



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Departamento de Ingeniería Civil

**RESOLUCIÓN ESTRUCTURAL DE UN MUSEO DE
ARTE INFORMAL**

Proyecto Final N° 67

Coordinador del proyecto final:

Ing. Mauricio Revelant

Director del proyecto final:

Ing. Flaviano Maggioni

Alumnos:

FERNÁNDEZ, Nicolás

GARCÍA SOLDÓ, Andrés



31 de Octubre de 2018



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Departamento de Ingeniería Civil

**RESOLUCIÓN ESTRUCTURAL DE UN MUSEO DE
ARTE INFORMAL**

Proyecto Final N° 67

Coordinador del proyecto final:

Ing. Mauricio Revelant

Director del proyecto final:

Ing. Flaviano Maggioni

Alumnos:

FERNÁNDEZ, Nicolás
GARCÍA SOLDO, Andrés

31 de Octubre de 2018

ÍNDICE GENERAL

Capítulo I:	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.	
	<i>i. Introducción.....</i>	<i>1</i>
	<i>Antecedentes del Proyecto.....</i>	<i>2</i>
	<i>ii. Características Principales del Proyecto.....</i>	<i>12</i>
	<i>iii. Objetivos.....</i>	<i>12</i>
Capítulo II:	POSICIÓN DE COLUMNAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS.	
	<i>i. Posición de Columnas Principales y Secundarias.....</i>	<i>13</i>
Capítulo III:	ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA Y SU CERRAMIENTO.	
	<i>i. Cubierta de Hormigón Armado con Sistema de Vigas.....</i>	<i>20</i>
	<i>ii. Cubierta Liviana con Sistema de Vigas Principales y Secundarias.....</i>	<i>23</i>
	<i>iii. Cubierta Liviana con Reticulado Espacial (Estéreo Estructura).....</i>	<i>24</i>
	<i>iv. Cerramiento de la Cubierta.....</i>	<i>28</i>
Capítulo IV:	ESTRUCTURA DEL ENTREPISO Y DE LAS RAMPAS.	
	<i>i. Estructura del Entrepiso y de las Rampas.....</i>	<i>31</i>
Capítulo V:	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES VIDRIADOS LATERALES, Y TIPO DE VIDRIO.	
	<i>i. Safety & Security en Vidrios.....</i>	<i>33</i>
	<i>ii. Estructura de Soporte del Vidriado.....</i>	<i>36</i>
Capítulo VI:	CARGAS DE VIENTO EN UNA GEOMETRÍA INUSUAL.	
	<i>i. Presiones Dinámicas.....</i>	<i>41</i>
	<i>ii. Presiones de Diseño para SPRFV.....</i>	<i>42</i>
	<i>iii. Presiones de Diseño para Componentes y Revestimientos.....</i>	<i>48</i>
Capítulo VII:	TIPO DE SUELO DE FUNDACIÓN.	
	<i>i. Estudios Realizados en la Zona.....</i>	<i>56</i>

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Capítulo VIII:	DISEÑO, CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DEFINITIVO DE TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.	
	<i>i. Diseño de Estéreo Estructura para la Cubierta.....</i>	<i>60</i>
	<i>ii. Diseño del Entrepiso.....</i>	<i>69</i>
	<i>iii. Diseño de Paneles Laterales.....</i>	<i>72</i>
	<i>iv. Cargas a Considerar en el Cálculo de los Elementos Estructurales.....</i>	<i>74</i>
	<i>v. Solicitaciones y Dimensiones de los Elementos Estructurales.....</i>	<i>75</i>
Capítulo IX:	MÉTODO DE MONTAJE EN OBRA.	
	<i>i. Método de Montaje en Obra.....</i>	<i>97</i>
Capítulo X:	PRESUPUESTO.	
	<i>i. Presupuesto.....</i>	<i>107</i>
	CONCLUSIÓN.	
	<i>i. Conclusión.....</i>	<i>122</i>
	BIBLIOGRAFÍA.	
	<i>i. Bibliografía.....</i>	<i>124</i>
	ANEXO I	
	<i>i. Estudio de Suelos.....</i>	<i>126</i>
	ANEXO II	
	<i>i. Renders.....</i>	<i>141</i>
	<i>ii. Plano 01: Planta Baja con columnas.....</i>	<i>147</i>
	<i>iii. Plano 02: Planta de recorrido con columnas.....</i>	<i>148</i>
	<i>iv. Plano 03: Planta de Fundaciones.....</i>	<i>149</i>
	<i>v. Plano 04: Planta de Estructura.....</i>	<i>150</i>
	<i>vi. Plano 05: Planta de Techo.....</i>	<i>151</i>
	<i>vii. Plano 06: Corte A-A.....</i>	<i>152</i>
	<i>viii. Plano 07, 08, 09: Detalles de Armado.....</i>	<i>153</i>
	<i>ix. Plano 10, 11: Detalles Constructivos.....</i>	<i>156</i>
	ANEXO III	
	<i>i. Planilla de Losas.....</i>	<i>158</i>
	<i>ii. Planilla de Vigas.....</i>	<i>159</i>
	<i>iii. Planilla de Columnas.....</i>	<i>160</i>
	<i>iv. Planilla de Fundaciones.....</i>	<i>161</i>

ANEXO IV

v. Lámina Arquitectónica n°1.....	162
vi. Lámina Arquitectónica n°2.....	163
vii. Lámina Arquitectónica n°3.....	164
viii. Lámina Arquitectónica n°4.....	165

CAPÍTULO N° 1:**INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS****INTRODUCCIÓN**

El propósito del siguiente trabajo es brindar factibilidad constructiva a un proyecto arquitectónico, el cual consiste en un Museo de Arte Informal. Analizando los materiales componentes y las solicitudes actuantes, se determinará el tipo de estructura a ejecutar optimizando el plazo de obra, la seguridad y reduciendo los costos al mínimo.

El tema del proyecto nace gracias a dos estudiantes de arquitectura de la Universidad Nacional de Rosario, que debían realizar como consigna del segundo cuatrimestre de la cátedra “Análisis Proyectual II”, dictada por el Arq. Gustavo Carvajal, un museo de cualquier índole. Luego de varios anteproyectos presentados terminaron por realizar un Museo de Arte Informal ubicado al Norte del Parque Alem en la Ciudad de Rosario

En ese lugar se encuentra construido el Centro Cultural Parque Alem, el cual se encuentra en desuso por lo que la idea del proyecto consiste en demolerlo para emplazar allí dicho museo con el motivo de revitalizar el lugar a fines culturales y proponer un nuevo foco cultural y de esparcimiento.

Frente a ésta situación y debido a las dimensiones del proyecto debieron recurrir por ayuda en tanto a la viabilidad de los componentes estructurales, incluyendo dentro de ellos:

- Estructura de la cubierta con su cerramiento
- Estructura del cerramiento lateral con paneles vidriados
- Estructura del Entrepiso

Al ver la suntuosidad del diseño ejecutado, los autores de este proyecto final de carrera se vieron conmovidos con la idea de realizar el mismo sobre la resolución estructural del museo, que consideran como un desafío.

ANTECEDENTES DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO:

El museo fue proyectado en el año 2014 por dos estudiantes de arquitectura ELSESER, Agustín y FERNÁNDEZ, Eugenio, quienes proporcionaron todo el material para poder desarrollar este trabajo, incluyendo los motivos que los llevaron a realizar el diseño.

El sitio de intervención se encuentra en el parque Alem, situado en la costanera del río Paraná en la ciudad de Rosario. Es un espacio verde que descomprime la alta densidad edilicia que hay en los alrededores al mismo, el cual es utilizado por la gente como lugar de recreación, paseo y/o realización de actividades físicas. Esta concurrencia de gente se ve incrementada en el verano, ya que en sus proximidades se encuentran las piletas municipales.

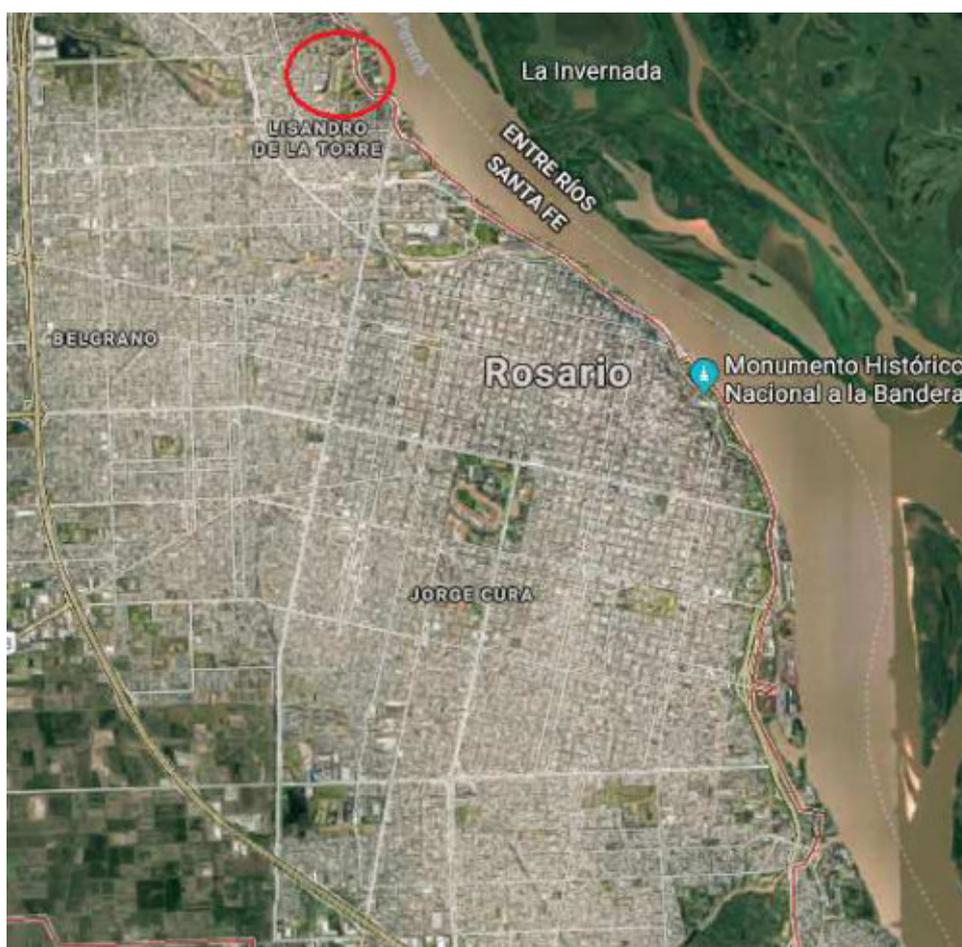


Figura 1: Emplazamiento General del Proyecto

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL



Figura 2: Emplazamiento del Proyecto



Figura 3: Vista Satelital del Lugar Emplazamiento en la Actualidad.

(A DEMOLER)



Figura 4: Perspectiva General del Lugar de Emplazamiento

Para realizar el nuevo proyecto se deberá demoler el Centro Cultural existente, el cual podemos ver en las siguientes imágenes:



Figura 5: Vista del Centro Cultural Parque Alem desde Av. C. Colombres



Figura 6: Vista del Centro Cultural Parque Alem desde Av. C.Colombres

Un condicionante planteado por el profesor de la cátedra para realizar el diseño fue el de eliminar la menor cantidad de árboles posibles, fijando un máximo del 15% del total existente como permitido para su extracción. Para cumplir esta tarea los estudiantes debieron relevar todos los árboles existentes en el terreno, y con dicha premisa realizar el diseño del proyecto.

La elección de la temática del museo elegida por ambos estudiantes fue de que se trate de un museo de Arte Informal, entendiéndose por esto:

Arte: manifestación de la actividad humana mediante la cual se expresa una visión personal y desinteresada que interpreta lo real o imaginado con recursos plásticos, lingüísticos o sonoros.

Informal: que no guarda las formas y reglas prevenidas.

Tomamos cómo **Arte Informal** aquello que no es rígido sino algo más libre y expresivo, que no guarda geometrías preestablecidas y que está ligado fuertemente a la abstracción.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Definida la elección del tipo de museo a realizar y la premisa dada por el profesor de eliminar la menor cantidad de árboles existentes, los estudiantes comenzaron con el proceso de diseño hasta llegar a la solución final:

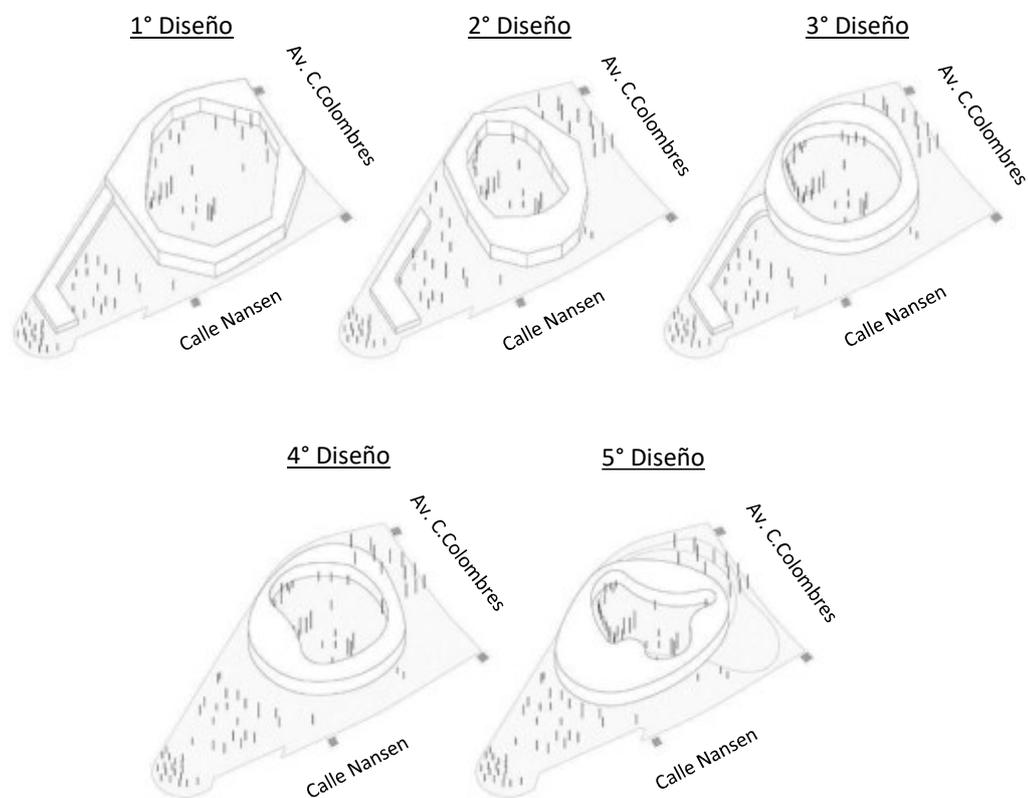


Figura 7: Gráfico IDEA-FORMA

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Cómo se muestra en las imágenes anteriores, finalmente se logró el siguiente diseño:

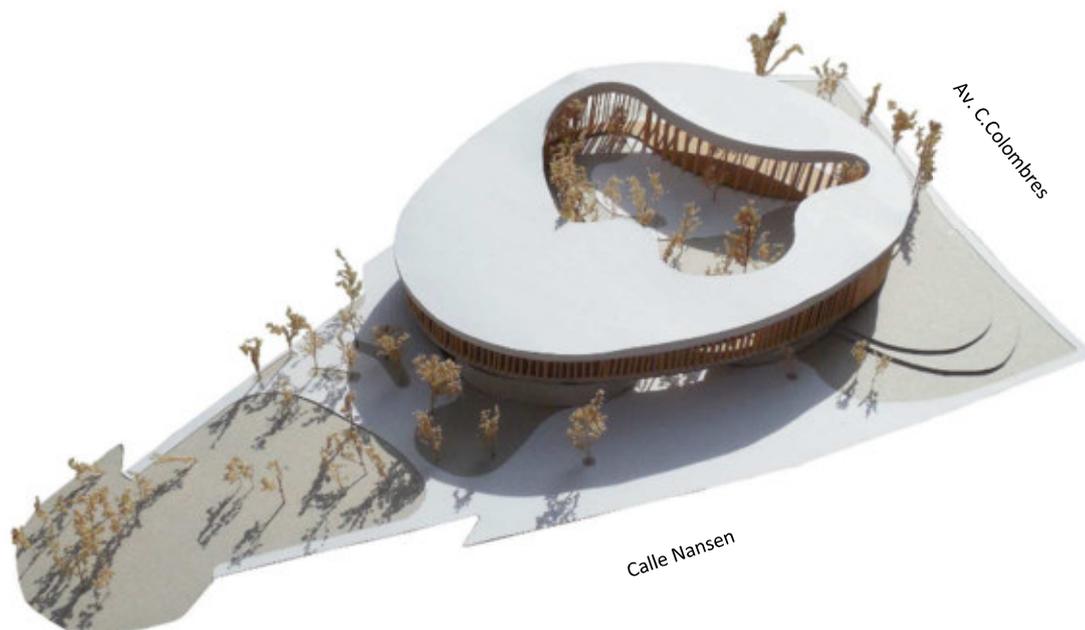


Figura 8: Maqueta a escala realizada por ambos estudiantes de arquitectura

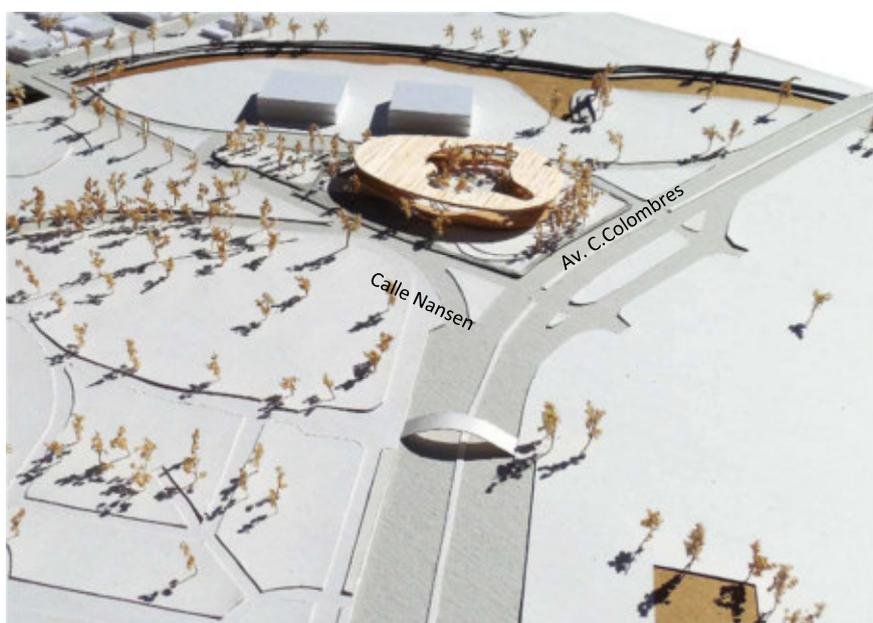


Figura 9: Maqueta a escala con entorno realizada por ambos estudiantes de arquitectura

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

A continuación se expondrán las ideas que motivaron a los estudiantes a realizar el diseño arquitectónico:

“Queríamos generar un espacio con una continuidad espacial, ya sea entre las salas de exposición cómo entre los demás espacios que forman parte del proyecto. Esto se logra con un vidriado de piso a techo que da al patio del proyecto, permitiendo una conexión visual en todo momento gracias a la forma envolvente del mismo. Además se adoptan rampas para el recorrido de una pendiente muy baja, lo que permite ir caminando al mismo tiempo que se observan los diferentes espacios que te rodean con comodidad y tranquilidad.

El ingreso se genera por la forma de dos volúmenes (SUM y Tienda) que invitan a entrar y por el volumen de las salas de exposición que pasa por arriba de dichos volúmenes.

Además buscábamos un lugar que pueda variar las situaciones espaciales que se produzcan allí, ya sea al cambiar las obras que se expongan como con el ingreso de luz natural. Utilizamos paneles móviles como piel del proyecto (chapa calada) que permiten la apertura total, parcial o ingreso de luz mínimo en los paños vidriados, que en cada caso producen una iluminación diferente (directa o tamizada).” (Elseser, Fernández, 2014).

Las características arquitectónicas principales son:

