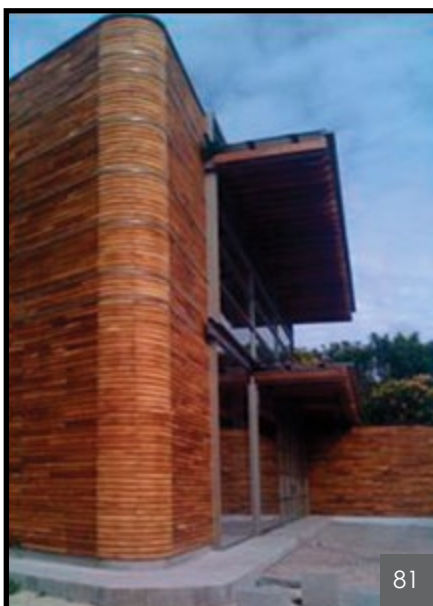




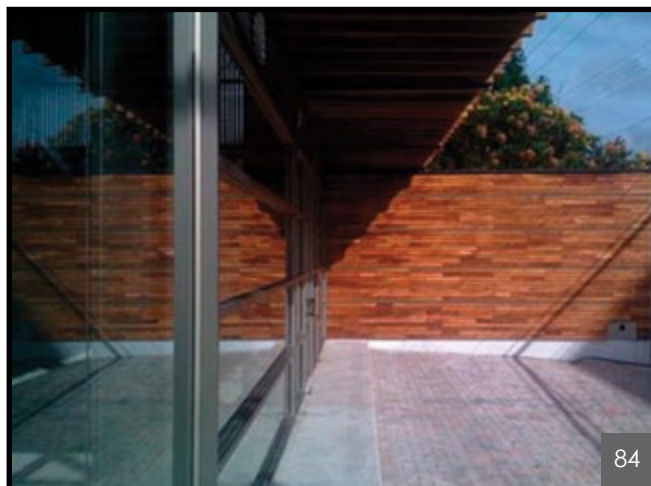
El programa requiere de una gran sala de uso múltiple que pueda ser alquilada para diferentes fines, por lo que se decide crear un solo volumen que adopta la forma del terreno retirándose en los dos frentes y adosándose en los otros dos laterales del terreno pero solamente en planta baja ya que en la parte superior el volumen se retranquea, interiormente se dispone la gran sala a doble altura limitada por las dos fachadas frontales

y un corredor en forma de "L" de aproximadamente 3 metros de alto donde se ubican los servicios higiénicos y las zonas administrativas divididas con paneles modulares.

El esqueleto estructural de este edificio está construido con perfiles metálicos anclados a una losa de cimentación que fue calculada para soportar columnas interiores que permitan crear nuevos espacios aprovechando la doble altura, aumentando así la superficie de la sala de manera temporal o definitiva. Este esqueleto se cierra con grandes ventanales y paredes de bloque que luego serán enlucidas o recubiertas con otros materiales.



En el exterior se puede apreciar que los materiales predominantes son el vidrio y la madera creando acabados muy interesantes que caracterizan a la obra, además se disponen dos pérgolas de madera en cada fachada que a más de proteger de la lluvia, evitan el paso directo de los rayos del sol debido a que pueden afectar a los productos que se encuentran exhibidos en el interior, donde la estructura principal queda vista.

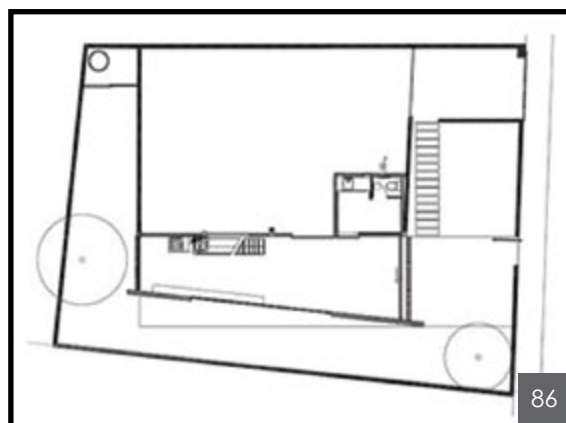


El conjunto terminado da la impresión de una gran vitrina de exhibición que llama la atención por sus acabados y su forma, los grandes ventanales a más de iluminar los espacios interiores ayudan a exhibir los productos, además la sala de uso múltiple es muy amplia gracias a que no se disponen elementos estructurales intermedios.



Este proyecto es diferente a los analizados anteriormente ya que se trata de una ampliación realizada en una construcción existente en la cual funciona un estudio fotográfico.

Los espacios requeridos son una zona social y parte del estudio, por lo que el volumen que se introduce busca armonizar con la edificación existente y adaptarse a las condiciones del terreno respetando los retiros, en la planta baja se disponen los espacios sociales: sala, comedor y cocina, mientras que en la planta alta quedan los espacios más relacionados con el estudio mismo.





La intervención es muy sencilla ya que solamente se amplía la parte lateral de la edificación dejando el retiro correspondiente, se dispone un muro estructurado con columnas y vigas de hormigón armado relleno con bloque pero que se abre en el centro permitiendo la relación entre los espacios interiores y el jardín, en este muro se apoyan las vigas pretensadas de hormigón que forman tanto la losa de entrepiso como la de cubierta, las fachadas frontal y posterior quedan limitadas por grandes ventanales.



Los acabados exteriores están dados por la perfilaría de aluminio que sostiene el vidrio de las fachadas, el muro enlucido y pintado de blanco y las vigas pretensadas que sobresalen en la fachada lateral, mientras que en el interior los espacios quedan definidos por el muro blanco, los grandes ventanales de aluminio y vidrio, las vigas pretensadas de las losas y la pared de bloque preexistente, además la grada metálica permite el paso de la luz pero ayuda a disimular el mobiliario de la cocina que queda justo detrás de esta.

Los materiales empleados armonizan perfectamente con la construcción existente y además le dan un mayor valor estético, los espacios interiores son muy acogedores a pesar de la frialdad que se suele asociar a los elementos de hormigón visto, el uso de vidrio translucido en la planta alta ayuda a controlar el paso de la luz hacia el interior ya que en un estudio fotográfico no siempre se necesita iluminación natural.



**César Piedra****Biografía:**

1972 Se gradúa como arquitecto en la Universidad Estatal de Cuenca (Arquitectura y Urbanismo).

1976 Profesor de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Estatal de Cuenca.

1978 Curso especial de Hormigón Arquitectónico, Instituto Mexicano del Cemento y Concreto.

2004 Máster en conservación de monumentos y sitios.

**Principales Obras:**

Edificio sede del Colegio de Arquitectos del Azuay.

Centro de Documentación Juan Bautista Vázquez, Universidad de Cuenca.

Edificio del Banco del Austro S.A. Calle Sucre y Borrero esquina, Cuenca, Ecuador.

Edificio Bancario y Centro de Investigación del Banco Central del Ecuador, Cuenca, Ecuador.

Colaboración en la restauración de la Casa Chaguarchimbana, Cuenca, Ecuador.

**Premios:**

Premio Ornato Gil Ramírez Dávalos: 1974 - 76 - 78 - 80 - 86 - 87 - 94 y 96

1981 Primer premio concurso nacional de anteproyectos para el edificio matriz del Banco del Austro de Cuenca.

1984 Primer premio concurso nacional de proyectos de los edificios: Ciencia y Cultura y Administrativo del Banco Central del Ecuador en Cuenca.

2002 Premio Juan Torres Higuera, otorgado por la Federación Panamericana de Asociaciones de Arquitectos.

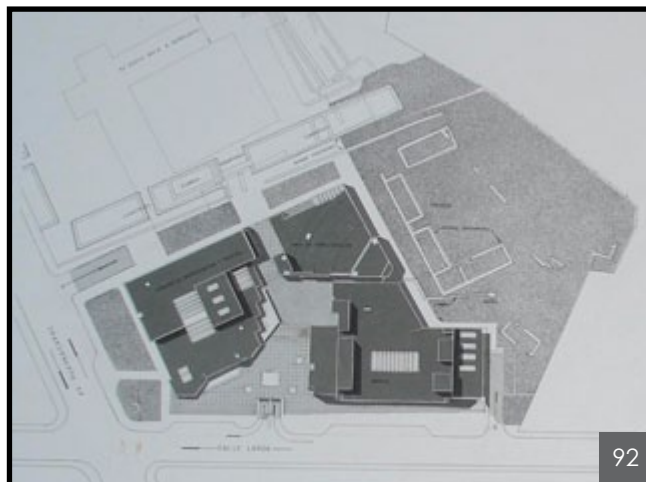
Proyecto a estudiar: Edificio Bancario y Centro de Investigación del Banco Central del Ecuador.



**Ubicación:** Cuenca - Ecuador  
**Función:** Complejo Multifuncional  
**Colaboradores:** Arq. Enrique Malo Abad.  
**Estructura:** Hormigón Armado  
**Año Proyecto:** 1983  
**Año Construcción:** 1986

91

El lugar donde está emplazado el edificio del Banco Central del Ecuador, Sucursal Cuenca, guarda parcialmente las maravillas del testimonio físico dejado por la cultura, civilización y costumbres del asentamiento más importante en Tomebamba "Pumapungo".



92

El proyecto se basa principalmente en la distribución de los espacios requeridos dentro de tres volúmenes principales dedicados a los servicios bancarios y culturales, al ser un sitio esquinero, se decide que el flujo peatonal y vehicular hacia el edificio estará dado por la vía secundaria Calle Larga ya que presenta menos complicaciones que la Av. Huaynacapac que siempre está cargada de tráfico y contaminación. La idea general de respetar el sitio en el que se halla emplazado se puede apreciar en la distribución de los volúmenes ya que se dejan espacios libres entre ellos para la concentración del público que acude a estas instalaciones y además permite organizar eventos al aire libre.



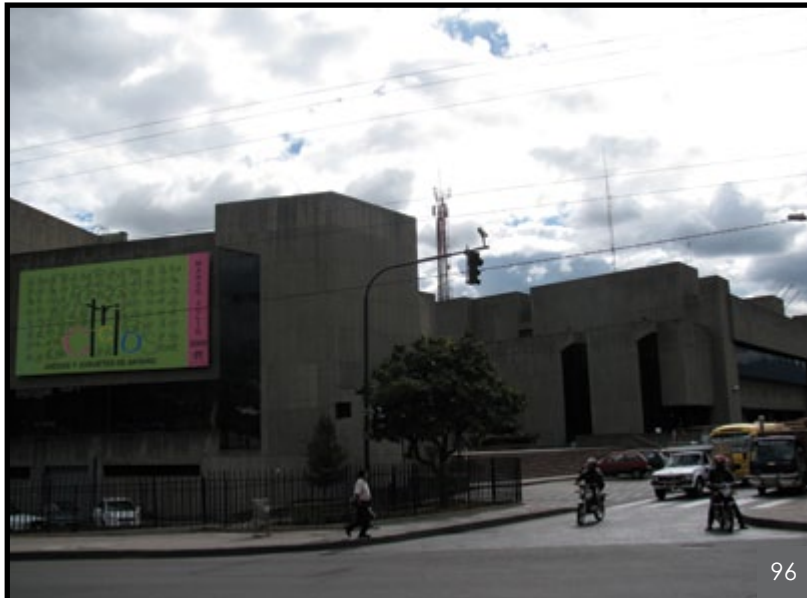
"Alegóricamente el bloque general es subdividido en partes que dejan ventanas y separaciones entre edificios que permite apreciar con claridad el entorno circundante, deja ver con libertad el paisaje y las colinas que circunvalan la ciudad de Cuenca y por tanto las cercanías del edificio Banco Central." – Arq. César Piedra.

La estructura de este edificio está formada íntegramente por elementos de hormigón armado que permiten conseguir el efecto de sobriedad y seguridad al proyecto que a más de respetar el sitio en el que se encuentra, debía ser resuelto como un edificio contemporáneo, por lo que se recoge cuidadosamente todo el equipamiento necesario para el funcionamiento de aquello que inteligentemente se actualice y no tener inconveniente alguno con el devenir del tiempo, los ductos, su seguridad, su climatización natural, iluminación y renovación ambiental, todo esto refleja la constante funcionalidad buscada y encontrada en la planificación y ejecución de la obra.

“La expresión exterior, sobriedad encontrada con su partido arquitectónico es recreada con el uso de material noble, expresivo como el hormigón, plasmado en un sistema de prefabricados y modular que riega en toda la superficie, elementos de una manera rítmica que complementan el conjunto formalizando una expresión única, interrumpida con pocas perforaciones al muro que a más de su funcionalidad enriquecen su expresión hacia un edificio bancario, institucionalmente representa al instituto emisor.” -Arq. César Piedra.



“Las actividades se realizan dentro de los espacios internos, es decir, muro adentro ambientados por los pulmones naturales en los centros de cada uno de los bloques como grandes patios que ordenan y conectan entre ambientes en diferentes espacios que organizadamente prestan los servicios culturales y bancarios al público asistente. Hemos mantenido esta característica de lo conventual, vida la interior, que por un lado inspira la arquitectura colonial y modernamente ampara un aspecto de seguridad, de presencia, de respaldo de las reservas que en su interior se guardan.” -Arq. César Piedra.











# capítulo tres

detalles constructivos





*“...El arquitecto es el hombre sintético, el que es capaz de ver las cosas en conjunto antes de que estén hechas.”<sup>1</sup>*

*Antonio Gaudí*

### 3.1.- ANTECEDENTES.

Luego de analizar las obras del capítulo anterior se plantea como objetivo de este capítulo estudiar ciertos detalles constructivos de dichas obras para entender su funcionamiento y algunas maneras de emplear el acero y el hormigón de tal forma que a más de ser materiales estructurales se convierten en elementos estéticos característicos pensados desde el momento mismo del diseño y no concebidos solamente como acabados inesperados.

## 3.2.- DETALLES A ESTUDIAR.

A continuación se detalla el listado de obras que se analizarán en este capítulo.

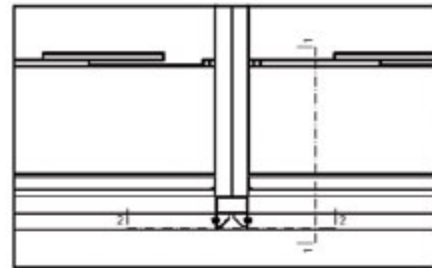
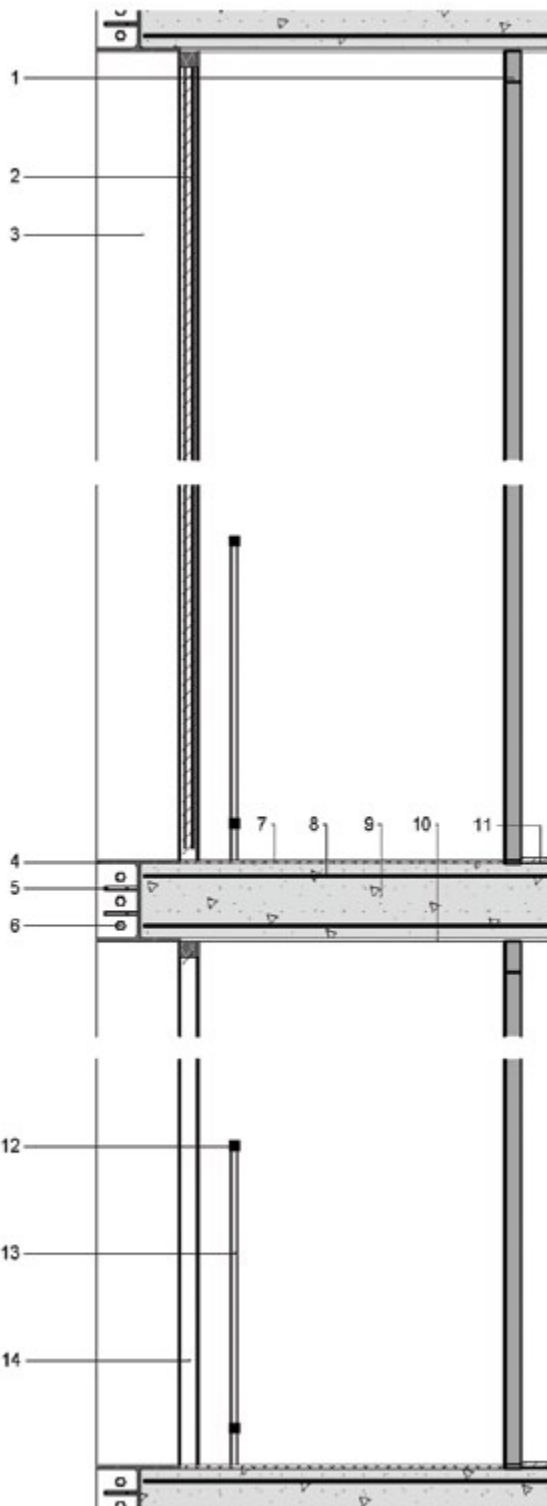
OBRA	AUTOR
Edificio de Viviendas en Rua do Teatro	Eduardo Souto de Moura
Casa en Carapicuíba	Angelo Bucci
Casa Ponce	Mathias Klotz
Casa en Magomezawa	Toyo Ito
Casa X	Adrián Moreno
Casa 3	Adrián Moreno
Casa Pentimento	José María Sáez
Local CC	Sergio Zalamea
Estudio JPM	Sergio Zalamea



### 3.2.1 Eduardo Souto de Moura.

En el edificio de viviendas en Rua Do Teatro se estudiará el detalle de las uniones, las vigas, columnas y pernos que forman la estructura, elementos que quedan vistos en la fachada frontal siendo una característica importante del proyecto. Además se detallaran otros elementos como las losas, persianas y la carpintería metálica.



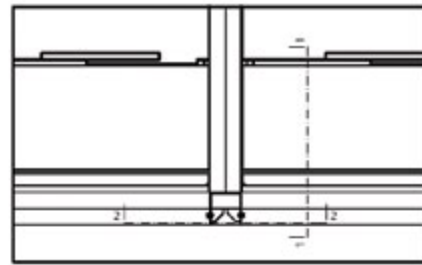
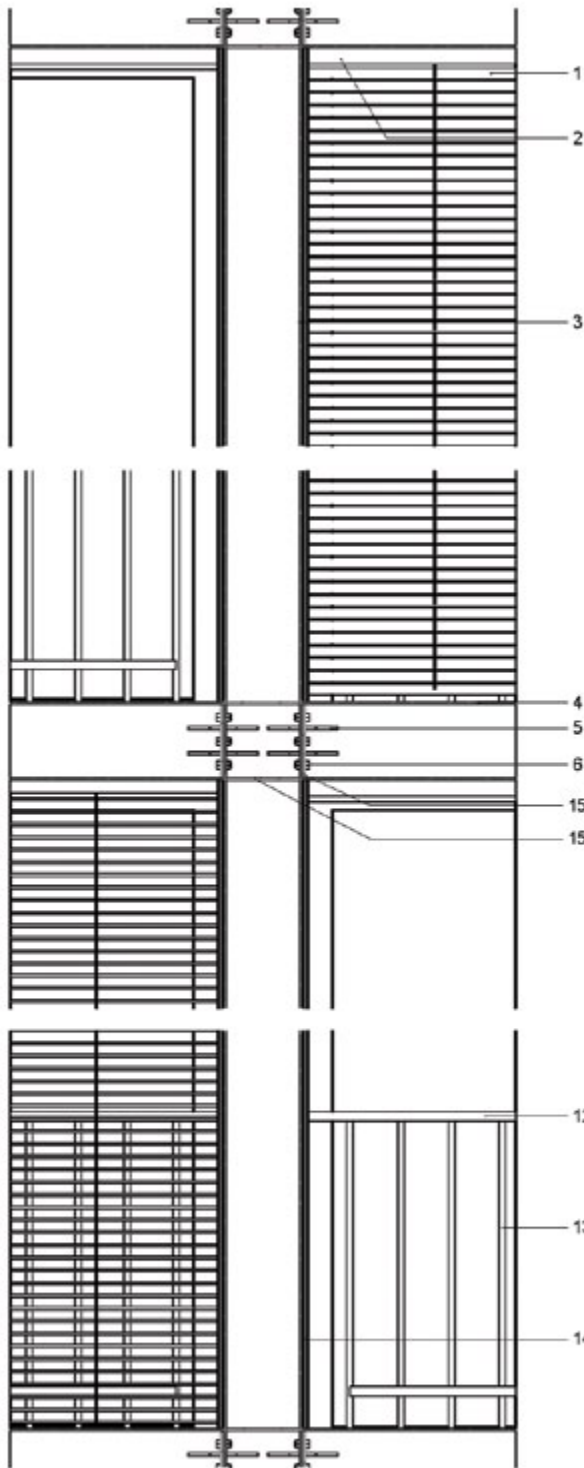


PLANTA

1 SECCION

- 1 Perfilieria de Aluminio y Vidrio
- 2 Persianas
- 3 Columna Metálica H 240x240x10mm
- 4 Viga metálica H 240x240x10mm
- 5 Cartela Metálica de Refuerzo
- 6 Perno de Acero
- 7 Enduelado de Madera
- 8 Hierro de Refuerzo
- 9 Hormigón Estructural
- 10 Enlucido
- 11 Piso Flotante
- 12 Tubo Metálico Cuadrado 40x40x2mm
- 13 Tubo Metálico Cuadrado 25x25x2mm
- 14 Canal Metálico 50x20x2mm
- 15 Placa Metalica

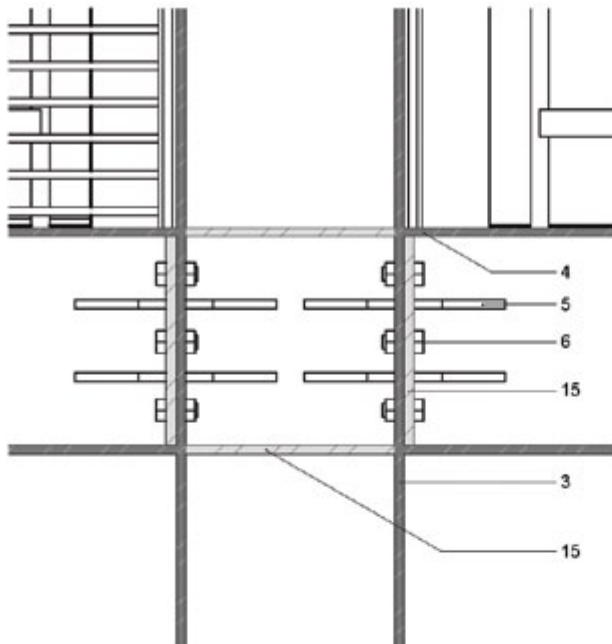




PLANTA

- 1 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 2 Persianas
- 3 Columna Metálica H 240x240x10mm
- 4 Viga metálica H 240x240x10mm
- 5 Cartela Metálica de Refuerzo
- 6 Perno de Acero
- 7 Enduelado de Madera
- 8 Hierro de Refuerzo
- 9 Hormigón Estructural
- 10 Enlucido
- 11 Piso Flotante
- 12 Tubo Metálico Cuadrado 40x40x2mm
- 13 Tubo Metálico Cuadrado 25x25x2mm
- 14 Canal Metálico 50x20x2mm
- 15 Placa Metálica

2 SECCION



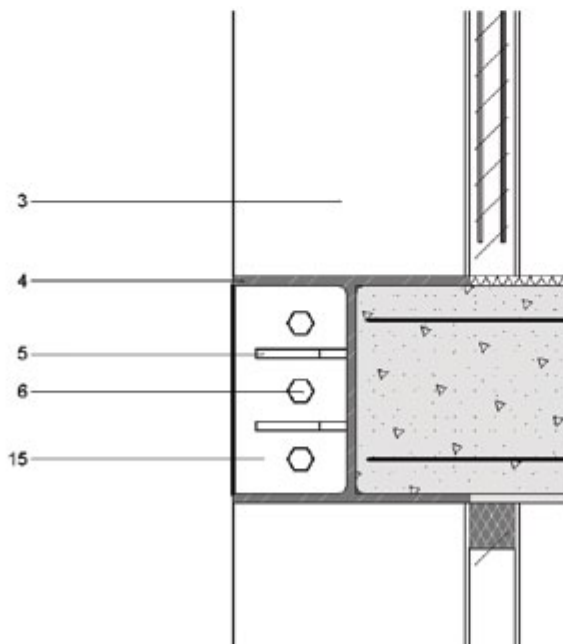
3 UNION

### Análisis Constructivo

La estructura principal está formada por los columnas y vigas metálicas H240x240x10mm que se sueldan para formar un solo elemento, en las uniones se refuerza la estructura con placas metálicas tanto en el sentido horizontal como vertical, luego se sueldan cartelas de refuerzo como se ve en el detalle y finalmente se colocan pernos de acero que ayudan a mantener unidos los elementos.

Al tener listo el esqueleto de la edificación se construyen las losas de hormigón armado tanto para piso, entrepiso y cubierta con un espesor de 230mm que permite enlucir la parte inferior de cada una de ellas para quedar a la misma altura de los perfiles metálicos, mientras que en la parte superior se coloca el revestimiento para el piso terminado.

Debido a que la fachada frontal está formada por grandes ventanales se ve la necesidad de colocar persianas exteriores que puedan abrirse o cerrarse de acuerdo a las necesidades controlando el paso de la luz hacia el interior, estas persianas van ancladas a la losa y en sus extremos se disponen canales metálicos que sirven como riel.



3 UNION

- 1 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 2 Persianas
- 3 Columna Metálica H 240x240x10mm
- 4 Viga metálica H 240x240x10mm
- 5 Cartela Metálica de Refuerzo
- 6 Perno de Acero
- 7 Enduelado de Madera
- 8 Hierro de Refuerzo
- 9 Hormigón Estructural
- 10 Enlucido
- 11 Piso Flotante
- 12 Tubo Metálico Cuadrado 40x40x2mm
- 13 Tubo Metálico Cuadrado 25x25x2mm
- 14 Canal Metálico 50x20x2mm
- 15 Placa Metálica



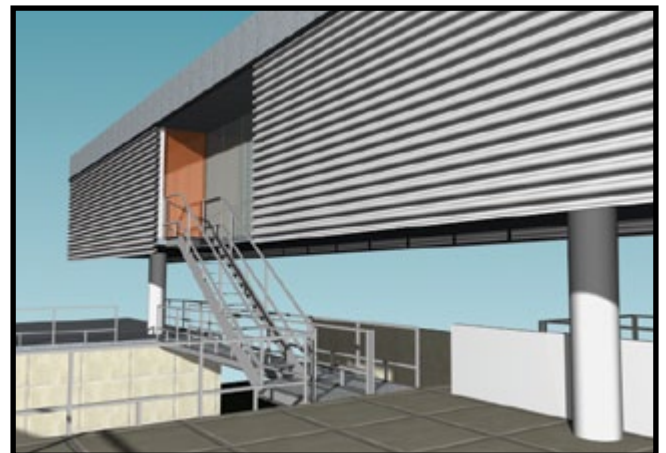
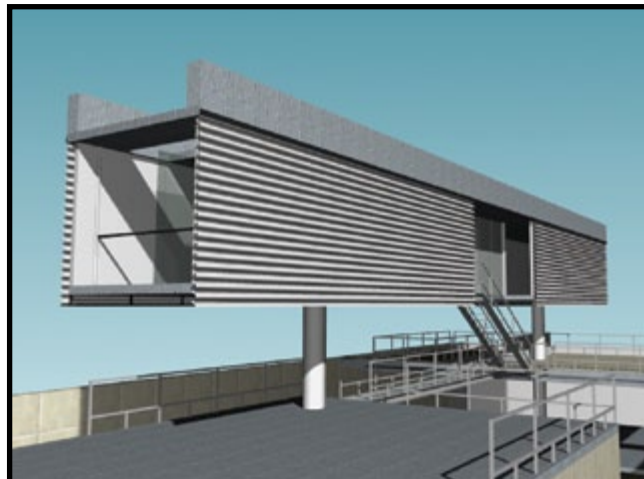
### 3.2.2 Angelo Bucci.