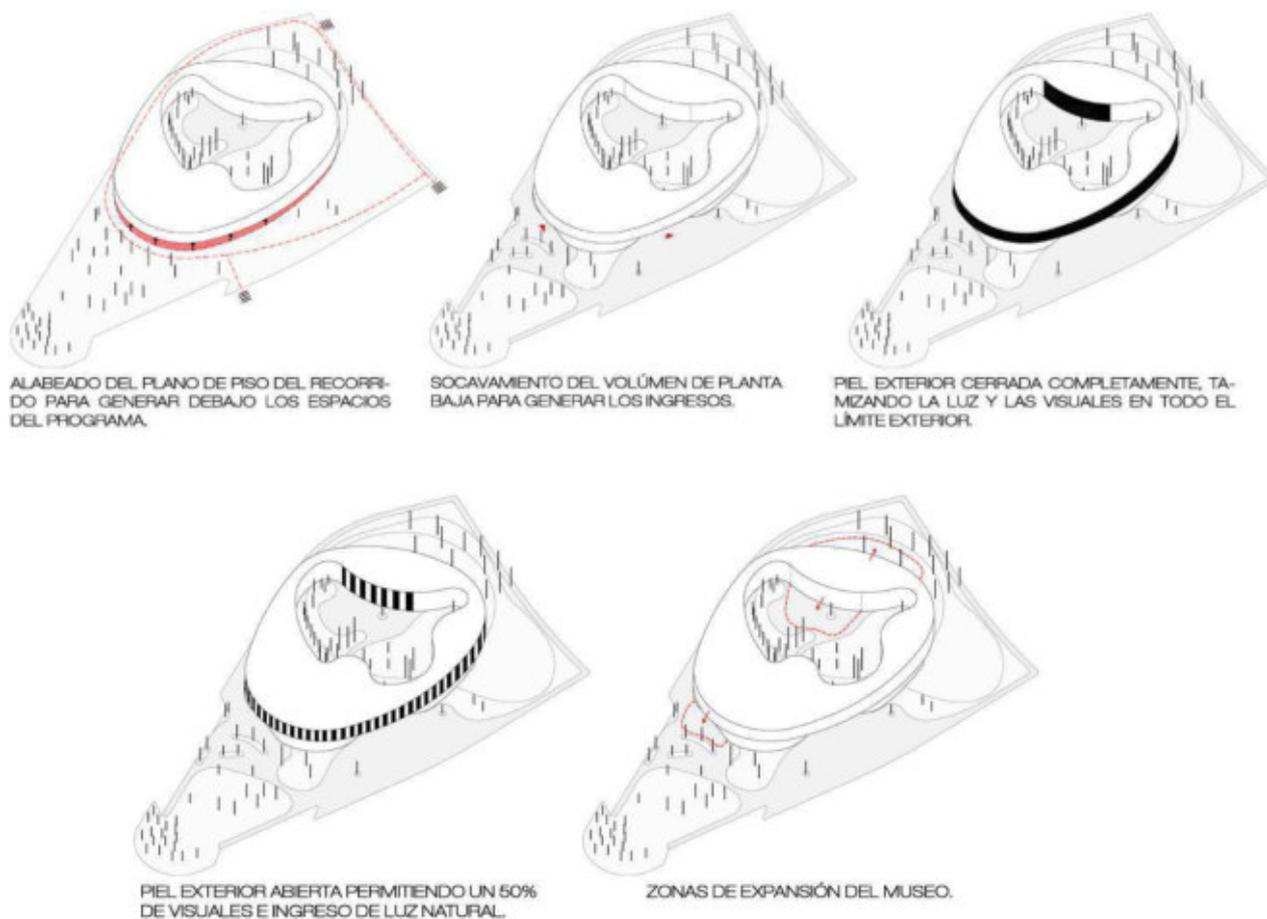


Figura 10: Esquemas de Análisis

MAI - MUSEO DE ARTE INFORMAL

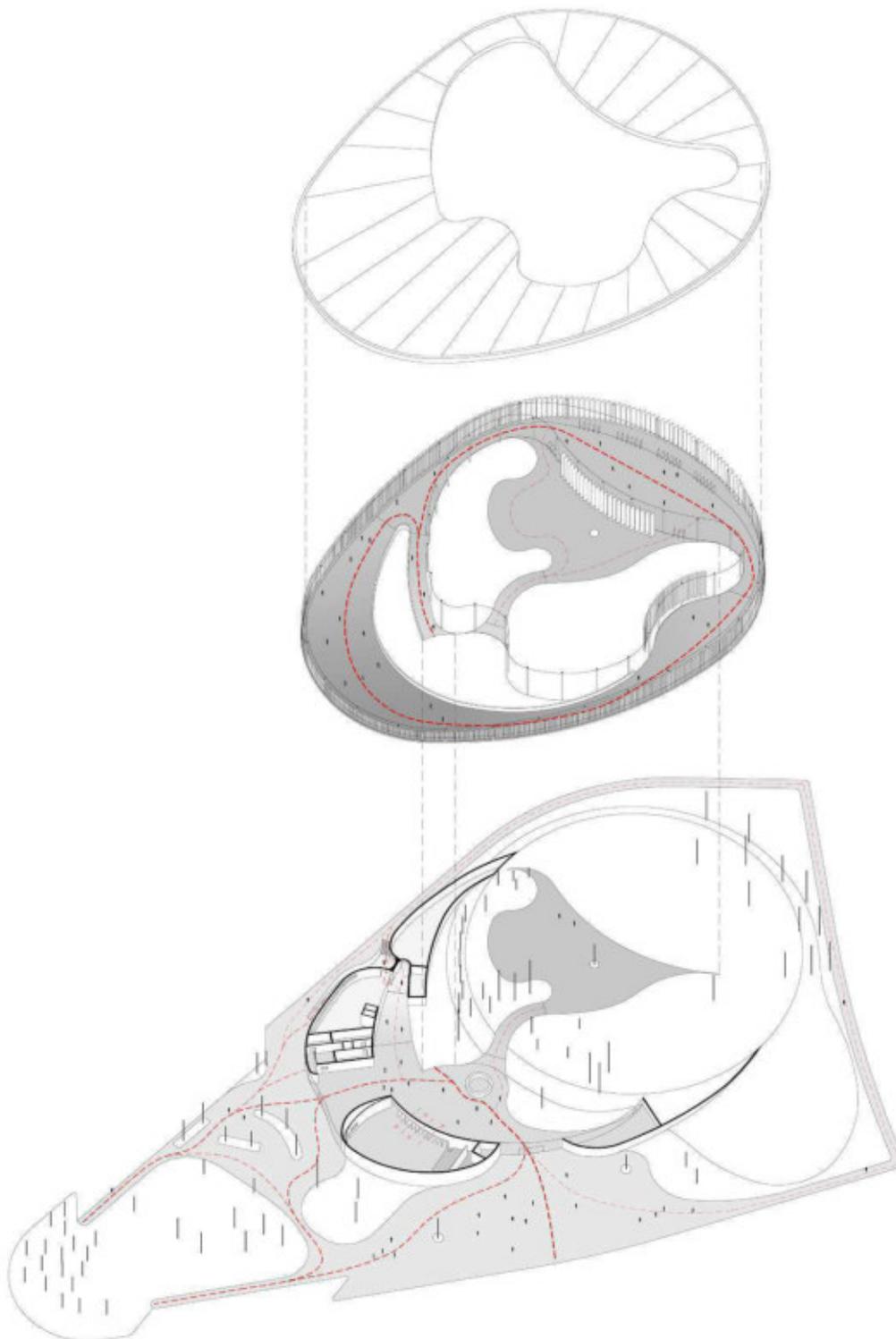


Figura 11: Planta Baja, Planta de Recorrido y Planta de Techo



Figura 12: Interiores del museo

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO:

- Ubicación: Parque Alem, Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Superficie cubierta: 3460,68 m²
- Altura promedio: 10,50 m.
- Capacidad del museo: 3000 personas.

Si los estudiantes desearan materializar el proyecto hay varios condicionamientos a tener en cuenta para no afectar el diseño arquitectónico original:

- Los paneles vidriados en los laterales son fundamentales, por lo que se los deberá interrumpir lo menos posible con columnas.
- Las columnas deberán de ser redondas para mejorar el encuentro con los paneles vidriados y adaptarse bien a la forma sinuosa del museo.
- No se podrán ejecutar soluciones estructurales que impliquen la eliminación de los árboles que no fueron eliminados en el diseño original.
- La cubierta podrá ser resuelta con total libertad del proyectista, respetando la geometría planteada y teniendo en cuenta la correcta evacuación del agua de la misma. A su vez se debe tener en cuenta que sea viable constructiva y económicamente.

OBJETIVOS

En base a toda la información obtenida se comenzó con la resolución estructural del proyecto descubriendo en éste nueve tópicos principales en los que se basara todo el desarrollo:

1. Ubicar columnas principales y secundarias. (Desarrollado en Capítulo 2)
2. Analizar la estructura de la cubierta a adoptar, junto con el cerramiento más adecuado. (Desarrollado en Capítulo 3)
3. Analizar el tipo de estructura a adoptar del entrepiso y de las rampas. (Desarrollado en Capítulo 4)
4. Analizar la estructura de soporte de los paneles vidriados laterales, y definir el tipo de vidrio a utilizar. (Desarrollado en Capítulo 5)
5. Analizar las cargas de viento en una geometría inusual. (Desarrollado en Capítulo 6)
6. Estudiar el tipo de suelo de fundación. (Desarrollado en Capítulo 7)
7. Realizar el diseño, cálculo y dimensionamiento definitivo de todos los elementos estructurales. (Desarrollado en capítulo 8)
8. Analizar el método de montaje de la cubierta. (Desarrollado en Capítulo 9)
9. Realizar un presupuesto de la resolución general adoptada. (Desarrollado en Capítulo 10)

CAPÍTULO N° 2:**POSICIÓN DE COLUMNAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS**

La ubicación de las columnas principales y secundarias es un punto vital, ya que define el grado de permeabilidad visual que tendrá el proyecto y, por ende, el confort de los usuarios al recorrer las instalaciones, al mismo tiempo que se aprecian las obras en exposición. Además es fundamental para respetar los principios del diseño arquitectónico expuestos por los diseñadores.

Las columnas se dividen en tres grupos:

- Columnas Principales de sección circular maciza de H°A° que soportarán la cubierta, y algunas de ellas también el entrepiso.
- Columnas Secundarias de sección circular maciza de H°A° que soportarán el entrepiso.
- Columnas metálicas de sección anular que soportarán los paneles vidriados mediante el Sistema Spider, lo cual se verá más adelante.

En primera instancia, para definir la posición de las columnas principales, se realizó un esquema de manera intuitiva, el cual iba cubriendo las necesidades estructurales punto a punto. Eso generaba irregularidades constantemente y en consecuencia había volver a empezar con otro criterio diferente.

El criterio finalmente elegido para determinar la posición de estas columnas fue el de ubicar el centro de masa de la cubierta y realizar una distribución angular cada 18°, ubicando las mismas en los perímetros interior y exterior del museo. Se tomó un ángulo de 18° ya que luego de varias pruebas, este era el que generaba la mejor distribución para cubrir las grandes luces del proyecto.

La postura adoptada anteriormente generó una división simétrica, visualmente estética y estructuralmente funcional de la cubierta.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Se muestra a continuación un esquema global del posicionamiento de las columnas principales:

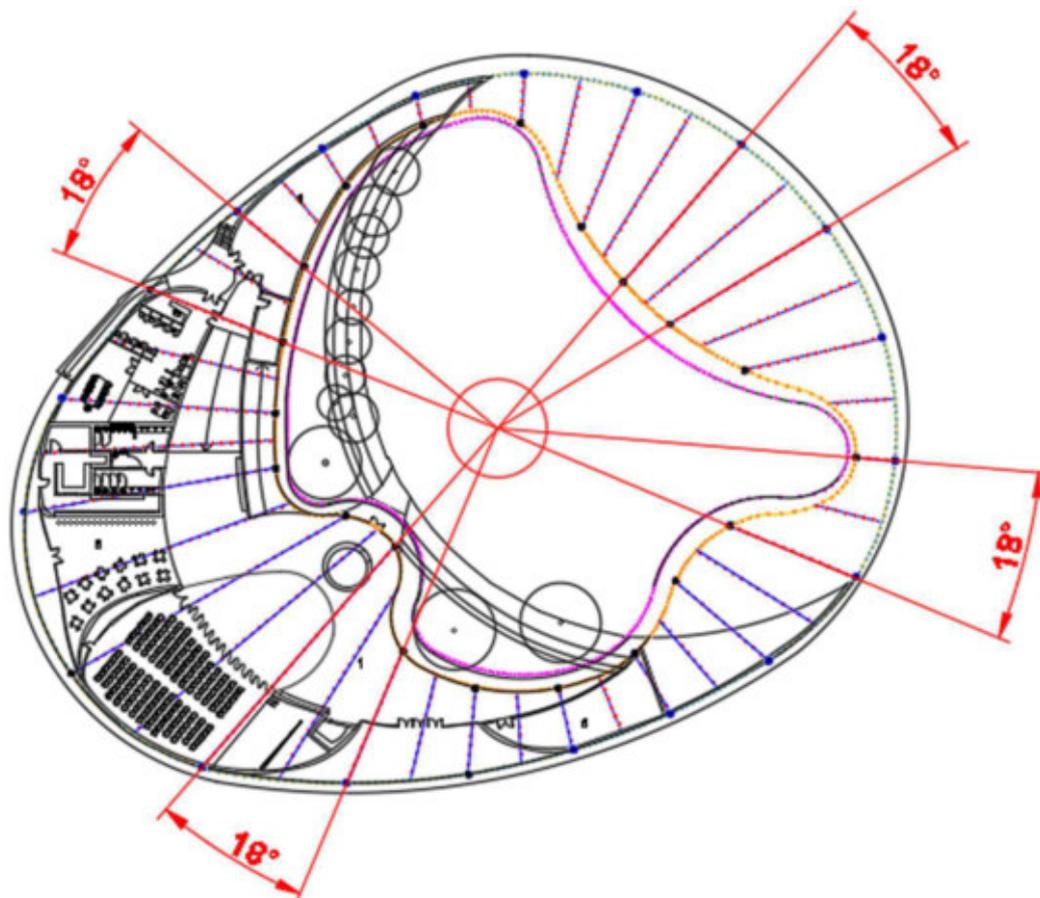


Figura 13: Esquema de distribución angular de columnas

La distribución final adoptada puede apreciarse en la siguiente imagen:

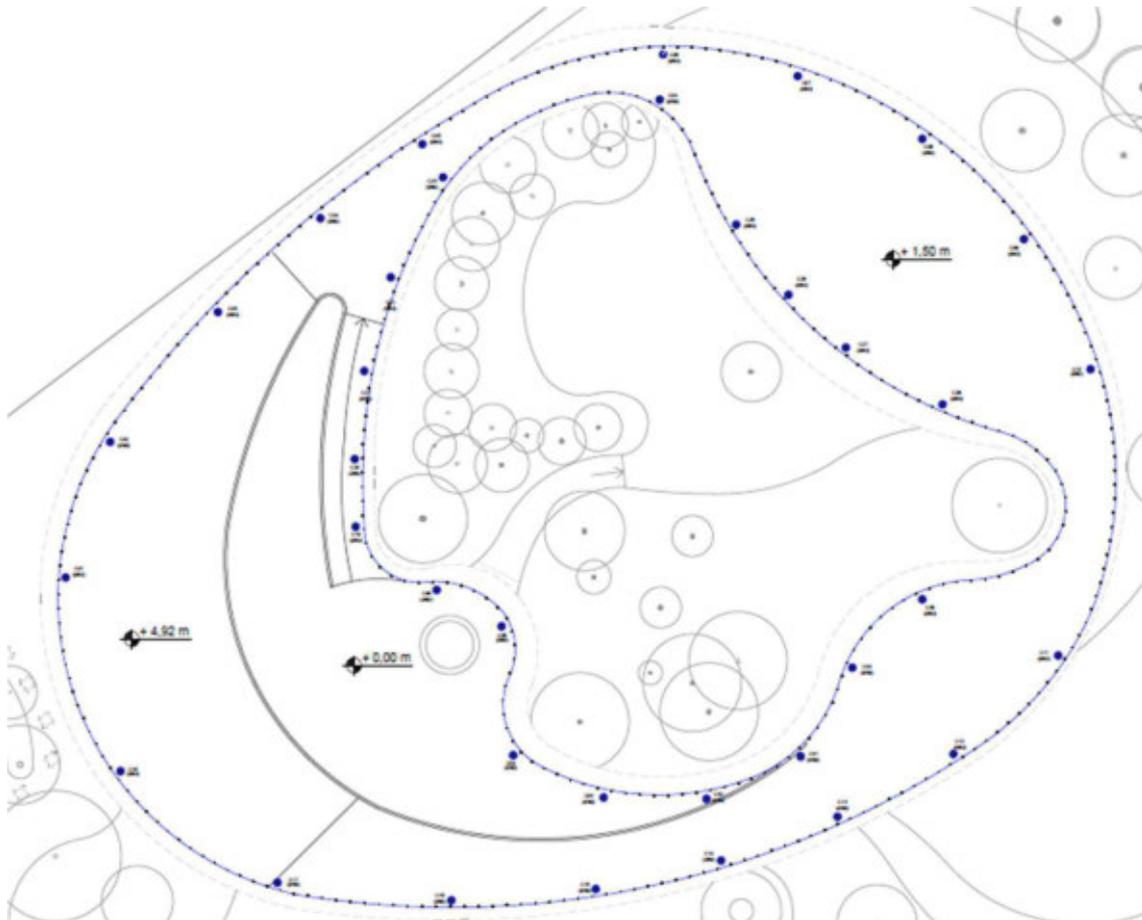


Figura 14: Posición final de columnas principales vistas en Planta de Recorrido

Cómo se puede observar en la figura 14, se respeta la planta de recorrido, quedando esta totalmente libre de columnas intermedias entre los perímetros interior y exterior, sin embargo aparecen columnas en ciertos lugares que afectan el diseño arquitectónico.

Las columnas que marcan estas interferencias con la arquitectura son las siguientes:

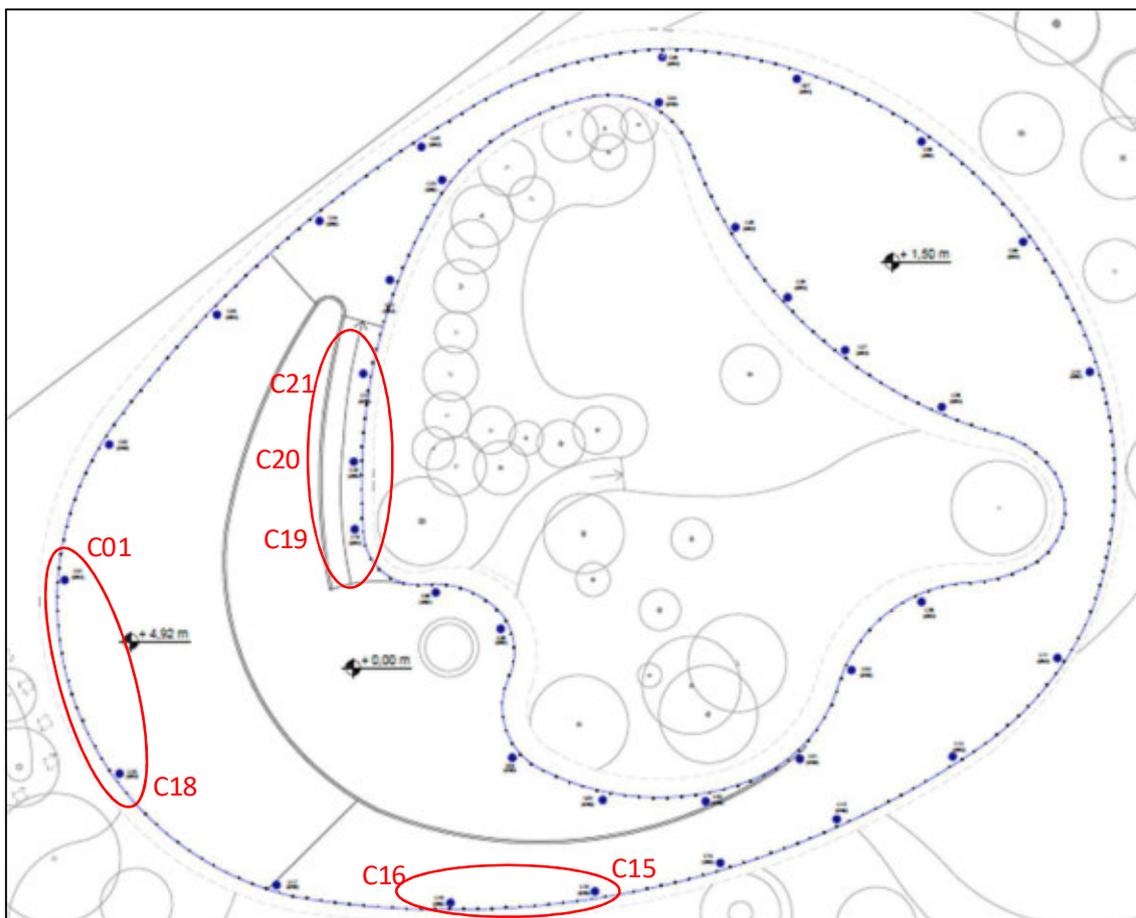


Figura 15: Columnas que interfieren con el Diseño Arquitectónico

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Las columnas C19, C20 y C21 están ubicadas a un costado de una de las rampas de acceso al entresuelo, reduciendo la capacidad de uso de la misma:

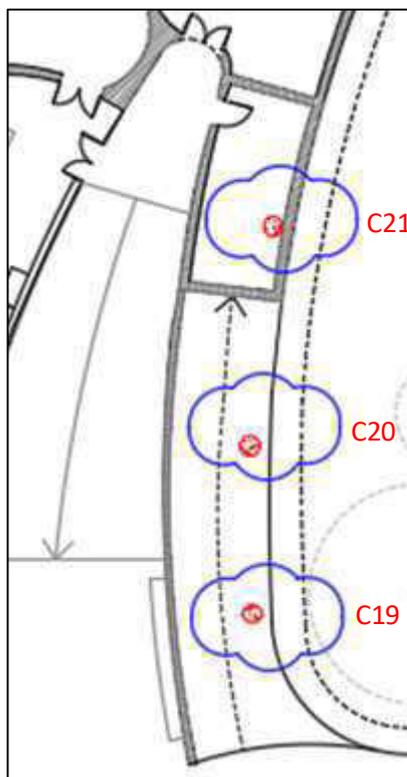


Figura 16: Interferencia de columnas con rampa

Estas columnas son necesarias estructuralmente para mantener la distribución de cargas tanto verticales como horizontales lo más uniforme posible en la geometría diseñada. La solución que se da en este caso es la de rediseñar el ancho de la rampa para recuperar la capacidad proyectada originalmente.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Con respecto a las columnas C01, C15 y C16 y C18 están ubicadas en puntos tales que en planta baja interfieren levemente en la entrada al museo proyectada originalmente y modifican la estética externa:

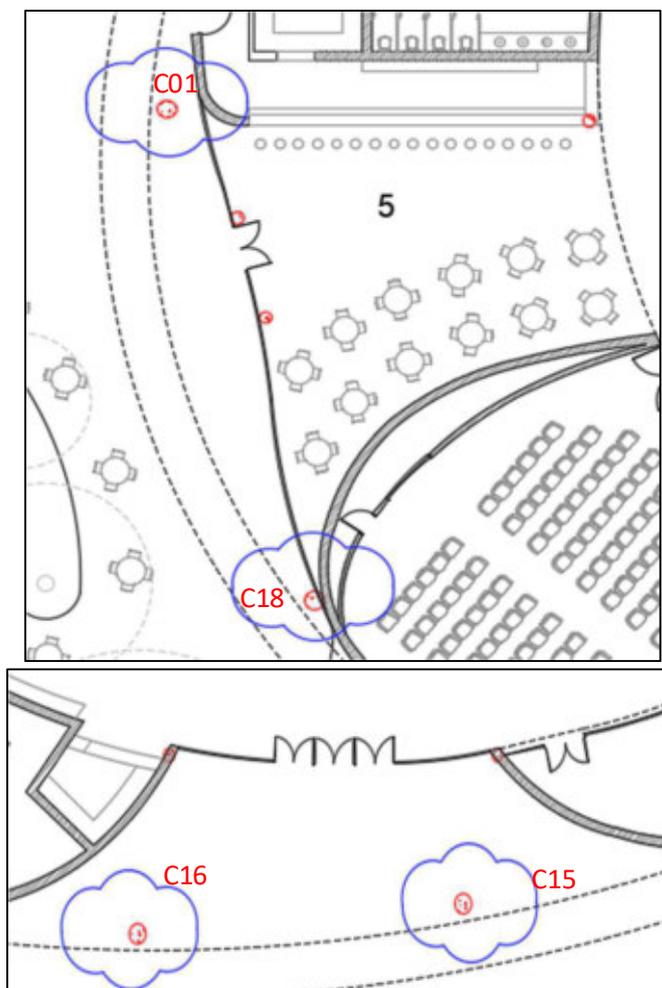


Figura 17: Interferencia de columnas en los accesos de Planta Baja

Al ser cambios poco sustanciales, se habló con los proyectistas de la arquitectura para informar de dichas modificaciones y conocer su opinión respecto a nuestra solución, obteniendo resultados positivos de su parte para realizarla.