En la casa en Carapicuíba, es importante destacar la funcionalidad de la estructura que sostiene el bloque superior destinado a oficinas ya que así se comprenderá el resto de la estructura. Las cargas de este bloque se transmiten mediante las columnas, por un extremo directamente hacia el terreno, y mientras que en el otro se distribuyen a través de la columna y las vigas empotradas en los muros portantes laterales.

Casa en Carapicuíba.

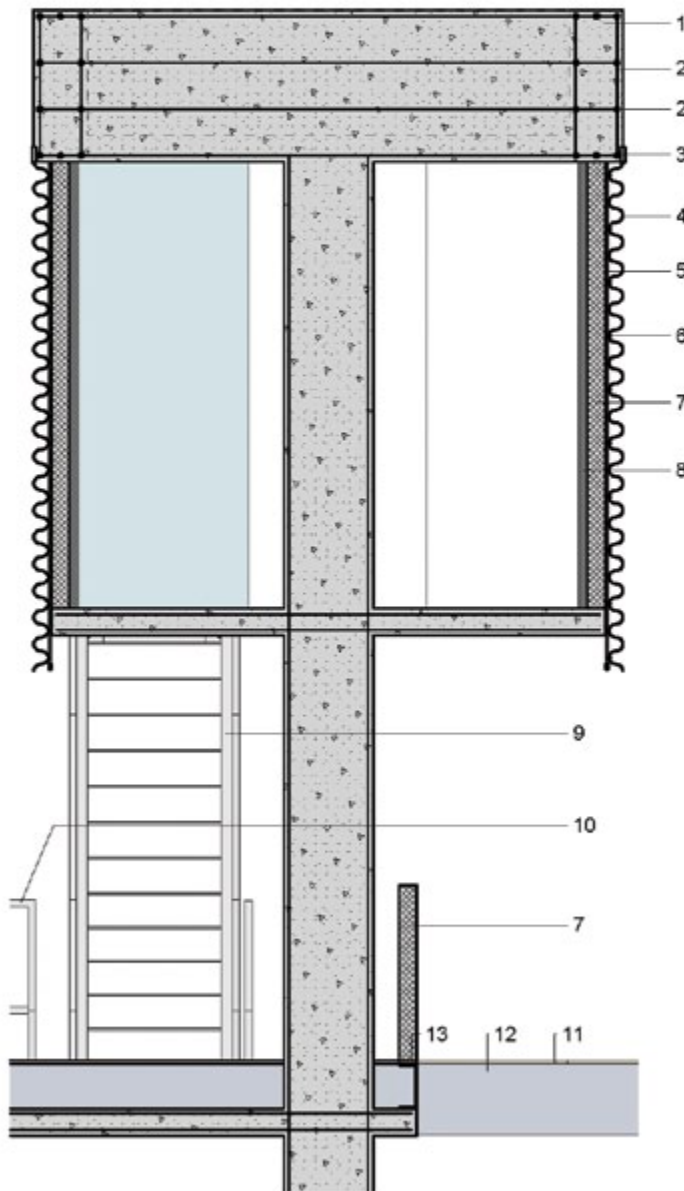


27



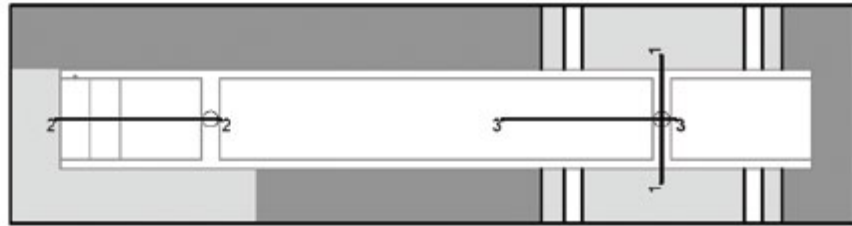


PLANTA

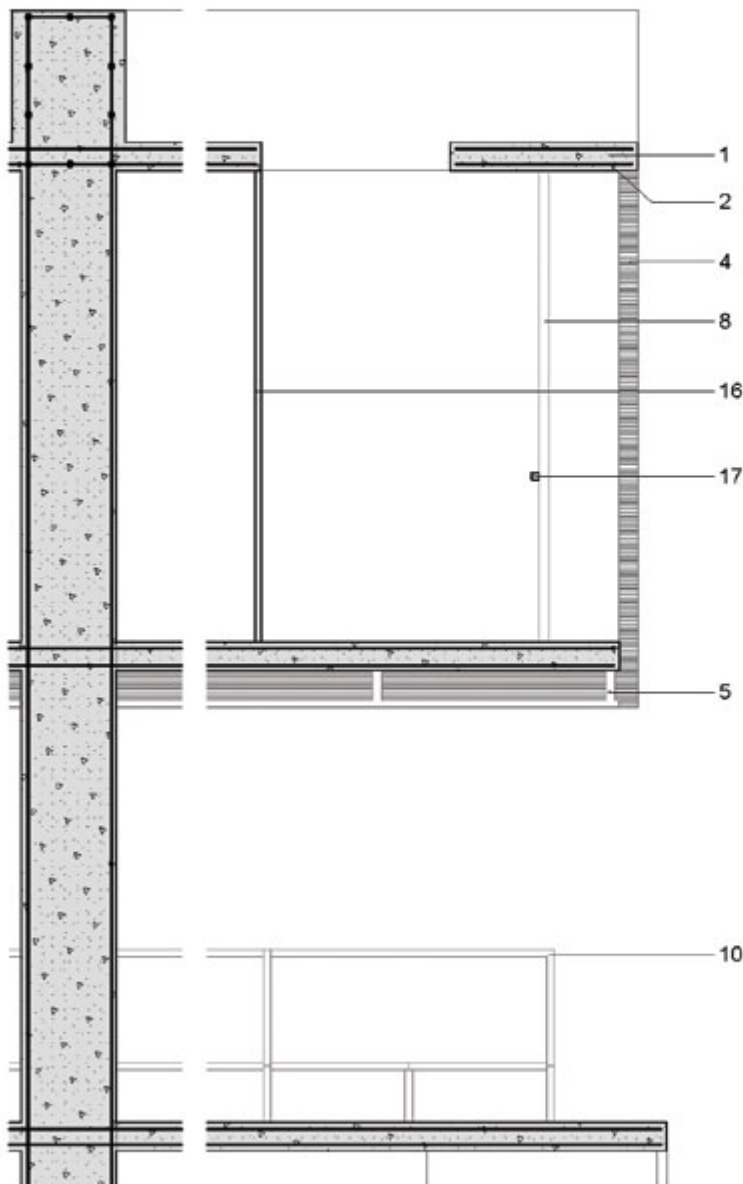


1 SECCION

- 1 Hormigón Estructural
- 2 Hierro de Refuerzo
- 3 Perfilera Metálica
- 4 Plancha de Fibrocemento
- 5 Tubo Metálico Rectangular 40x20x2mm
- 6 Tornillo 1"
- 7 Mampostería de Ladrillo
- 8 Tirante Estructural de Acero
- 9 Escalera Metálica
- 10 Tubo Metálico Rectangular 50x30x2mm
- 11 Panel Prefabricado para Piso
- 12 Viga Estructural
- 13 Canal Metálico 200x100x10mm
- 14 Canal Metálico 150x50x6mm
- 15 Impermeabilizante
- 16 Puerta Pivotante de Aluminio y Vidrio
- 17 Tubo Metálico Cuadrado 40x40x2mm



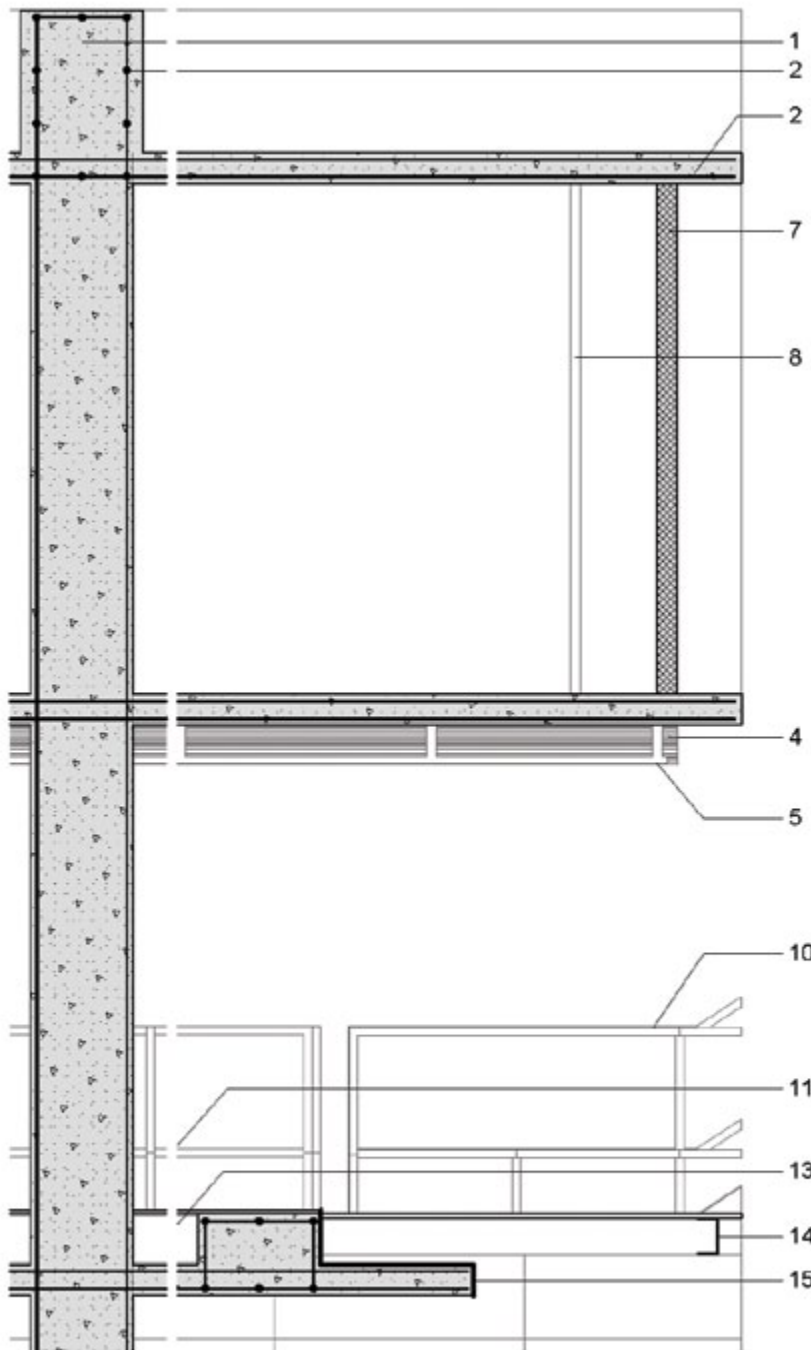
PLANTA



- 1 Hormigón Estructural
- 2 Hierro de Refuerzo
- 3 Perfilera Metálica
- 4 Plancha de Fibrocemento
- 5 Tubo Metálico Rectangular 40x20x2mm
- 6 Tornillo 1"
- 7 Mampostería de Ladrillo
- 8 Tirante Estructural de Acero
- 9 Escalera Metálica
- 10 Tubo Metálico Rectangular 50x30x2mm
- 11 Panel Prefabricado para Piso
- 12 Viga Estructural
- 13 Canal Metálico 200x100x10mm
- 14 Canal Metálico 150x50x6mm
- 15 Impermeabilizante
- 16 Puerta Pivoteante de Aluminio y Vidrio
- 17 Tubo Metálico Cuadrado 40x40x2mm

2

SECCION



## Análisis Constructivo

La estructura del bloque de oficina de esta edificación se basa en las dos columnas circulares de hormigón armado apoyadas en el terreno que llegan hasta la losa de cubierta, formada por un marco de cuatro vigas estando dos de ellas apoyadas sobre las mencionadas columnas, para la losa de entpiso se dispone un tablero de hormigón armado anclado a los hierros de las columnas y a la estructura superior mediante tirantes estructurales de acero que a más de permitir colgar la losa, ayuda a conseguir un espacio inferior totalmente libre.

Para solucionar la vivienda se aplican los mismos criterios, pero esta vez se reemplazan las columnas con los dos muros portantes ubicados en los laterales del terreno que sirven además de perímetro, sobre estos se colocan dos vigas transversales para armar la losa de la planta a nivel de la vía, para los espacios inferiores se procede a colgar la estructura mediante los tirantes de acero de manera semejante a lo hecho en el bloque de oficina.

- 1 Hormigón Estructural
- 2 Hierro de Refuerzo
- 3 Perfilera Metálica
- 4 Plancha de Fibrocemento
- 5 Tubo Metálico Rectangular 40x20x2mm
- 6 Tornillo 1"
- 7 Mampostería de Ladrillo
- 8 Tirante Estructural de Acero
- 9 Escalera Metálica
- 10 Tubo Metálico Rectangular 50x30x2mm
- 11 Panel Prefabricado para Piso
- 12 Viga Estructural
- 13 Canal Metálico 200x100x10mm
- 14 Canal Metálico 150x50x6mm
- 15 Impermeabilizante
- 16 Puerta Pivotante de Aluminio y Vidrio
- 17 Tubo Metálico Cuadrado 40x40x2mm

3

SECCION



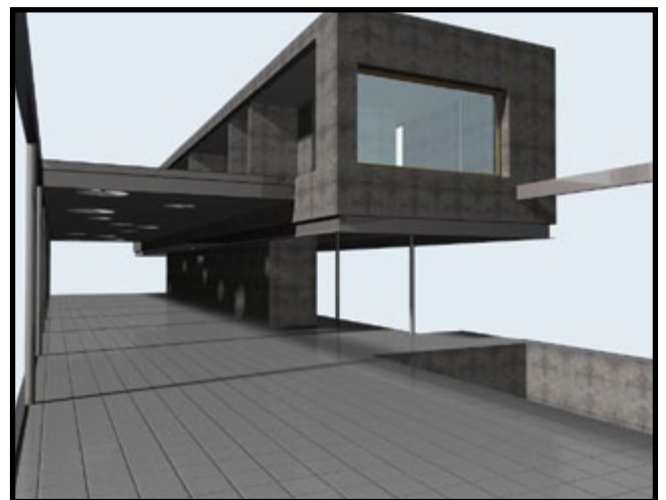
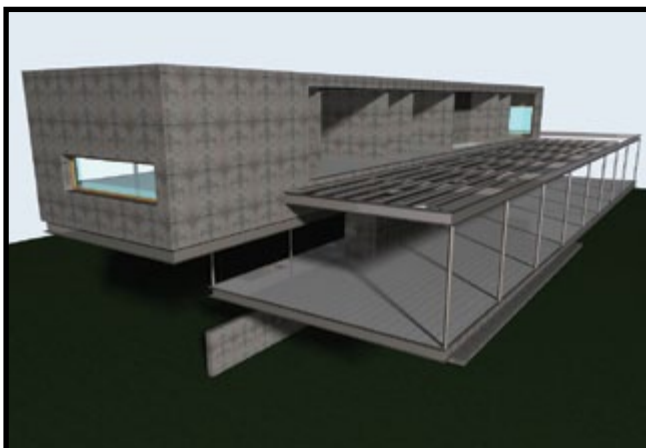
### 3.2.3 Mathias Klotz.

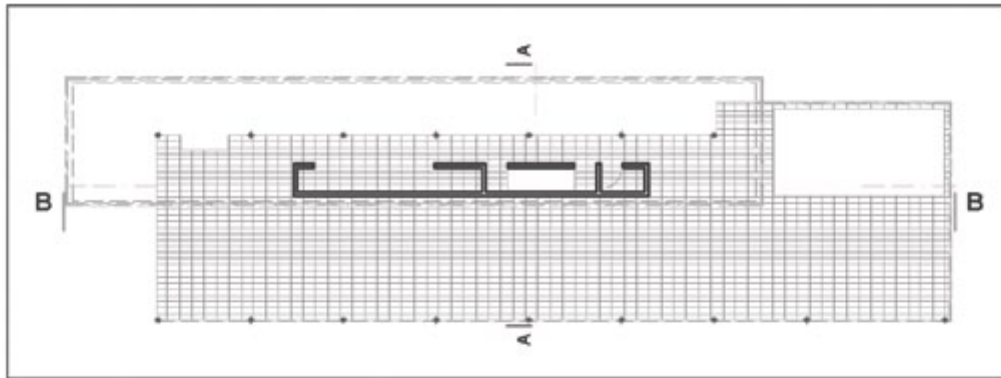
La Casa Ponce a más de destacarse por sus formas geométricas puras y el juego de volúmenes superpuestos, es un claro ejemplo del uso de estructuras no tradicionales ya que se basa en una cimentación con pilotes sobre la cual se dispone el núcleo central de la vivienda que trabaja como un diafragma permitiendo soportar los volados laterales de los volúmenes.

Casa Ponce.

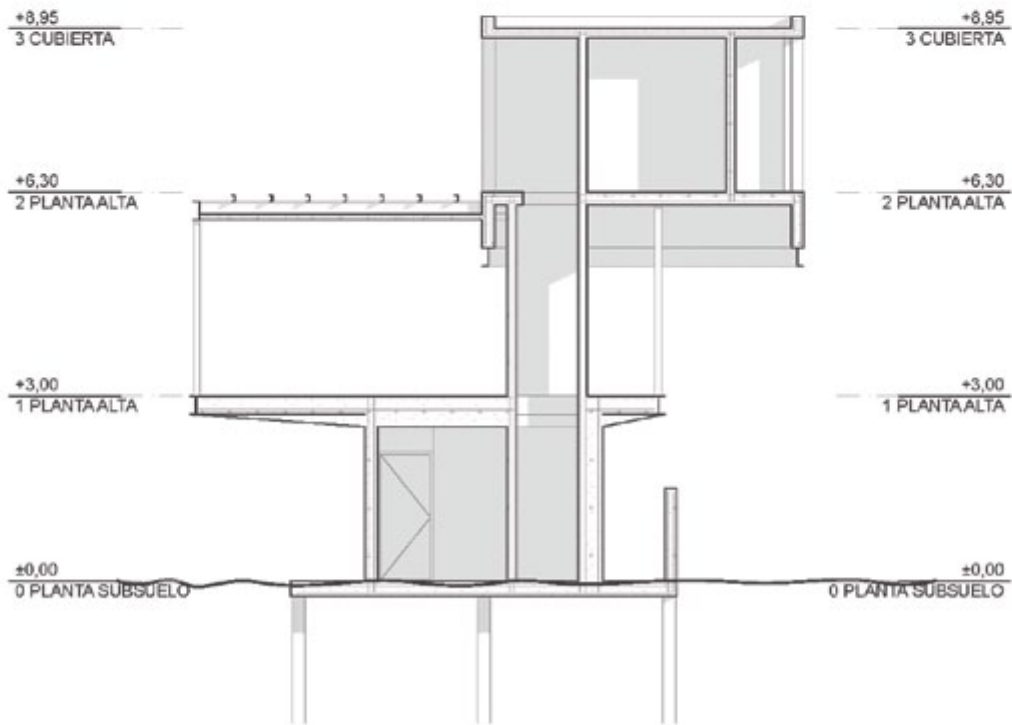


34



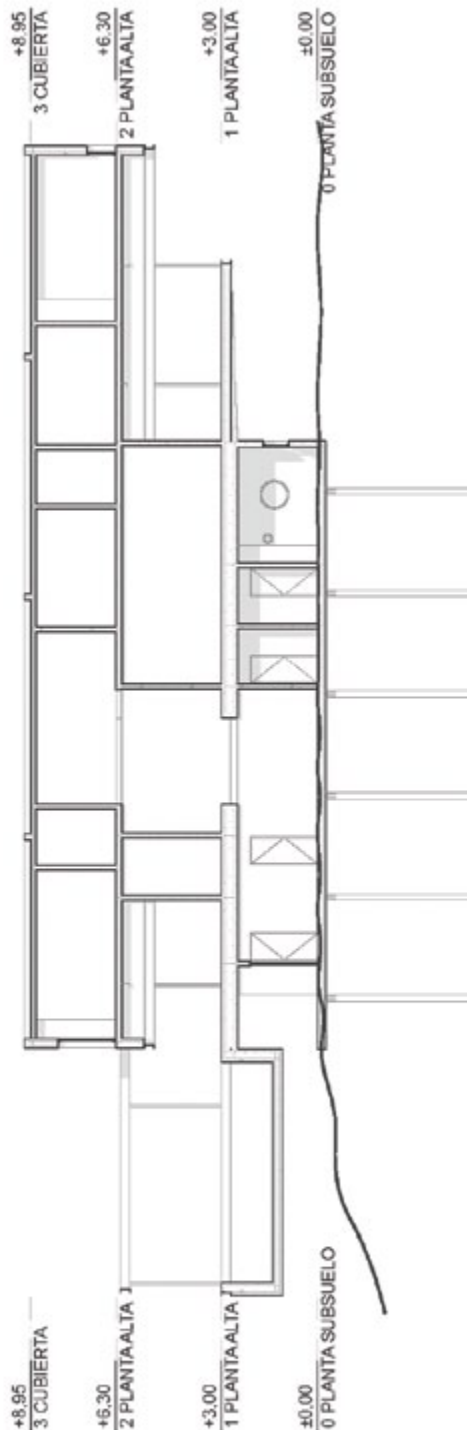


PLANTA



CORTE A-A





CORTE B-B

### Análisis Estructural

Debido a las condiciones del terreno esta vivienda presenta una estructura singular y compleja, formada por losas acarteladas, muros portantes de hormigón armado y pequeñas columnas metálicas de 100mm, que descansa sobre una plataforma anclada al terreno a través de pilotes de 12 m que brindan la estabilidad necesaria a la construcción.

Un detalle importante que se debe destacar es que los muros de hormigón armado del volumen superior aparentan estar soportados por un canal metálico 300x100mm pero en realidad la altura de este muro incluye a las vigas de hormigón armado que se encuentran descolgadas de la losa quedando así el canal metálico como un elemento estético.

El bloque superior de la vivienda produce una sensación de inestabilidad ya que este se encuentra sustentado por un núcleo central que está compuesto por muros portantes de hormigón armado en forma de diafragma y columnas metálicas de 100mm.

De igual forma la estructura de la piscina está resuelta por vigas de hormigón que a su vez se convierten en la paredes de la misma formando un elemento monolito con la losa y utilizando su forma para distribuir las cargas.

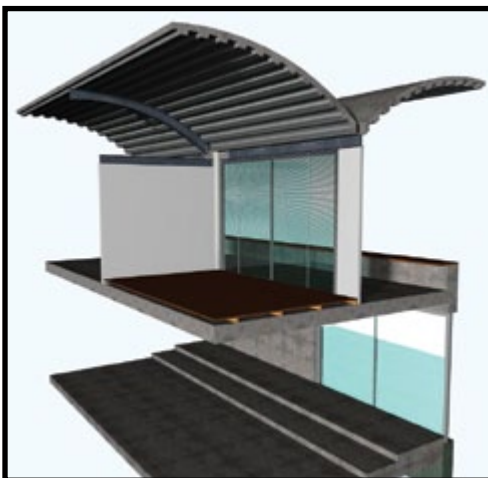
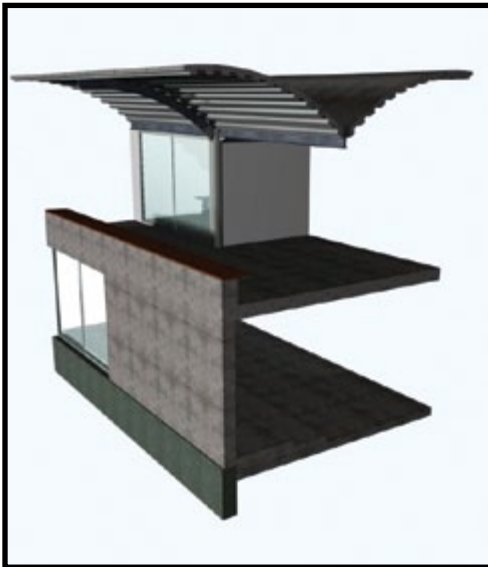
Para alivianar el peso de la estructura en la área social, esta se encuentra cubierta por medio de una estructura metálica que forman la losa que a su vez sirve de terraza para el piso superior. La estructura de esta cubierta está soportada por columnas metálicas de 100mm a un extremo y por la viga de hormigón armado que cuelga del bloque superior.

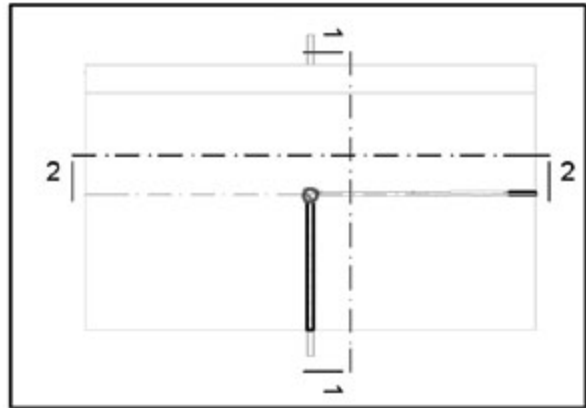
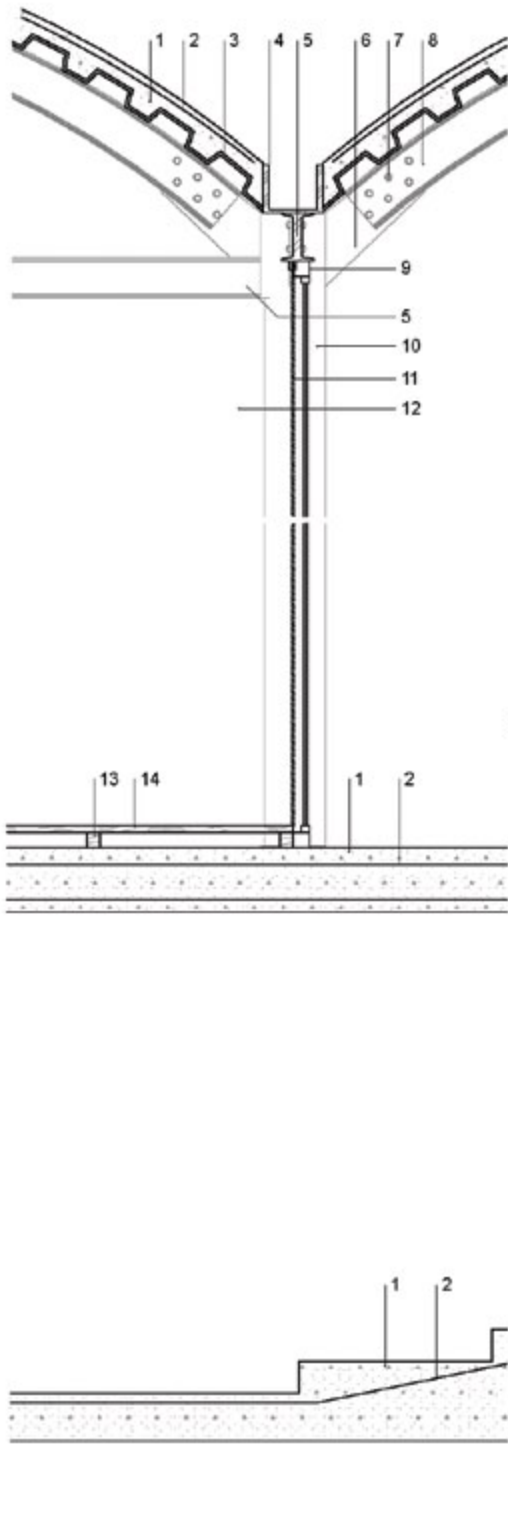


**3.2.4 Toyo Ito.**

La casa en Magomezawa es un proyecto de una estructura simple, en donde se estudiará los detalles de las uniones, los perfiles metálicos de la planta alta, los muros portantes de hormigón y la cubierta formada por dos cúpulas de estructura mixta.

Casa en Magomezawa.

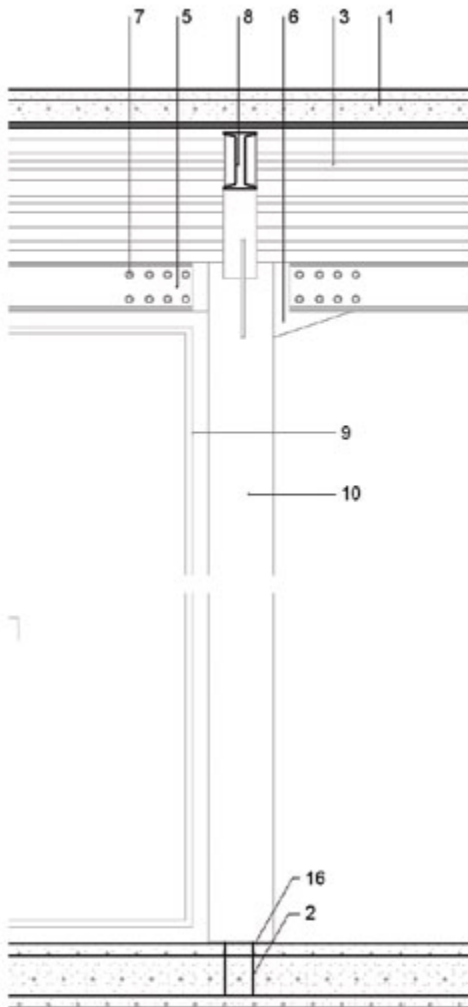




PLANTA

1 SECCION

- 1 Hormigón Estructural
- 2 Hierro de Refuerzo
- 3 Placa Colaborante
- 4 Canal Metálico "U" 200x100x6mm
- 5 Viga Metálica "I" 160x82mm
- 6 Cartela Metálica de Unión
- 7 Roblones
- 8 Viga Metálica "I" Curva 160x82mm
- 9 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 10 Columna Metálica Redonda 200mm
- 11 Persianas
- 12 Panel Prefabricado de Hormigón
- 13 Tablones de Madera
- 14 Tiras de Madera
- 15 Tablero de Madera
- 16 Placa Metálica



2 SECCION

### Análisis Constructivo

El esquema estructural de esta vivienda esta dividido en dos partes:

- La planta baja esta formada por una estructura sencilla de losas y muros portantes de hormigón armado(1-2) en donde se dejan los vanos para puertas y ventanas(9).

- La planta alta tiene una estructura metálica que parte desde la unión entre las columnas metálicas(10) y la losa de hormigón armado a través de una placa metálica(16).

Las columnas se unen con las vigas(5) a través de cartelas(6), las mismas que se unen a las columnas por medio de suelda, y mientras que su unión a las vigas es con roblones(7).

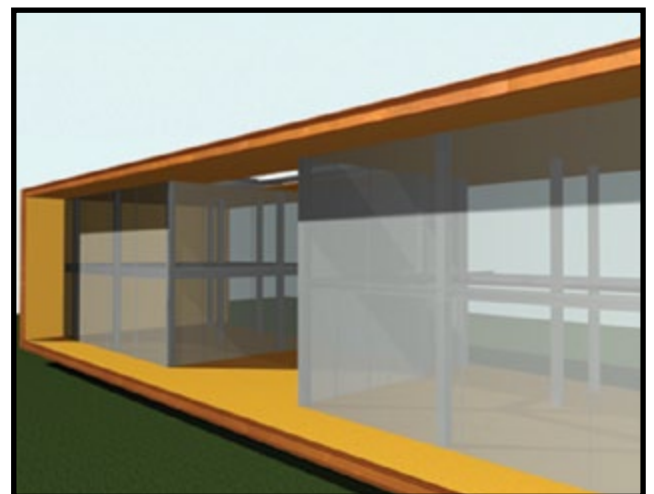
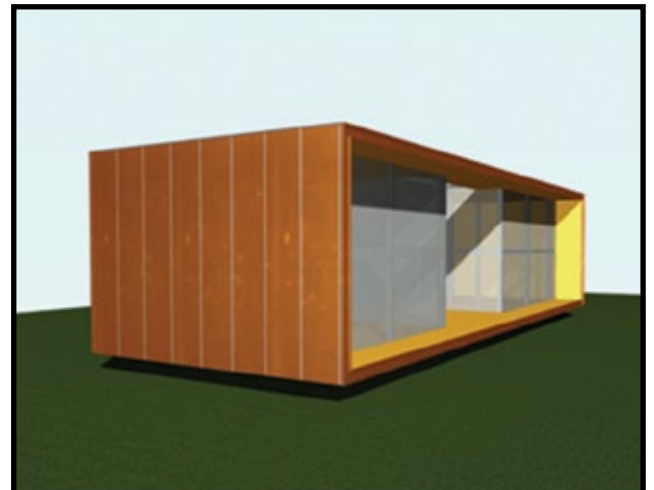
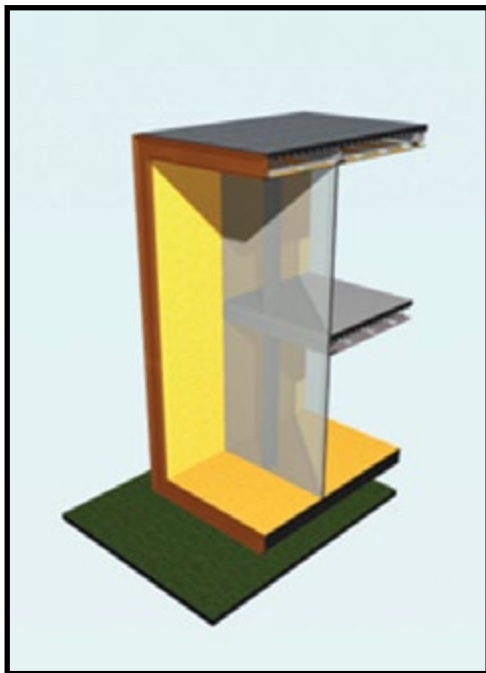
Las vigas horizontales forman un esqueleto para la colocación de la perfilera de aluminio(9), las persianas(11) y los paneles prefabricados(12) de hormigón que se utilizan para separar las dependencias. Las vigas curvas(8) sirven para soportar las cubiertas formadas por placas colaborantes(3) y hormigón. En la unión de las cubiertas se ha colocado un canal(4) que sirve para la recolección de las aguas lluvias.

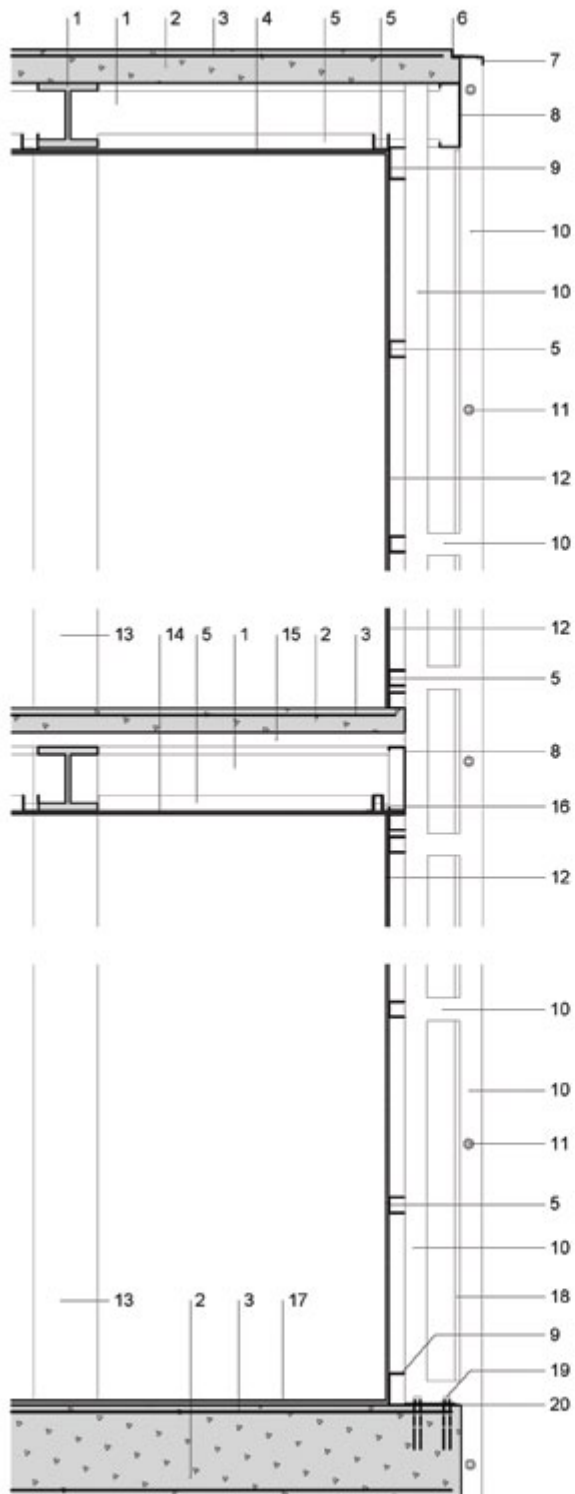
- 1 Hormigón Estructural
- 2 Hierro de Refuerzo
- 3 Placa Colaborante
- 4 Canal Metálico "U" 200x100x6mm
- 5 Viga Metálica "I" 160x82mm
- 6 Cartela Metálica de Unión
- 7 Roblones
- 8 Viga Metálica "I" Curva 160x82mm
- 9 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 10 Columna Metálica Redonda 200mm
- 11 Persianas
- 12 Panel Prefabricado de Hormigón
- 13 Tablones de Madera
- 14 Tiras de Madera
- 15 Tablero de Madera
- 16 Placa Metálica



**3.2.5 Adrián Moreno.**

El recubrimiento exterior e interior de la casa X son detalles constructivos importantes que se estudiarán, ya que soportan las láminas de metal oxidado en las fachadas laterales y los paneles maderados del interior, recubriendo a la estructura metálica, el aislante y las uniones entre los diferentes elementos.

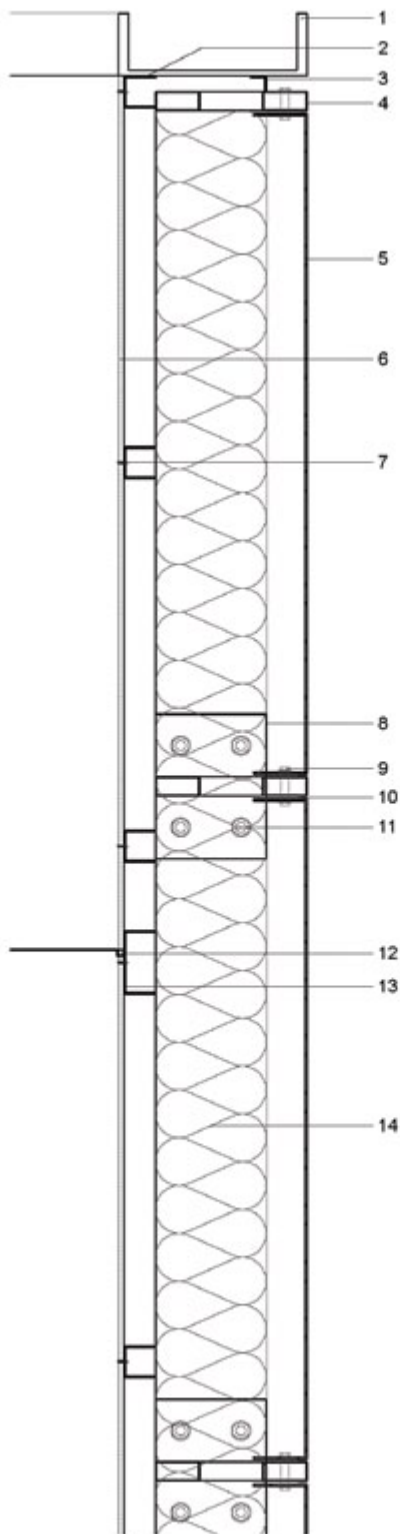




PLANTA

1 SECCION

- 1 Viga Metálica "I" 180x200x10mm
- 2 Hormigón Estructural
- 3 Hierro de Refuerzo
- 4 Tablero de Plywood 10mm
- 5 Canal Metálico 50x50x2mm
- 6 Angulo Metálico 25x25x2mm
- 7 Platina de Acero Doblada (Goteron)
- 8 Correa Metálica 200x50x15x3mm
- 9 Canal Metálico 100x50x2mm
- 10 Tubo Metálico Rectangular 70x30x2mm
- 11 Perno de Acero
- 12 Tablero de Plywood 9mm
- 13 Columna Metálica "I" 180x200x10mm
- 14 Estuco
- 15 Placa Colaborante
- 16 Perfil Omega 35x50x20x2mm
- 17 Tablero de Plywood 15mm
- 18 Plancha Metálica Oxidada
- 19 Pernos de Anclaje
- 20 Placa Metálica 5mm



PLANTA

2 PLANTA

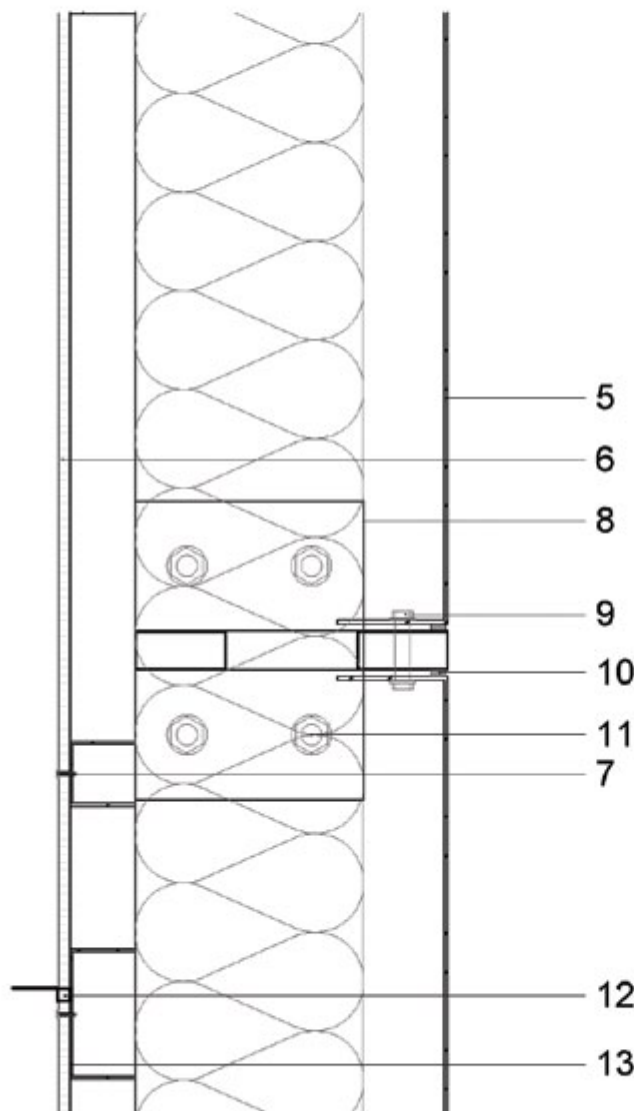
- 1 Canal Metálico 300x100x10mm
- 2 Canal Metálico 50x50x2mm
- 3 Angulo Metálico 25x25x2mm
- 4 Tubo Metálico Rectangular 70x30x2mm
- 5 Plancha Metálica Oxidada
- 6 Tablero de Plywood 9mm
- 7 Tornillo de Acero
- 8 Placa Metálica
- 9 Perno de Acero
- 10 Silicon Aislante
- 11 Perno de Anclaje
- 12 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 13 Canal Metálico 100x50x2mm
- 14 Aislante Acústico y Térmico

### Análisis Constructivo

Para anclar las planchas metálicas oxidadas (5) a las paredes de esta obra se emplea una semi estructura adicional construida con canales(2y13), ángulos(3) y tubos(4) metálicos no estructurales unidos con pernos de acero(9) o con suelda.

Esta mencionada estructura sirve para sostener exteriormente las planchas de metal oxidado(5), mientras que hacia el interior ayuda a colocar los tableros de plywood(6) que sirven de acabado en las paredes, y en el espacio interior formado entre las planchas y el plywood se coloca un aislante acústico y térmico(14) que ayuda a mantener el confort en la vivienda.

Todos estos elementos se encuentran anclados a la estructura principal ya sea mediante placas metálicas(8) y pernos de anclaje(11) en la losa o mediante suelda para unirlos a las vigas y columnas estructurales.



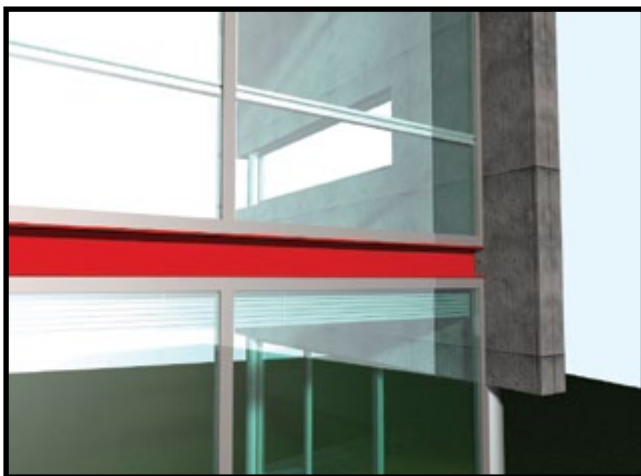
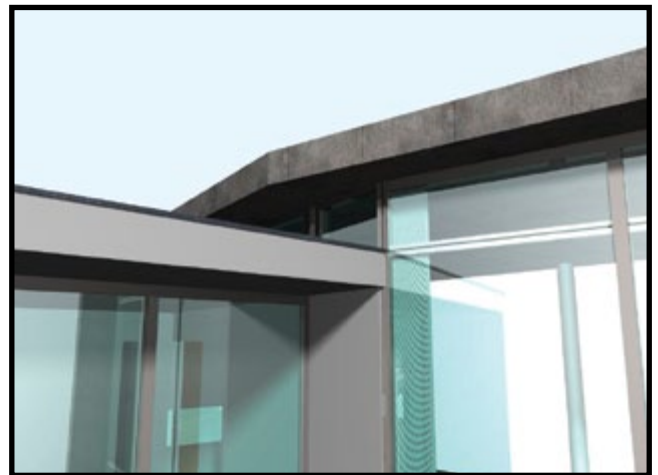
- 1 Canal Metálico 300x100x10mm
- 2 Canal Metálico 50x50x2mm
- 3 Angulo Metálico 25x25x2mm
- 4 Tubo Metálico Rectangular 70x30x2mm
- 5 Plancha Metálica Oxidada
- 6 Tablero de Plywood 9mm
- 7 Tornillo de Acero
- 8 Placa Metálica
- 9 Perno de Acero
- 10 Silicon Aislante
- 11 Perno de Anclaje
- 12 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 13 Canal Metálico 100x50x2mm
- 14 Aislante Acústico y Térmico

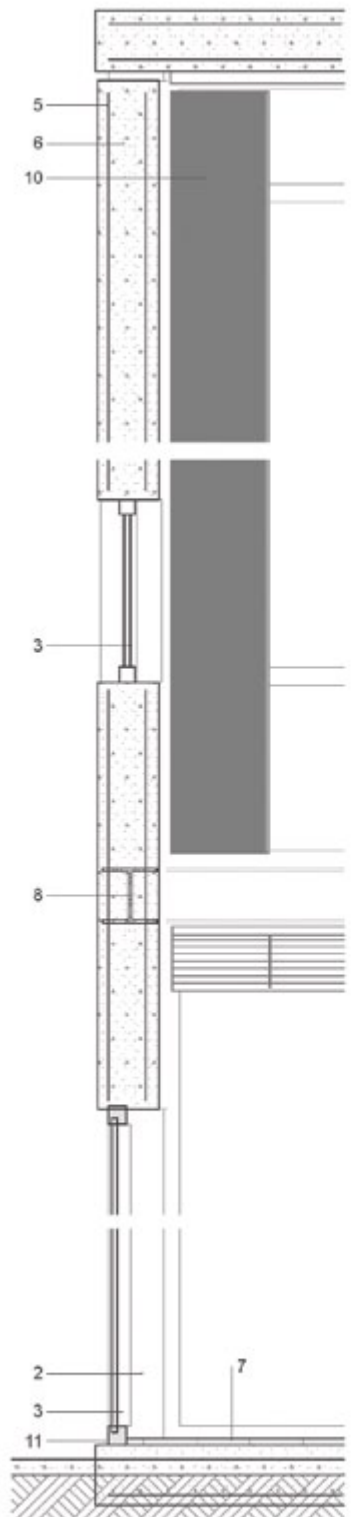




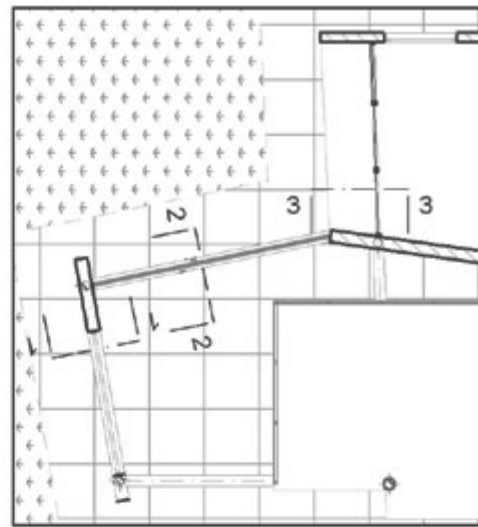
### 3.2.6 Adrián Moreno.

Este proyecto se caracteriza por la disposición de los diferentes volúmenes que se van entrelazando para crear espacios abiertos y cerrados en los que se distribuyen los espacios, por lo cual el estudio se centrará en entender las uniones de estos volúmenes y la expresión que se logra con los diferentes materiales.