Con respecto a la sección de las columnas, se adopta una sección circular, para que cualquier encuentro con otro elemento estructural o incluso arquitectónico (la forma elíptica del cerramiento exterior, las grandes curvaturas del cerramiento interior, etc.) pase desapercibido y también para tener una inercia uniforme en cualquier dirección cuando se analicen los esfuerzos que genera el viento.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Las columnas secundarias fueron ubicadas ocultándose la mayoría en la arquitectura, mientras que las que no quedaron ocultas afectan muy poco el diseño original. La posición de estas columnas puede observarse en la siguiente imagen: (tener en cuenta que son las que se marcaron con un círculo)

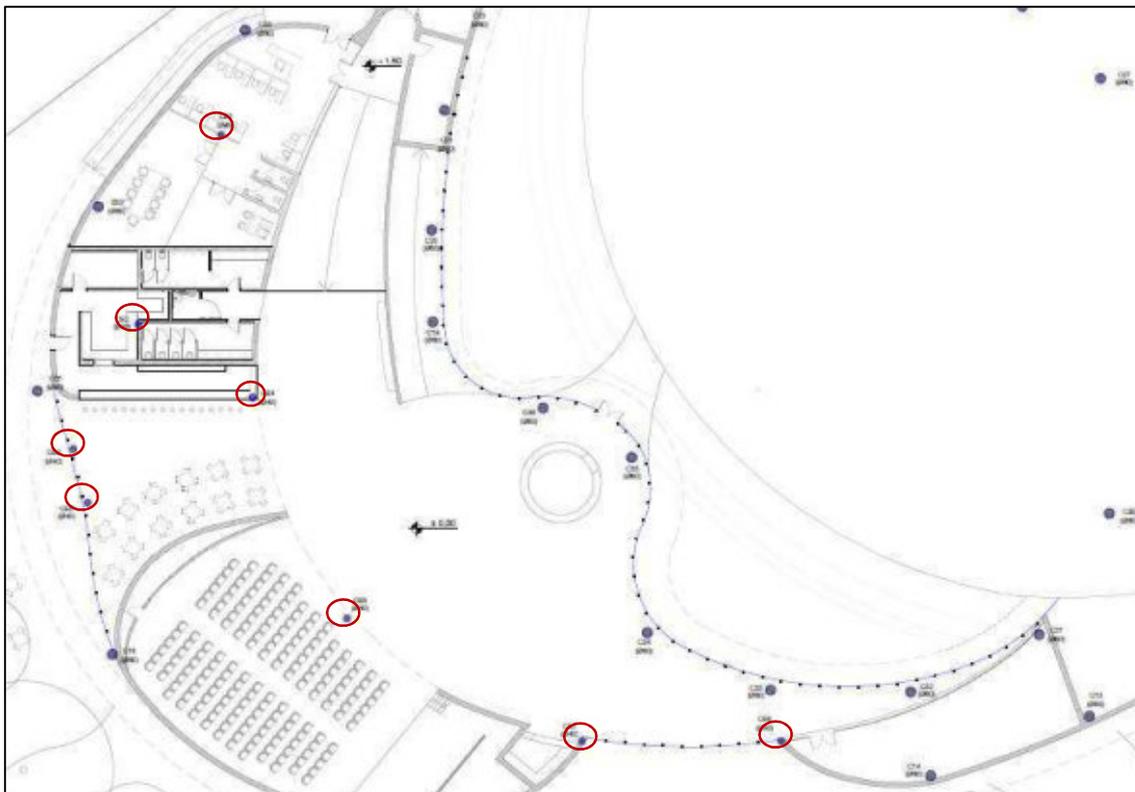
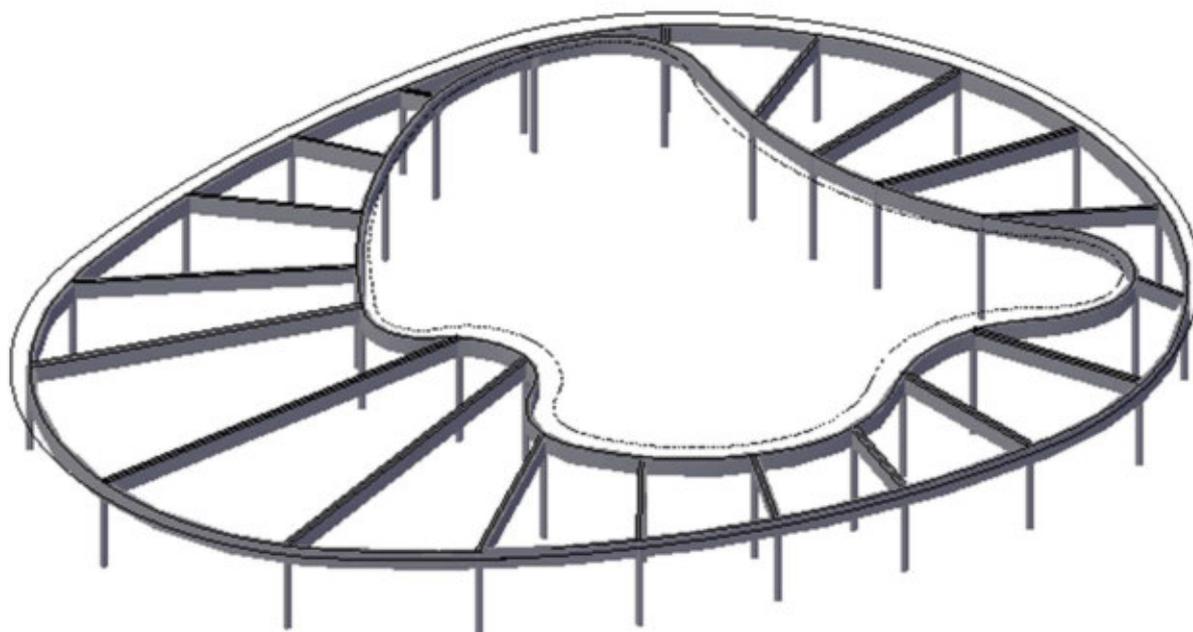


Figura 18: Posición final de columnas secundarias en Planta Baja

En cuanto a las columnas metálicas del cerramiento lateral se dispondrán a poca distancia una de la otra (no mayor a 1,50 m), ya que los paneles de vidrio deben sostenerse por las mismas. Esta distancia se verá definida en capítulos posteriores.

CAPÍTULO N° 3:**ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA Y SU CERRAMIENTO**

El mayor desafío del proyecto es la cubierta, ya que esta tiene luces muy variables que van desde 2,5 m hasta 32 m distribuidas radialmente en todo el perímetro. Estas diferencias de longitudes obligan a que la cubierta no tenga una pendiente uniforme, y va variando centímetro a centímetro dependiendo de la distancia entre los apoyos. En base a esto se fueron analizando diferentes propuestas que se expondrán a continuación:

a) Cubierta de Hormigón Armado con sistema de vigas

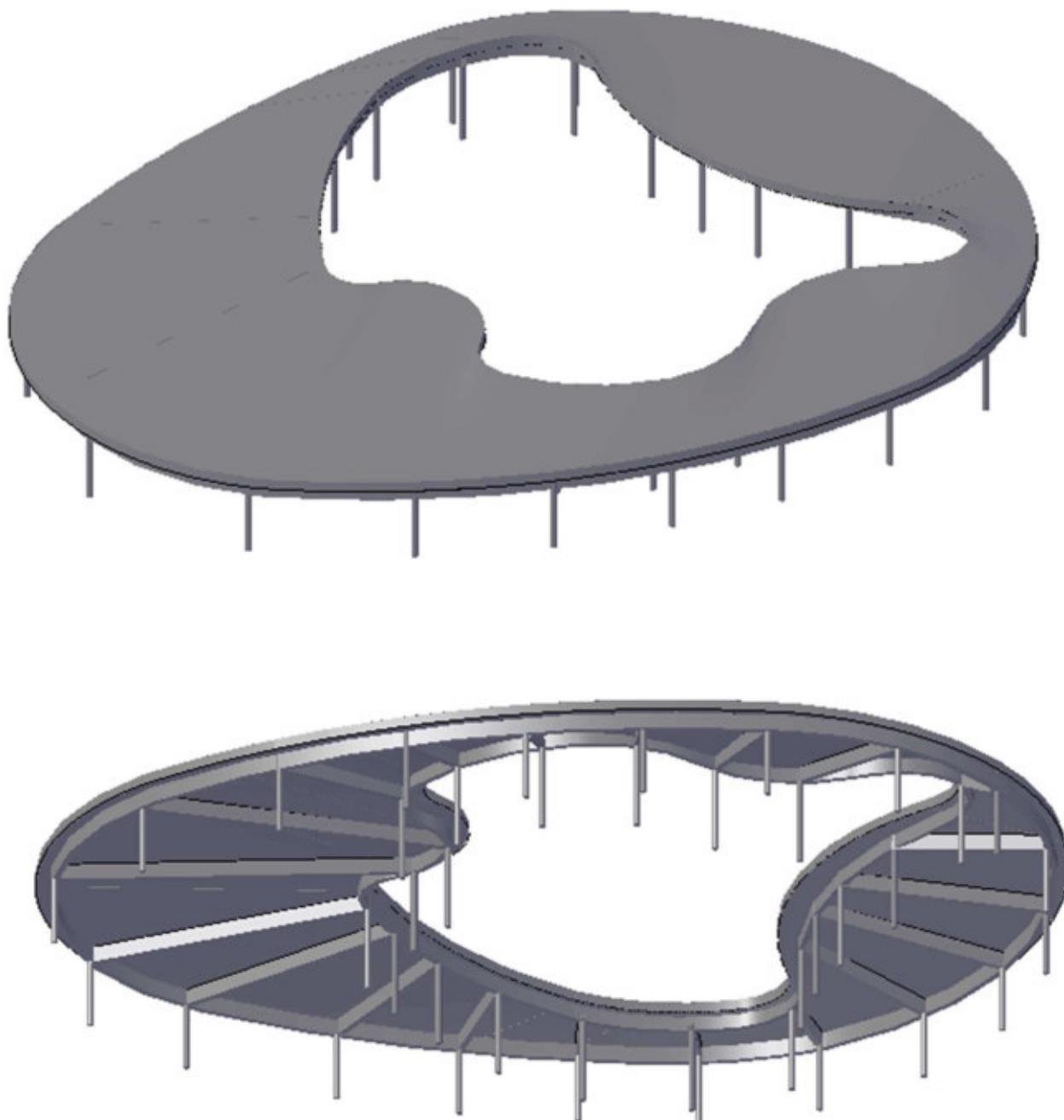


Figura 19: Cubierta H°A° con sistema de vigas

Esta propuesta está pensada con vigas que pueden ser de hormigón postesado o metálicas (reticuladas), teniendo alturas que rondan los 2 m, apoyadas sobre las columnas. También se realizan dos anillos de hormigón armado en los perímetros interior y exterior para brindar otro apoyo a la cubierta. Tanto los anillos como la

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

cubierta están pensadas en hormigón in situ, teniendo la losa un espesor tentativo de 30 cm.

Analizando algunos valores estimativos y considerando las grandes longitudes de los elementos a construir, se puede obtener el siguiente cuadro de Ventajas y Desventajas:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none">1) Materialidad ajustable fácilmente a cualquier geometría.2) Análisis Estructural simple.3) Proporciona una doble función: estructural y de cerramiento.	<ol style="list-style-type: none">1) Volumen de hormigón (y peso propio) excesivo (más de 1000 m³)2) Apuntalamientos de gran altura (promedio de 10m) y de alturas variables.3) Encofrado dificultoso por pendientes variables.4) Armado y hormigonado en altura5) Grandes superficies y volúmenes de hormigón, lo que hace necesario la presencia de un gran número de juntas de contracción y dilatación.6) Tiempo de ejecución excesivo.

Frente al análisis realizado, concluimos que **NO ES BUENA SOLUCIÓN**.

b) Cubierta Liviana con Sistema de Vigas Principales y Secundarias

Esta propuesta viene a plantear el mismo esquema de columnas y vigas que la propuesta anterior pero sobre las vigas principales cruzan perfiles metálicos secundarios para sostener una cubierta de chapa. Con este esquema estructural se podría prescindir de los anillos perimetrales de hormigón ya que las vigas secundarias apoyan en las vigas primarias, y éstas últimas en las columnas, sin embargo no resultaría recomendable ya que el anillo perimetral de hormigón unifica la parte superior de todas las columnas actuando como encadenado y brindando estabilidad global a la estructura.

Con respecto al voladizo de la cubierta existen dos opciones:

- Ménsulas cortas que salgan de las columnas y sostengas los perfiles metálicos.
- Continuar las vigas principales hacia el exterior en forma de voladizo y que allí apoyen los perfiles metálicos.

Con cualquiera de estas dos opciones se obtiene el mismo resultado, sólo cambiaría el esquema de apoyo de las vigas principales y el diseño de las columnas.

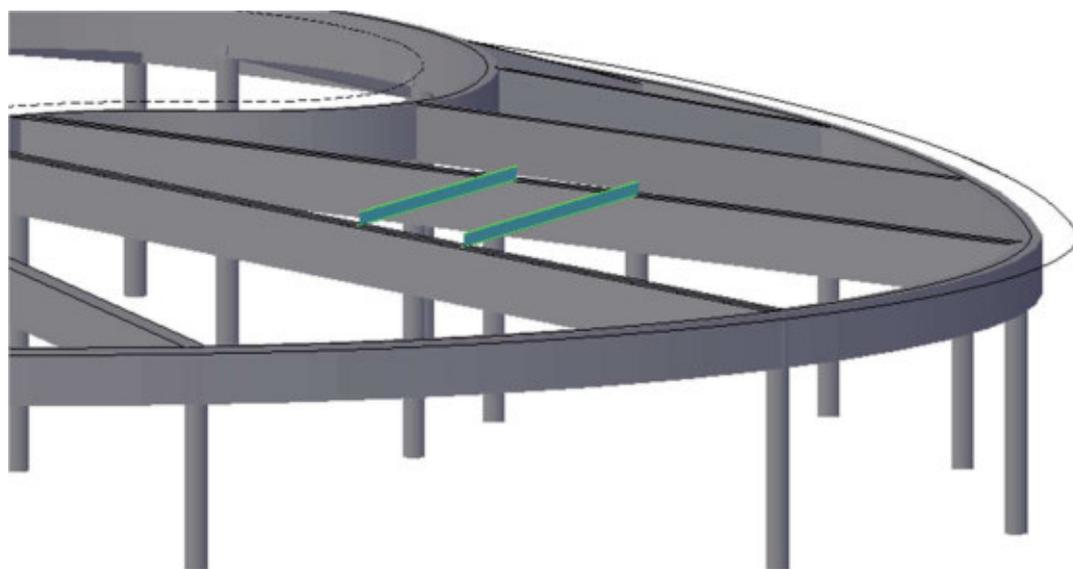


Figura 20: Cubierta liviana

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none"> 1) Análisis Estructural simple. 2) Facilidad de ejecución en obra. 3) Rapidez en los tiempos de ejecución. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Longitudes variables en vigas secundarias. 2) Las pendientes variables en cada viga principal dificulta la colocación de vigas secundarias. Esto hace que la cubierta tenga planos de colocación alabeados, complicando los encuentros del cerramiento y haciendo difícil un sellado hermético en las juntas. 3) No es recomendable utilizar chapa como elemento de cierre ya que ésta se debería ir curvando en cada encuentro.

Frente al análisis realizado vemos que es mejor solución que la anterior, sin embargo, NO ES BUENA SOLUCIÓN.

c) Cubierta Liviana con Reticulado Espacial (Estéreo Estructura)

La necesidad de realizar proyectos con un tipo de cubierta que solucione grandes luces sin apoyos intermedios ha generado propuestas creativas en el cálculo estructural dando lugar a las llamadas “estructuras tridimensionales”, las mismas que han hecho realidad magníficos proyectos.

Este sistema se conforma de una estructura espacial que tiene su origen en una versión tridimensional de las estructuras planas; sus componentes son elementos cortos y finos unidos rígidamente, prefabricados, sencillos, ligeros y basados en formas geométricas como triángulos, hexágonos, octágonos, etcétera. El pionero en la investigación y desarrollo de estas armaduras espaciales fue el Arquitecto Alemán Konrad Wachsmann, quien logró importantes cálculos estructurales y logro reunir las cualidades de diseño, estética y funcionalidad.

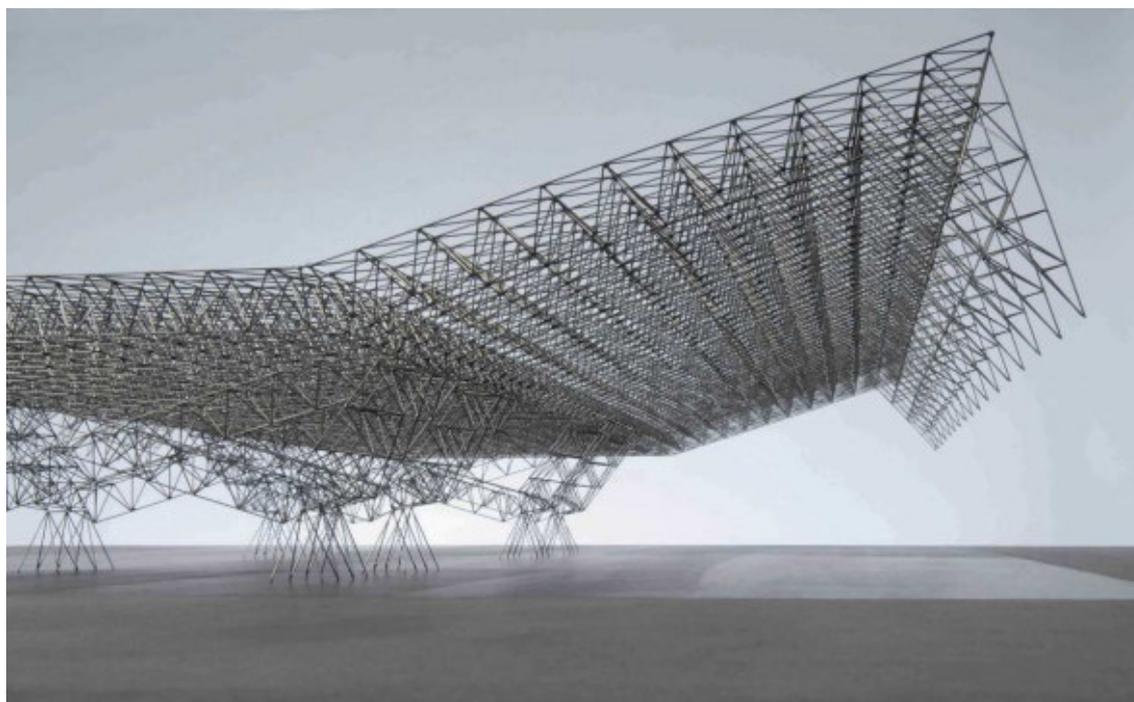


Figura 21: "U.S Air Force Aircraft Hangar" (1951), obra de Konrad Wachsmann

En lo referente a la estética, las estructuras espaciales están íntimamente ligadas con el diseño de la luz entre los apoyos y los elementos que soportan. Los materiales empleados son el acero o el aluminio y, en contraste con las estructuras bidimensionales, éstos se utilizan en menor cantidad (es decir que se optimiza el material).

Las cubiertas dependen del clima exterior y pueden ser de vidrio, acrílico, policarbonato, láminas metálicas o membranas, entre otros materiales.

El diseño de las cubiertas geométrico-espaciales es resultado del análisis estructural realizado para posibilitar la construcción de proyectos como pabellones, recintos feriales, estadios, domos espaciales de vestíbulos, accesos y plantas industriales o lo que la imaginación de los proyectistas conciba. Para su desarrollo es necesario realizar pruebas con prototipos a escala o simulaciones en computadora, para observar el funcionamiento y comprobar la factibilidad de las formas irregulares que de otra manera sería imposible construir.

Nuevos materiales (cómo el aluminio y aceros de alta resistencia), combinados con estudios y cálculos estructurales, han dado lugar a otras propuestas para el empleo de las estructuras tridimensionales; algunas de sus formas básicas de diseño son las horizontales, verticales, pendientes, arcos, Cantilever y domos. Con estos últimos actualmente se pueden cubrir mayores luces, por el esfuerzo de compresión al que trabaja su curvatura.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Las luces que se obtienen con una estructura tridimensional son de 20 a 200 m libres de apoyos intermedios, aunque en principio se pueden cubrir superficies de hasta 300 m² con estos sistemas.

En una estructura tridimensional optimada, los esfuerzos se transfieren al entramado de las barras de la estructura, de manera que cualquier acción concentrada de cargas se distribuye ampliamente; con ello, las fuertes tensiones en los elementos de carga disminuyen y se igualan en su mayor parte para crear un campo de fuerza homogénea que proporciona mayor resistencia a la estructura. Por lo tanto, al disminuir las tensiones internas y con ellas las secciones necesarias de los elementos sujetos a tracción y compresión disminuye el peso del material, lo que redundo en cubiertas ligeras.

Estos sistemas estructurales tiene dos componentes básicos: nodos y perfiles o barras tubulares atornilladas entre sí. Ambos son ligeros, resistentes y de fácil ensamble sin necesidad de soldar, remachar o utilizar adhesivos de alta resistencia, y su dimensionamiento se apoya en novedosas herramientas computacionales.

Una estéreo estructura, es un reticulado espacial que proporciona buena rigidez a la deformación vertical, como así también una superficie continua para la colocación del cerramiento final.

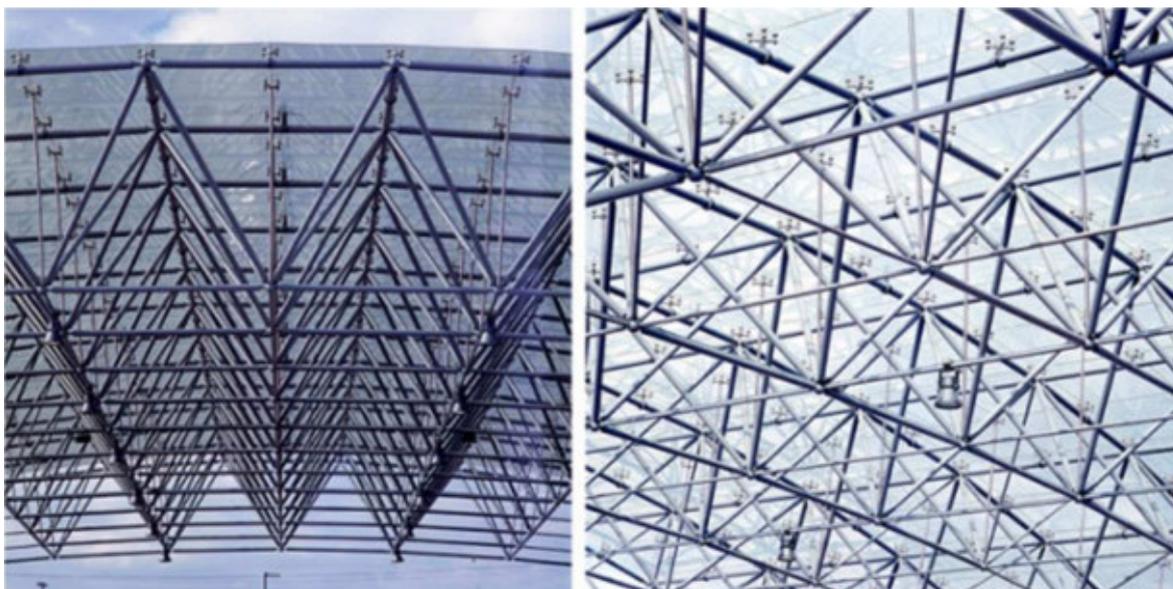


Figura 22: Ejemplos tipos de Estéreo Estructuras

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none">1) Prefabricación de elementos y ahorro en los tiempos de ejecución2) Gran rigidez frente a deformaciones verticales.3) Posibilidades de diseño infinitas.4) Posibilidad de crear una superficie continua con luces pequeñas para los elementos de cierre.5) Facilidad de montaje en obra una vez armado en taller.6) Estructura especial para obras de grandes luces.	<ol style="list-style-type: none">1) Diseño geométrico complejo.2) Análisis estructural complejo.3) Estrategia de montaje en obra.4) Armado en taller complejo.

Frente al análisis realizado, se puede observar que es una solución que se encasilla con las necesidades de este proyecto, por lo tanto es una BUENA SOLUCIÓN.

Se observa que de las pocas desventajas que plantea este tipo estructural, la mayor labor es para el proyectista y el constructor en taller.

CERRAMIENTO DE LA CUBIERTA:

Respecto al cerramiento de la cubierta se pensó como primera opción algún tipo de chapa lisa, la cual fue descartada por las discontinuidades que se generan en cada paño. Como segunda opción se sugirió que cada tetra-edro se cerrara en su parte superior con paneles vidriados; dicha solución generaba la necesidad de disponer de una estructura suplementaria para su colocación, aumentando los tiempos de ejecución. Por último se decidió realizar el cerramiento de la cubierta con placas de Policarbonato Alveolar debido a su rápida ejecución y, a su vez, por cuestiones térmicas y acústicas.

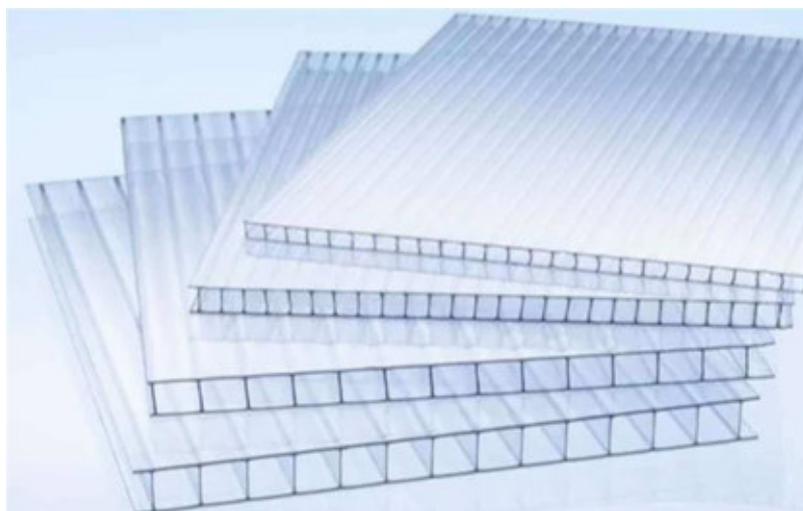


Figura 23: Placas de Policarbonato Celular

Algunos de los motivos por los cuales se adoptó tal cerramiento se presentan a continuación:

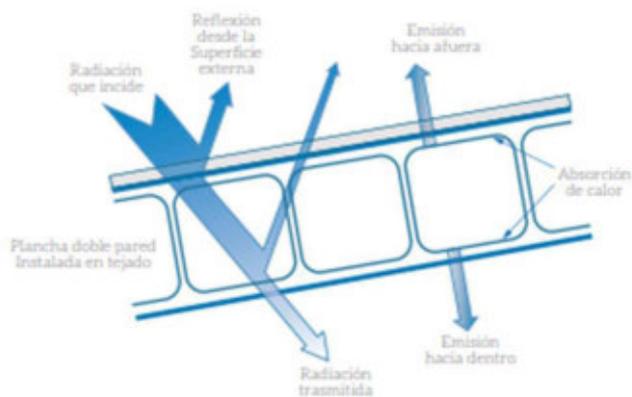
- a) Es una cubierta liviana, por lo que no agrega cargas considerables para cálculo.
- b) Fácil colocación ya que puede ser cortado rápidamente y montado sin problemas.
- c) Es un material aislante térmico y acústico además de impermeable. Las juntas entre placas quedan perfectamente impermeabilizadas por medio de una silicona especial.
- d) Variedad de espesores y colores a fin de otorgar una terminación armónica con el diseño planteado por los arquitectos.