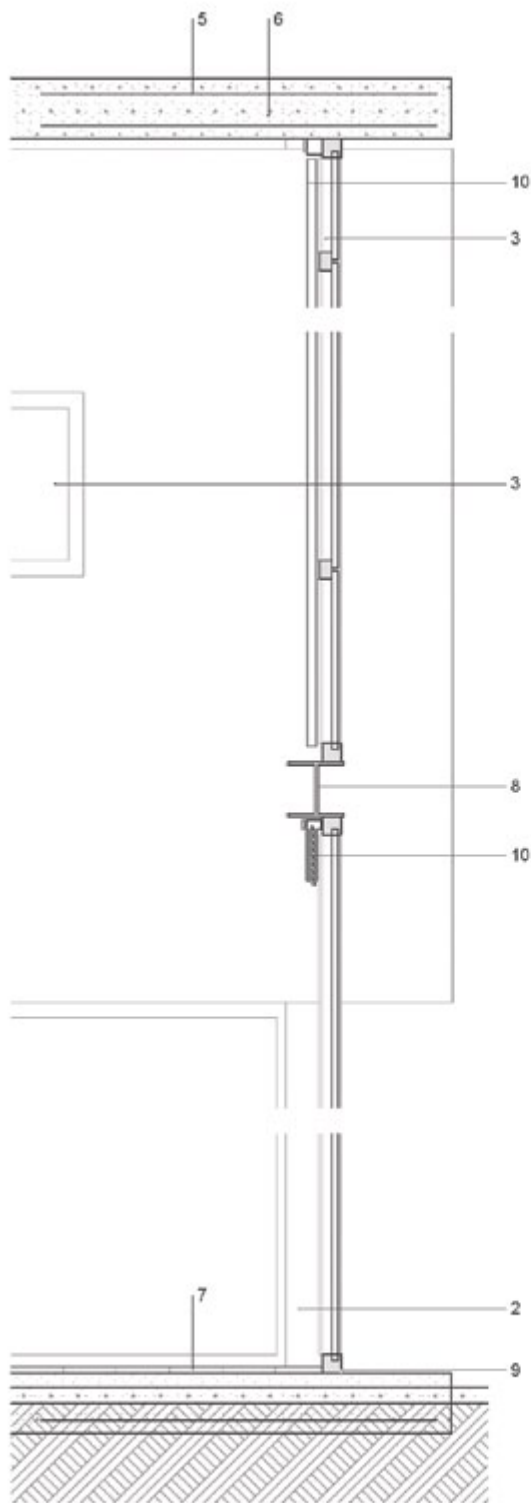


1 SECCION

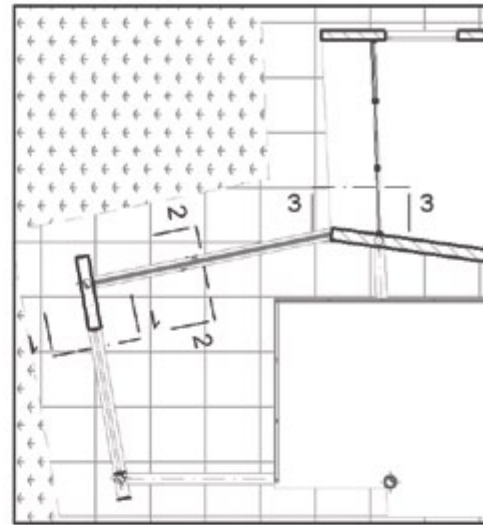


PLANTA

- 1 Hormigón Visto
- 2 Columna Metálica Redonda 180mm
- 3 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 4 Angulo Metálico 30x30mm
- 5 Hierro de Refuerzo
- 6 Hormigón Estructural
- 7 Piso Flotante
- 8 Viga Metálica "H" 180x180mm
- 9 Cerámica
- 10 Persianas
- 11 Placa Metálica

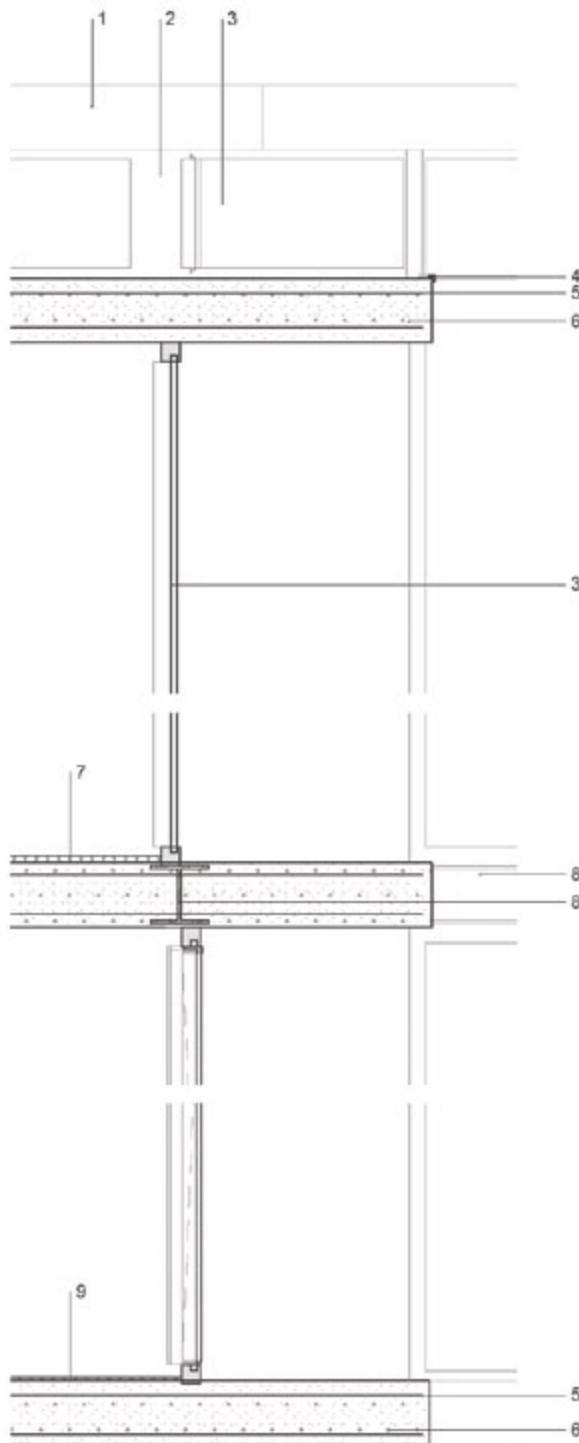


2 SECCION



PLANTA

- 1 Hormigón Visto
- 2 Columna Metálica Redonda 180mm
- 3 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 4 Angulo Metálico 30x30mm
- 5 Hierro de Refuerzo
- 6 Hormigón Estructural
- 7 Piso Flotante
- 8 Viga Metálica "H" 180x180mm
- 9 Cerámica
- 10 Persianas
- 11 Placa Metálica



### Análisis Constructivo

La estructura principal de esta vivienda es en base a un esqueleto metálico conformado por columnas de 180mm(2) y vigas H(8) de 180mm que soportan los muros y losas de hormigón armado.

La unión entre las columnas y las losas se resuelve con la ayuda de una placa metálica(11), mientras que las vigas y las columnas se unen por suelda pero a su vez las vigas van empotradas en los muros de hormigón armado(5-6).

Los pisos de la vivienda están resueltos con cerámica(9) en las zonas húmedas y piso flotante(7) para el resto de espacios, también para dejar que entre la mayor cantidad de luz se han utilizado grandes ventanales(3) que de ser necesario se pueden cerrar con la ayuda de persianas (10) que se encuentran ancladas a las vigas y losas de la vivienda.

Ya que se ha utilizado losas para resolver las cubiertas, en los bordes se coloca un ángulo(4) que sirve de goterón para que estos no se manchen debido a la lluvia.

- 1 Hormigón Visto
- 2 Columna Metálica Redonda 180mm
- 3 Perfiliería de Aluminio y Vidrio
- 4 Angulo Metálico 30x30mm
- 5 Hierro de Refuerzo
- 6 Hormigón Estructural
- 7 Piso Flotante
- 8 Viga Metálica "H" 180x180mm
- 9 Ceramica
- 10 Persianas
- 11 Placa Metálica

3 SECCION



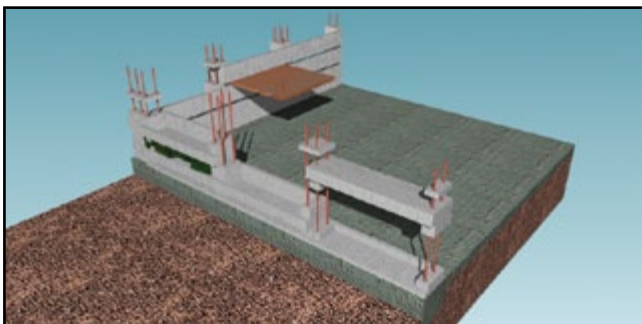
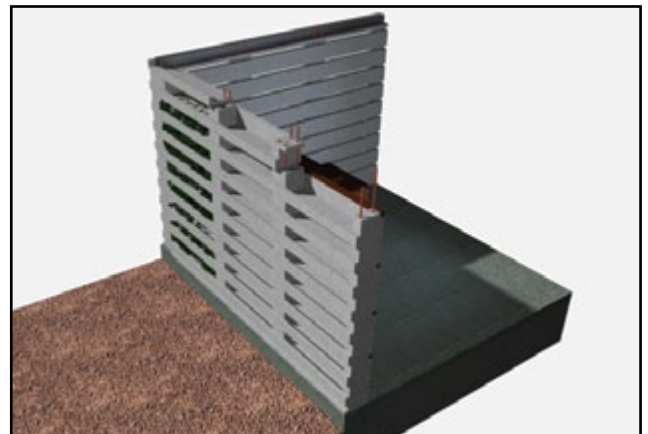
### 3.2.7 José María Sáez.

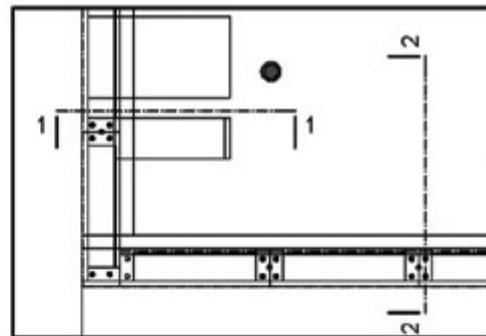
La casa Pentimento es un proyecto único ya que se basa en el empleo de un solo elemento prefabricado de hormigón, con el cual se resuelven tanto la estructura como las paredes y los acabados, por lo tanto el estudio nos ayudará a aclarar, entender y reflexionar sobre el método constructivo.

Casa Pentimento.

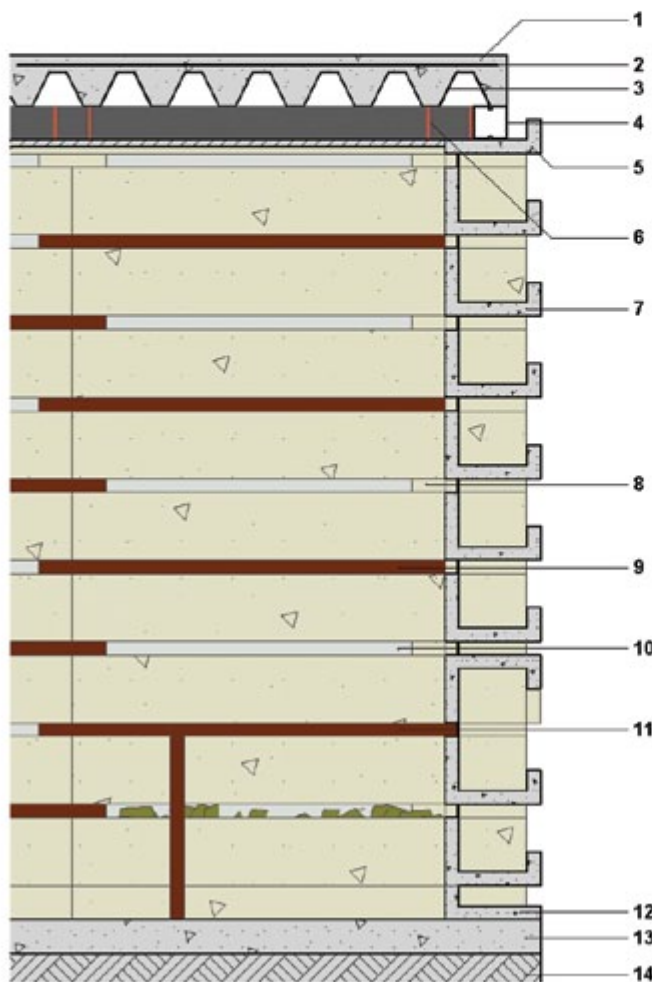


73





PLANTA



1 SECCION

- 1 Hormigón Estructural
- 2 Hierro de Refuerzo
- 3 Placa Colaborante
- 4 Doble Correa Metálica 100x50x10x3mm
- 5 Prefabricado de Hormigón (Canal de Agua)
- 6 Varilla de Acero Ø8mm
- 7 Prefabricado de Hormigón Tipo
- 8 Prefabricado de Hormigón (Uniones)
- 9 Tiras de Madera 40x40mm
- 10 Acrílico 3mm con Angulo de Aluminio 1/2"
- 11 Mobiliario de Madera
- 12 Prefabricado de Hormigón (Base)
- 13 Hormigón Estructural para Cimentación
- 14 Suelo Compactado

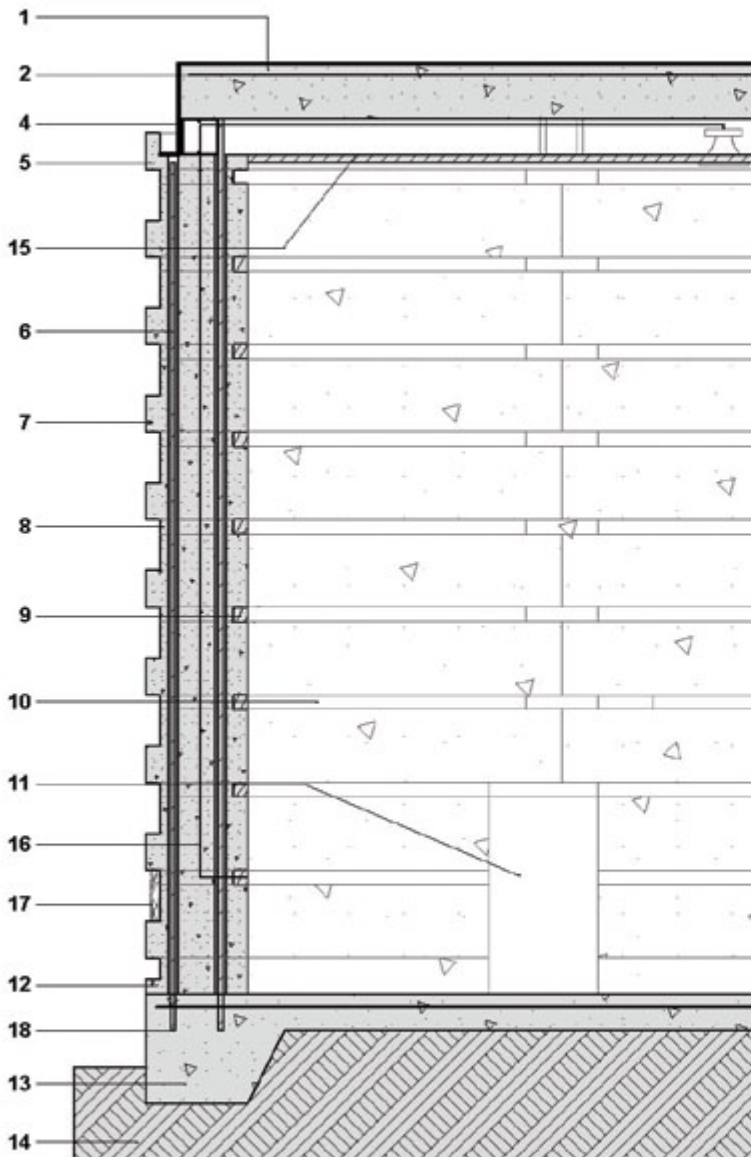


## Análisis Constructivo

Luego de nivelar y compactar el terreno(14) se funde una losa de cimentación(13) en la cual se dejan salidas las varillas de acero(6) que sirven de guía para el armado de las piezas prefabricadas.

El sistema se basa en la sobreposición de diferentes tipos de elementos prefabricados unidos con mortero de cemento y alineados con las varillas de acero de la losa, en primer lugar se colocan las piezas de base(12) apoyadas directamente en la losa, sobre estas van pequeñas piezas igualmente prefabricadas que sirven de unión(8) y pueden ser cuadradas, rectangulares o en forma de L según se necesite, luego se ubican los bloques tipo(7) que forman las paredes de la edificación quedando entre cada uno pequeños espacios que permiten el paso de la luz y en caso de ser necesario son rellenados con tiras de madera(9) o acrílico(10), finalmente para rematar el muro se colocan las últimas piezas del sistema(5) que permiten formar un canal para la circulación del agua lluvia hacia los bajantes.

Para solucionar la cubierta se colocan en primer lugar correas metálicas(4) sobre los muros, luego sobre estas se disponen las placas colaborantes(3) y finalmente se funde una chapa de compresión(1) que sirve además de cubierta ya que tiene una pequeña pendiente para ayudar a la evacuación de agua hacia los canales periféricos.



- 1 Hormigón Estructural
- 2 Hierro de Refuerzo
- 3 Placa Colaborante
- 4 Doble Correa Metálica 100x50x10x3mm
- 5 Prefabricado de Hormigón (Canal de Agua)
- 6 Varilla de Acero Ø8mm
- 7 Prefabricado de Hormigón Tipo
- 8 Prefabricado de Hormigón (Uniones)
- 9 Tiras de Madera 40x40mm
- 10 Acrílico 3mm con Angulo de Aluminio 1/2"
- 11 Mobiliario de Madera
- 12 Prefabricado de Hormigón (Base)
- 13 Hormigón Estructural para Cimentación
- 14 Suelo Compactado
- 15 Estuco
- 16 Cableado Central
- 17 Vegetación para Fachada Jardín
- 18 Anclaje con Pegamento Epóxico

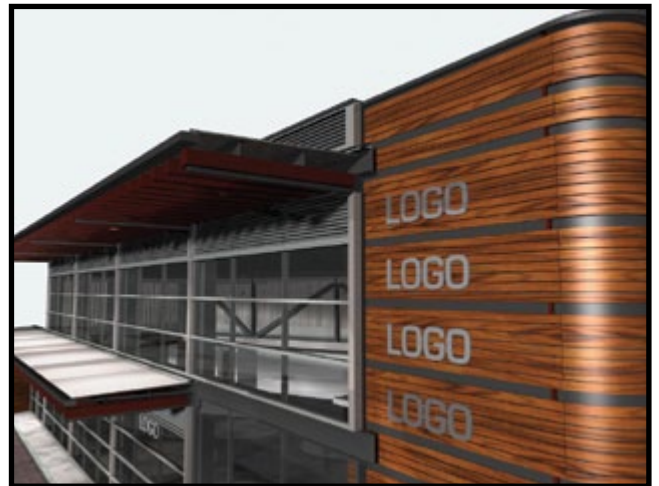
2

SECCION

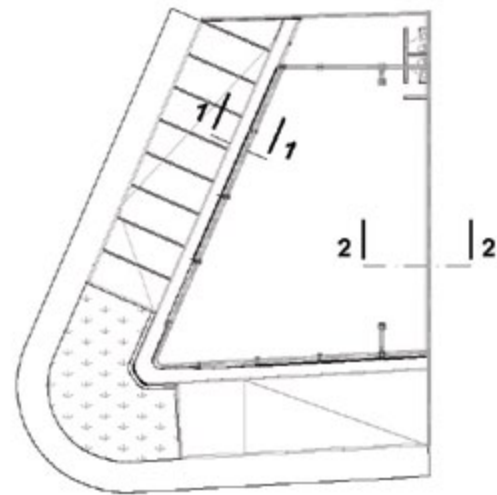
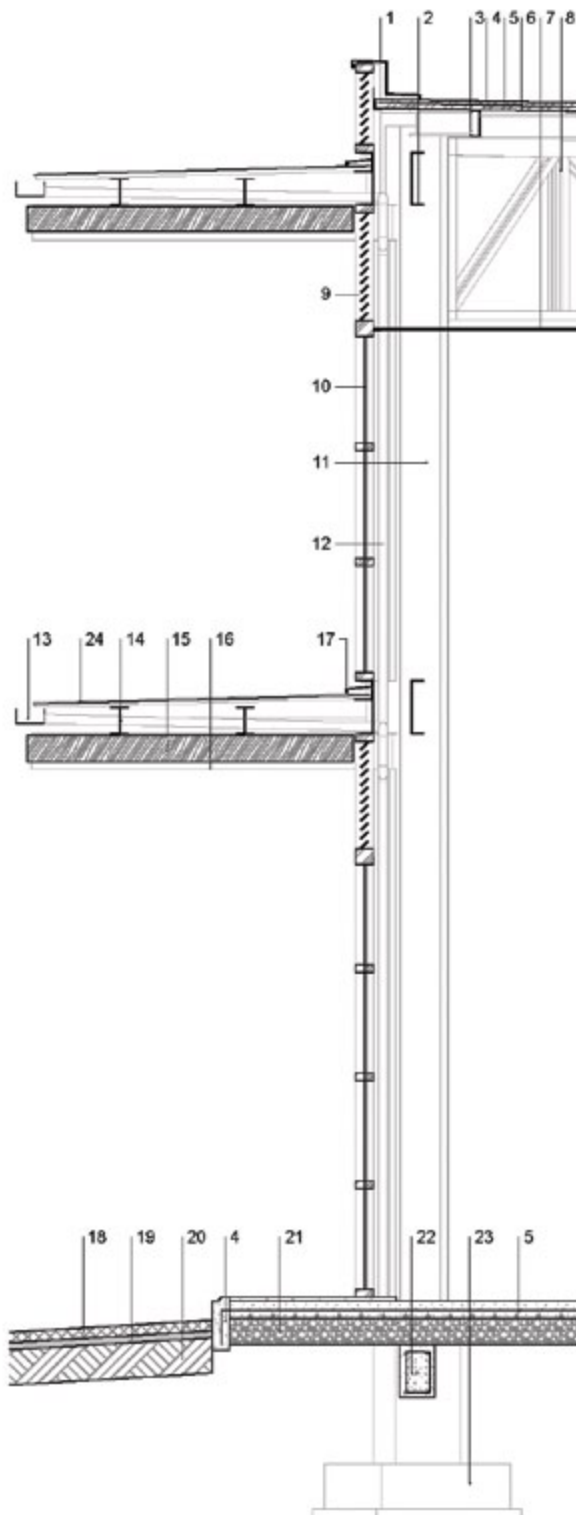
### 3.2.8 Sergio Zalamea.

En el local CC, se destaca la estructura vista, sus acabados y la unión con otros materiales como la madera y el vidrio que son los que predominan en las fachadas y dan realce al proyecto.

Local CC



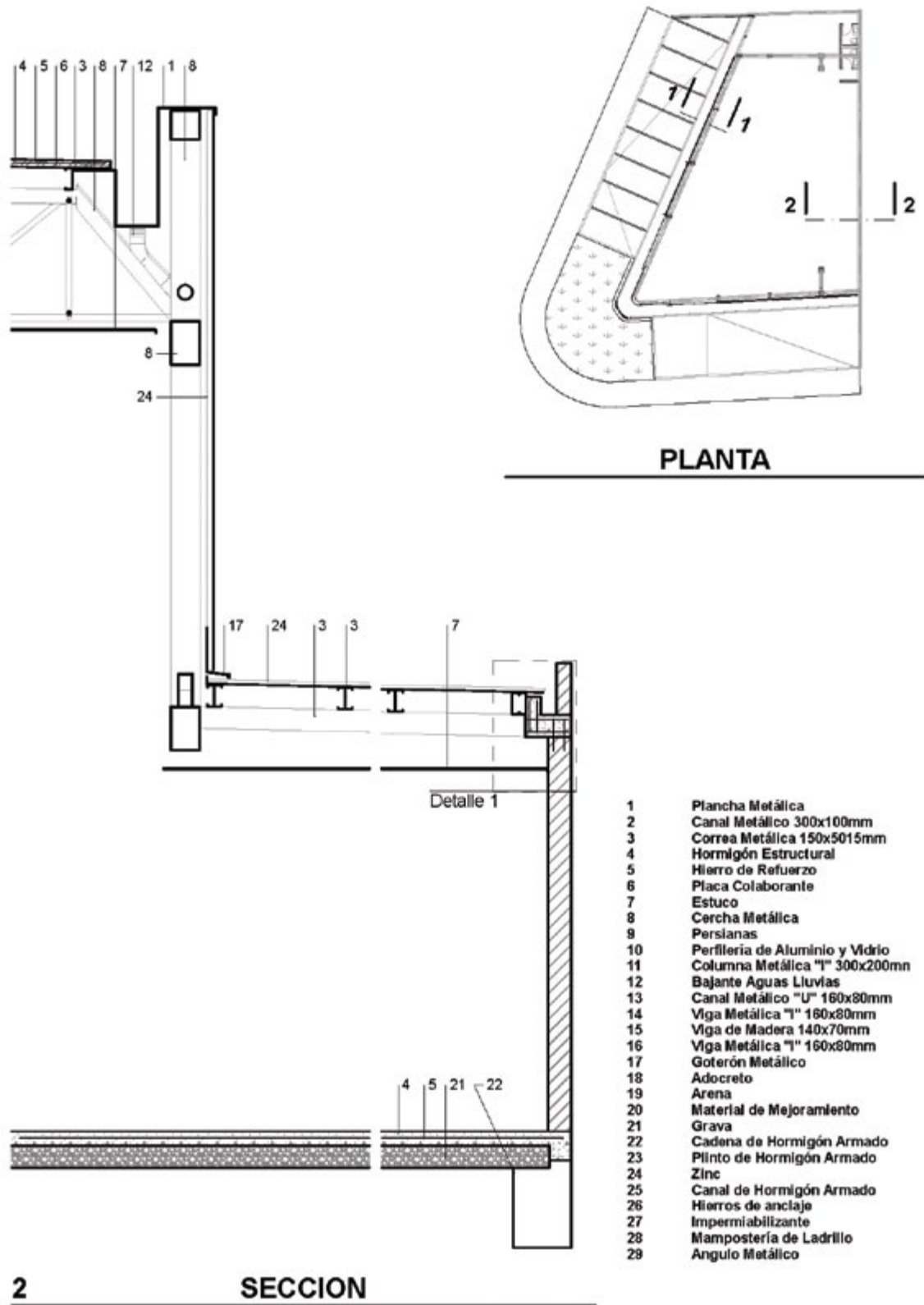




PLANTA

1 SECCION

- 1 Plancha Metálica
- 2 Canal Metálico 300x100mm
- 3 Correa Metálica 150x5015mm
- 4 Hormigón Estructural
- 5 Hierro de Refuerzo
- 6 Placa Colaborante
- 7 Estuco
- 8 Cercha Metálica
- 9 Persianas
- 10 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 11 Columna Metálica "I" 300x200mn
- 12 Bajante Aguas Lluvias
- 13 Canal Metálico "U" 160x80mm
- 14 Viga Metálica "T" 160x80mm
- 15 Viga de Madera 140x70mm
- 16 Viga Metálica "T" 160x80mm
- 17 Goterón Metálico
- 18 Adocreto
- 19 Arena
- 20 Material de Mejoramiento
- 21 Grava
- 22 Cadena de Hormigón Armado
- 23 Plinto de Hormigón Armado
- 24 Zinc
- 25 Canal de Hormigón Armado
- 26 Hierros de anclaje
- 27 Impermeabilizante
- 28 Mampostería de Ladrillo
- 29 Angulo Metálico



### Análisis Constructivo

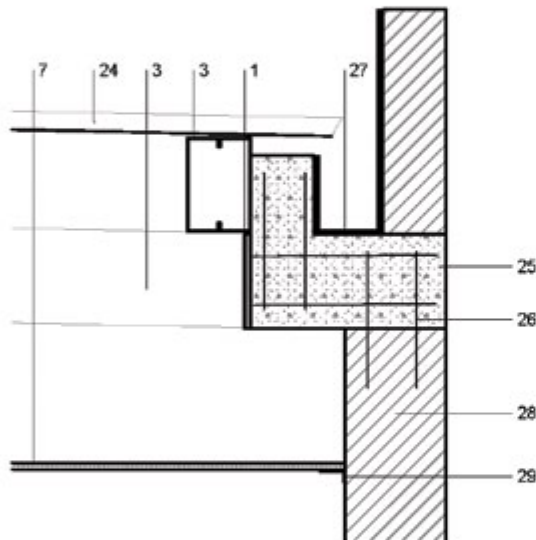
La estructura juega un papel muy importante en esta edificación, ya que a más de servir de sustento, se muestra en la estética del proyecto construido.

El esqueleto estructural esta formado por elementos metálicos, como columnas(11), vigas(2), correas(3), cerchas(8), y otros soldados entre si, y anclados a una losa de hormigón armado(4-5) que a su vez trasmite las cargas hacia los plintos de hormigón armado(23).

Las pergolas de esta edificación son elementos notables que se encuentran resueltos con una estructura de perfiles "I" (16) que sustentan a la vigas madera(15) y a las planchas de zinc(24). Para recolectar el agua lluvia se ha ubicado en el extremo interior de la pergola un goterón metálico (17) que dirige el agua hacia el extremo exterior donde se halla un canal metálico (13).

En las fachadas principales se ha utilizado grandes ventanales(10) y persianas(9) para cerrar la edificación, a diferencia de las fachadas adosadas, en donde se dispone de paredes de mampostería de ladrillo(26) y hacia el retiro, se han utilizado planchas de zinc(24) sujetas a una cercha metálica(8) que sirve como elemento de cierre.

Para la resolución de la cubierta debido a las grandes luces, se han utilizado cerchas metálicas(8) que ayudan a sustentar la losa resuelta con placa colaborante(6), consiguiendo así un espacio interior libre de columnas.



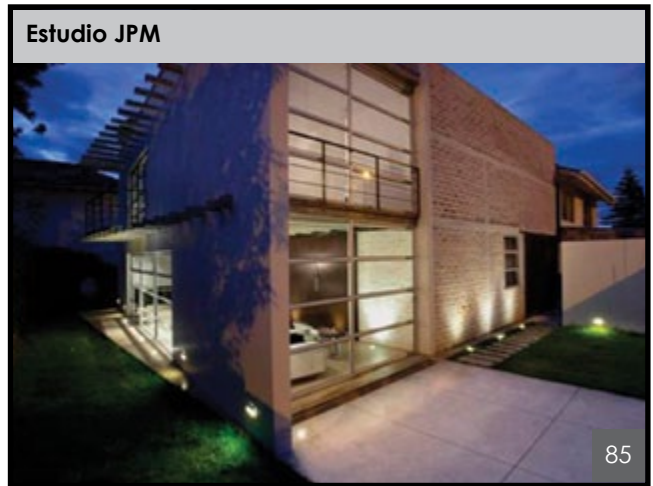
Detalle 1

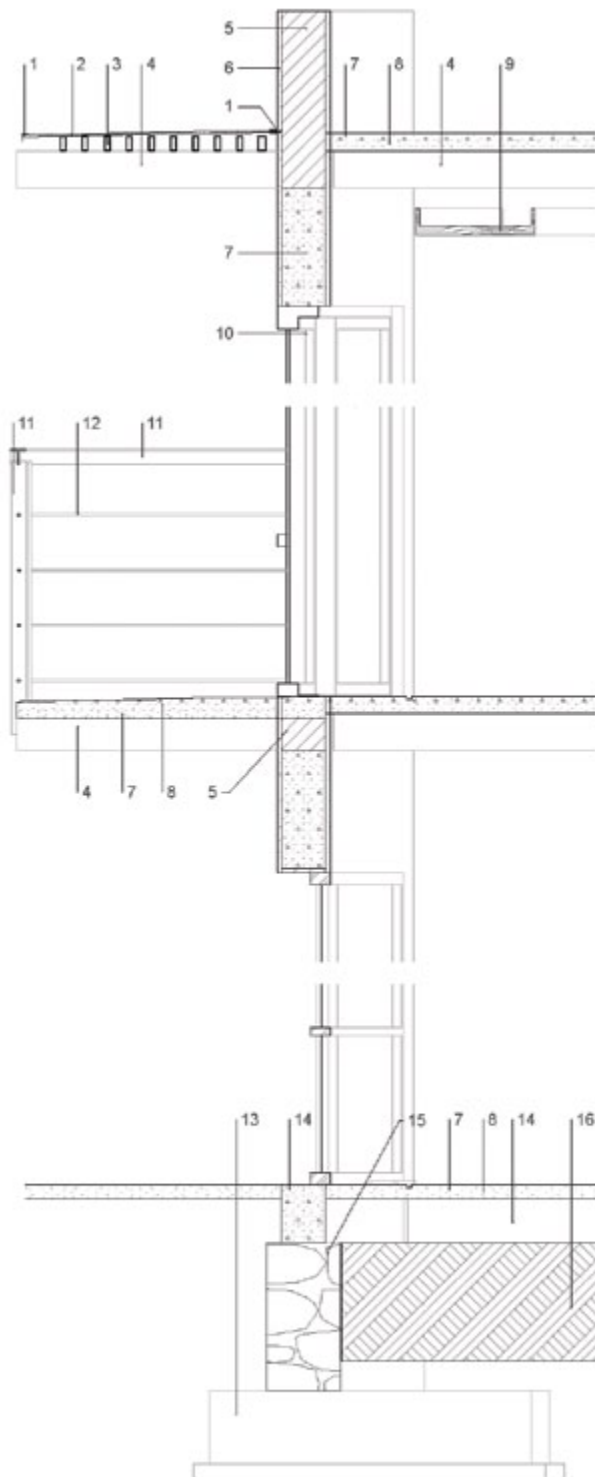
- 1 Plancha Metálica
- 2 Canal Metálico 300x100mm
- 3 Correa Metálica 150x5015mm
- 4 Hormigón Estructural
- 5 Hierro de Refuerzo
- 6 Placa Colaborante
- 7 Estuco
- 8 Cercha Metálica
- 9 Persianas
- 10 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 11 Columna Metálica "I" 300x200mm
- 12 Bajante Aguas Lluvias
- 13 Canal Metálico "U" 160x80mm
- 14 Viga Metálica "I" 160x80mm
- 15 Viga de Madera 140x70mm
- 16 Viga Metálica "I" 160x80mm
- 17 Goterón Metálico
- 18 Adocreto
- 19 Arena
- 20 Material de Mejoramiento
- 21 Grava
- 22 Cadena de Hormigón Armado
- 23 Plinto de Hormigón Armado
- 24 Zinc
- 25 Canal de Hormigón Armado
- 26 Hierros de anclaje
- 27 Impermeabilizante
- 28 Mampostería de Ladrillo
- 29 Angulo Metálico



### 3.2.9 Sergio Zalamea.

Lo interesante de este proyecto es la unión de la nueva estructura a una construcción existente, logrando la armonía entre lo nuevo y lo viejo, dándole mayor carácter a la edificación, por lo tanto el estudio se centrará en los nuevos elementos contruidos.



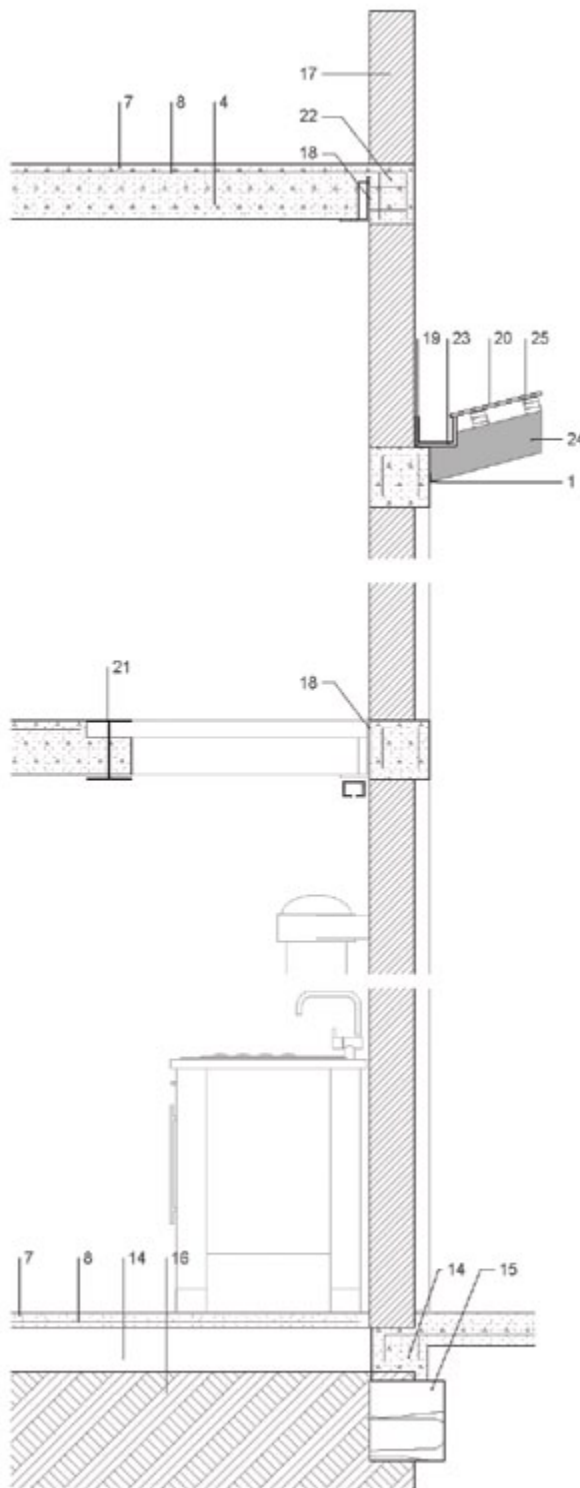


1 SECCION



PLANTA

- 1 Angulo Metálico 25x25
- 2 Zinc
- 3 Tubo Metálico Rectangular 25x50
- 4 Viga Prefabricada de Hormigón
- 5 Mampostería de Bloque
- 6 Enlucido
- 7 Hormigón Estructural
- 8 Hierro de Refuerzo
- 9 Cieloraso de Madera
- 10 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 11 Platina 50x4
- 12 Tubo Metálico Redondo 12
- 13 Plinto de Hormigón Armado
- 14 Cadena de Hormigón Armado
- 15 Cimiento de Hormigón Ciclópeo
- 16 Material de Mejoramiento
- 17 Mampostería de Ladrillo
- 18 Angulo Metálico 100x150
- 19 Canal Metálico "U" 150x10
- 20 Cubierta de Teja
- 21 Viga Metálica "I" 150x200
- 22 Viga de Hormigón Armado
- 23 Impermeabilizaste
- 24 Viga de Madera 70x140
- 25 Tira de Madera 40x50



**Análisis Constructivo**

Debido a que ésta construcción fue una ampliación de una edificación existente, la unión de las estructuras se resolvió con vigas prefabricadas(4) que se unen a las vigas existentes(22) por medio de un ángulo metálico(18) soldado a los hierros, y se apoyan a las vigas de hormigón armado(22) de la ampliación.

La ampliación consta de un muro(5) en el que contiene el portico de hormigón armado (22), elemento estructural principal que recibe las cargas de la nueva sección.

A diferencia de la construcción existente que posee mampostería de ladrillo(17), la nueva construcción esta resuelta con mampostería de bloque(5) y perfilaría de aluminio y vidrio(10).

Para resolver el vano de las gradas se colocó una viga metálica "I"(21) apoyada en sus extremos permitiendo sustentar las vigas prefabricadas(4), transmitiendo las cargas hacia el ángulo metálico(18).

- 1 Angulo Metálico 25x25
- 2 Zinc
- 3 Tubo Metálico Rectangular 25x50
- 4 Viga Prefabricada de Hormigón
- 5 Mampostería de Bloque
- 6 Enlucido
- 7 Hormigón Estructural
- 8 Hierro de Refuerzo
- 9 Cieloraso de Madera
- 10 Perfilaría de Aluminio y Vidrio
- 11 Platina 50x4
- 12 Tubo Metálico Redondo 12
- 13 Piloto de Hormigón Armado
- 14 Cadena de Hormigón Armado
- 15 Cimiento de Hormigón Ciclópeo
- 16 Material de Mejoramiento
- 17 Mampostería de Ladrillo
- 18 Angulo Metálico 100x150
- 19 Canal Metálico "U" 150x10
- 20 Cubierta de Teja
- 21 Viga Metálica "I" 150x200
- 22 Viga de Hormigón Armado
- 23 Impermeabilizaste
- 24 Viga de Madera 70x140
- 25 Tira de Madera 40x50

**2 SECCION**







# capítulo cuatro

diseño de una vivienda  
unifamiliar





*"...La arquitectura es el juego de formas más genial, correcto y magnífico que existe." <sup>1</sup>*

*Le Corbusier*

#### 4.1.- ANTECEDENTES.

El objetivo de este capítulo es diseñar una vivienda unifamiliar que se adapte a las condiciones del medio en el que se va a implantar, utilizando el acero y el hormigón según los conocimientos y criterios obtenidos a lo largo del estudio.

#### 4.2.- PROGRAMA DE DISEÑO.

El programa de diseño establecido para la vivienda unifamiliar a diseñar está compuesto por los siguientes espacios:

##### \* Planta Baja

- Parqueo 2 vehículos 30m<sup>2</sup>
- Sala 20m<sup>2</sup>
- Comedor 15m<sup>2</sup>
- Cocina, Despensa, Lavandería 20m<sup>2</sup>
- Estudio 15m<sup>2</sup>
- Sala de Estar 12m<sup>2</sup>
- 1 Dormitorio 15m<sup>2</sup>
- 1 Baño Completo 3m<sup>2</sup>
- ½ Baño 1,5m<sup>2</sup>

##### \* Planta Alta

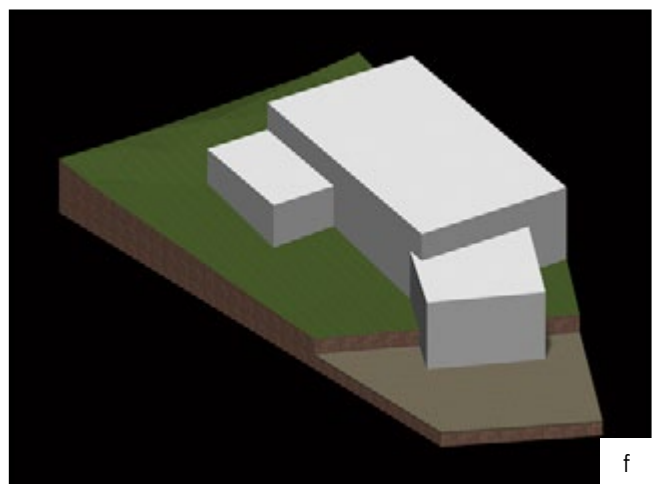
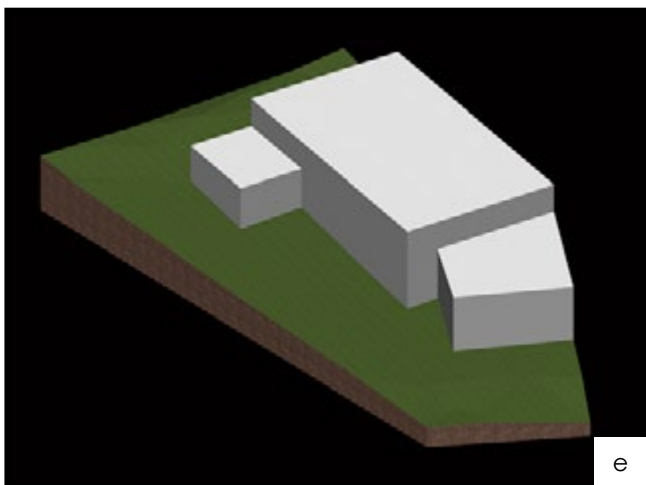
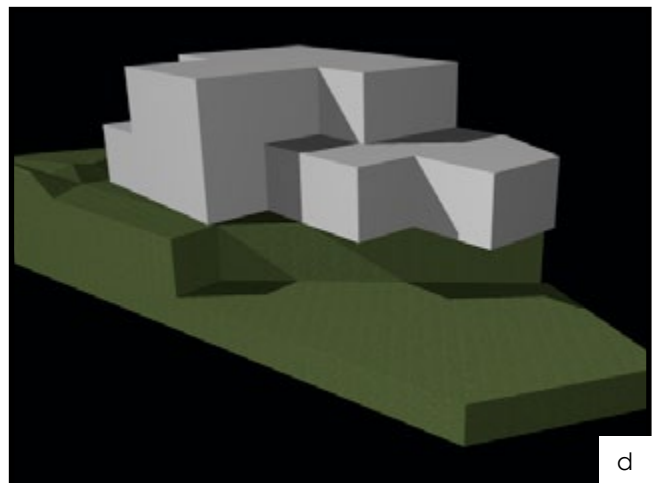
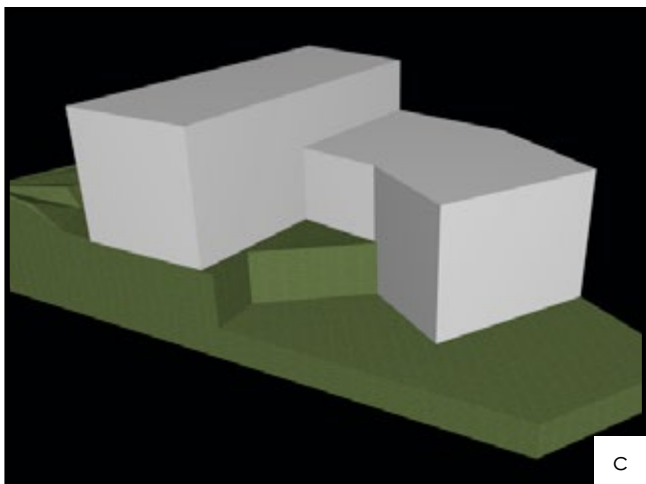
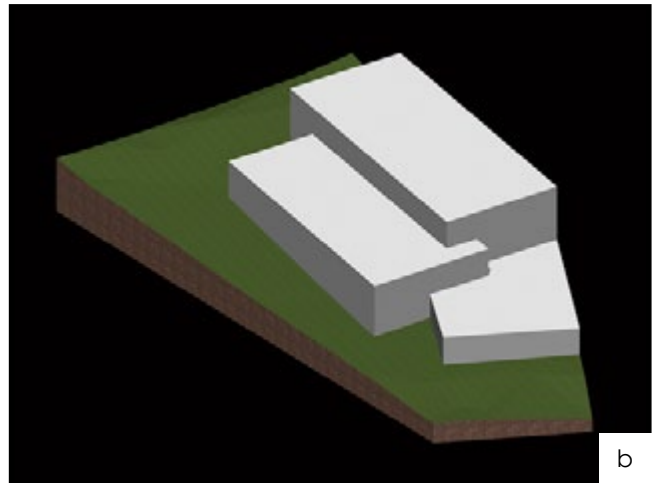
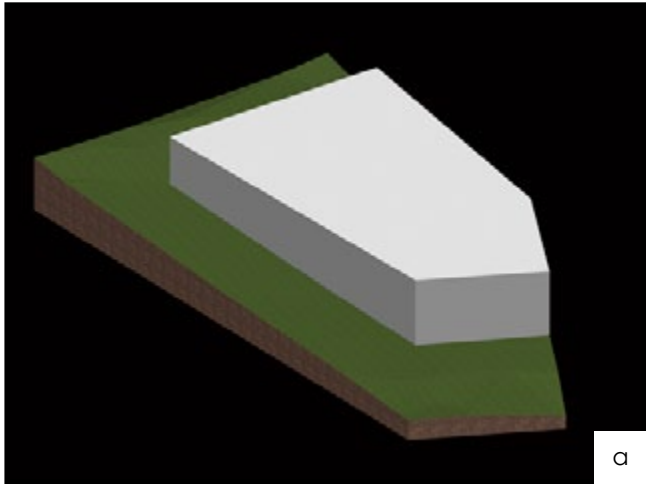
- Bodega 2m<sup>2</sup>
- 2 Dormitorios 40m<sup>2</sup>
- 2 Baños Completos 6m<sup>2</sup>
- Terrazas

#### 4.3.- SITIO DE EMPLAZAMIENTO.

Se ha escogido un terreno ubicado en el sector de Challuabamba, en el cual la vivienda puede estar adozada a un lado y debe dejarse retiro lateral izquierdo, posterior y frontal. El terreno presenta una forma geométrica poco regular con un área total de 358,52m<sup>2</sup>, y una pendiente del 14%, existiendo un desnivel de 4,00 entre los extremos.

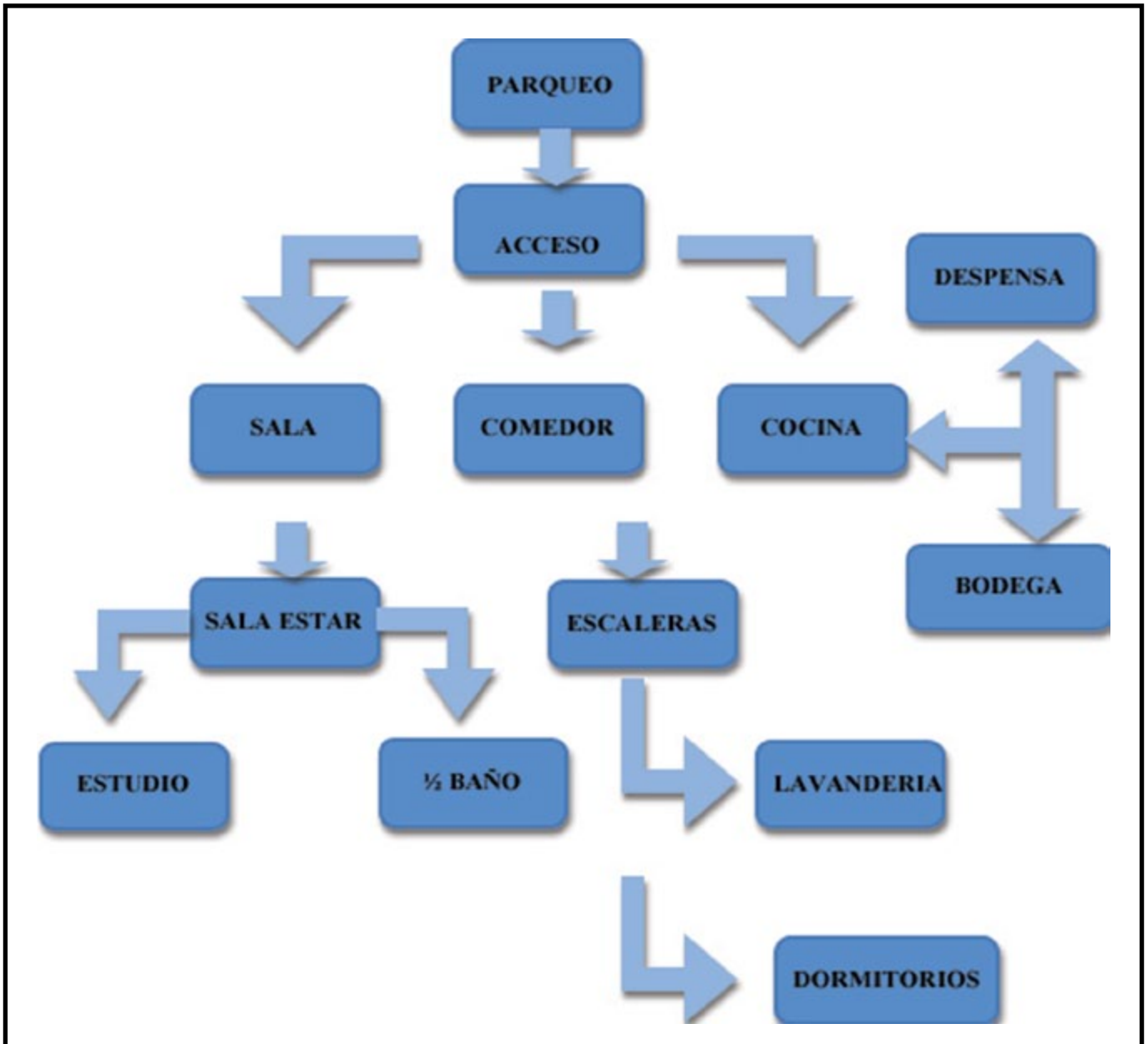


4.4.- PROCESO DE DISEÑO A TRAVÉS DE MAQUETAS VIRTUALES.