DETALLES ACCESORIOS DE INSTALACIÓN



Figura 24: Detalles de perfilería y colocación

MANEJO DE ILUMINACIÓN



COLORES DISPONIBLES



Figura 25: Colores disponibles

El panel de Policarbonato Alveolar adoptado cuenta con un espesor de 10 mm y con una coloración símil Bronce.

CAPÍTULO N° 4:**ESTRUCTURA DEL ENTREPISO Y DE LAS RAMPAS**

El entrepiso forma parte de la trama del recorrido del museo, al cual se puede acceder por medio de tres rampas que lo conectan con las distintas plantas del mismo.

Debajo del entrepiso y de las rampas, existen una serie de muros que dividen los distintos locales. Debido a la gran densidad de muros que hay distribuidos, y la necesidad de que varios de ellos actúen de muros de contención de los lugares que se encuentran enterrados, sumado a las formas curvas que tienen, se consideró preferente que todos ellos sean tabiques de hormigón armado de 20 cm de espesor, que además de facilitar la construcción de los muros, brindan múltiples apoyos a las losas de entrepiso y a las rampas.

Como estas losas estarán sometidas a grandes cargas de uso debido a las personas que pueden transitar por el museo y las obras de arte que se expongan, se decidió que la mejor solución es la de realizar losas de hormigón armado, sostenidas por los tabiques y por sistemas de vigas distribuidas de tal forma que no se necesiten losas tan voluminosas.

Debido a la gran densidad de tabiques que existen es posible distribuir vigas casi en cualquier dirección, lo que permite generar losas de menor espesor y por ende un entrepiso más económico.

En conclusión, el hormigón armado es la mejor opción para esta parte del museo por muchos factores como: aspectos constructivos, de resistencia y de durabilidad.

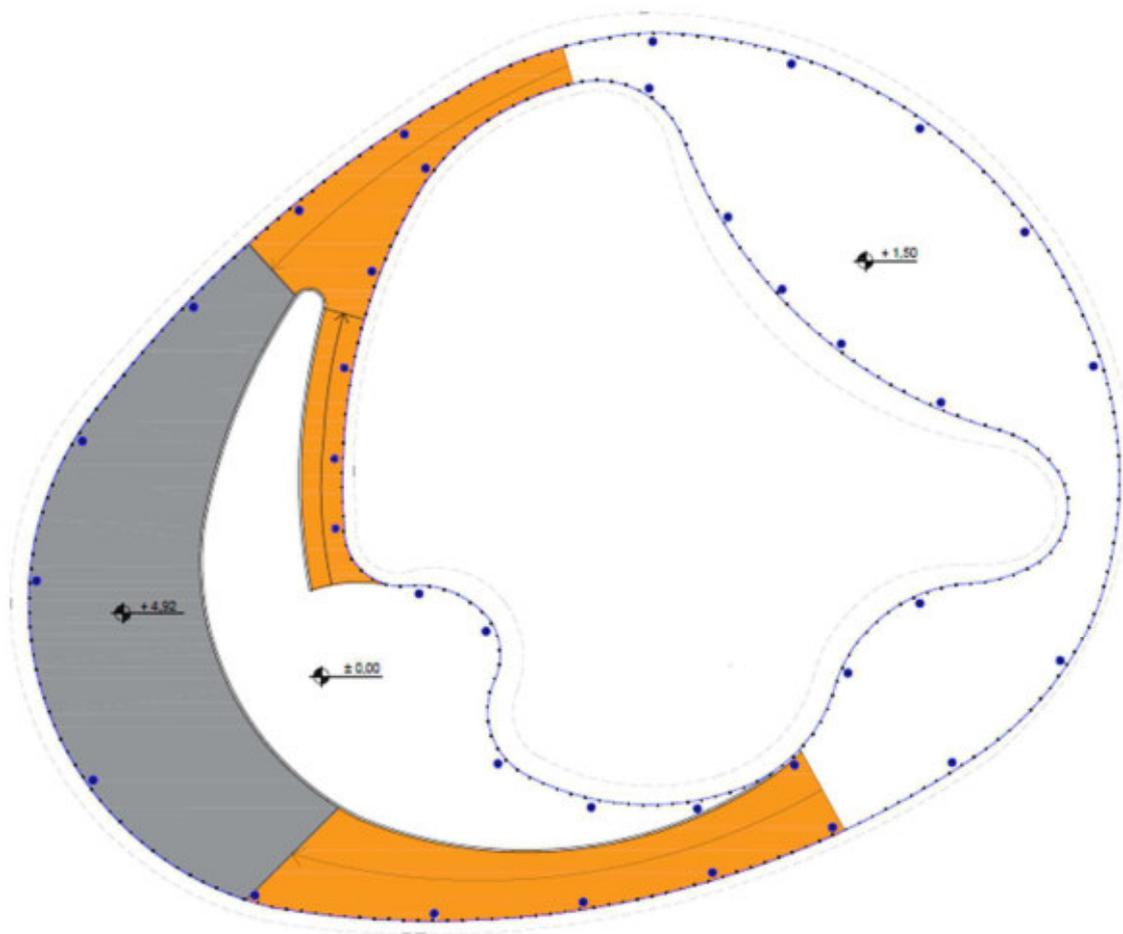


Figura 26: Planta de recorrido: Entrepiso (Gris) y Rampas (Anaranjado)

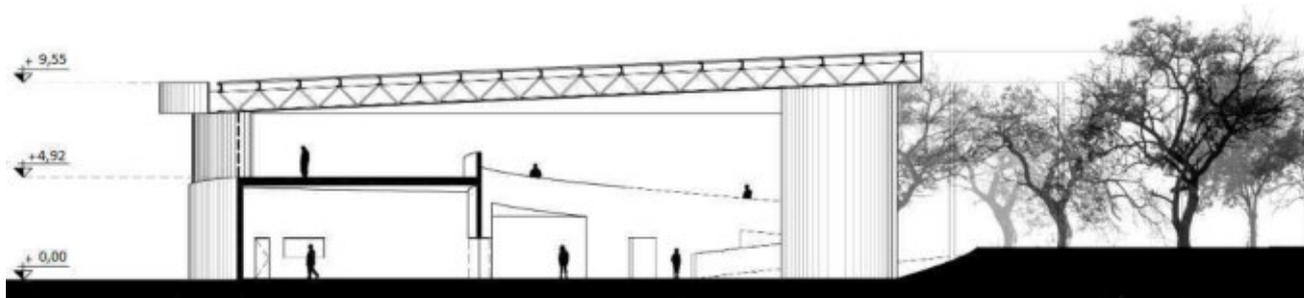


Figura 27: Corte Longitudinal

CAPÍTULO N° 5:

ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES VIDRIADOS LATERALES Y TIPO DE VIDRIO

Al ser un museo una obra en donde se congregarán grandes cantidades de personas constantemente, se plantea como enfoque principal para el cerramiento lateral la seguridad.

Cuando hablamos de seguridad debemos tener en cuenta dos conceptos diferentes, el referido a la seguridad de las personas (safety) y el referido a la seguridad de los bienes (security).

- Seguridad de las personas (SAFETY):

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, un vidrio de seguridad es aquél que no se rompe, o si se rompe, lo hace en forma segura (sin astillas cortantes).

Por otro lado, un área de riesgo es toda aquella superficie vidriada que, por su posición, función o características del entorno de colocación, presenta exposición al impacto de las personas y/o riesgo físico en caso de rotura de los vidrios.

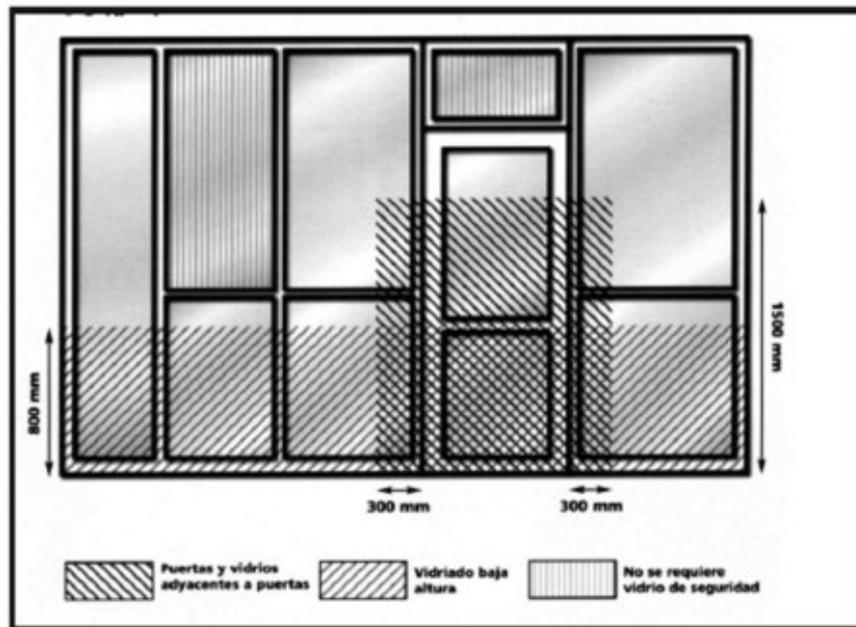


Figura 28: Áreas de riesgo en muros vidriados

Los vidrios de seguridad son de dos tipos:

- **Vidrio Templado:** Se consigue calentando el vidrio recocido en un horno a una temperatura aproximada de 650°C y enfriando seguidamente sus superficies de forma rápida, provocando que éstas solidifiquen primero que la masa interior. Este proceso crea una elevada compresión en las caras exteriores del vidrio hasta aproximadamente un 20% del espesor de la placa, mientras que en el centro queda la masa en tensión.

Las tensiones de compresión que se consiguen varían entre los 90 y los 150 MPa y evitan que las fisuras superficiales se puedan propagar.

Posee mayor capacidad para resistir esfuerzos de tracción que un vidrio común y por otro lado, si rompe se desintegra en pequeños fragmentos que no causan heridas cortantes o lacerantes serias como las que causarían los bordes filosos de pequeños trozos de vidrio recocido.

Los vidrios templados exhiben grandes valores de resistencia a flexión debido a esta compresión superficial interna, análogamente al caso del hormigón pretensado. En muchas aplicaciones el dimensionado de las placas de vidrio templado viene limitado por las deformaciones más que por el nivel tensional.

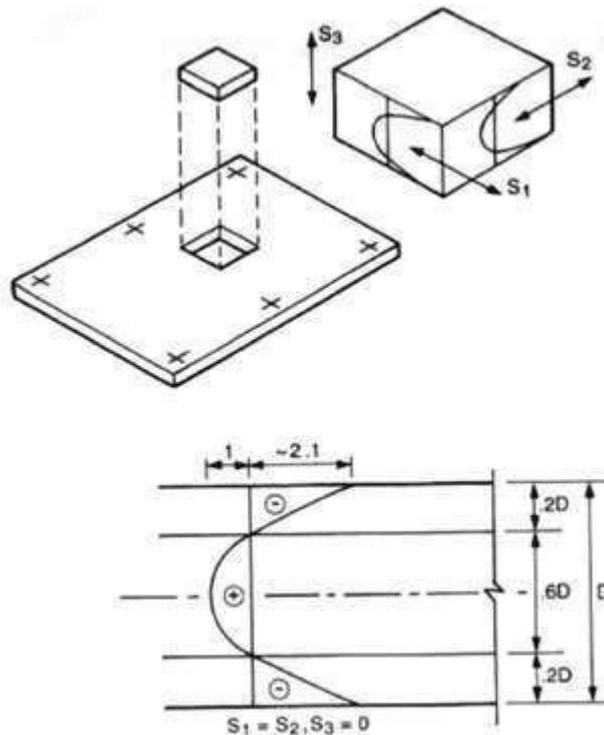


Figura 29: Diagrama de tensiones en un vidrio templado

Se ha determinado que la resistencia del vidrio templado en zonas donde se han practicado taladros es aproximadamente la misma que la de una placa infinita, lo que hace del vidrio templado la mejor opción para fijaciones puntuales.

- **Vidrio Laminado:** El vidrio laminado consiste en el pegado de dos o más componentes de vidrio recocido mediante el uso de láminas plásticas transparentes, la más habitual de las cuales es de Butiral de Polivinilo (PBV). La rigidez y resistencia del vidrio laminado han sido y están aún siendo evaluadas en muchas aplicaciones, de manera demasiado conservadora. Los sistemas de dimensionamiento proporcionados por fabricantes y por algunas normativas penalizan el vidrio laminar frente a un vidrio monolítico del mismo espesor.

El origen de esta consideración se basa en un trabajo publicado por J.A. Hooper en el que estudiaba la capacidad portante de vigas de vidrio laminado. Hooper concluyó que el comportamiento del vidrio laminado estaba entre dos límites: El límite monolítico y el límite estratificado.

En el primer caso el laminado se comporta de forma equivalente a un monolítico del mismo espesor mientras que en el segundo caso las dos láminas de vidrio deslizan entre sí obteniéndose una resistencia mitad a la del monolítico equivalente.

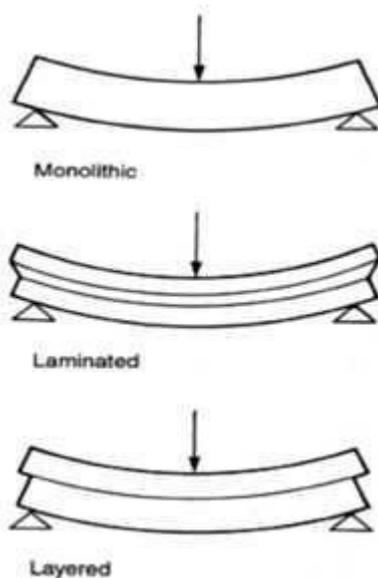


Figura 30: Comportamiento del vidrio: monolítico, laminado, estratificado

En caso de rotura los trozos de vidrio roto quedan adheridos a la lámina de PVB impidiendo su desprendimiento y caída, manteniendo el conjunto dentro del marco y sin interrumpir la visión. También en caso de impacto de personas u objetos, actúa como barrera de protección y retención, evitando su traspaso y caída al vacío.

- Seguridad de los bienes (SECURITY):

Cuando se busca asegurar los bienes que se encuentran en el interior de una vivienda, local o edificio, las soluciones a adoptar desde el punto de vista de los vidrios, serán diferentes según sean las situaciones de riesgo a que se esté expuesto, pudiéndose distinguir:

- Protección contra vandalismo.
- Protección contra explosiones.
- Protección contra balas.

En este caso es necesario un vidrio anti vandalismo, ya que se trata de impedir el ingreso de los delincuentes a través de las ventanas y vidrios que, generalmente, son los puntos más débiles de un edificio.

Para estos casos, el vidrio laminado es una efectiva barrera, pues impide la rotura rápida del vidrio y el ingreso a través del mismo ya que el delincuente no podrá realizar un hueco suficientemente grande ni suficientemente rápido.

Se deberá elegir que composición de vidrio laminado se seleccionará (tipo de vidrio y cantidad de PVB) en función del tipo de ataque que se espera recibir o se desea que sea capaz de soportar.

Estructura de soporte del vidriado:

El museo tiene la particularidad de ir variando su curvatura punto a punto, por lo que se estudió la posibilidad de utilizar vidrios curvos o rectos, sostenidos mediante sistemas de montantes de aluminio.

Sin embargo consultando a distintos profesionales e investigando sobre los sistemas utilizados se pudo concluir que actualmente por su simplicidad constructiva se utiliza el “Sistema Spider”.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Éste es un sistema de vidriado en el que se utilizan elementos de sujeción metálicos de diseño especial denominados arañas; que a través de elementos tubulares y/o tensores soportan el peso propio del vidrio y fuerzas externas como viento, lluvia y sismos. Gracias al sistema de rótulas se pueden construir fachadas curvas con diferentes grados de curvatura, lo que lo hace idóneo para este proyecto.

Se muestra a continuación algunos herrajes y accesorios del sistema:



Figura 31: Tornillo de andaje para tubo redondo

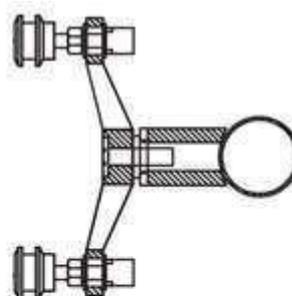


Figura 32: Detalle General

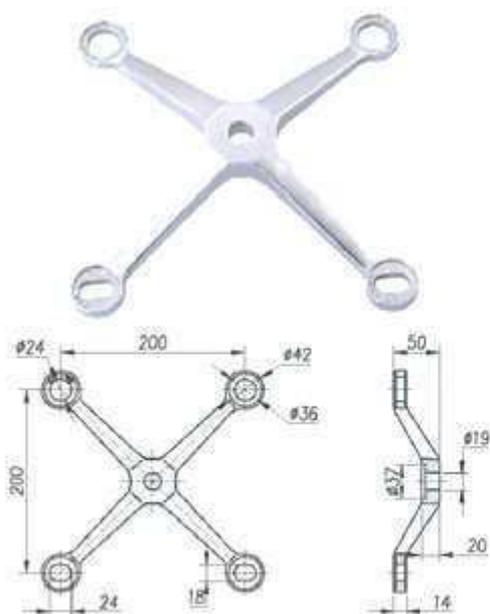


Figura 33: Spider para 4 paneles



Figura 34: Perno TF12 para DVH

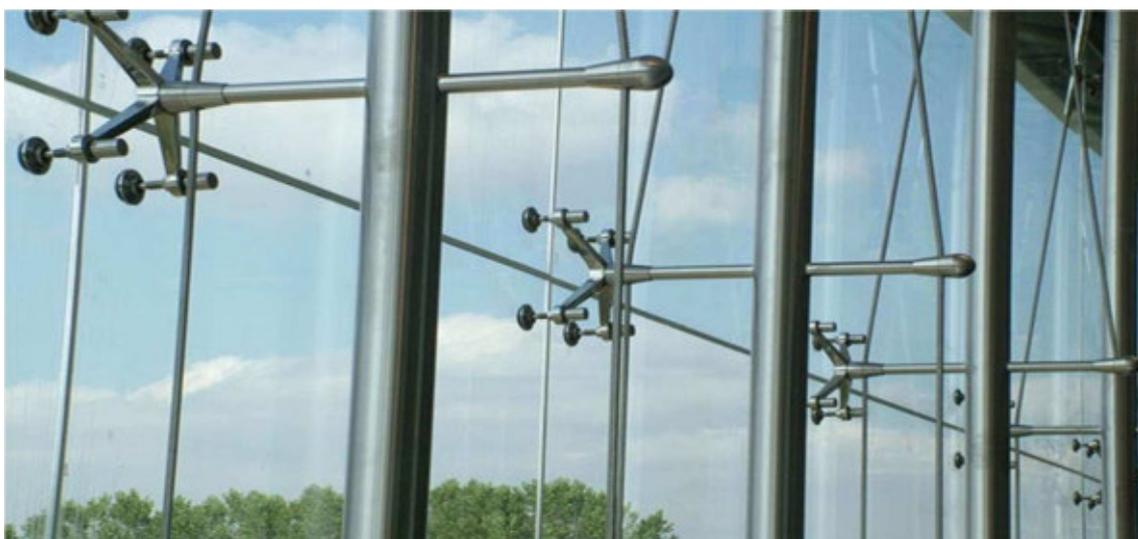


Figura 35: Ejemplos reales del Sistema Spider aplicado

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Se pueden adoptar básicamente tres opciones de distribución estructural en el Sistema Spider. El primero consta de tabiques de vidrio en posición perpendicular al vidriado propiamente dicho, el segundo se realiza mediante columnas con poca separación y el último es mediante columnas más separadas pero con vigas horizontales distribuidas en altura.

Para este caso se va a optar por utilizar la segunda opción, es decir utilizar solamente columnas que vayan del piso al techo separadas una distancia acorde a las dimensiones de los paneles vidriados (menor a 1,5m) distribuidas en los perímetros interior y exterior del museo. Estas columnas deberán soportar el vidrio, cómo también actuar de elemento resistente frente a las cargas horizontales generadas por el viento.

La tercera opción funcionaría bien para este proyecto, pero debido a las curvaturas de éste, exige que las vigas horizontales tengan que ser elementos curvos, lo que complica su construcción. Con la opción elegida no se tiene este problema ya que las columnas son elementos rectos anclados en sus extremos y sólo hay que posicionarlas bien en planta para colocar los tramos rectos de paneles vidriados.

La posición de estas columnas se definirá en capítulos posteriores. En cada una de ellas se colocarán las arañas mencionadas “Sistema Spider” que actuarán cómo elementos de sujeción del vidriado.

CAPÍTULO N° 6:**CARGAS DE VIENTO EN UNA GEOMETRÍA INUSUAL**

Se determinarán las presiones de viento según el reglamento CIRSOC 102/2005 por el Método Analítico para edificios de todas las alturas y SPRFV (Sistema Principal Resistente a la Fuerza de Viento) para poder hacer una comparación con las presiones obtenidas mediante un Software de Túnel de Viento.

✓ *Ubicación:* Rosario, Santa Fe, Argentina.

✓ *Topografía:* Homogénea.

✓ *Terreno:* Costero, Abierto.

✓ *Configuración:*

Estructural: En la cubierta se realizará una Estéreo Estructura la cual se conecta al suelo mediante columnas de sección circular.

Revestimientos: Paneles de vidrio rectos sujetos mediante Sistema Spider.

✓ *Exposición y clasificación del edificio:* El terreno se ubica en una zona costera, por lo que corresponde la categoría de exposición “D”.



Figura 36: Lugar de emplazamiento del museo

Se considera que en el museo entrarán más de 300 personas simultáneamente, y le corresponde por lo tanto la Categoría “III”.

❖ Presiones Dinámicas:

$$q_z = 0,613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \cdot I$$

Dónde:

K_z : Coeficiente de exposición para la presión dinámica.

K_{zt} : Factor topográfico.

K_d : Factor de direccionalidad del viento.

V : Velocidad básica del viento.

I : Factor de importancia.

El factor topográfico por ser terreno plano es: $K_{zt} = 1,00$

El factor de direccionalidad para edificios, tanto para Sistema principal resistente a la fuerza de viento, como para Componentes y revestimientos es: $K_d = 0,85$

La velocidad básica del viento para Rosario, correspondiente de considerar un período de recurrencia de 50 años es: $V = 50 \text{ m/s}$

El factor de importancia para categoría **III** es: $I = 1,15$

Los coeficientes de exposición K_z y la presión dinámica obtenida se muestran en la siguiente tabla:

Z [m]	k_z [-]	q_z [N/m ²]
0,00 - 5,00	1,05	1568,00
6,00	1,08	1618,50
7,50	1,12	1682,50
9,55	1,17	1754,70
10,28	1,19	1777,20
11,00	1,20	1798,40

✓ Presiones de diseño para SPRFV:

$$p = q \cdot G \cdot C_p - q_i(G \cdot C_{pi})$$

Dónde:

q : q_z para paredes a barlovento, evaluada a la altura z sobre el terreno.

q : q_h para paredes a sotavento, paredes laterales y cubierta, evaluada a la altura media de cubierta h .

q_i : q_h para paredes a barlovento, paredes laterales, paredes a sotavento y cubiertas de edificios cerrados.

G : el factor de efecto de ráfaga.

C_p : el coeficiente de presión externa.

(GC_{pi}) : el coeficiente de presión interna.

El factor de efecto ráfaga adoptado es: $G = 0,85$

El coeficiente de presión interna, al tratarse de un edificio cerrado, es: $(GC_{pi}) = \pm 0,18$.

El principal problema para determinar las presiones de diseño para esta obra con este método es que para obtener el coeficiente de presión externa C_p , éste depende de la relación de lados del obstáculo analizado (L/B) y (h/L), y no se cuenta con una geometría tan simple para definir estos parámetros. Además el museo cuenta con un patio interno, donde se desconocen los efectos que puede causar el viento.

Por todo esto se decidió descomponer la geometría del museo en formas simples que nos permitan definir estos parámetros y obtener un primer análisis de las presiones que afectan a la obra:

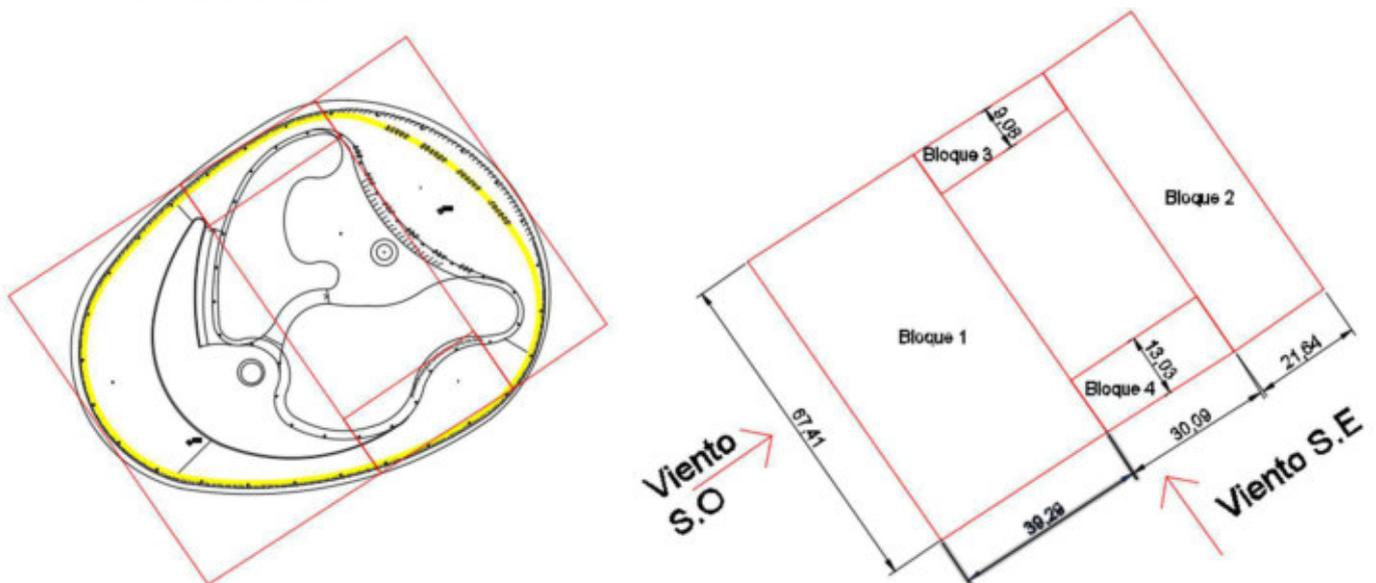


Figura 37: Análisis por figuras simples

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

El viento se analizó en las dos direcciones ortogonales a la obra.

- Viento en dirección Sur-Oeste (S.O):

Viento S.O - Bloque N° 1

L	39,29	m
B	67,41	m
L/B	0,58	-
h	10,28	m
h/L	0,26	-

Paredes	
Superficie	Cp
Pared a barlovento	0,80
Pared a sotavento	-0,50
Paredes laterales	-0,70

Cubierta	
-	Cp
d = h	-0,90
d = h a 2h	-0,50
d => 2h	-0,30

Superficie	z(m)	q	Cp	p (GCPI +)	p (GCPI -)
Pared a barlovento	0-5	1567,97	0,80	746,32	1386,12
	6,00	1618,48	0,80	780,67	1420,47
	7,50	1682,53	0,80	824,22	1464,02
	9,55	1754,74	0,80	873,33	1513,12
Pared a sotavento	-	1777,21	-0,50	-1075,21	-435,42
Paredes laterales	-	1777,21	-0,70	-1377,34	-737,54
Cubierta a Barlovento	d = h	1777,21	-0,90	-1679,47	-1039,67
	d = h a 2h	1777,21	-0,50	-1075,21	-435,42
	d => 2h	1777,21	-0,30	-773,09	-133,29

Viento S.O - Bloque 2

L	21,64	m
B	67,41	m
L/B	0,32	-
h	10,28	m
h/L	0,47	-

Paredes	
Superficie	Cp
Pared a barlovento	0,80
Pared a sotavento	-0,50
Paredes laterales	-0,70

Cubierta	
-	Cp
d = h	-0,90
d = h a 2h	-0,50
d => 2h	-0,30

Superficie	z(m)	q	Cp	p (GCPI +)	p (GCPI -)
Pared a barlovento	0-5	1567,97	0,80	746,32	1386,12
	6,00	1618,48	0,80	780,67	1420,47
	7,50	1682,53	0,80	824,22	1464,02
	9,55	1754,74	0,80	873,33	1513,12
	10,28	1777,21	0,80	888,61	1528,40
	11,00	1798,41	0,80	903,02	1542,82
Pared a sotavento	-	1777,21	-0,50	-1075,21	-435,42
Paredes laterales	-	1777,21	-0,70	-1377,34	-737,54
Cubierta a Barlovento	d = h	1777,21	-0,90	-1679,47	-1039,67
	d = h a 2h	1777,21	-0,50	-1075,21	-435,42
	d => 2h	1777,21	-0,30	-773,09	-133,29

Viento S.O - Bloque 3 y 4

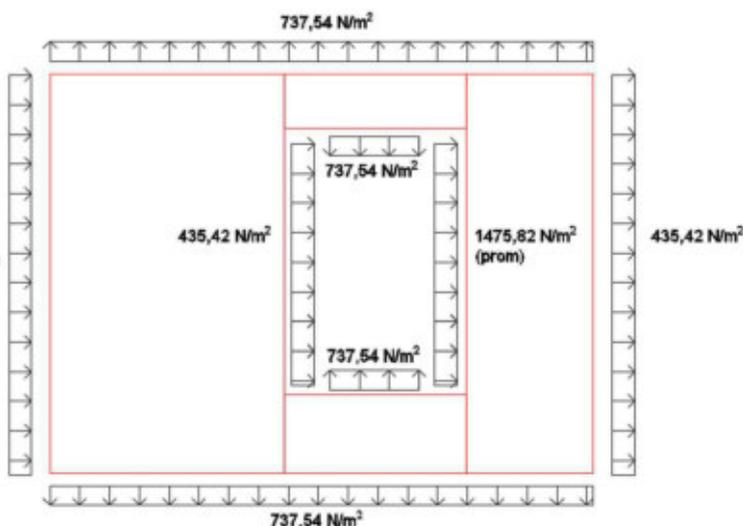
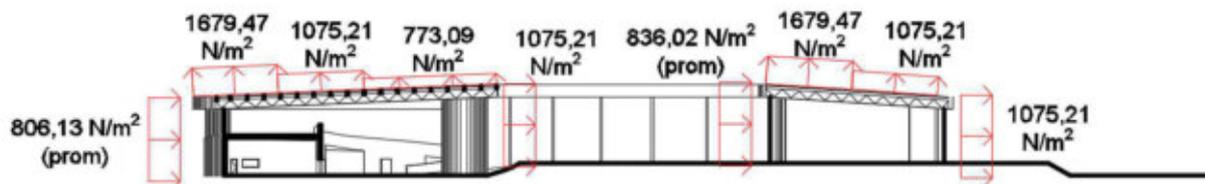
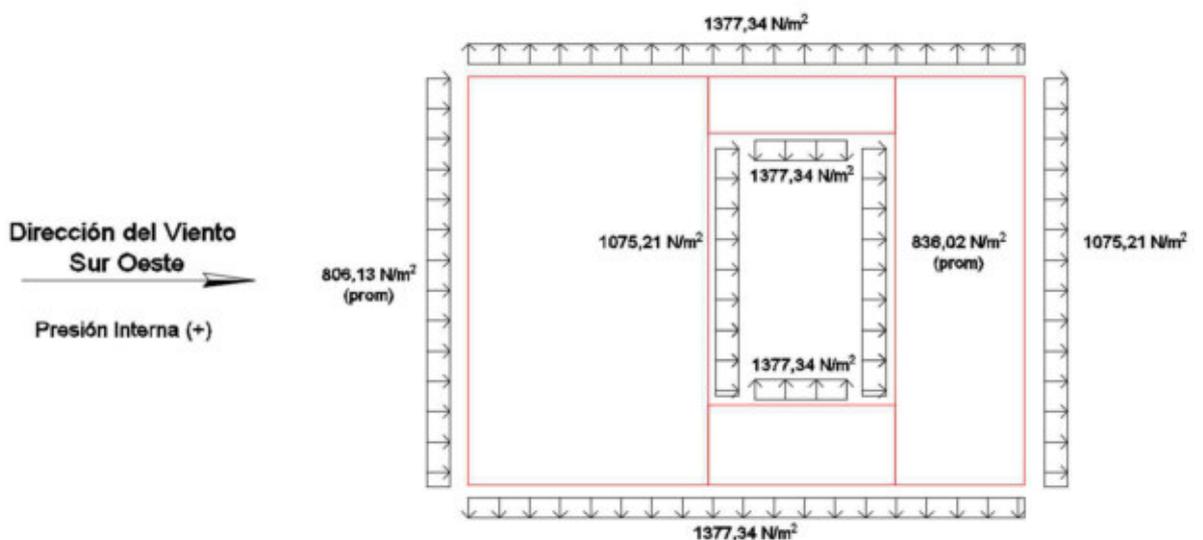
L	30,09	m
B	13,03	m
L/B	2,31	-
h	10,28	m
h/L	0,34	-

Paredes	
Superficie	Cp
Pared a barlovento	-
Pared a sotavento	-
Paredes laterales	-0,70

Cubierta	
-	Cp
d = h	-0,90
d = h a 2h	-0,50
d => 2h	-0,30

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Superficie	z(m)	q	Cp	p (GCPI +)	p (GCPI -)
Pared a barlovento	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Pared a sotavento	-	-	-	-	-
Paredes laterales	-	1777,21	-0,70	-1377,34	-737,54
Cubierta a Barlovento	d = h	1777,21	-0,90	-1679,47	-1039,67
	d = h a 2h	1777,21	-0,50	-1075,21	-435,42
	d => 2h	1777,21	-0,30	-773,09	-133,29



PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

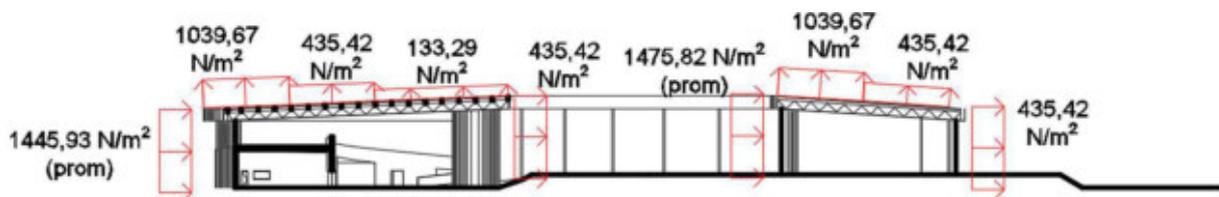


Figura 38: Esquemas de Presiones de viento en la Dirección Sur-Oeste

- Viento en dirección Sur-Este (S.E):

Viento S.E - Bloque Nº 1

L	67,41	m
B	39,29	m
L/B	1,72	-
h	10,28	m
h/L	0,15	-

Paredes	
Superficie	Cp
Pared a barlovento	0,8
Pared a sotavento	-0,35
Paredes laterales	-0,7

Cubierta	
-	Cp
d=h	-0,9
d=h a 2h	-0,5
d=>2h	-0,3

Superficie	z(m)	q	Cp	p (GCPI +)	p (GCPI -)
Pared a barlovento	0-5	1567,97	0,80	746,32	1386,12
	6,00	1618,48	0,80	780,67	1420,47
	7,50	1682,53	0,80	824,22	1464,02
	9,55	1754,74	0,80	873,33	1513,12
Pared a sotavento	-	1777,21	-0,35	-848,62	-208,82
Paredes laterales	-	1777,21	-0,70	-1377,34	-737,54
Cubierta a Barlovento	d = h	1777,21	-0,90	-1679,47	-1039,67
	d = h a 2h	1777,21	-0,50	-1075,21	-435,42
	d => 2h	1777,21	-0,30	-773,09	-133,29

Viento S.E - Bloque Nº 4

L	13,03	m
B	30,09	m
L/B	0,43	-
h	10,28	m
h/L	0,79	-

Paredes	
Superficie	Cp
Pared a barlovento	0,80
Pared a sotavento	-0,50
Paredes laterales	-0,70

Cubierta	
-	Cp
d=h/2	-1,30
d=>h/2	-0,70

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Superficie	z(m)	q	Cp	p (GCPI +)	p (GCPI -)
Pared a barlovento	0-5	1567,97	0,80	746,32	1386,12
	6,00	1618,48	0,80	780,67	1420,47
	7,50	1682,53	0,80	824,22	1464,02
	9,55	1754,74	0,80	873,33	1513,12
Pared a sotavento	-	1777,21	-0,50	-1075,21	-435,42
Paredes laterales	-	-	-	-	-
Cubierta a Barlovento	d = h/2	1777,21	-1,30	-2283,72	-1643,92
	d => h/2	1777,21	-0,70	-1377,34	-737,54

Viento S.E - Bloque N° 3

L 9,08 m
 B 30,09 m
 L/B 0,30 -
 h 10,28 m
 h/L 1,13 -

Paredes	
Superficie	Cp
Pared a barlovento	0,80
Pared a sotavento	-0,50
Paredes laterales	-0,70

Cubierta	
-	Cp
d=h/2	-1,30
d=>h/2	-0,70

Superficie	z(m)	q	Cp	p (GCPI +)	p (GCPI -)
Pared a barlovento	0-5	1567,97	0,80	746,32	1386,12
	6,00	1618,48	0,80	780,67	1420,47
	7,50	1682,53	0,80	824,22	1464,02
	9,55	1754,74	0,80	873,33	1513,12
	10,28	1777,21	0,80	888,61	1528,40
	11,00	1798,41	0,80	903,02	1542,82
Pared a sotavento	-	1777,21	-0,50	-1075,21	-435,42
Paredes laterales	-	-	-	-	-
Cubierta a Barlovento	d = h/2	1777,21	-1,30	-2283,72	-1643,92
	d => h/2	1777,21	-0,70	-1377,34	-737,54

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

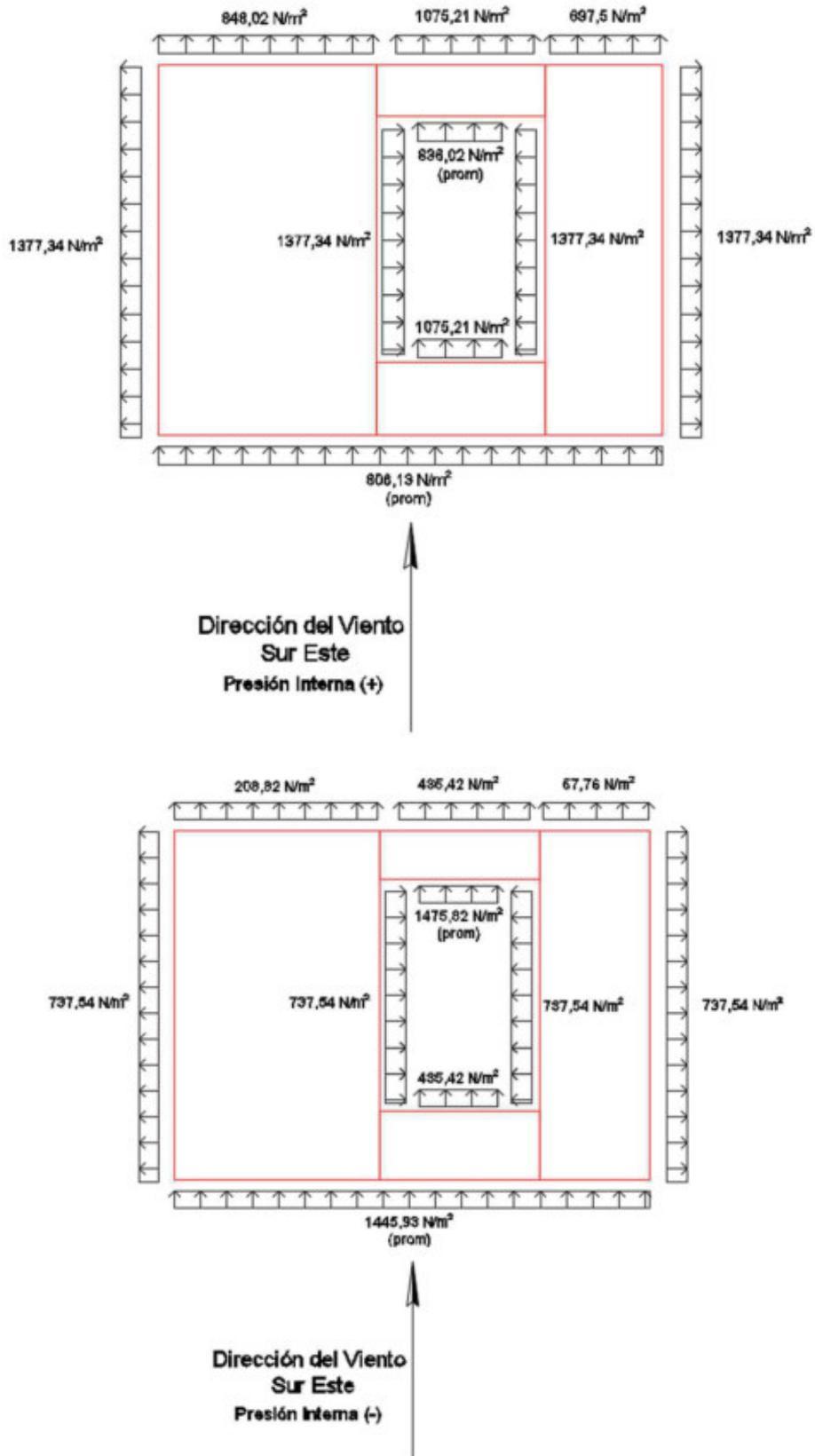


Figura 39: Esquemas de Presiones de viento en la Dirección Sur-Este

Como el procedimiento utilizado para obtener estas presiones es el resultado de una aproximación y no se tiene la certeza de que las presiones tengan esa magnitud y distribución, se analizó este fenómeno a través de un software especializado de simulación en túnel de viento.

✓ Presiones de diseño para componentes y revestimientos:

Las presiones para componentes y revestimientos para la geometría analizada carecen de sentido ya que las pendientes de la cubierta cambian punto a punto. Es por esto que se utilizó un software de elementos finitos para la modelización de las presiones de viento, el cual trabaja simulando un túnel de viento.

Se utilizó Robot Structural Analysis Professional 2018 para dicha modelización. A continuación se muestran las presiones obtenidas para las ocho direcciones posibles:

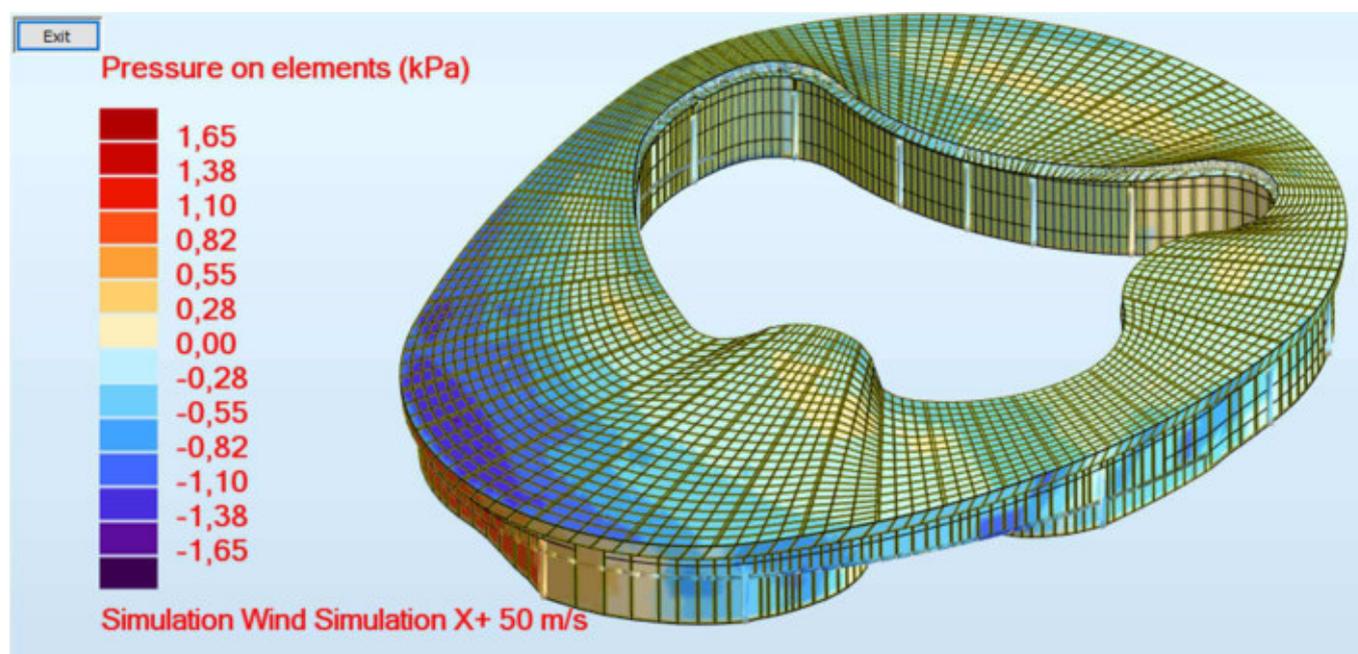


Figura 40: Simulación de viento en dirección Oeste-Este

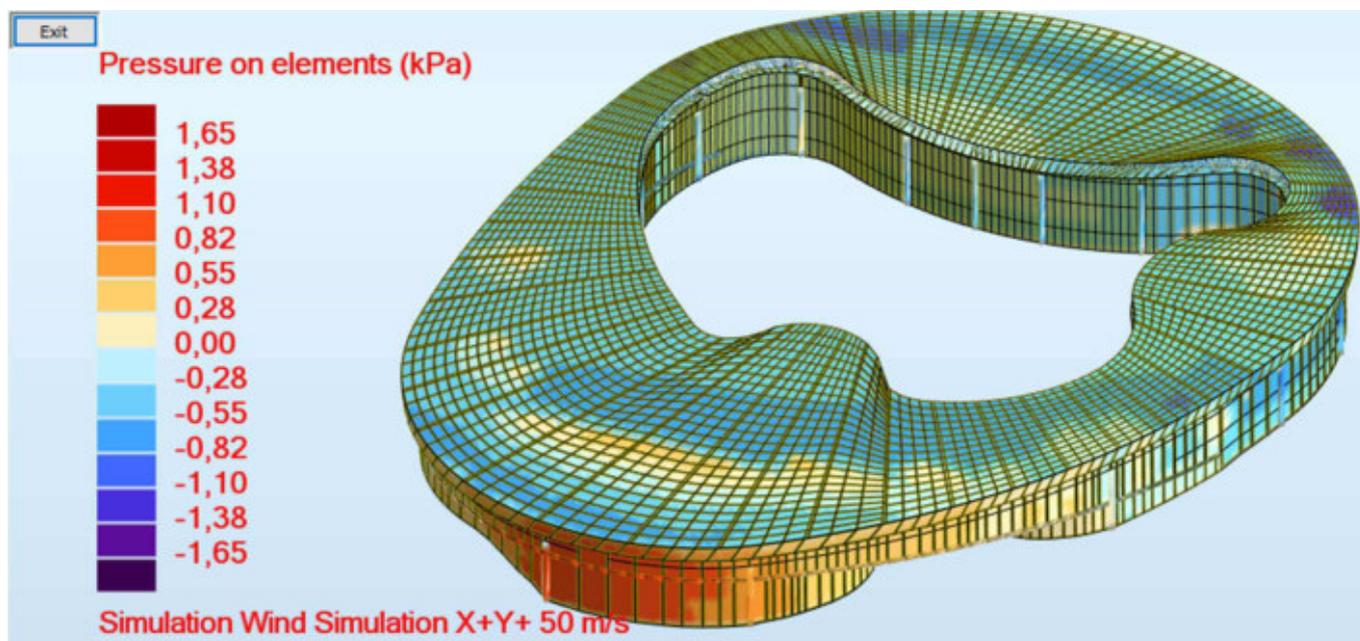


Figura 41: Simulación de viento en dirección SurOeste-NorEste

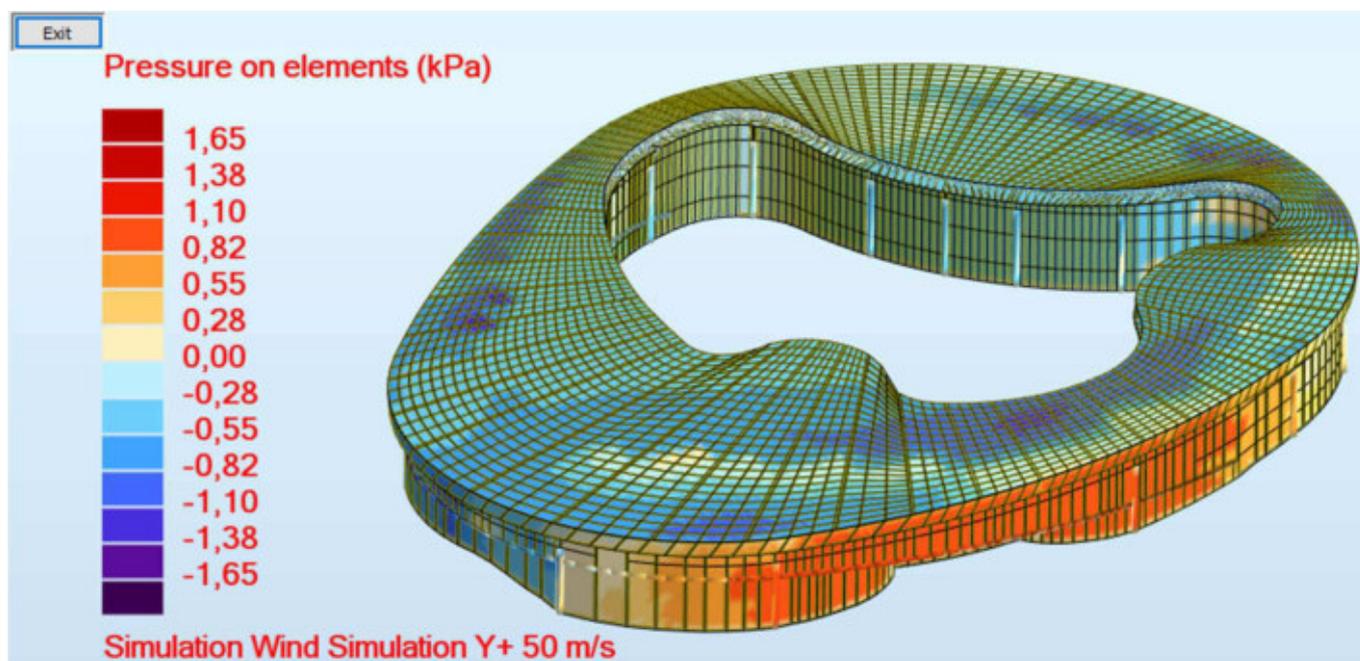


Figura 42: Simulación de viento en dirección Sur-Norte

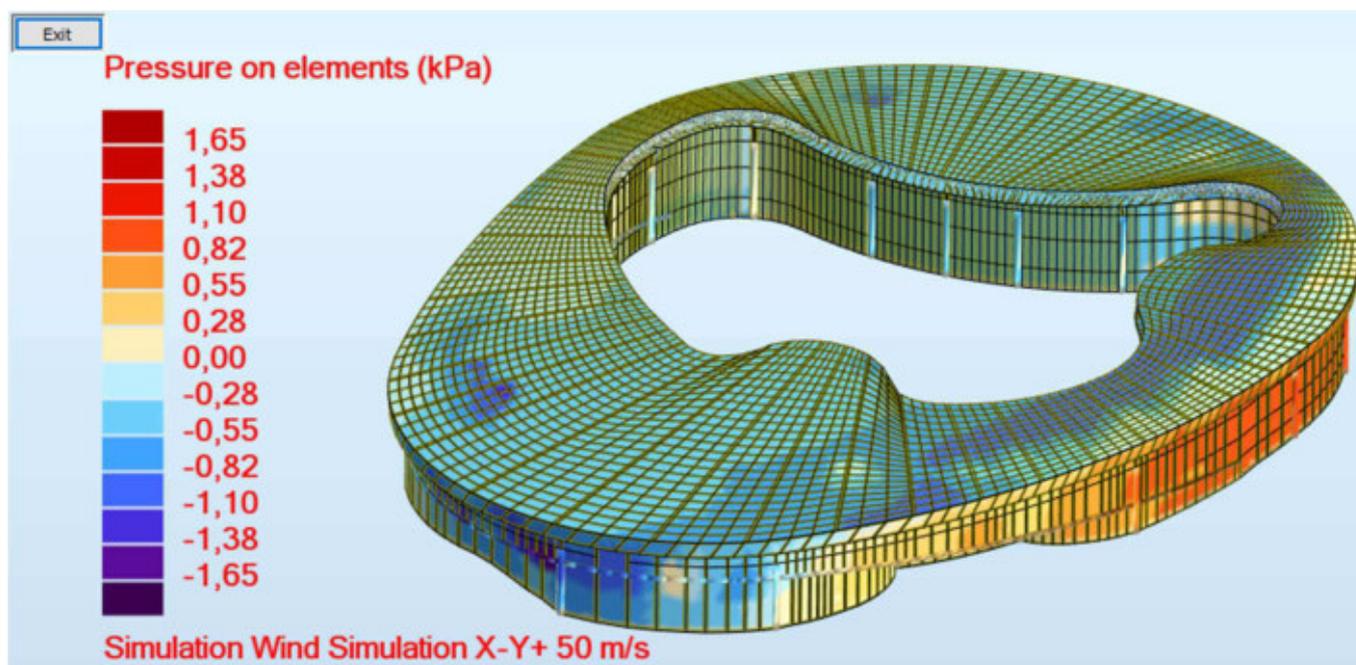


Figura 43: Simulación de viento en dirección SurEste-NorOeste

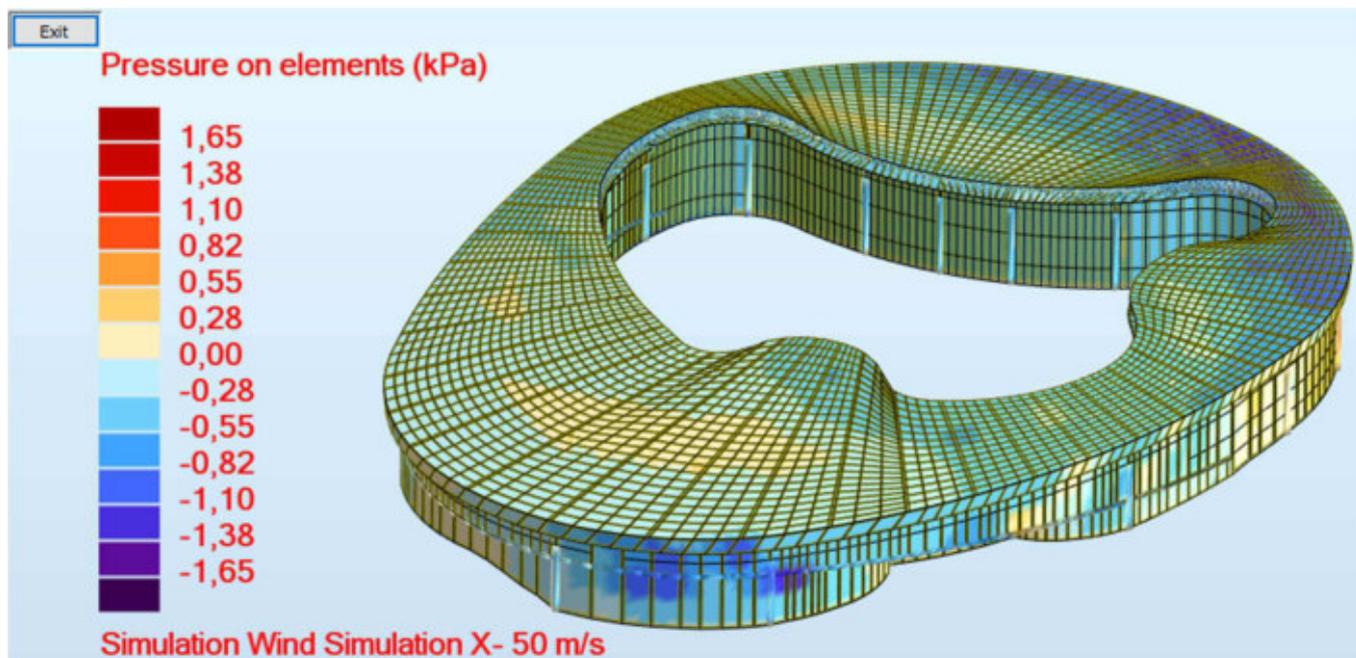


Figura 44: Simulación de viento en dirección Este-Oeste

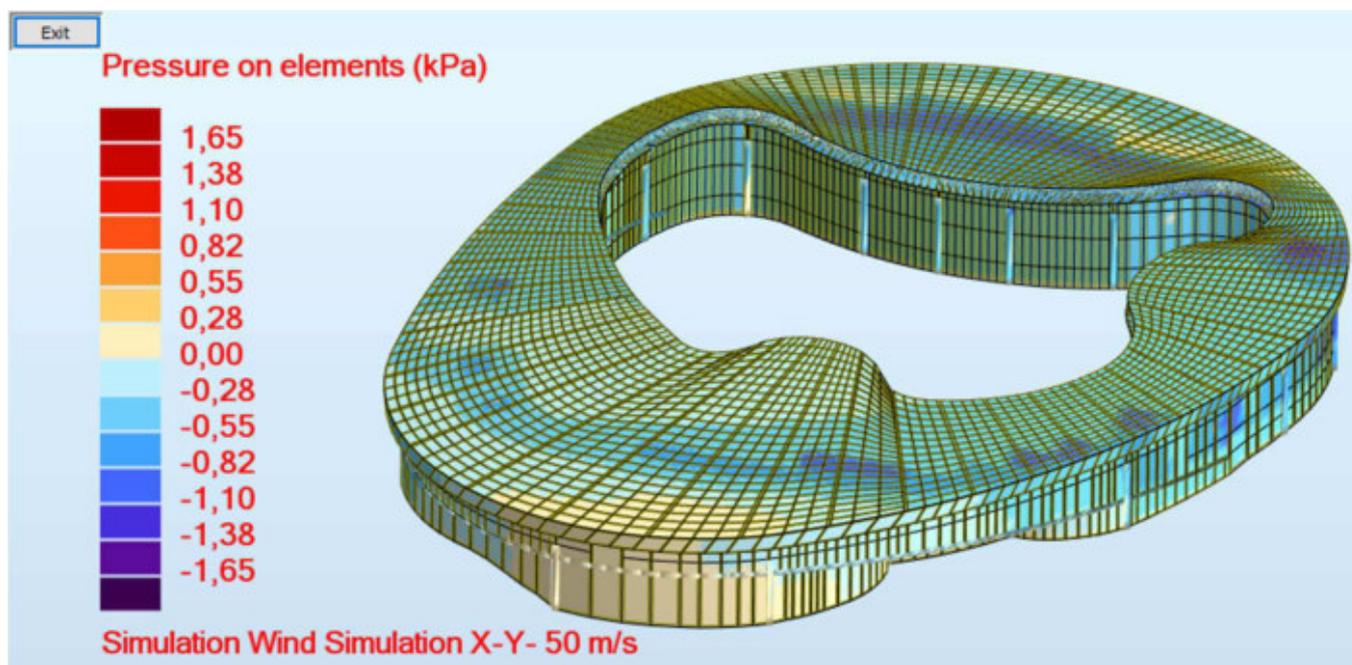


Figura 45: Simulación de viento en dirección NorEste-SurOeste

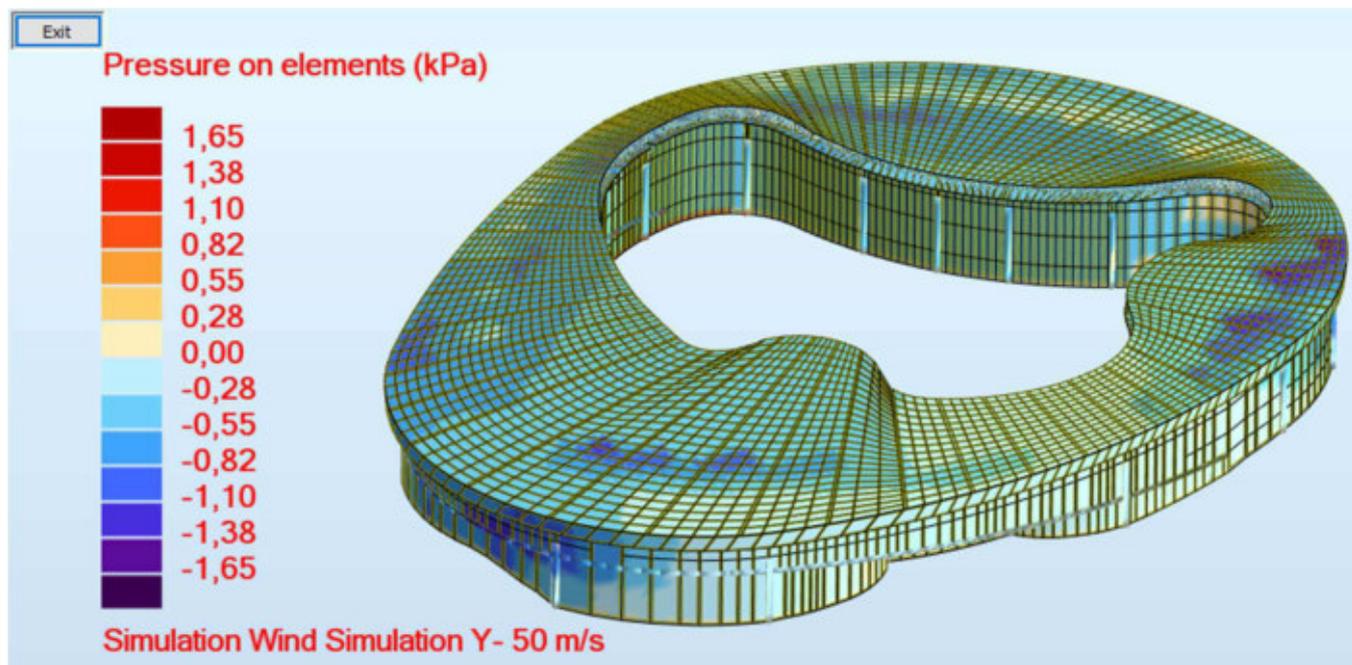


Figura 46: Simulación de viento en dirección Norte-Sur

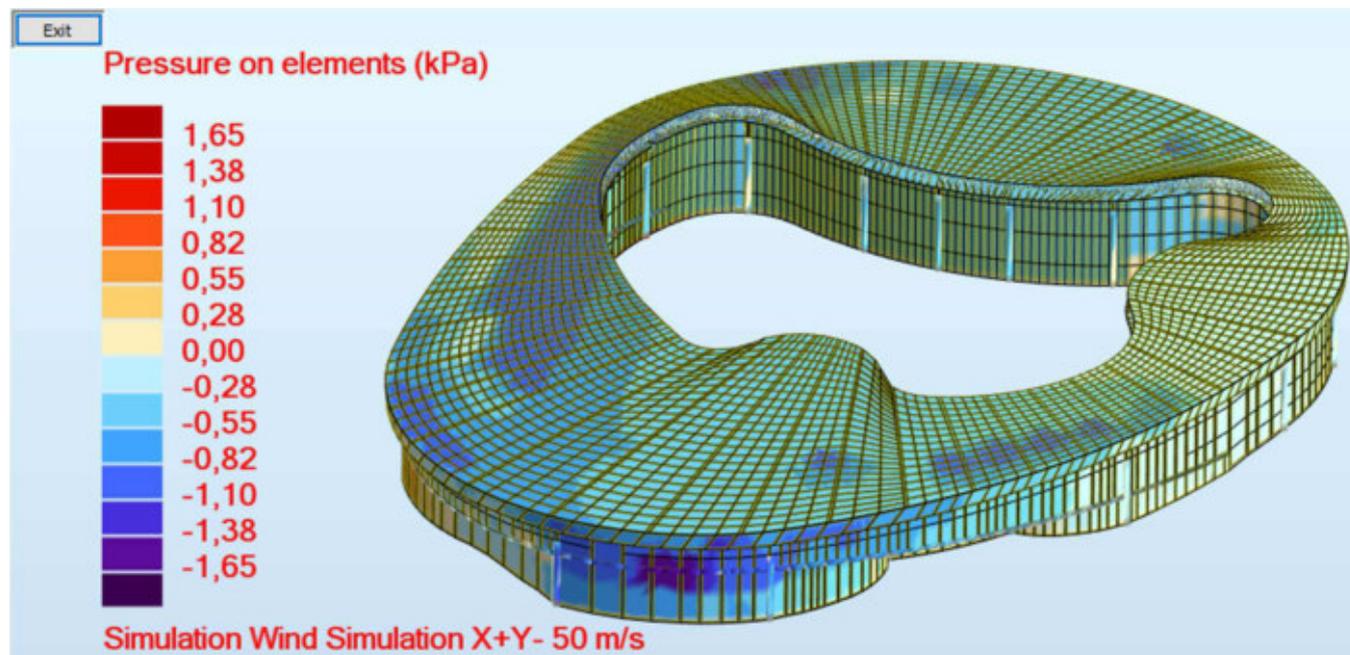


Figura 47: Simulación de viento en dirección NorOeste-SurEste

Como se puede observar, al tener una geometría compleja, la distribución de presiones es igualmente de compleja. Por lo que hace impensable la utilización del Reglamento CIRSOC 102 para el cálculo de viento en SPRFV o en Componentes y Revestimientos.

Una cualidad muy interesante del programa es la de poder determinar cuáles elementos recibirán las presiones de viento a través del método trapezoidal de distribución de cargas, eligiendo si debe analizarse o no en cada uno. Eso permite que las presiones se distribuyan en los Sistemas Resistentes a las Fuerzas del Viento y que no se absorban cargas en elementos que no estarán preparados para resistirlas.

Al modelar el cerramiento en el Software de Elementos Finitos se debe tener cuidado de realizar paneles rectos en su plano, ya que al querer hacer un mallado de la superficie receptora de las presiones de viento, se producirán errores en las intersecciones de voladizos y demás.

Luego de varios modelados y pruebas en el mallado de las superficies, se obtuvo la geometría que se muestra en las imágenes anteriores, la cual está lista para someterse al análisis de túnel de viento. Se debe introducir la velocidad del viento, altura del terreno natural, direcciones a estudiar, el grado de precisión a analizar y los elementos receptores del viento. A su vez se pueden modificar los factores de presión realizando un perfil altimétrico de la estructura:

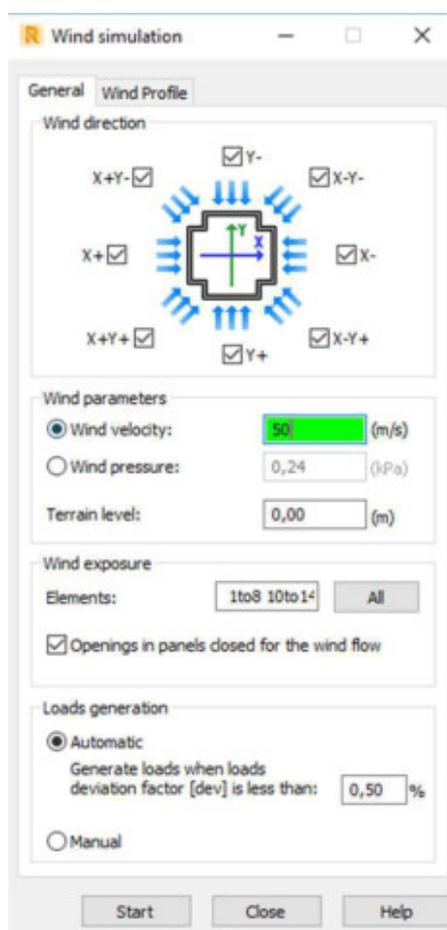


Figura 48: Carga de datos en Software

Una vez definidos todos esos parámetros, se empiezan a generar las cargas de viento en toda la estructura y se crean automáticamente estados de carga para cara dirección de viento analizada. Eso permite poder introducir luego las combinaciones de cargas exigidas por los reglamentos utilizados, y facilitar el estudio de los resultados.

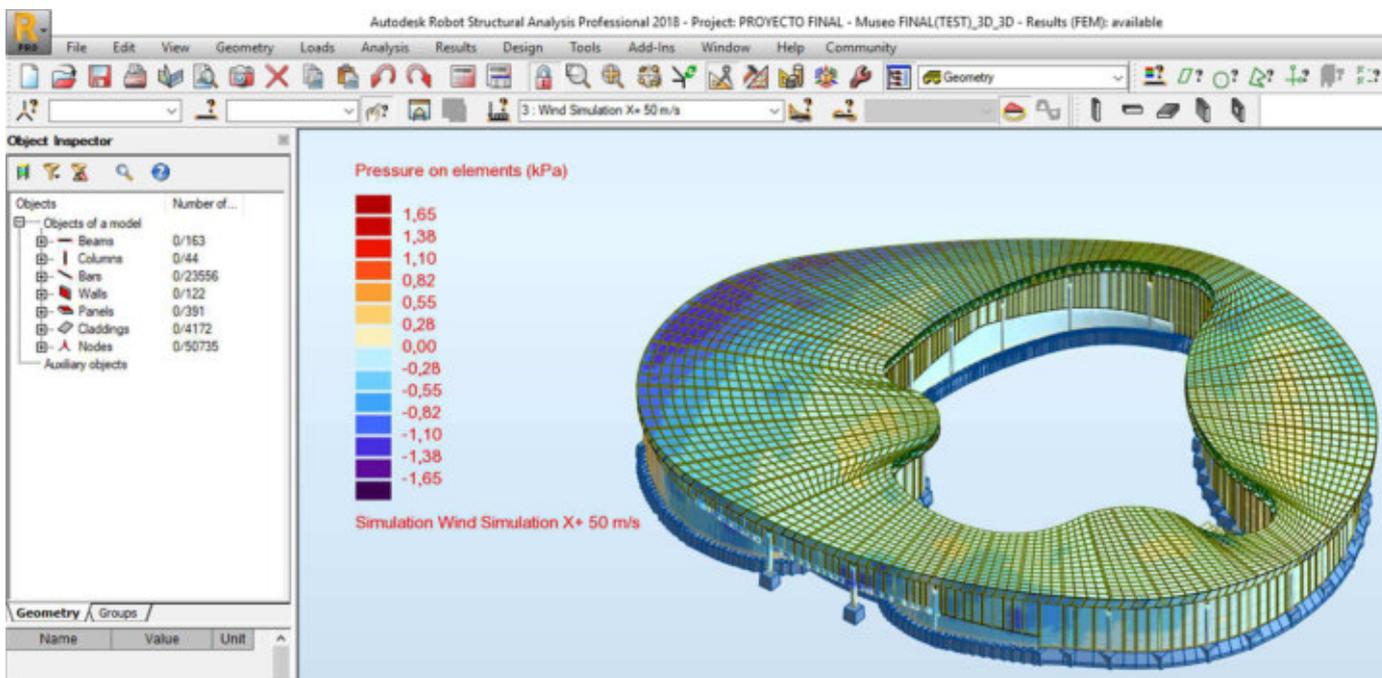


Figura 49: Interfaz del Software

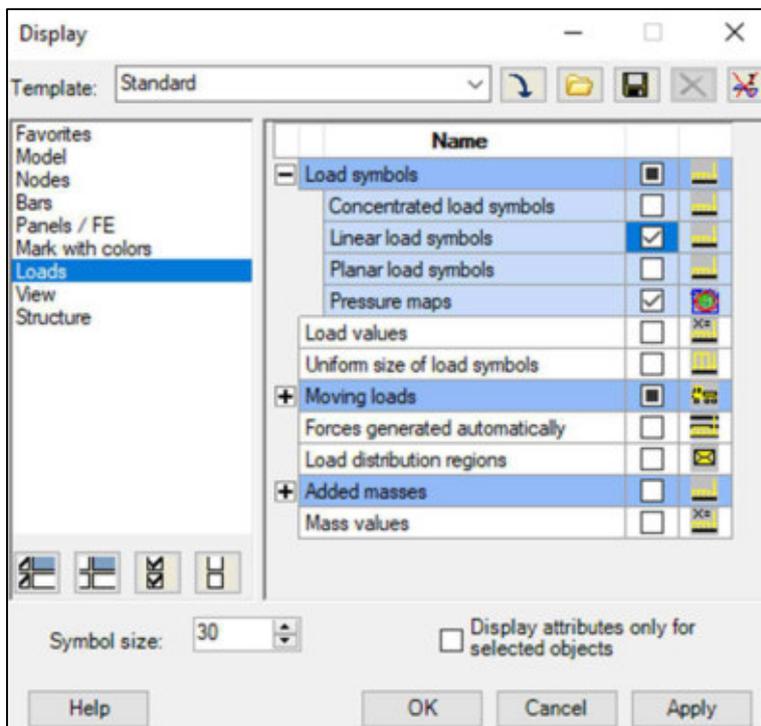


Figura 50: Interfaz del Software

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Además se pueden observar las cargas lineales distribuidas en cada elemento, lo que permite tener una mayor seguridad en cuanto al análisis que realiza el programa y poder controlarlo de manera manual y así se lo desea.