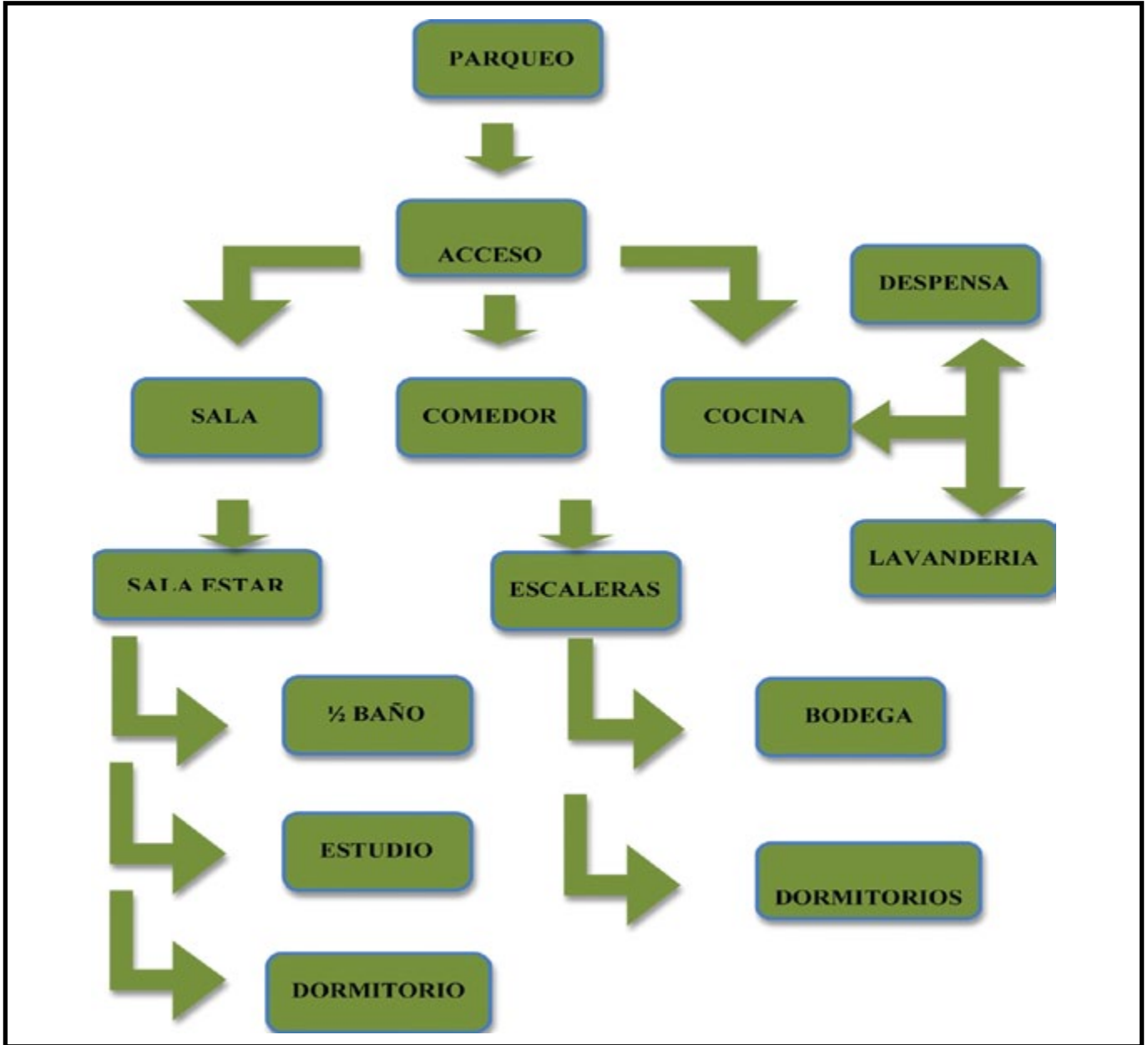


ZONIFICACIÓN:

Propuesta 1

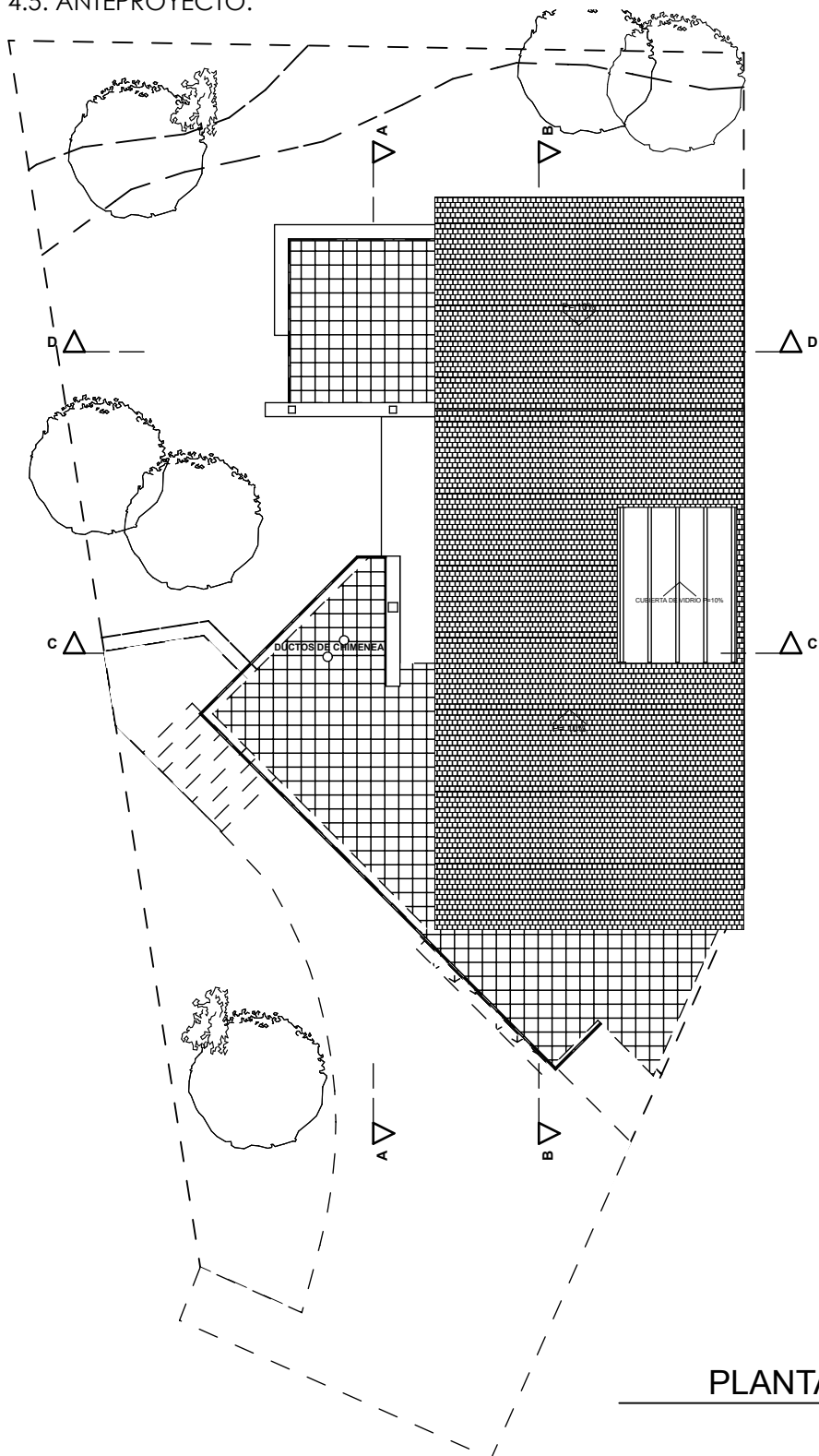


Propuesta 2



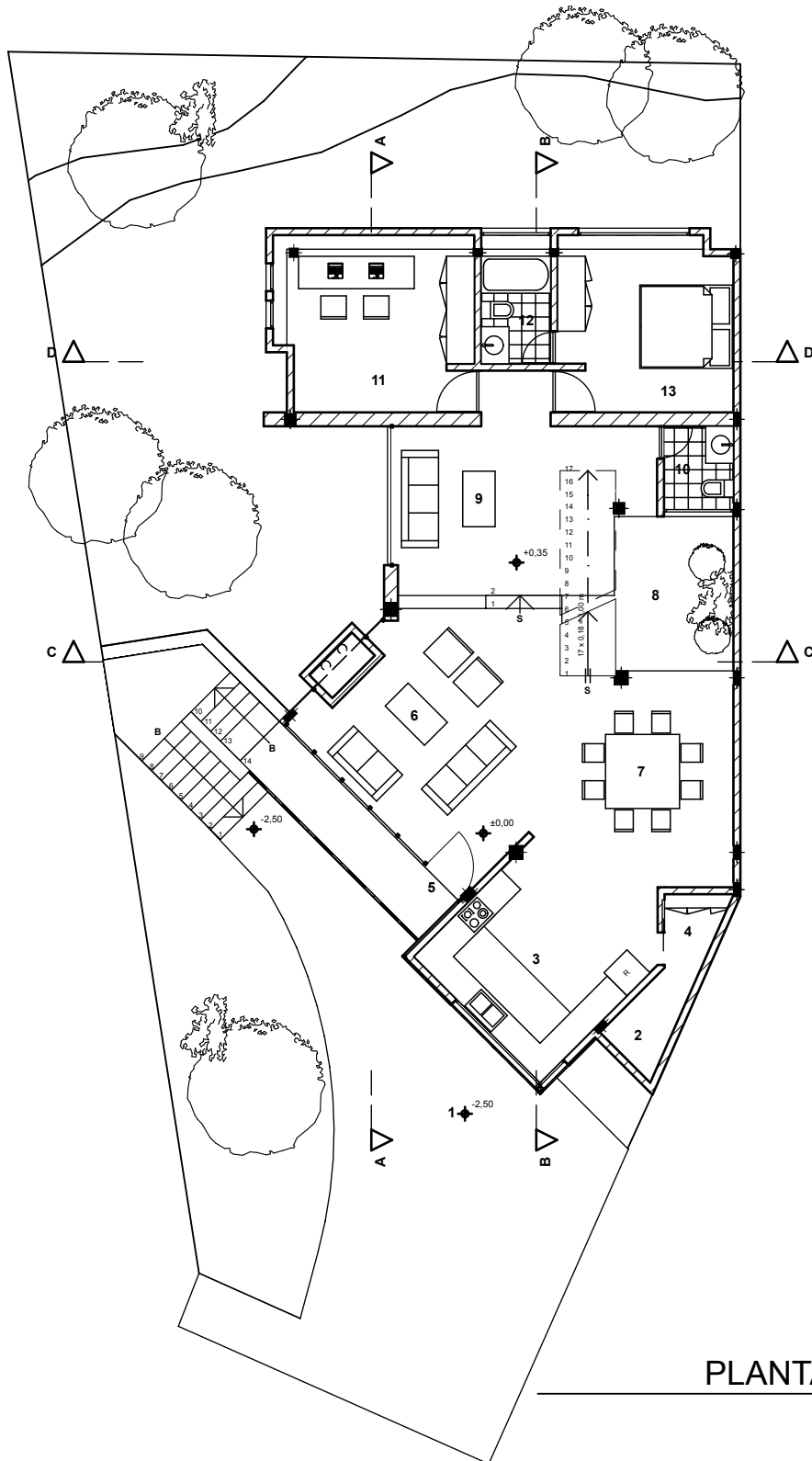
Luego de varios procesos de diseño y modificaciones de la volumetría mediante el modelado de maquetas virtuales, se ha llegado hasta la propuesta F siendo esta la escogida y para la cual se proponen dos posibles zonificaciones de las cuales se selecciona la segunda opción, debido a que en esta se consiguen mejores relaciones entre los espacios, formándose tres zonas, la primera de servicios luego la zona social y finalmente la zona de descanso permitiendo organizar de mejor manera las actividades favoreciendo así el funcionamiento de la vivienda.

4.5. ANTEPROYECTO.



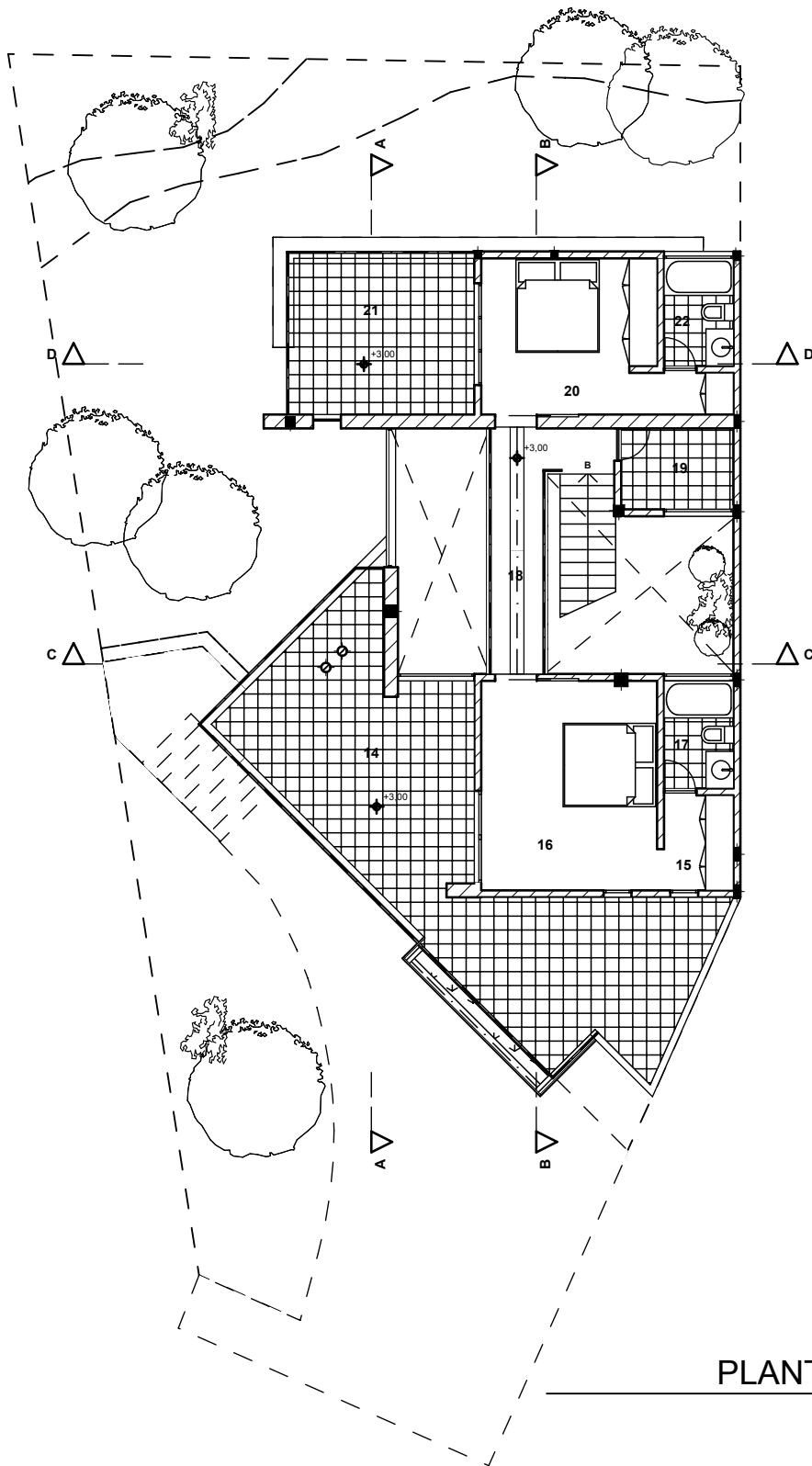
PLANTA CUBIERTA 1:150





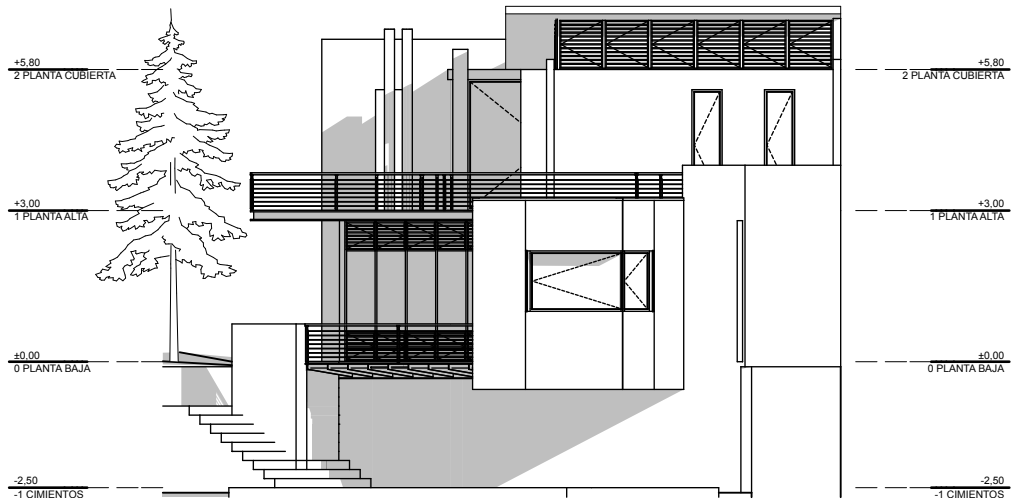
- 1 PARQUEO
- 2 LAVANDERIA
- 3 COCINA
- 4 DESPENSA
- 5 INGRESO
- 6 SALA
- 7 COMEDOR
- 8 PATIO INTERNO
- 9 ESTAR
- 10 BAÑO SOCIAL
- 11 ESTUDIO
- 12 BAÑO
- 13 DORMITORIO

PLANTA BAJA 1:150



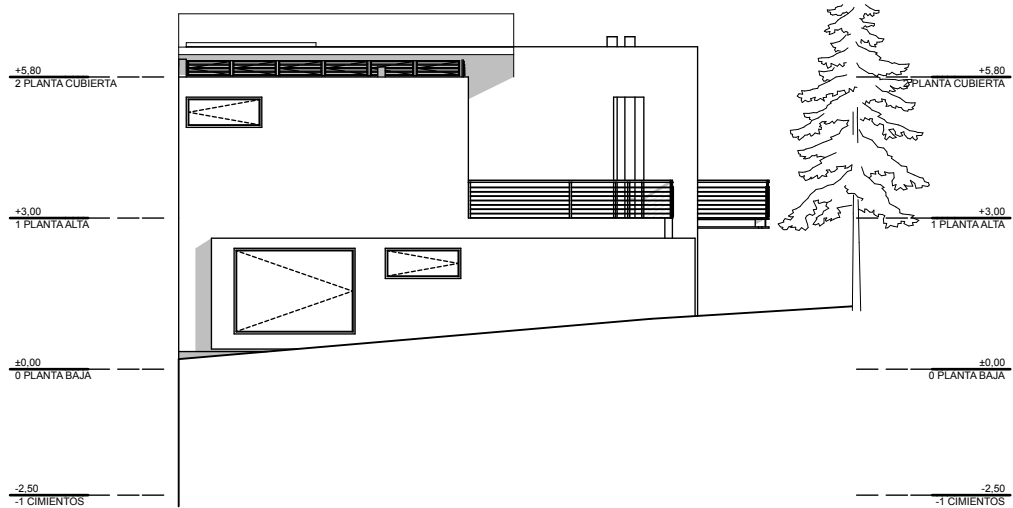
- 14 TERRAZA
- 15 VESTIDOR
- 16 DORMITORIO PRINCIPAL
- 17 BAÑO
- 18 PUENTE
- 19 BODEGA
- 20 DORMITORIO
- 21 TERRAZA
- 22 BAÑO

PLANTA ALTA 1:150



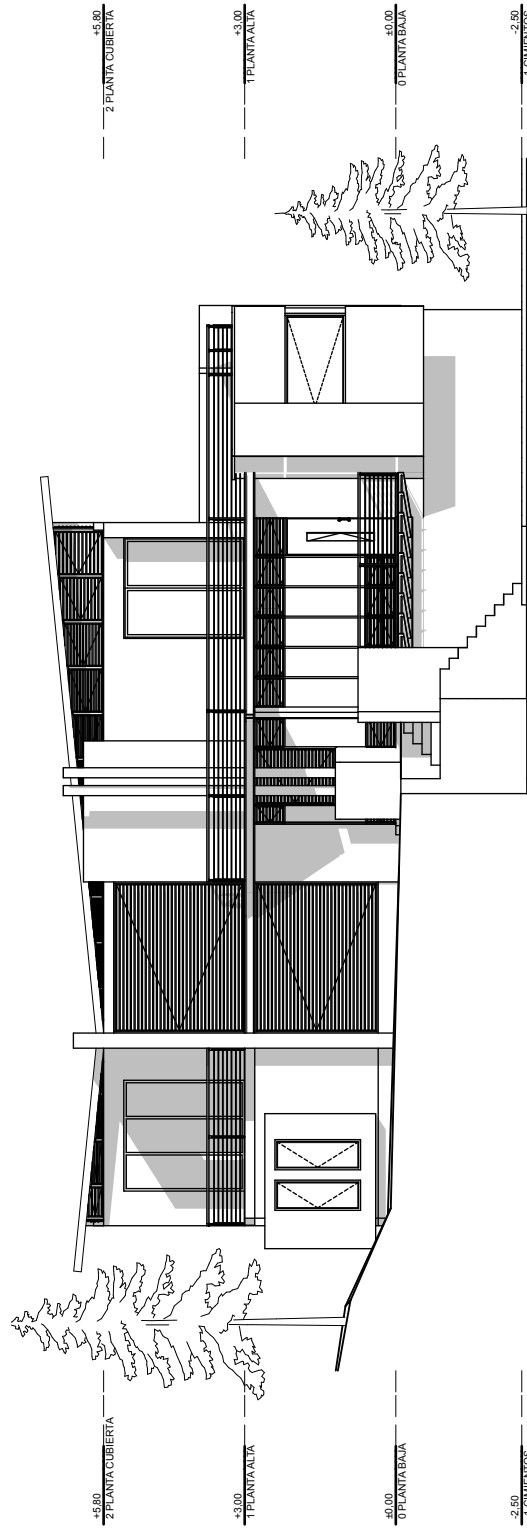
ELEVACION FRONTAL

1:150



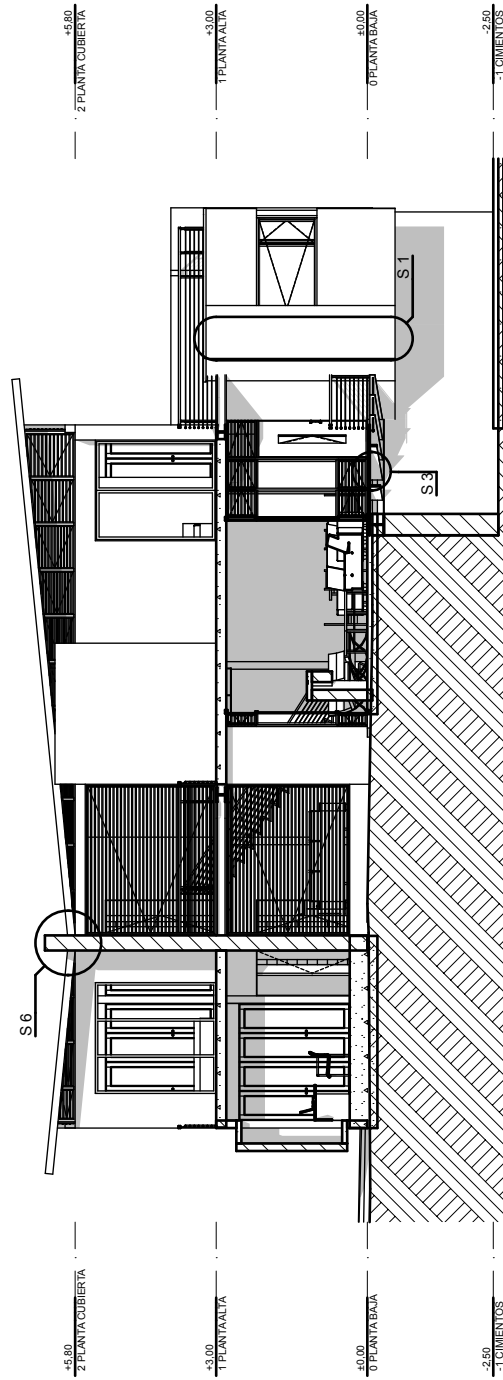
ELEVACION POSTERIOR

1:150



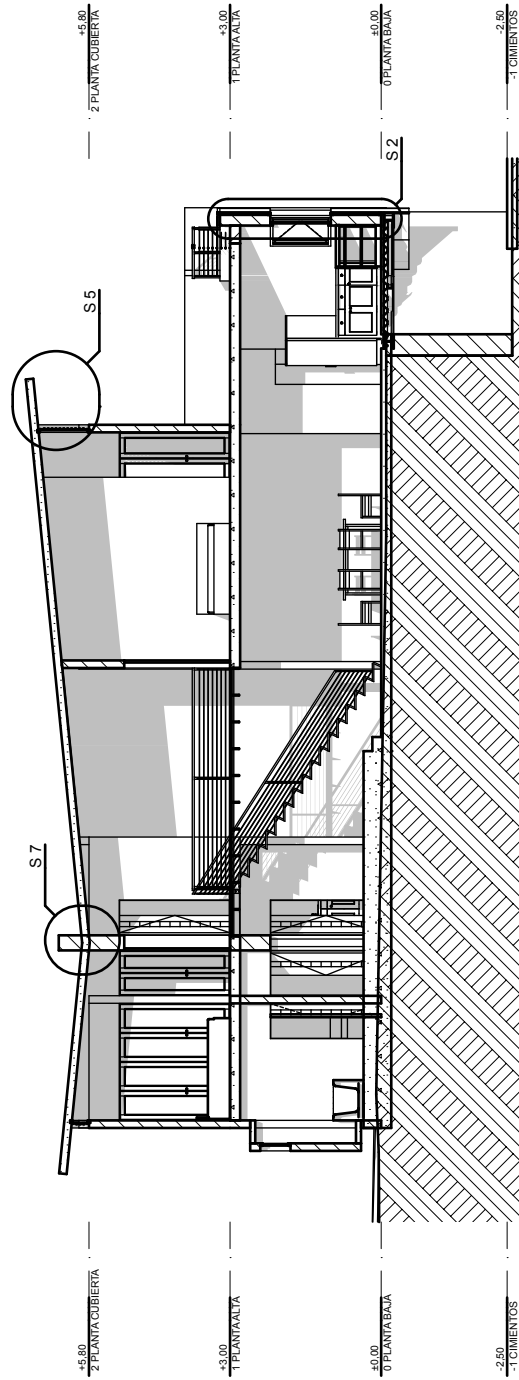
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

1:150



1:150

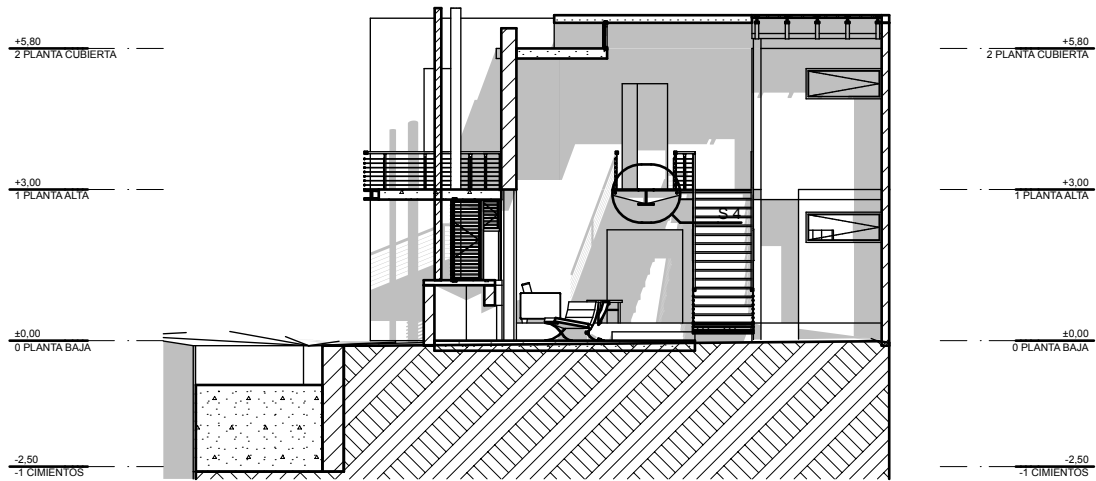
CORTE A



CORTE B

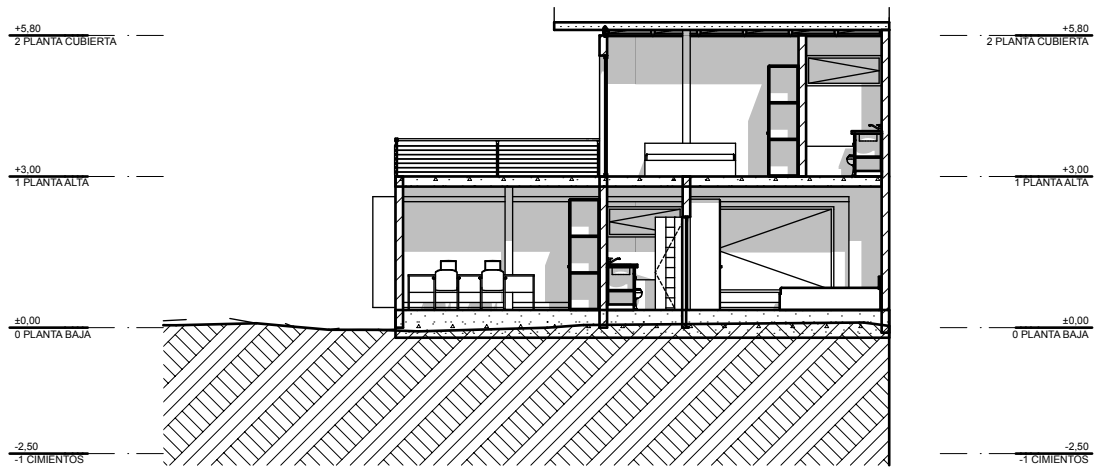
1:150





CORTE C

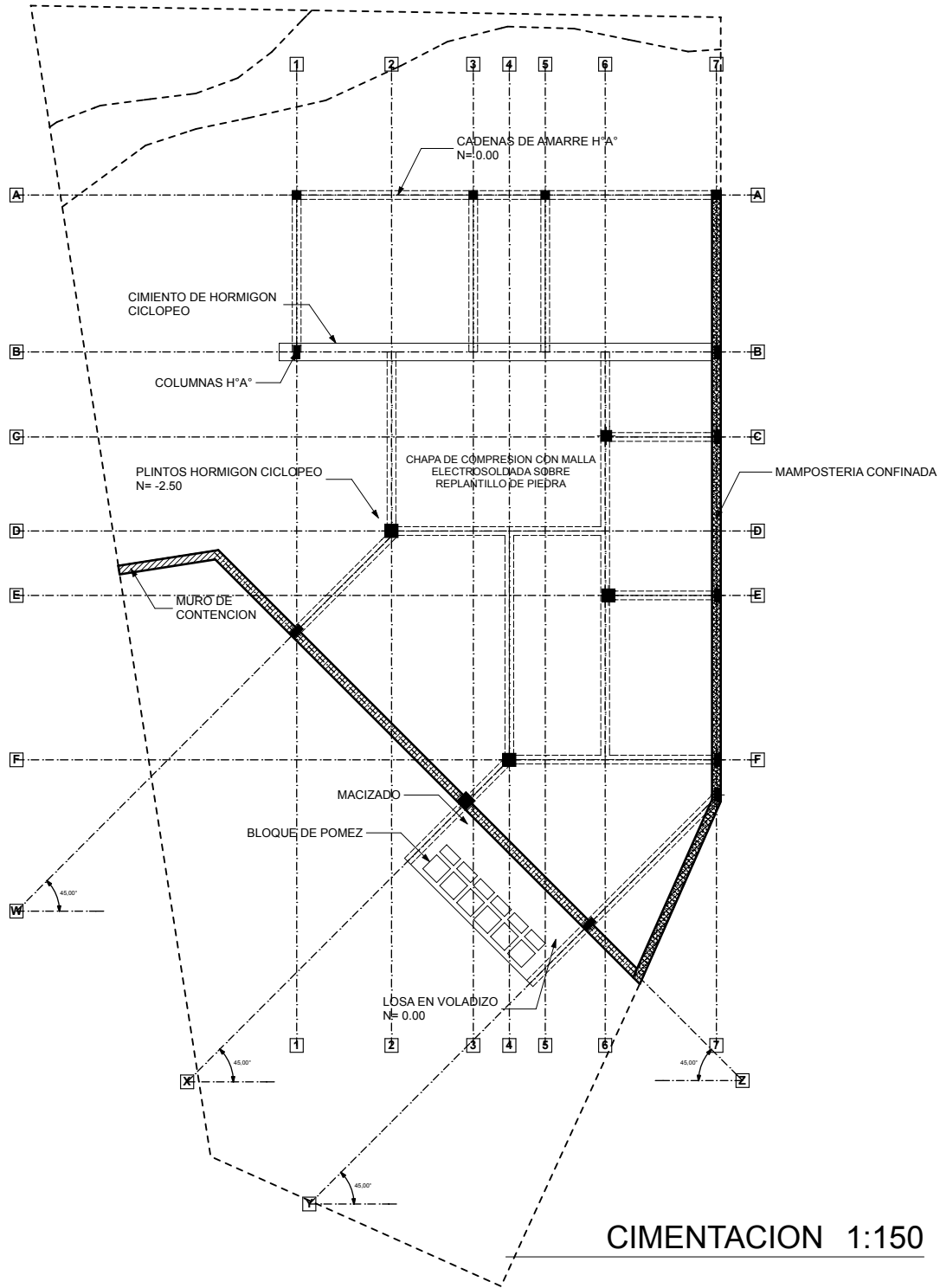
1:150



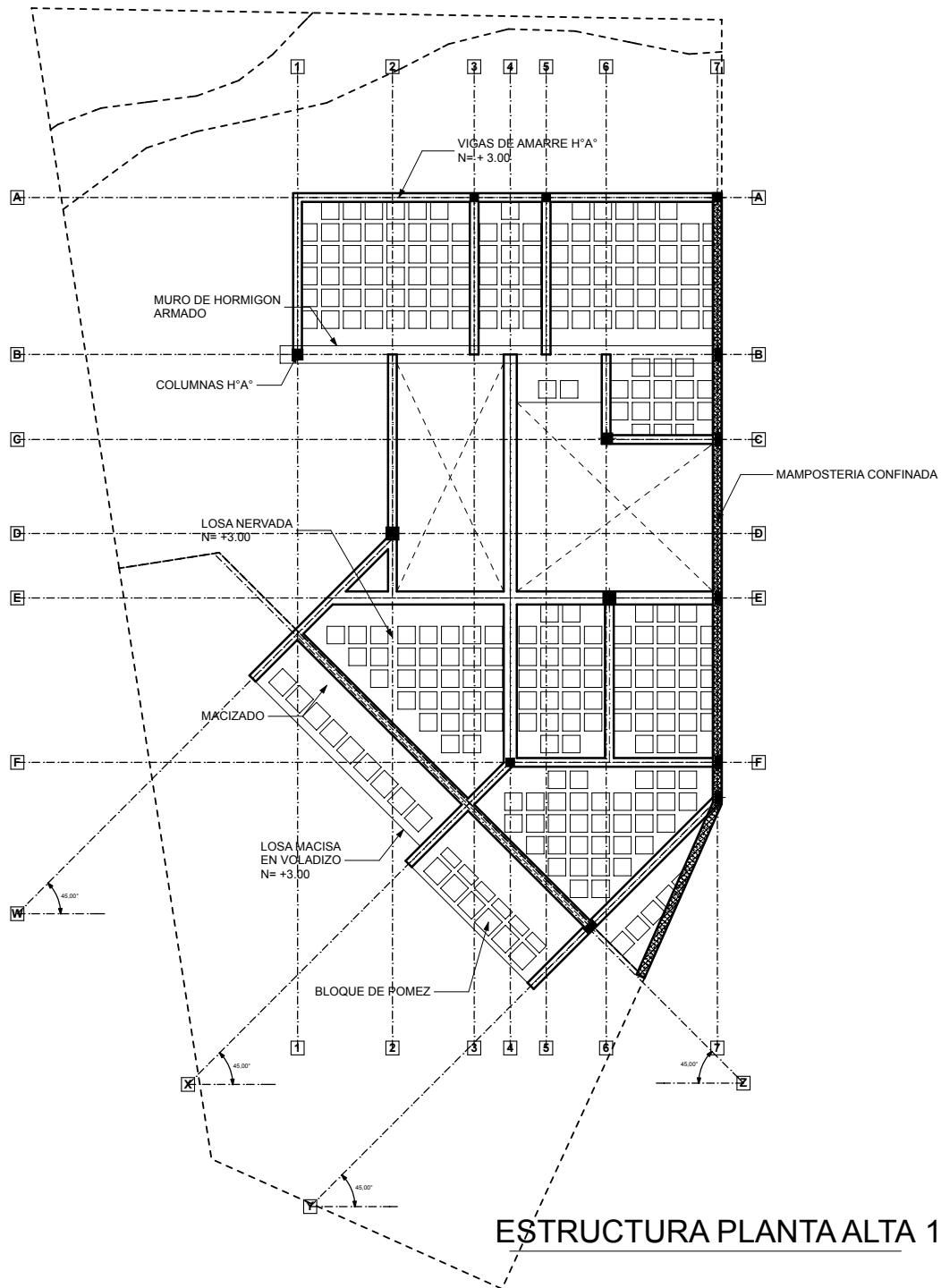
CORTE D

1:150

4.6.- ESTRUCTURA

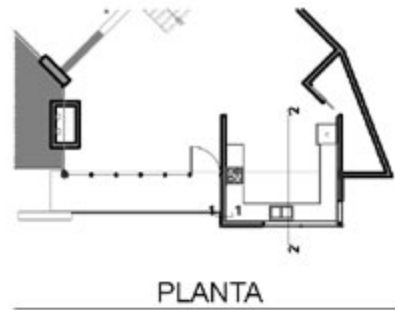
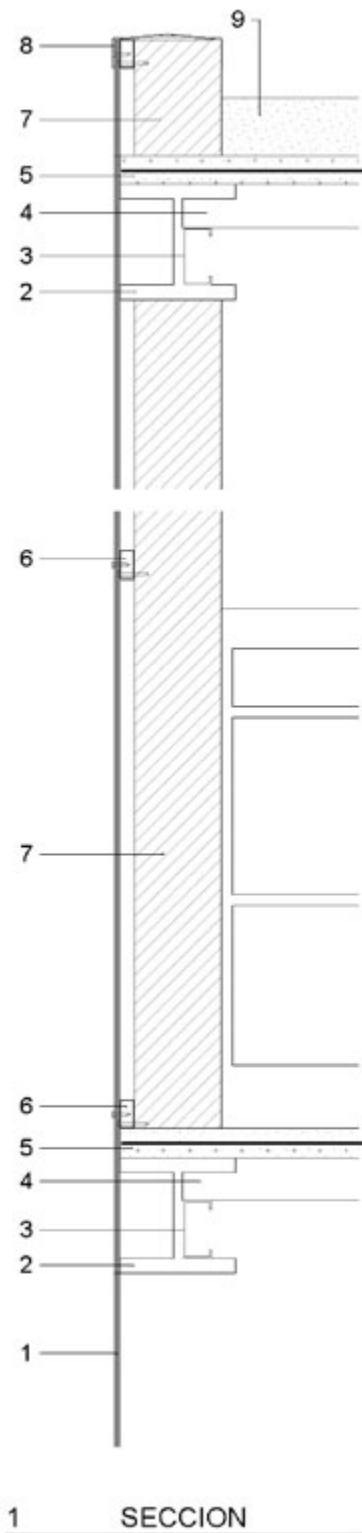




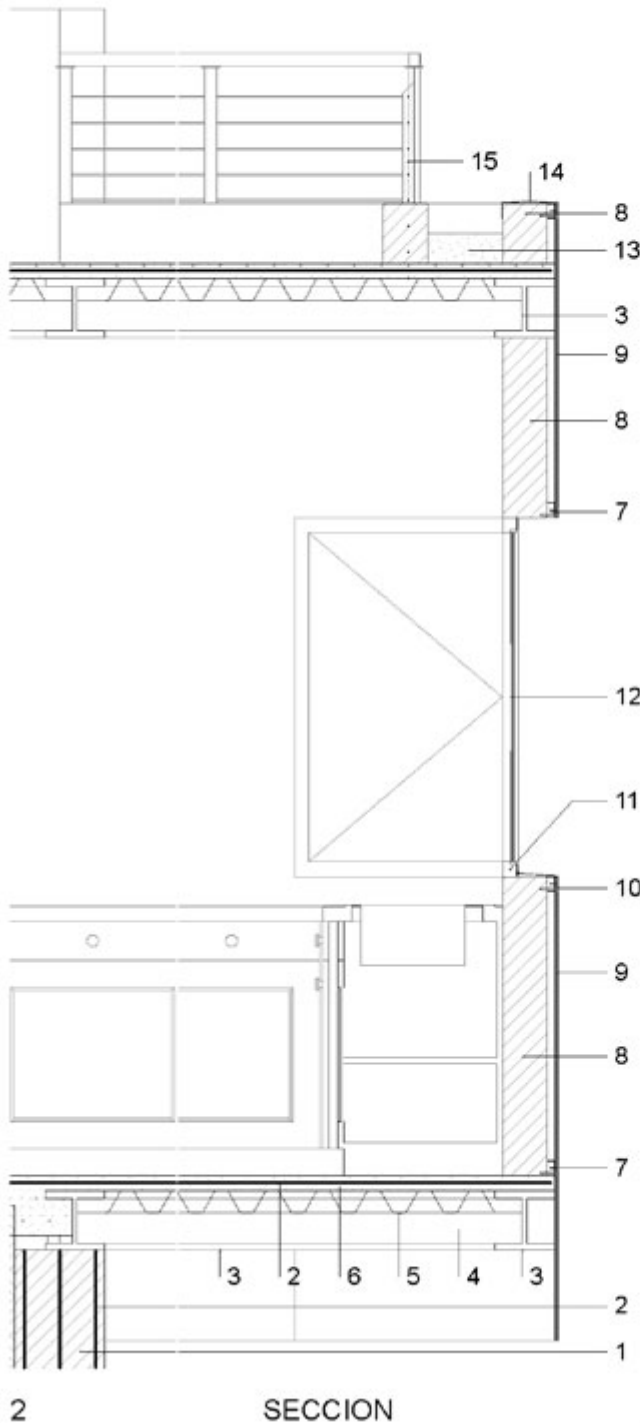


ESTRUCTURA PLANTA ALTA 1:150

4.7.- DETALLES CONSTRUCTIVOS.



- 1 Lamina de Acero Oxidado
- 2 Viga Metálica H
- 3 Correa Metálica G
- 4 Placa Colaborante
- 5 Hormigón Estructural
- 6 Tubo Metálico Rectangular
- 7 Mampostería de Ladrillo
- 8 Platina de Acero Doblada (goteron)
- 9 Tierra



### Análisis Constructivo

Sobre el muro portante (1) y anclada a los hierros de refuerzo (2), se ubica una viga metálica H (3) para luego soldar a esta las otras vigas que forman el perímetro de la losa requerida, después se colocan correas metálicas G (4) que soportan la placa colaborante (5) sobre la cual se funde una pequeña losa de hormigón estructural (6).

Sobre la losa se disponen las paredes de mampostería de ladrillo (8) a las cuales se sujeta el marco formado por tubos metálicos rectangulares (7) mediante pernos de anclaje, este marco soporta las laminas de acero oxidado (9) que se colocan como terminado exterior del volumen que corresponde a la cocina de la vivienda.

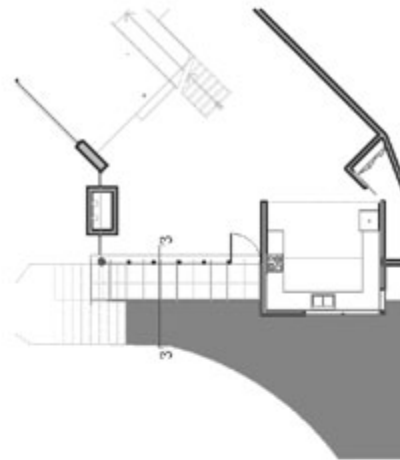
Para evitar que el agua dañe los elementos metálicos se colocan goterones formados por platinas de acero dobladas que se traslapan con las laminas de acero oxidado.

En la planta alta se colocan sobre la losa pequeñas paredes de mampostería de ladrillo (8) formando una jardinera sobre la cual va la pasamanería metálica (15).

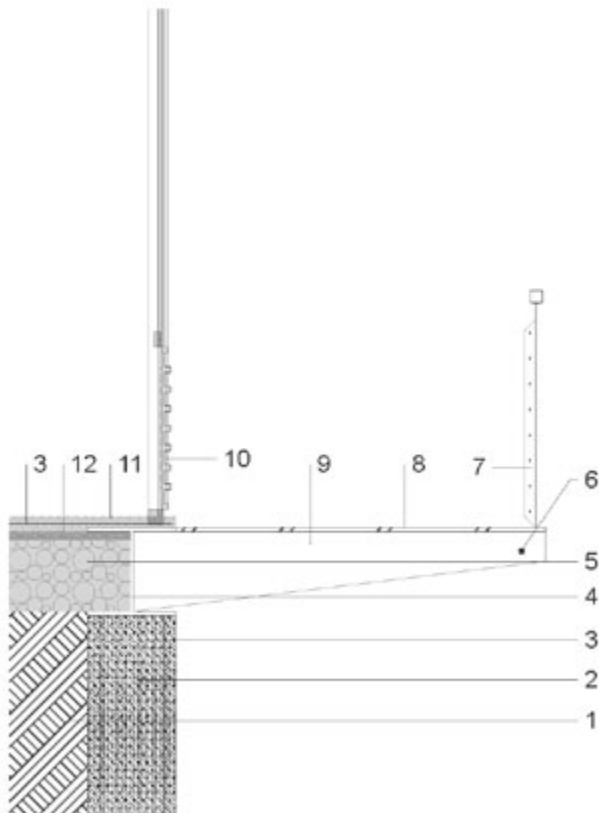
- 1 Muro Portante
- 2 Hierro de Refuerzo
- 3 Viga Metálica H
- 4 Correa Metálica G
- 5 Placa Colaborante
- 6 Hormigón Estructural
- 7 Tubo Metálico Rectangular
- 8 Mampostería de Ladrillo
- 9 Lamina de Acero Oxidado
- 10 Platina de Acero Doblada (goteron)
- 11 Perfilería de Aluminio y Vidrio
- 12 Ventana
- 13 Tierra
- 14 Platina de Acero Doblada (goteron superior)
- 15 Pasamanería Metálica

### Análisis Constructivo

Para conectar el acceso de la vivienda con el terreno se decide colocar un puente construido a partir de la viga metálica H (4) ubicada sobre el muro portante (2) y anclada a los hierros de refuerzo (3); a esta viga se sueldan cartelas metálicas (9) que soportan las cargas, para dar más estabilidad a esta estructura se sueldan tubos metálicos (6) entre las cartelas y finalmente sobre estas se colocan planchas metálicas perforadas (8) y la pasamanería metálica (7), formando así un elemento que a más de ser funcional se convierte en una característica del proyecto.



PLANTA

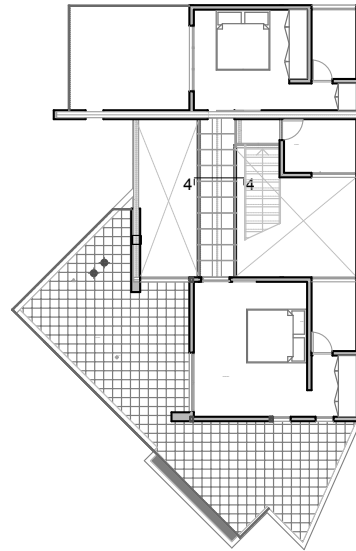


SECCION

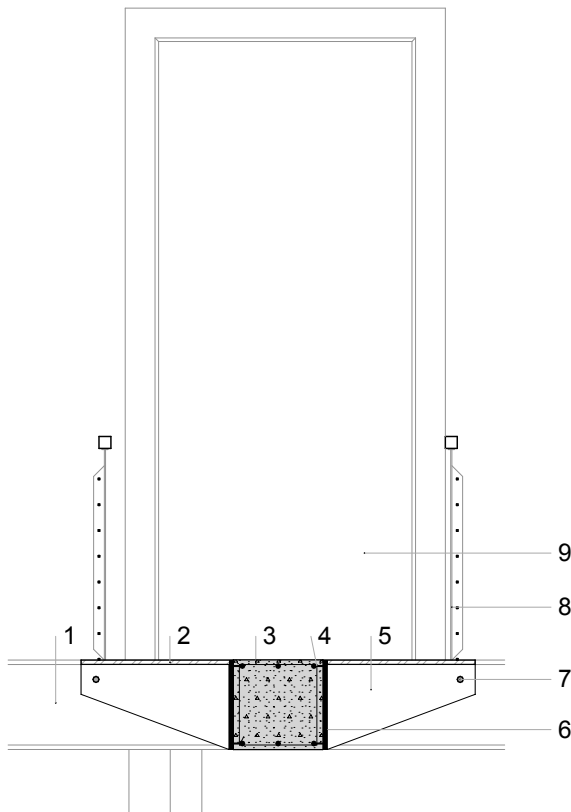
- 1 Terreno
- 2 Muro Portante
- 3 Hierro de Refuerzo
- 4 Viga Metálica H
- 5 Replanteo de Piedra
- 6 Tubo Metálico
- 7 Pasamanería Metálica
- 8 Plancha Metálica Perforada
- 9 Cartela Metálica
- 10 Perfilera de Aluminio y Vidrio
- 11 Hormigón Estructural
- 12 Grava

### Análisis Constructivo

Para comunicar los espacios de la planta alta se decide colocar un puente anclado a las vigas de hormigón armado(1) que son parte de la estructura de la vivienda, para lo cual se arma una viga transversal de hormigón armado(3) siendo esta el eje central del puente, luego se sueldan placas de acero(6) a los hierros(4) de la armadura de la viga, en estas placas se sueldan cartelas metálicas(5) y tubos estructurales(7) entre ellas, sobre estos elementos se ubica las planchas metálicas perforadas (2) y finalmente la pasamanería (8)



PLANTA



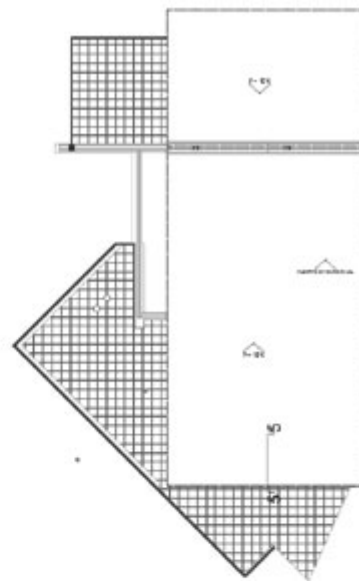
4 SECCION

- 1 Viga Hormigón Armado
- 2 Plancha Metálica Perforada
- 3 Viga Hormigón Armado
- 4 Armadura de Hierro
- 5 Cartela Metálica
- 6 Placa de Acero
- 7 Tubo Metálico
- 8 Pasamanería Metálica
- 9 Puerta de Madera

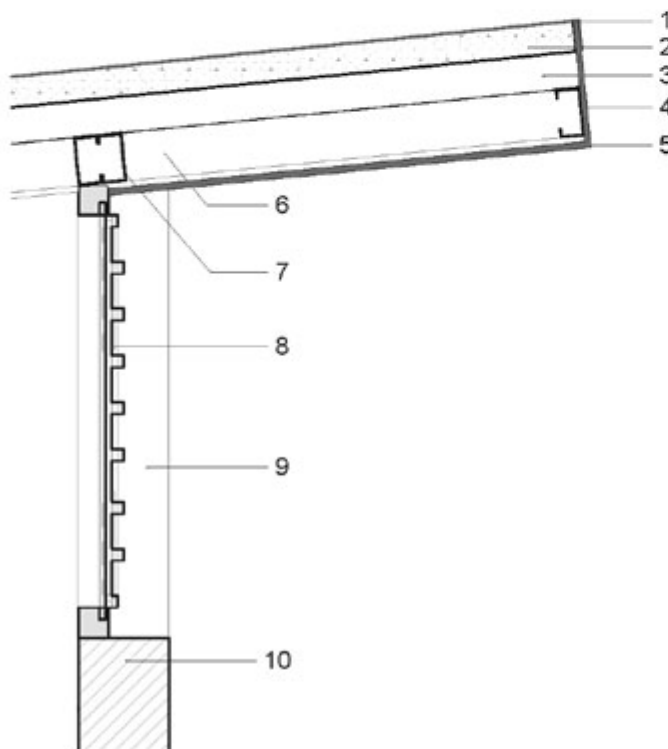
### Análisis Constructivo

La estructura de la cubierta esta formada por vigas metálicas H(6) soldadas a las columnas (9) de la planta alta; estas vigas sirven de apoyo a las correas metálicas G(4) sobre las cuales se asienta la placa colaborante (3) y luego se funde una pequeña losa de hormigón estructural (2) aplicando finalmente una capa de material impermeabilizante (1). En la parte inferior de los aleros de la cubierta se suelda una malla que ayuda a mantener el enlucido con mortero de cemento (5).

Debido a que las paredes de mamposteria de ladrillo de la planta alta (10) no llegan hasta la cubierta, se colocan ventanas de madera y vidrio (8) y en la parte superior se reemplaza la correa metálica G (4) por una viga (7) que ayuda a transmitir los esfuerzos a las columnas.



PLANTA

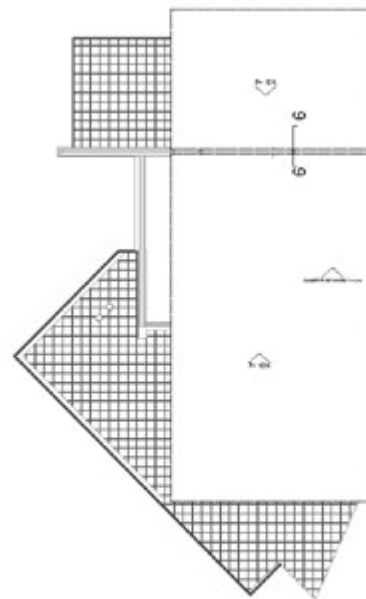


- 1 Impermeabilizante
- 2 Hormigón Estructural
- 3 Placa Colaborante
- 4 Correa Metálica G
- 5 Enlucido con malla
- 6 Viga Metálica H
- 7 Viga Metálica
- 8 Carpinteria de Madera y Vidrio
- 9 Columna Metálica
- 10 Mamposteria de Ladrillo

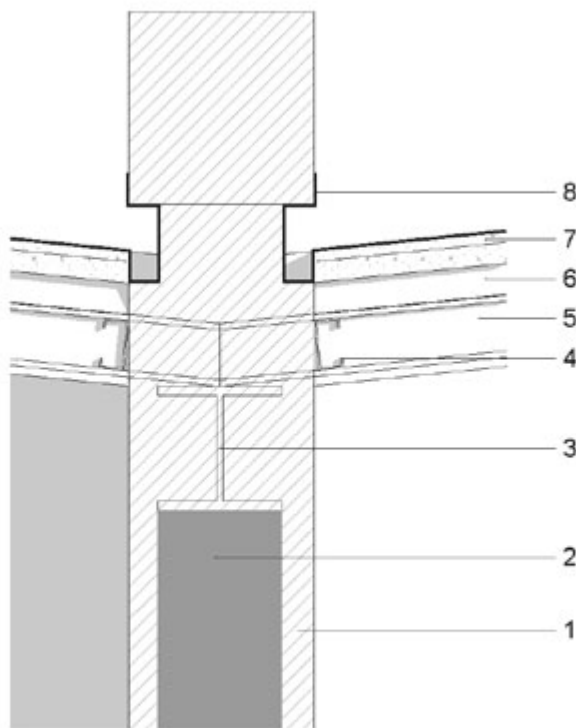
5 SECCION

### Análisis Constructivo

En la parte central de la edificación se dispone una pared de ladrillo(1) dentro de la cual se coloca la viga metálica H(3) que soporta las vigas metálicas H(5) colocadas transversalmente y que sirven de apoyo para las correas metálicas G(4) sobre las cuales descansa la placa colaborante (6) y luego se funde una pequeña losa de hormigón armado (7), esta viga transfiere las cargas a las columnas (2) ubicadas dentro de la pared. Para conducir las aguas lluvias hacia el bajante ubicado dentro del muro portante, se funde el muro dejando perforaciones a manera de canales con una pequeña pendiente a cada lado y se coloca el material impermeabilizante (8) tanto en estos espacios como en el retso de la cubierta.