Luego de obtener los valores de las presiones de viento, junto con sus estados de carga, se puede pasar a la generación de las combinaciones de carga y a la obtención de los esfuerzos últimos en cada elemento como así también su estado de deformación.

Para concluir con el análisis del viento en la geometría de este museo se realiza una comparación aproximada de los valores obtenidos por el reglamento CIRSOC 102 y los obtenidos por la simulación en Software para la dirección del viento Sur-Oeste, con presión interna negativa:

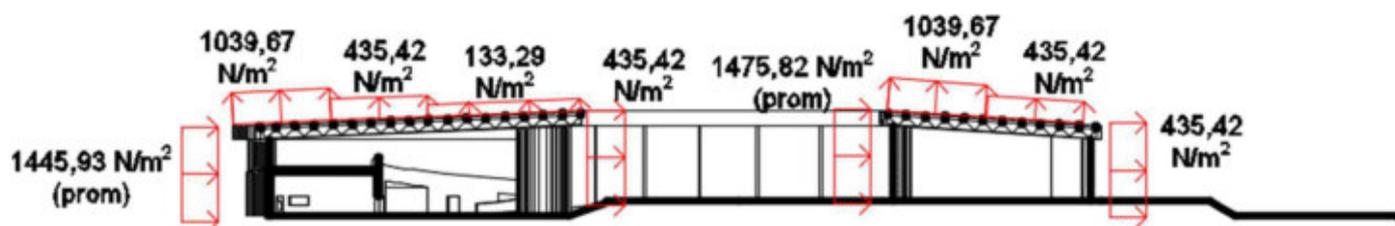


Figura 51: Esquema de Presiones obtenido por CIRSOC 102

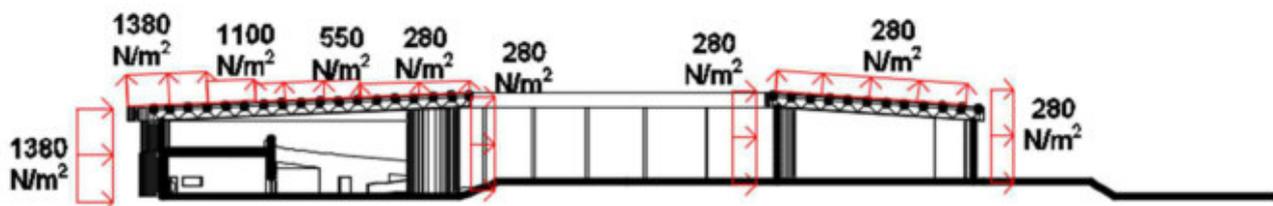


Figura 52: Esquema de Presiones aproximado obtenido por Software de Túnel de Viento

Se observa que si bien hay resultados similares en el sector izquierdo de la figura, en el sector derecho se habían considerado cargas muy altas cuando se realizó el estudio mediante el reglamento, debido a que se desconocía el efecto que generaba el patio interno.

CAPÍTULO N° 7:**TIPO DE SUELO DE FUNDACIÓN**

Para este trabajo se realizó una búsqueda de los estudios de suelos disponibles en la Web, encontrando el más cercano, ubicado en la costa a 2,46 Km del lugar de emplazamiento del proyecto. Es una distancia excesiva considerando que el suelo puede variar metro a metro, pero es la información más cercana al lugar de ubicación a la que se pudo acceder.

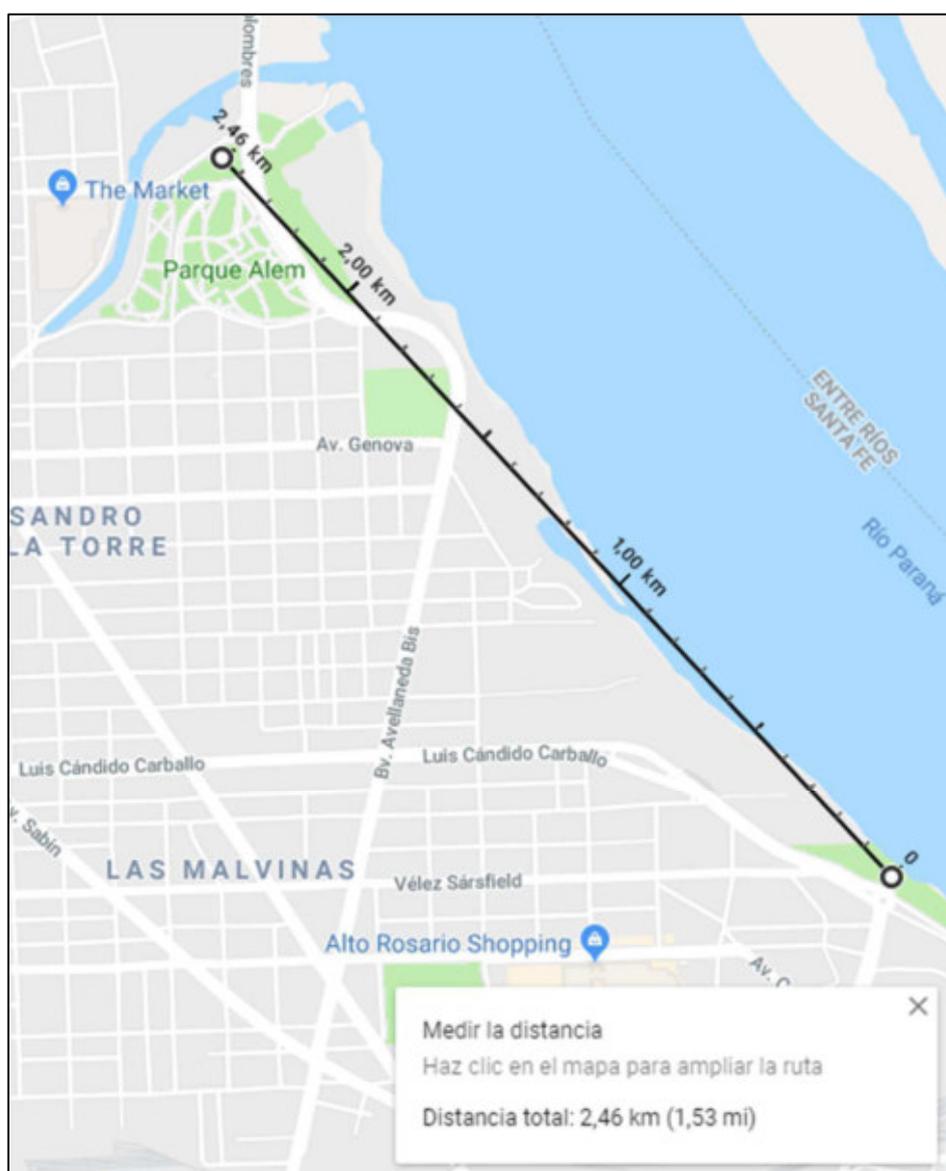


Figura 53: Ubicación del estudio de suelos respecto al lugar de emplazamiento real.

Datos resumen del estudio de suelos:

Fue realizado por el Ing. Juan Carlos Rosado & Asociados para la “Plaza Mercosur” (Av. De la Costa y Av. Francia; Rosario; Santa Fe; Argentina).

Los trabajos de campo fueron comenzados y finalizados el día 14 de Noviembre de 2007. Se realizaron tres perforaciones de 8,00m de profundidad respecto a boca de pozo. En las mismas se efectuó el Ensayo de Penetración Normalizado de Terzaghi (SPT) según Norma IRAM 10517/70, con toma-muestra de puntas intercambiables, a cada metro de perforación aproximadamente.

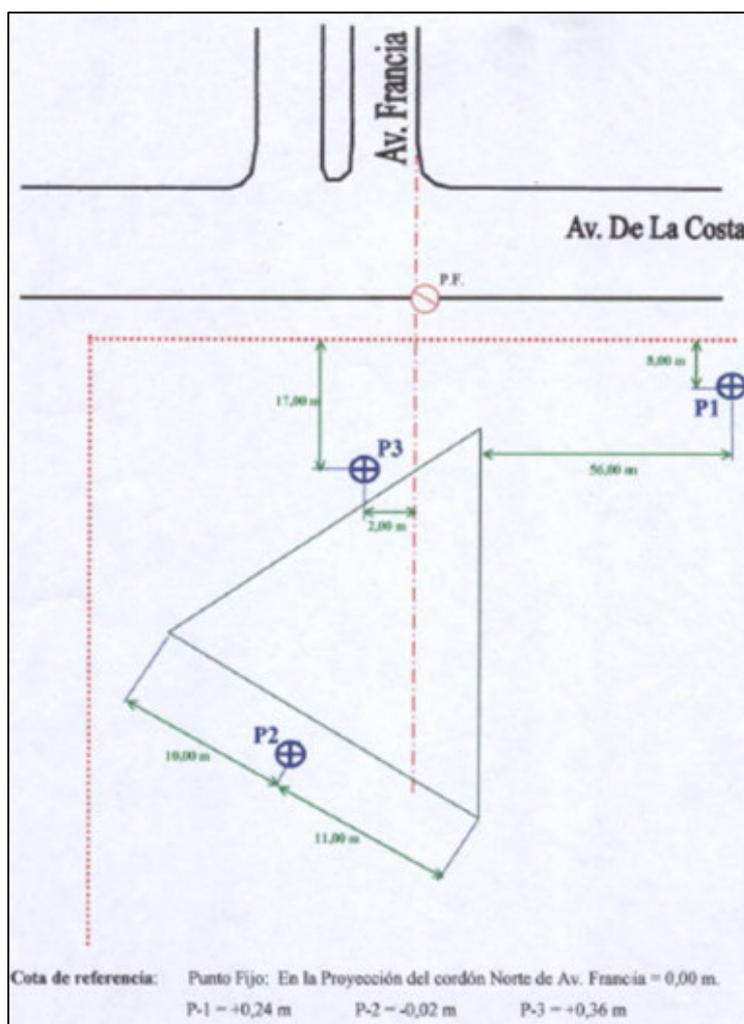


Figura 54: Croquis de ubicación de las perforaciones.

Perfil Estratigráfico:

Se representa el perfil tentativo de la estratigrafía del suelo, basado en el reconocimiento y clasificación de las muestras ensayadas en laboratorio. Además, se indican los resultados de las sucesivas realizaciones del Ensayo normalizado de penetración de Terzaghi (SPT).

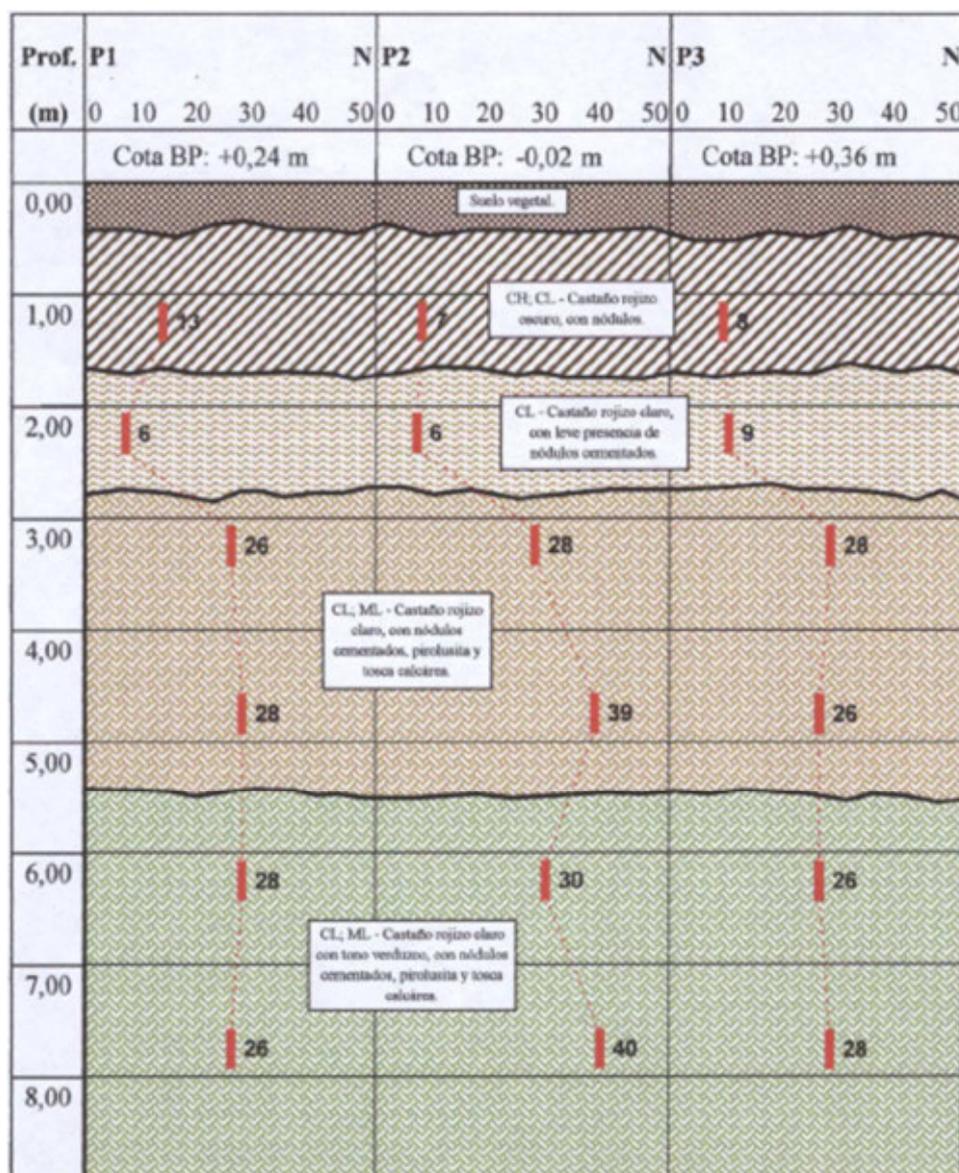


Figura 55: Perfil Estratigráfico del suelo.

Referencias:

CL: arcillas inorgánicas, de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla.

CH: arcillas con alto potencial de expansión.

ML: limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.

Algunas recomendaciones dadas en el estudio:

Para el caso de bases aisladas, unificadas o excéntricas, utilizar valores de tensión admisible detallados en el estudio, donde para cargas de gran magnitud resulta recomendable fundar a -3,00m respecto del nivel 0,00m de referencia utilizando una tensión admisible de 3,50 kg/cm².

Según se estima, el asentamiento inicial de una base aislada de 2,00m de lado será del orden de 2,11cm si se utiliza la tensión admisible recomendada. Una base más ancha ocasionará un mayor asentamiento.

En el caso de fundaciones lineales se podrá emplear una zapata corrida tradicional de hormigón de cascote o una viga de fundación (según las características del diseño arquitectónico), dimensionando su ancho en función de las cargas actuantes con una tensión admisible de 0,80 kg/cm² a una profundidad comprendida entre 0,60 y 1,00m respecto del terreno natural.

Otra solución factible es el empleo de una fundación profunda o indirecta mediante pilotes.

Ante las solicitaciones originadas por el efecto viento, calculadas de acuerdo al CIRSOC 102, las tensiones admisibles pueden incrementarse un 20%.

Se adjuntara en el Anexo I de este trabajo el estudio de suelos completo con todos sus datos.

CAPÍTULO N° 8:**DISEÑO, CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

Habiendo definido todos los ítems anteriores, se procederá con el diseño y cálculo de los elementos estructurales en el siguiente orden:

1. Diseño de Estéreo Estructura para la cubierta.
2. Diseño de Entrepiso.
3. Diseño de paneles laterales.
4. Cargas a considerar en el cálculo de los elementos estructurales.
5. Solicitaciones y Dimensiones de elementos.
6. Diseño y cálculo de Fundaciones.

1. Diseño de Estéreo Estructura para la Cubierta:

Ya definida la ubicación de las columnas principales que proporcionarán los apoyos para la cubierta, y de haber elegido la opción de Estéreo Estructura, resta, respecto a esta última, seleccionar cuál de las múltiples variantes conocidas se adoptará. Antes de indicar la variante adoptada se mostrarán algunas posibles configuraciones.

En las estructuras reticuladas, la configuración de las barras en el espacio, permite clasificarlas, dentro de los límites de nuestro mundo perceptible, en estructuras bidimensionales o planas, y tridimensionales o estéreos.

Los reticulados tridimensionales se clasifican según se organicen en una capa, en dos capas o en forma múltiple:

- De una capa:

Estas estructuras se caracterizan por estar formadas por barras entrelazadas en un mismo plano. Se muestran los siguientes ejemplos:

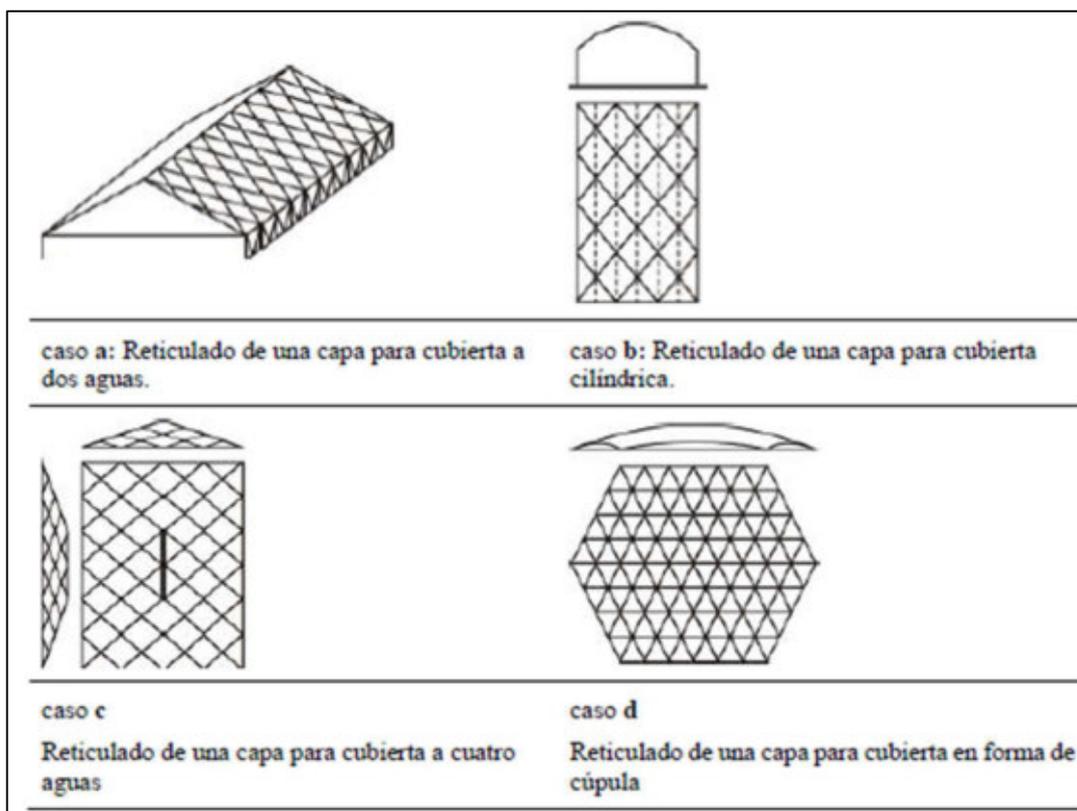


Figura 56: Ejemplos de estructuras de una capa

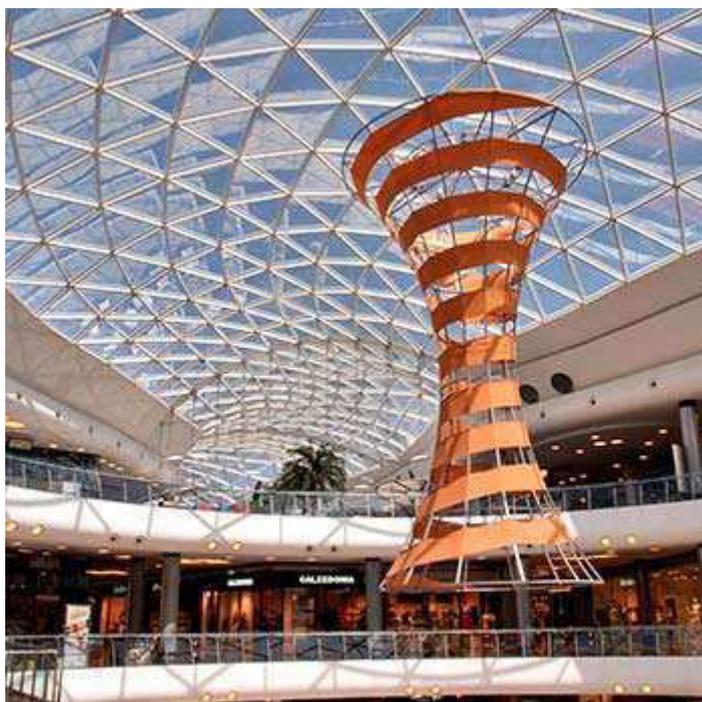
PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Figura 57: Ejemplo real de estructura mono capa

(Centro Comercial Marineda City, A. Coruña, España)

- De dos capas:

En estos reticulados las barras se disponen en dos capas paralelas entre sí separadas a una cierta distancia; en general son planas, aunque también pueden estar curvadas.

Cada una de las capas forma una retícula de triángulos equiláteros, cuadrados (eventualmente rectángulos), o hexágonos en la que la proyección de los nudos de una capa puede coincidir o estar desplazada con relación a los de la otra, en cuyo caso se sitúan en el centro de los triángulos, cuadrados o hexágonos de la retícula.

Las barras diagonales unen los nudos de ambas capas siguiendo diferentes direcciones en el espacio (esas direcciones coinciden con las aristas de los poliedros que dan origen al reticulado espacial).