PLANTA

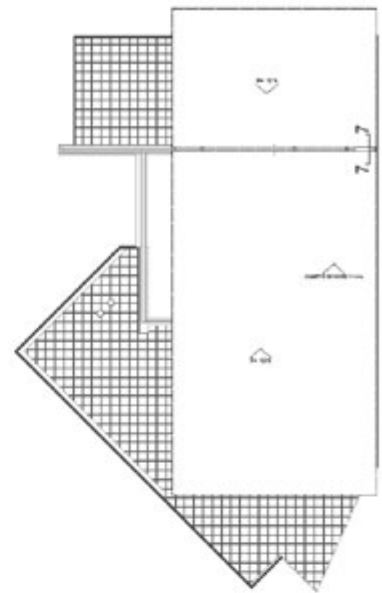


6 SECCION

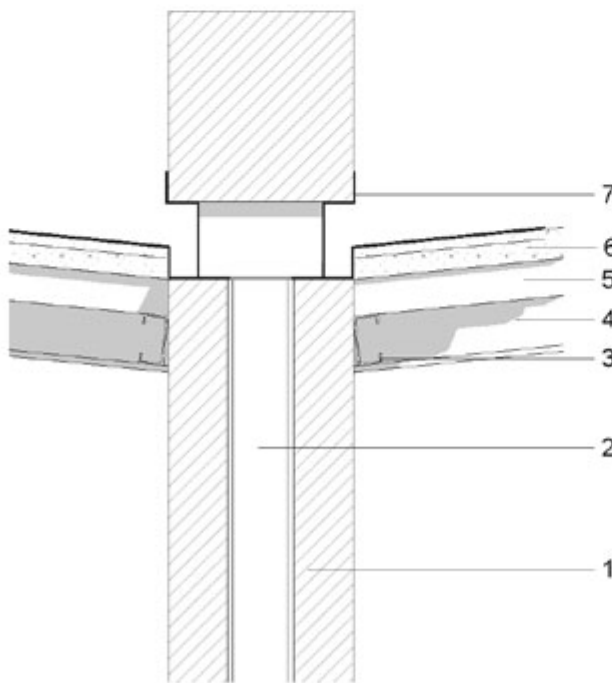
- 1 Mampostería de Ladrillo
- 2 Columna Metálica
- 3 Viga Metálica H
- 4 Correa Metálica G
- 5 Viga Metálica H
- 6 Placa Colaborante
- 7 Hormigón Estructural
- 8 Impermeabilizante

### Análisis Constructivo

Para evacuar las aguas lluvias se dispone un tubo de PVC (2) empotrado en la pared de ladrillo (1) en cada extremo de la cubierta, además se dejan dos orificios en el muro que coinciden con la ubicación de los bajantes y permiten llevar el agua conducida por los canales hacia el tubo que bajando por la pared llega a un pozo de revisión ubicado en el terreno para luego ser dirigido hacia la red pública.



PLANTA



- 1 Mampostería de Ladrillo
- 2 Tubo PVC
- 3 Correa Metálica G
- 4 Viga Metálica H
- 5 Placa Colaborante
- 6 Hormigón Estructural
- 7 Impermeabilizante

7 SECCION



4.8. PERSPECTIVAS EXTERIORES



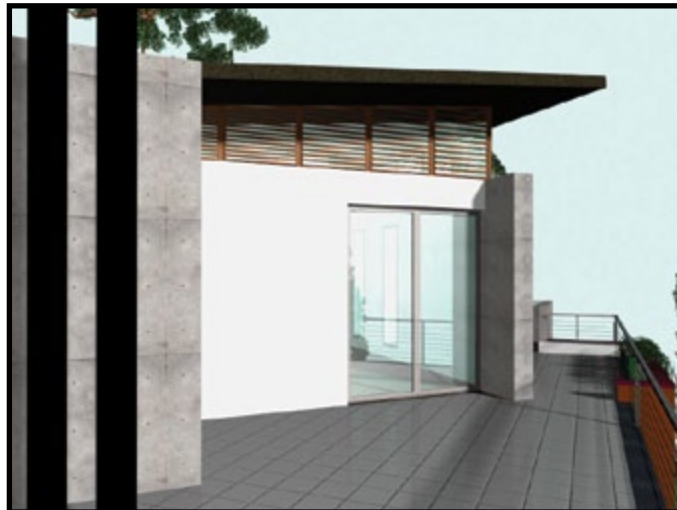




4.9. PERSPECTIVAS INTERIORES.















conclusiones

conclusiones generales





*“...Si uno no cambia, no evoluciona y termina por dejar de pensar.”<sup>1</sup>*

*Rem Koolhaas*

Como conclusión se puede decir que tanto el hormigón como el acero son materiales que han existido desde hace muchos años pero que su empleo generalizado en la construcción se da a partir del siglo XIX gracias a la Revolución Industrial, además se puede acotar que ambos materiales aportaron a la aparición de nuevas corrientes arquitectónicas acorde a las ideologías, formas de vida y tecnologías de cada época.

Sobre el hormigón podemos decir que es un material que permite conseguir resultados muy variados debido a que se pueden construir elementos que toman prácticamente cualquier forma en el proceso de fraguado según el encofrado que se aplique lo que nos puede ayudar en la apariencia estética del material, además los acabados que se pueden conseguir según los diferentes métodos empleados a lo largo del proceso de elaboración, vertido y curado del hormigón son muy amplios adaptándose a las necesidades establecidas en el proceso de diseño, pudiendo cambiar su resistencia, su color, su forma, su textura, etc.

El acero por otra parte es un material que si bien está ligado a la construcción industrializada, puede también ayudar a crear efectos estéticos muy agradables dependiendo de la forma en que se emplee, la construcción en acero está relacionada con los criterios de prefabricación y modulación que además permiten que el tiempo de ejecución de una obra se reduzca drásticamente. En nuestro medio el acero es un material que está ganando fuerza pero que aún no alcanza la magnitud del hormigón armado y esto se debe principalmente a que la mayoría de las construcciones son obras pequeñas que no sobrepasan los 3 pisos de altura y en las cuales no se justifica el uso de acero por su costo ya que el Ecuador no es un país productor de acero por lo que se lo debe importar de otros países, además este tipo de construcción requiere mano de obra especializada y un mayor conocimiento tanto de las características técnicas como expresivas del material ya que según la forma y el tipo de perfiles o elementos empleados se pueden conseguir diferentes acabados.

Al estudiar las obras internacionales se pueden encontrar muy buenos ejemplos del uso tanto del acero como del hormigón, en los que a más de ser empleados estructuralmente aportan sus características

---

para mejorar la expresión estética de cada obra, y se evidencia claramente un mayor interés por el desarrollo de nuevas técnicas constructivas que permiten ampliar los recursos del proyectista al momento del diseño.

En el ámbito local cada vez son más los ejemplos que se pueden encontrar en los cuales se refleja esta búsqueda de nuevas técnicas de construcción, dirigidas a aprovechar de mejor manera todas las características de los materiales empleados sobre todo el acero y el hormigón, además en estas obras se descarta la creencia de que estos procesos constructivos elevan excesivamente el presupuesto, ya que al quedar vistos los materiales se evita el uso de elementos puramente decorativos como recubrimientos y pinturas.

Gracias al redibujo de los detalles constructivos seleccionados hemos podido comprender la función que adquiere cada elemento en la estructura de manera aislada, así podemos ver que el hormigón estructural y el acero han sido empleados como elementos totalmente estéticos que dan realce a las obras construidas y dejan de ser utilizados únicamente como elementos estructurales.

Además es importante destacar que para cada unión o ensamble se debe conocer todos los elementos que serán utilizados en la construcción desde el momento inicial del diseño, ya que así se puede resolver cada detalle constructivo de la mejor manera según la función que vaya a desempeñar, así por ejemplo en la unión de una losa de hormigón con una columna de acero, es importante destacar la función de la placa metálica y como esta debe ir anclada a los materiales.

Gracias a los conocimientos adquiridos a lo largo del estudio, tanto en análisis teóricos como en las obras escogidas, hemos aprendido algunos métodos de aplicación de los materiales y la importancia de los detalles constructivos para alcanzar un resultado que a más de ser funcional, le de un carácter estético a cada obra.

En el diseño de la vivienda unifamiliar, hemos puesto énfasis en la comprensión y aplicación de detalles constructivos desde el momento mismo de la concepción del proyecto, de manera tal que se conoce como se deberán emplear los diferentes materiales para conseguir los resultados esperados y lograr que al momento de la construcción se presenten menos imprevistos y evitar decisiones apresuradas que por falta de planificación y conocimiento del proyecto afecten la calidad total de la obra.





**Bibliografía:**

- 2G, **Arquitectura Latinoamericana**, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1998.
- 2G, **Eduardo Souto de Moura, obra reciente**, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1998.
- 2G, **Arquitectura portuguesa, una nueva generación**, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 2001.
- 2G, **Mathias Klotz**, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 2002.
- BROWNE, Enrique, **Otra Arquitectura en América Latina**, México, Ed. Gustavo Gili, 1988.
- CAPOTE, Jorge, **Tecnología de la prefabricación en la construcción**, Santander, Universidad de Cantabria.
- El Croquis, **Tadao Ando**, Madrid, Ed. El Croquis, 1996.
- El Croquis, **Waro Kishi**, Madrid, Ed. El Croquis, 1996.
- El Croquis, **Toyo Ito**, Madrid, Ed. El Croquis, 1995.
- El Croquis, **Dos Mundos**, Madrid, Ed. El Croquis, 1998.
- GOSEL, Peter y LEUTHAUSER, Gabriele, **Arquitectura del Siglo XX**, Eslovenia, Ed. TASCHEN, 2001.
- GYMPEL, Jan, **Historia de la arquitectura, de la antigüedad a nuestros días**, Barcelona, Ed. Konemann, 1996.
- JODIDIO, Philip, **Contemporary European Architects - Volumen III**, Milán, Ed. TASCHEN, 1996.
- JODIDIO, Philip, **Architecture Now**, Italia, Ed. TASCHEN, 2001.
- KOSTOF, Spiro, **Historia de la Arquitectura**, Madrid, Ed. Alianza, 1998.
- MOYA, Romulo, PERALTA, Evelia, MOYA, Rolando, **Arquitectura Contemporánea – Casas latinoamericanas**, Quito, Ed. TRAMA, 2003.
- Tectónica, **3 Hormigón “in situ”**, Madrid, Ed. ATC, 1996.
- Tectónica, **5 Hormigón “prefabricados”**, Madrid, Ed. ATC, 1997.
- Tectónica, **9 Acero (I)**, Madrid, Ed. ATC, 1998.
- Tectónica, **25 Hormigón (III)**, Madrid, Ed. ATC, 2000.





**Fuentes de Internet:**

[www.mathiasklotz.com](http://www.mathiasklotz.com)

[www.sergiozalamea.com](http://www.sergiozalamea.com)

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[www.toyo-ito.co.jp](http://www.toyo-ito.co.jp)

[www.k-associates.com](http://www.k-associates.com)

[www.plataformaarquitectura.cl](http://www.plataformaarquitectura.cl)

[www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/)

[www.plataformaarquitectura.cl/2007/11/22/casa-pentimento-jose-maria-saez-david-barragan/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2007/11/22/casa-pentimento-jose-maria-saez-david-barragan/)

[www.e-architect.co.uk/ecuador/quito\\_house\\_3.htm](http://www.e-architect.co.uk/ecuador/quito_house_3.htm)

[www.trama.com.ec](http://www.trama.com.ec)

[www.arquitectura.com](http://www.arquitectura.com)

[www.soloarquitectura.com](http://www.soloarquitectura.com)

[www.arq.com.mx](http://www.arq.com.mx)

[www.arqhys.com](http://www.arqhys.com)

[www.plusarquitectura.info](http://www.plusarquitectura.info)

[www.arquitecturaviva.com](http://www.arquitecturaviva.com)

[www.todoarquitectura.com](http://www.todoarquitectura.com)

[www.blogarquitectura.com](http://www.blogarquitectura.com)

[www.arkinetia.com](http://www.arkinetia.com)

[www.arquitectura.org](http://www.arquitectura.org)

[www.arquitecturahoy.com](http://www.arquitecturahoy.com)

[www.mpa.com.ec](http://www.mpa.com.ec)

[www.wikiarquitectura.com](http://www.wikiarquitectura.com)

[www.elcroquis.es](http://www.elcroquis.es)

[www.spbr.arq.br](http://www.spbr.arq.br)

[www.arquinauta.com](http://www.arquinauta.com)



### Capítulo 1

- 1 [http://www.inetours.com/England/Stonehenge/images/Stonehenge\\_3501.jpg](http://www.inetours.com/England/Stonehenge/images/Stonehenge_3501.jpg)
- 2 [http://www.irtc.org/ftp/pub/stills/2004-08-31/em\\_giza.jpg](http://www.irtc.org/ftp/pub/stills/2004-08-31/em_giza.jpg)
- 3 [http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://centros.edu.xunta.es/iesastelleiras/depart/grego/imaxes/partenon.jpg&imgrefurl=http://centros.edu.xunta.es/iesastelleiras/depart/grego/grego.html&usg=\\_\\_teqh0AZbe1NQ3EiUdAL1HeWePEk=&h=1003&w=1560&sz=186&hl=es&start=1&um=1&tbnid=9dV7YIN-2\\_8HNM:&tbnh=96&tbnw=150&prev=/images%3Fq%3Dpartenon%26hl%3Des%26sa%3DN%26um%3D1](http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://centros.edu.xunta.es/iesastelleiras/depart/grego/imaxes/partenon.jpg&imgrefurl=http://centros.edu.xunta.es/iesastelleiras/depart/grego/grego.html&usg=__teqh0AZbe1NQ3EiUdAL1HeWePEk=&h=1003&w=1560&sz=186&hl=es&start=1&um=1&tbnid=9dV7YIN-2_8HNM:&tbnh=96&tbnw=150&prev=/images%3Fq%3Dpartenon%26hl%3Des%26sa%3DN%26um%3D1)
- 4 [http://farm3.static.flickr.com/2101/1678178207\\_7a4ff955b0.jpg](http://farm3.static.flickr.com/2101/1678178207_7a4ff955b0.jpg)
- 5 [http://fraynelson.com/banco\\_imagenes/mezquita\\_cordoba.jpg](http://fraynelson.com/banco_imagenes/mezquita_cordoba.jpg)
- 6 <http://www.viajarsinbrujula.es/files/2008/10/catedral-de-notre-dame.jpg>
- 7 <http://sancheztaffurarquitecto.files.wordpress.com/2008/12/palladio-villa-capra-la-rotonda-vicenza.jpg>
- 8 <http://trinityatierra.files.wordpress.com/2008/02/obecapitolio.jpg>
- 9 [http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/abc-structures-2005/concrete/08concrete.gif&imgrefurl=http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/abc-structures-2005/concrete/timeline.html&usg=\\_\\_7wFD\\_T6i20D4Ead03RoTb6Onv9s=&h=388&w=450&sz=49&hl=es&start=3&um=1&tbnid=f0wLAW8jUrAo3M:&tbnh=110&tbnw=127&prev=/images%3Fq%3DFran%25C3%25A7ois%2BHennebique%26hl%3Des%26sa%3DN%26um%3D1](http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/abc-structures-2005/concrete/08concrete.gif&imgrefurl=http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/abc-structures-2005/concrete/timeline.html&usg=__7wFD_T6i20D4Ead03RoTb6Onv9s=&h=388&w=450&sz=49&hl=es&start=3&um=1&tbnid=f0wLAW8jUrAo3M:&tbnh=110&tbnw=127&prev=/images%3Fq%3DFran%25C3%25A7ois%2BHennebique%26hl%3Des%26sa%3DN%26um%3D1)
- 10 <http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/abc-structures-2005/concrete/08concrete.gif>
- 11 [http://farm4.static.flickr.com/3502/3241419297\\_dd8010f806.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3502/3241419297_dd8010f806.jpg)
- 12 [http://www.expo2010italia.gov.it/public/SHA/681px-Crystal\\_Palace\\_Centre\\_transept\\_&\\_north\\_tower\\_from\\_south\\_wing\(1\).jpg](http://www.expo2010italia.gov.it/public/SHA/681px-Crystal_Palace_Centre_transept_&_north_tower_from_south_wing(1).jpg)
- 13 [http://europaviaje.files.wordpress.com/2007/12/350px-torre\\_eiffel\\_de\\_cerca.jpg](http://europaviaje.files.wordpress.com/2007/12/350px-torre_eiffel_de_cerca.jpg)
- 14 [http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.panoramio.com/photos/original/2730495.jpg&imgrefurl=http://www.panoramio.com/photo/2730495&usg=\\_\\_oAfqP4s4LNsBCQHzO5X0X\\_1nKQE=&h=1600&w=1200&sz=883&hl=es&start=77&um=1&tbnid=E6IVQ-HWrDNKFM:&tbnh=150&tbnw=113&prev=/images%3Fq%3DCarson%2BPirie%2Bscott%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D72%26um%3D1](http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.panoramio.com/photos/original/2730495.jpg&imgrefurl=http://www.panoramio.com/photo/2730495&usg=__oAfqP4s4LNsBCQHzO5X0X_1nKQE=&h=1600&w=1200&sz=883&hl=es&start=77&um=1&tbnid=E6IVQ-HWrDNKFM:&tbnh=150&tbnw=113&prev=/images%3Fq%3DCarson%2BPirie%2Bscott%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26start%3D72%26um%3D1)
- 15 [http://www.plataformaarquitectura.cl/cpgarq/albums/userpics/10001/lecorbusier\\_domino\\_sketchy.jpg](http://www.plataformaarquitectura.cl/cpgarq/albums/userpics/10001/lecorbusier_domino_sketchy.jpg)

16 <http://www.bluffton.edu/~sullivanm/france/poissy/savoie/bannerindex.jpg>

17 [http://co.kalipedia.com/kalipediamedia/artes/media/200707/18/hisarte/20070718klparthis\\_670\\_les\\_SCO.jpg](http://co.kalipedia.com/kalipediamedia/artes/media/200707/18/hisarte/20070718klparthis_670_les_SCO.jpg)

18 [http://uy.kalipedia.com/kalipediamedia/ingenieria/media/200708/22/tecnologia/20070822klpingtcn\\_86.les.SCO.jpg](http://uy.kalipedia.com/kalipediamedia/ingenieria/media/200708/22/tecnologia/20070822klpingtcn_86.les.SCO.jpg)

## Capítulo 2

19 [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Eduardo\\_Souto\\_de\\_Moura.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Eduardo_Souto_de_Moura.jpg)

20 [http://2.bp.blogspot.com/\\_YWL00r4qARg/SW3dOvicJDI/AAAAAAAAHo0/Ou3W11hNwTw/s1600-h/IMG3126\\_2400x1800.JPG](http://2.bp.blogspot.com/_YWL00r4qARg/SW3dOvicJDI/AAAAAAAAHo0/Ou3W11hNwTw/s1600-h/IMG3126_2400x1800.JPG)

21 Revista 2G; Eduardo Souto de Moura, Obra reciente; 1998; Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona, España; Pg 72.

22 Revista 2G; Eduardo Souto de Moura, Obra reciente; 1998; Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona, España; Pg 72.

23 [http://1.bp.blogspot.com/\\_YWL00r4qARg/SW3dNvKDCNI/AAAAAAAAHoc/16pjlVY2iQA/s1600-h/IMG3129\\_1350x1800.JPG](http://1.bp.blogspot.com/_YWL00r4qARg/SW3dNvKDCNI/AAAAAAAAHoc/16pjlVY2iQA/s1600-h/IMG3129_1350x1800.JPG)

24 Revista 2G; Eduardo Souto de Moura, Obra reciente; 1998; Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona, España; Pg 76.

25 Revista 2G; Eduardo Souto de Moura, Obra reciente; 1998; Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona, España; Pg 78.

26 <http://www.mpa.com.ec/convocatoria1/images/curriculum/Angelo%20Bucci.jpg>

27 <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/30/casa-en-carapicuiba-angelo-bucci-y-alvaro-puntoni/cf022829/>

28 [http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/30/casa-en-carapicuiba-angelo-bucci-y-alvaro-puntoni/planta\\_acceso/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/30/casa-en-carapicuiba-angelo-bucci-y-alvaro-puntoni/planta_acceso/)

29 <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/30/casa-en-carapicuiba-angelo-bucci-y-alvaro-puntoni/cf022707/>

30 <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/30/casa-en-carapicuiba-angelo-bucci-y-alvaro-puntoni/cf022707/>

puntoni/cf022837\_35/

31 <http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/30/casa-en-carapicuiba-angelo-bucci-y-alvaro-puntoni/cf022711/>

32 [http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/30/casa-en-carapicuiba-angelo-bucci-y-alvaro-puntoni/\\_mg\\_6673/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2009/03/30/casa-en-carapicuiba-angelo-bucci-y-alvaro-puntoni/_mg_6673/)

33 <http://www.udp.cl/difusion/25/reportajes/ft/klotz.jpg>

34 <http://www.mathiasklotz.com/fotos/ponce2.htm>

35 <http://www.mathiasklotz.com/planos/planPonce1.php>

36 <http://www.mathiasklotz.com/fotos/ponce3.htm>

37 <http://www.mathiasklotz.com/fotos/ponce9.htm>

38 <http://www.mathiasklotz.com/fotos/ponce4.htm>

39 <http://www.mathiasklotz.com/fotos/ponce7.htm>

40 <http://berkeley.edu/news/media/releases/2009/04/images/ito.jpg>

41 [http://www.toyo-ito.co.jp/WWW/Project\\_Descript/1980-/1980-p\\_06/main%20photo-800.jpg](http://www.toyo-ito.co.jp/WWW/Project_Descript/1980-/1980-p_06/main%20photo-800.jpg)

42 Revista El Croquis; 71 Toyo Ito; 1995; Editorial el croquis; Madrid, España; pg 58

43 Revista El Croquis; 71 Toyo Ito; 1995; Editorial el croquis; Madrid, España; pg 59

44 Revista El Croquis; 71 Toyo Ito; 1995; Editorial el croquis; Madrid, España; pg 60

45 Revista El Croquis; 71 Toyo Ito; 1995; Editorial el croquis; Madrid, España; pg 60

46 [http://www.toyo-ito.co.jp/WWW/Project\\_Descript/1980-/1980-p\\_06/main%20photo-800.jpg](http://www.toyo-ito.co.jp/WWW/Project_Descript/1980-/1980-p_06/main%20photo-800.jpg)

47 Revista El Croquis; 44+58 Tadao Ando; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 7

48 Revista El Croquis; 44+58 Tadao Ando; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 89

49 Revista El Croquis; 44+58 Tadao Ando; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 90

50 <http://es.wikiarquitectura.com/images/3/32/13iag.jpg>

51 <http://es.wikiarquitectura.com/images/4/4d/14iag.jpg>

52 <http://es.wikiarquitectura.com/images/d/d1/12iag.jpg>

- 53 <http://es.wikiarquitectura.com/images/7/70/10iag.jpg>
- 54 Revista El Croquis; 77 Waro Kishi; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 3
- 55 Revista El Croquis; 77 Waro Kishi; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 41
- 56 Revista El Croquis; 77 Waro Kishi; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 42
- 57 Revista El Croquis; 77 Waro Kishi; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 45
- 58 Revista El Croquis; 77 Waro Kishi; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 44
- 59 Revista El Croquis; 77 Waro Kishi; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 40
- 60 Revista El Croquis; 77 Waro Kishi; 1996; Editorial el croquis; Madrid; España; pg 43
- 61 [http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/499090832\\_1jpg/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/499090832_1jpg/)
- 62 [http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/213115178\\_planta-bajajpg/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/213115178_planta-bajajpg/)
- 63 [http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/856612091\\_17jpg/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/856612091_17jpg/)
- 64 [http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/961807126\\_13jpg/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/961807126_13jpg/)
- 64 [http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/341249037\\_19jpg/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/341249037_19jpg/)
- 66 [http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/1187847393\\_8jpg/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/03/05/casa-x-arquitectura-x/1187847393_8jpg/)
- 67 [http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito\\_house\\_3\\_arquitecturax170308\\_1.jpg](http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito_house_3_arquitecturax170308_1.jpg)
- 68 Arq. Adrián Moreno
- 69 [http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito\\_house\\_3\\_arquitecturax170308\\_3.jpg](http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito_house_3_arquitecturax170308_3.jpg)
- 70 [http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito\\_house\\_3\\_arquitecturax170308\\_2.jpg](http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito_house_3_arquitecturax170308_2.jpg)
- 71 [http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito\\_house\\_3\\_arquitecturax170308\\_6.jpg](http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito_house_3_arquitecturax170308_6.jpg)
- 72 [http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito\\_house\\_3\\_arquitecturax170308\\_5.jpg](http://www.e-architect.co.uk/ecuador/jpgs/quito_house_3_arquitecturax170308_5.jpg)
- 73 [http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1549687028\\_pentimento\\_portada.jpg](http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1549687028_pentimento_portada.jpg)
- 74 [http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1223418191\\_planta.jpg](http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1223418191_planta.jpg)
- 75 [http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1751421245\\_pentimento\\_saez-2.JPG](http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1751421245_pentimento_saez-2.JPG)

76 [http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1604520812\\_pentimento\\_gindeya-6.JPG](http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1604520812_pentimento_gindeya-6.JPG)

77 [http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/2137070507\\_pentimento\\_saez-4.jpg](http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/2137070507_pentimento_saez-4.jpg)

78 [http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1419007221\\_pentimento\\_saez-11.jpg](http://www.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2007/11/1419007221_pentimento_saez-11.jpg)

79 Catalogo Fotogràfico tesis, José Torres, Adrián Parra

80 <http://gallery.me.com/sergiozalamea#100303/Planta&bgcolor=black>

81 <http://gallery.me.com/sergiozalamea#100427>

82 <http://gallery.me.com/sergiozalamea#100427>

83 <http://gallery.me.com/sergiozalamea#100427>

84 <http://gallery.me.com/sergiozalamea#100427>

85 [http://gallery.me.com/sergiozalamea#100534/IMG\\_0689](http://gallery.me.com/sergiozalamea#100534/IMG_0689)

86 <http://gallery.me.com/sergiozalamea#100558/Planta-20baja&bgcolor=black>

87 [http://gallery.me.com/sergiozalamea#100542/IMG\\_0597](http://gallery.me.com/sergiozalamea#100542/IMG_0597)

88 [http://gallery.me.com/sergiozalamea#100534/IMG\\_0688&bgcolor=black](http://gallery.me.com/sergiozalamea#100534/IMG_0688&bgcolor=black)

89 [http://gallery.me.com/sergiozalamea#100534/IMG\\_0690&bgcolor=black](http://gallery.me.com/sergiozalamea#100534/IMG_0690&bgcolor=black)

90 [http://gallery.me.com/sergiozalamea#100534/IMG\\_0691&bgcolor=black](http://gallery.me.com/sergiozalamea#100534/IMG_0691&bgcolor=black)

91 Catalogo Fotogràfico tesis, José Torres, Adrián Parra

92 Catalogo Fotogràfico tesis, José Torres, Adrián Parra

93 Catalogo Fotogràfico tesis, José Torres, Adrián Parra

94 Catalogo Fotogràfico tesis, José Torres, Adrián Parra

95 Catalogo Fotogràfico tesis, José Torres, Adrián Parra

96 Catalogo Fotogràfico tesis, José Torres, Adrián Parra