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

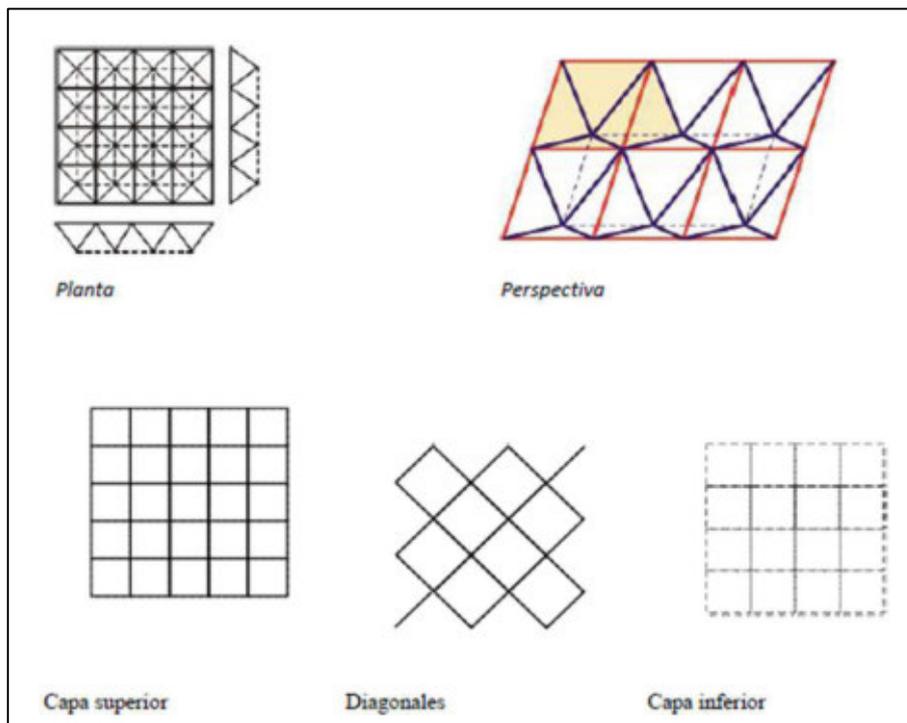


Figura 58: Ejemplos de estructuras de dos capas



Figura 59: Ejemplo real de estructura de dos capas

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Son muchas las figuras que pueden obtenerse tanto con las estructuras de una capa como las de dos capas. En este proyecto se deberá utilizar una estructura de dos capas debido a las grandes luces y a la disposición de los apoyos, es fundamental que se tenga una gran rigidez a la deformación vertical, lo que se logra separando las dos capas una cierta distancia y uniéndolas.

La estructura tridimensional de dos capas más comúnmente utilizada es la denominada “malla octaédrica”. Esta está generada por la repetición de pirámides de base cuadrada, una con el vértice hacia arriba y otras invertidas. En cada capa se forma una retícula cuadrada, quedando los nudos de una de ella sobre los centros de cuadrados de la opuesta. En cada nudo concurren ocho barras, cuatro horizontales y cuatro diagonales.

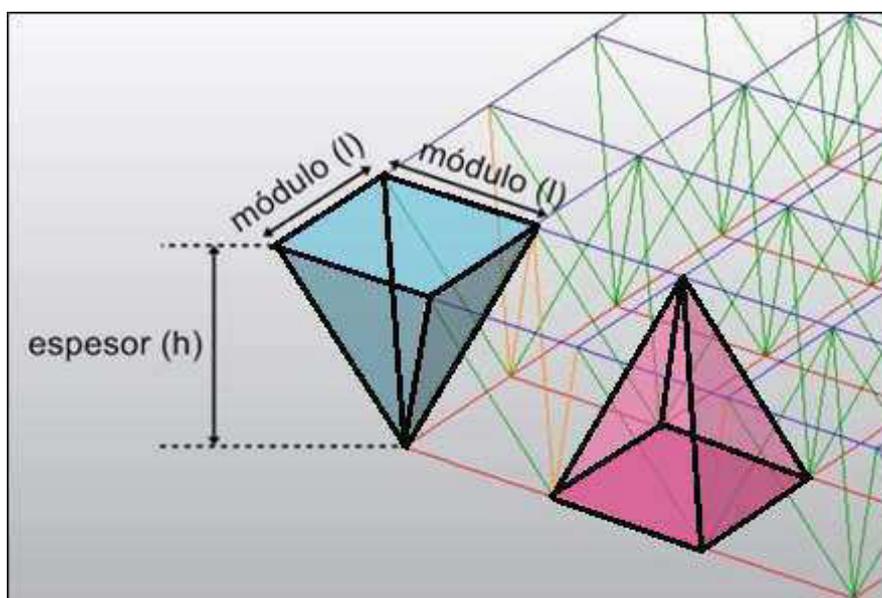


Figura 60: Esquema del reticulado espacial

El problema que se plantea en el diseño es que no es una planta convencional, es decir no tiene configuración rectangular y además tiene pendientes longitudinales variables radialmente, por lo que no será posible que todas las barras del reticulado sean de las mismas longitudes.

Otro tema a tratar es el de montaje de la cubierta, ya que al tener una gran superficie hay que pensar cómo se puede fabricar, transportar y colocar en la obra. Para esto se pensó en dividirla en paneles que puedan ser construidos en taller, transportados a la obra y luego armar la cubierta panel por panel.

El diseño se realizó pensando en estos inconvenientes, y utilizando la tipología de malla de doble capa. Como es una estructura compleja se utilizó el Software “Revit 2018” con el que resulta sencillo crear este tipo de estructuras.

Generación de la cubierta en Software:

La primera acción a realizar es la creación del tetraedro básico, con una altura de 1,50 m y demás dimensiones (“A” y “B”) genéricas.

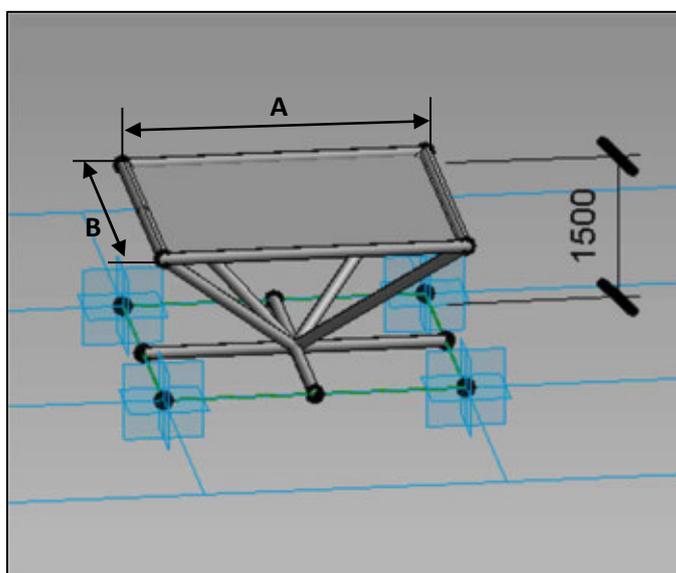


Figura 61: Diseño del tetraedro genérico

Con las mismas divisiones que se utilizaron para la colocación de las columnas principales, se diseñaron los distintos paneles que pueden ser armados en taller y transportados a obra para luego realizar el montaje mediante grúas, lo que será tratado en el capítulo siguiente.

Con esta premisa se creó la superficie de cubierta mediante dos anillos que marcan sus límites, uno exterior y el otro interior, cada uno contenido en distintos planos horizontales y desfasados una altura de 1,50 m para que tenga buena pendiente en el escurrimiento del agua (pendiente ~5% para la luz mayor y ~60% para luz menor).



Figura 62: Niveles de anillos límites de cubierta

A esta superficie se la dividió en 40 partes, cada parte conforma un “panel”, cada uno sub-dividido por un mallado realizado de manera tal que se genera una continuidad uniforme entre ellos. Con el software utilizado se tiene la opción de “extruir” por el mallado cualquier figura modelada previamente. El concepto de “extrusión” se refiere a la generación de una matriz o un camino por el cual se desarrolla una cierta figura. Un ejemplo claro de esto es el caso de un cilindro: este no es más que la generación de un camino (eje) mediante el cual se extruye o desarrolla un círculo para formar el cilindro.

En este caso la figura extruida por el mallado (matriz a seguir) fue el tetraedro genérico que puede observarse en la figura 61.

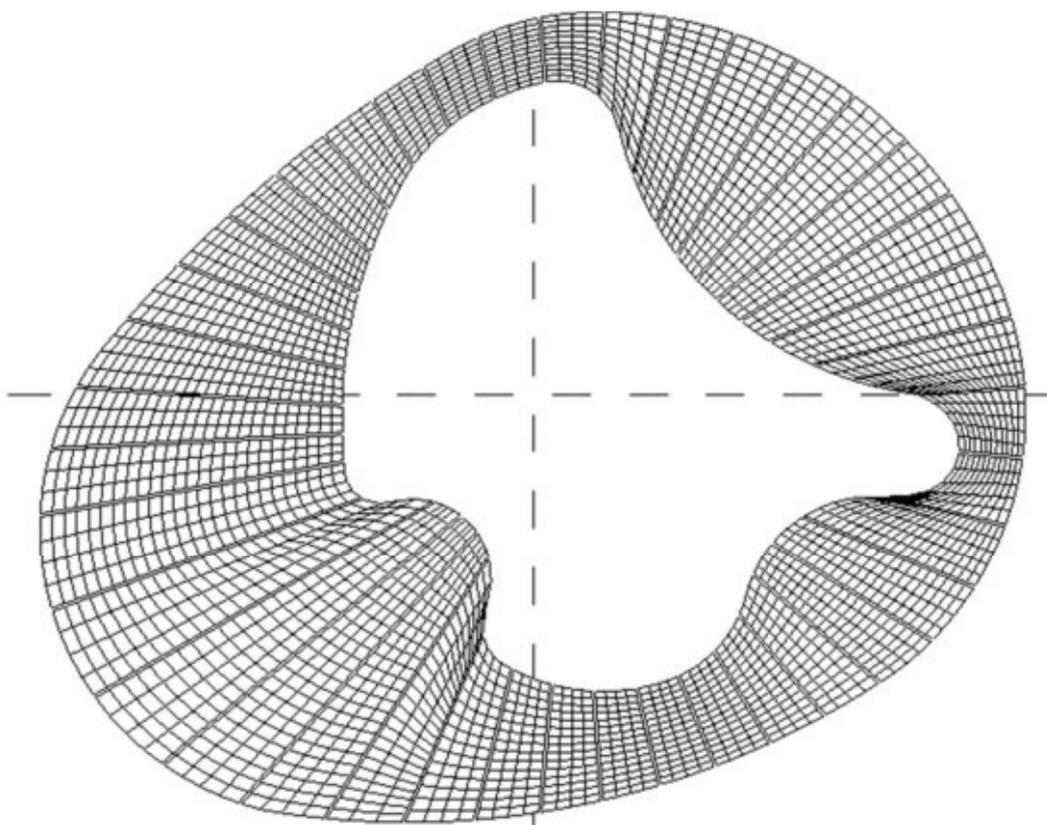


Figura 63: Mallado generado en la superficie de la cubierta

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

La extrusión de los tetraedros en los mallados genera el reticulado espacial. El modelo creado en “Revit 2018” será exportado a “Robot Structural Analysis Professional 2018” para el cálculo de tensiones y deformaciones y así poder definir las secciones de los tubos.

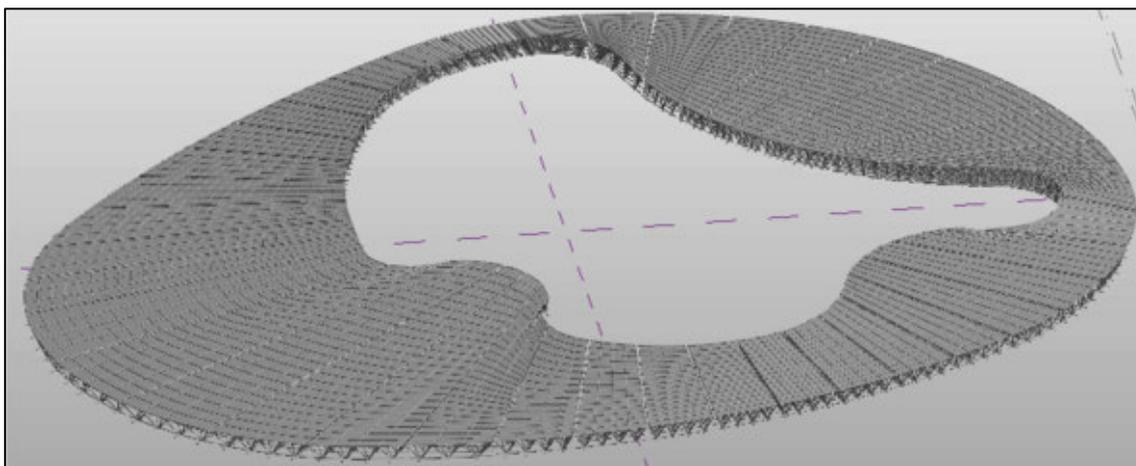


Figura 64: Estéreo Estructura completa



Figura 65: Panel en Corte

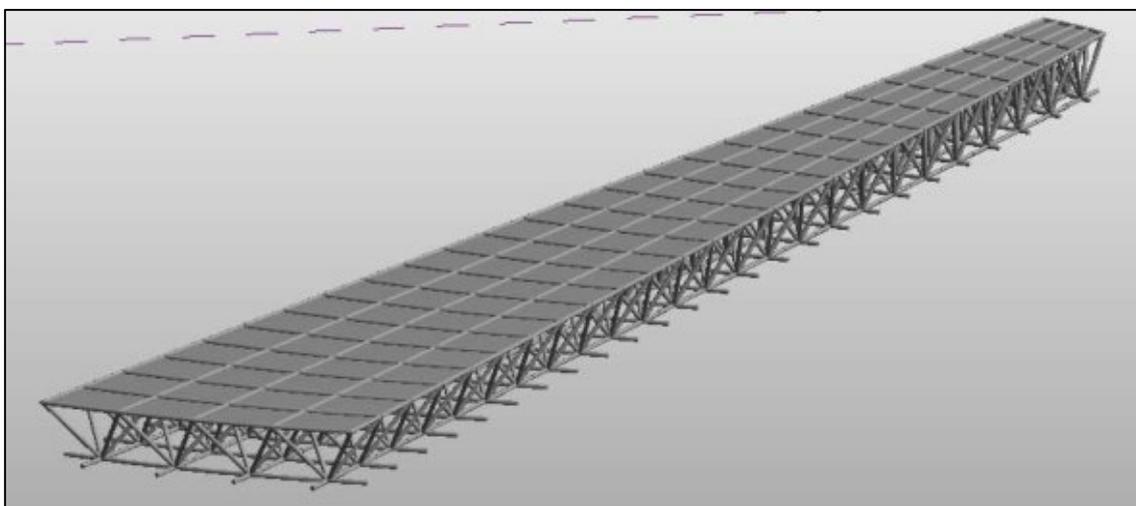


Figura 66: Panel en perspectiva

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Una vez realizado el diseño de la Estéreo Estructura se analizará la unión de dicha estructura con las columnas principales de hormigón armado.

Columnas y cubierta se conectarán por medio de 4 tubos metálicos que salen del extremo de cada columna y que se unen en distintos nodos inferiores del reticulado.

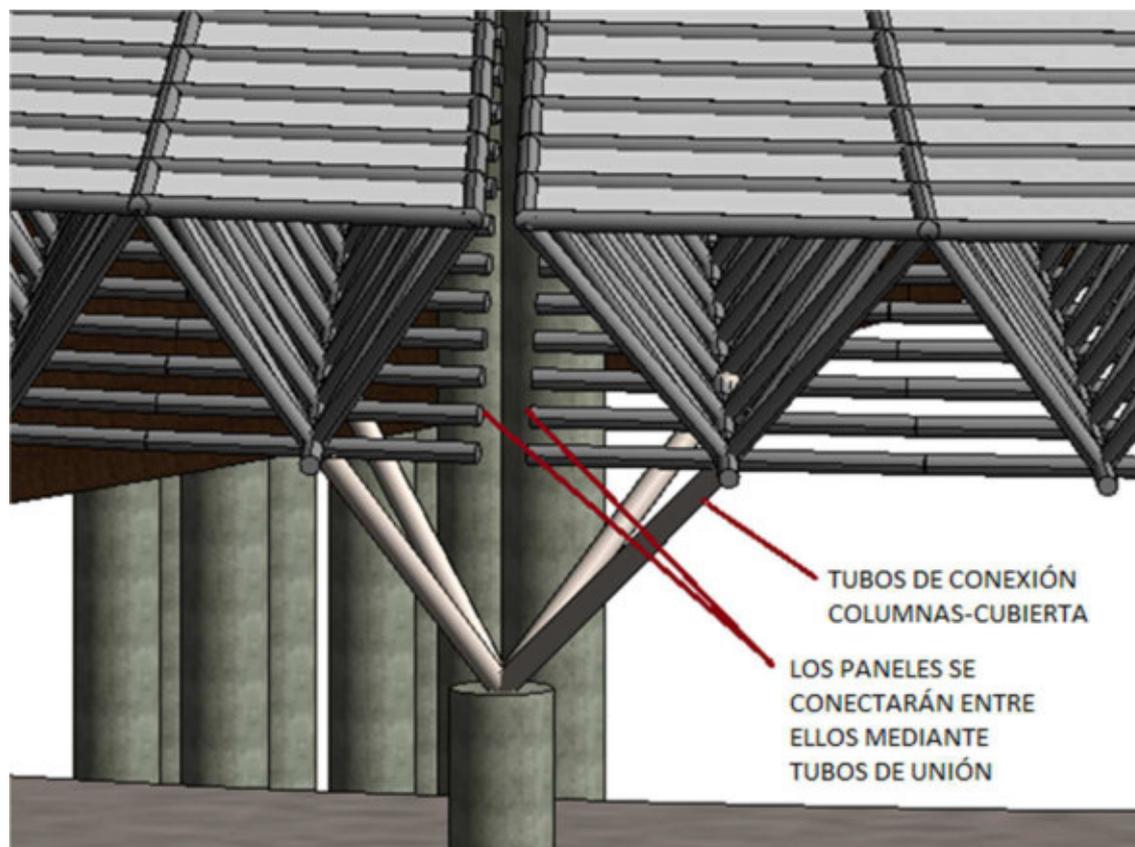


Figura 67: Conexión Columnas-Cubierta

Al apoyar uno de los paneles sobre los tubos de conexión a la columna, se genera el inconveniente de que los tubos quedan sometidos a flexión. Esto se soluciona generando el mismo Tetraedro de la estéreo estructura en la columna y, una vez montados los paneles consecutivos, retirar los tubos intermedios.

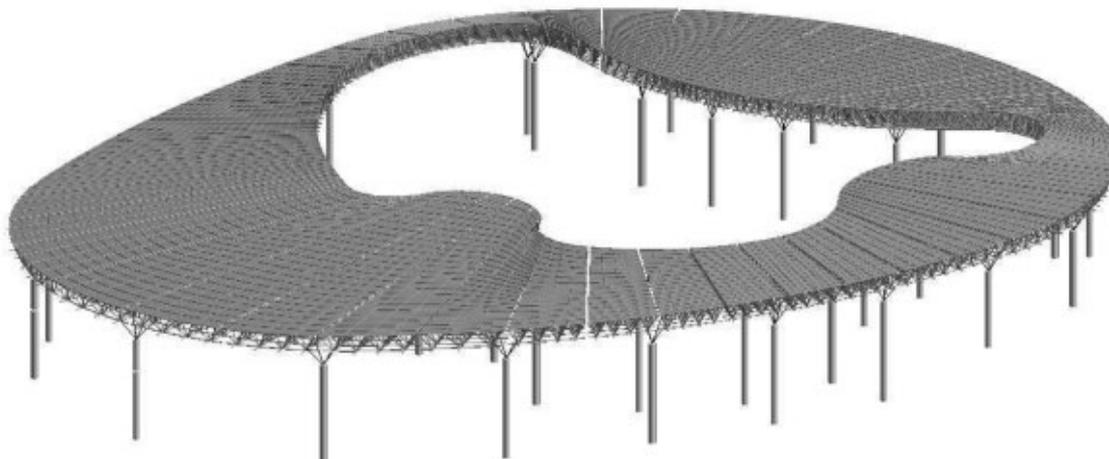


Figura 68: Columnas con cubierta

2. Diseño de Entrepiso:

El diseño del entrepiso fue realizado teniendo en cuenta la gran cantidad de apoyos que brindan los tabiques. Éstos tendrán un espesor de 20 cm y servirán de apoyo a las losas de forma directa, o indirectamente por medio de vigas.

Las vigas se distribuyeron de forma tal que se puedan obtener paños de losas de medidas medianamente uniformes y además que no se obtengan espesores muy elevados, obteniendo un espesor de losa de 20 cm. También se colocaron columnas secundarias en algunos puntos donde eran necesarios apoyos extras.

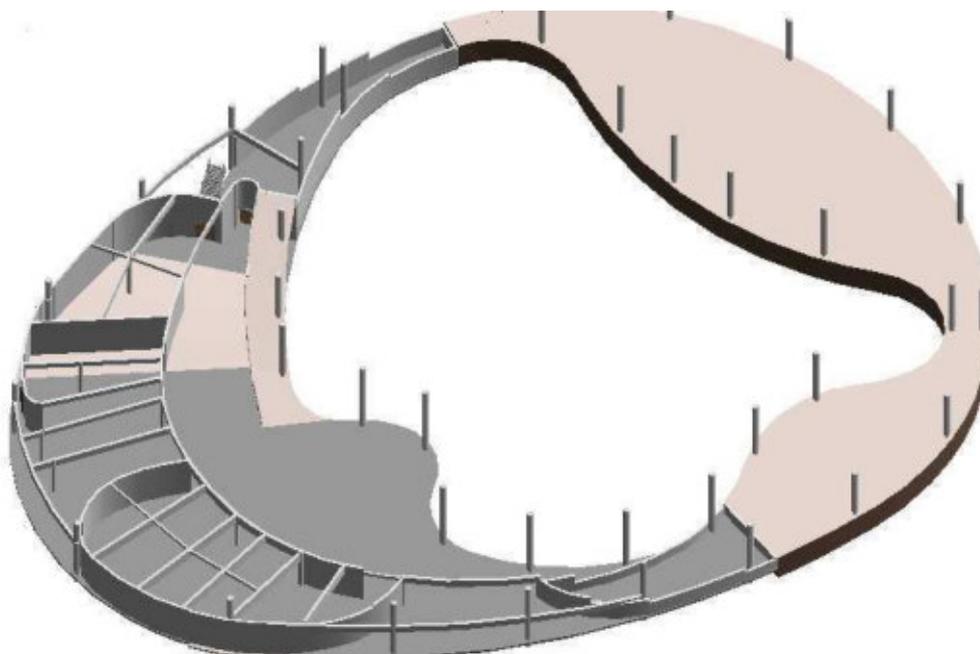


Figura 69: Estructura del entrepiso

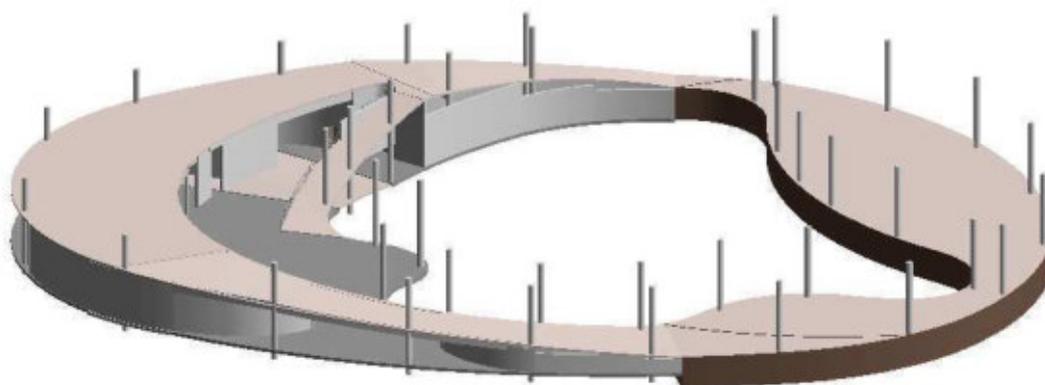


Figura 70: Estructura del entrepiso

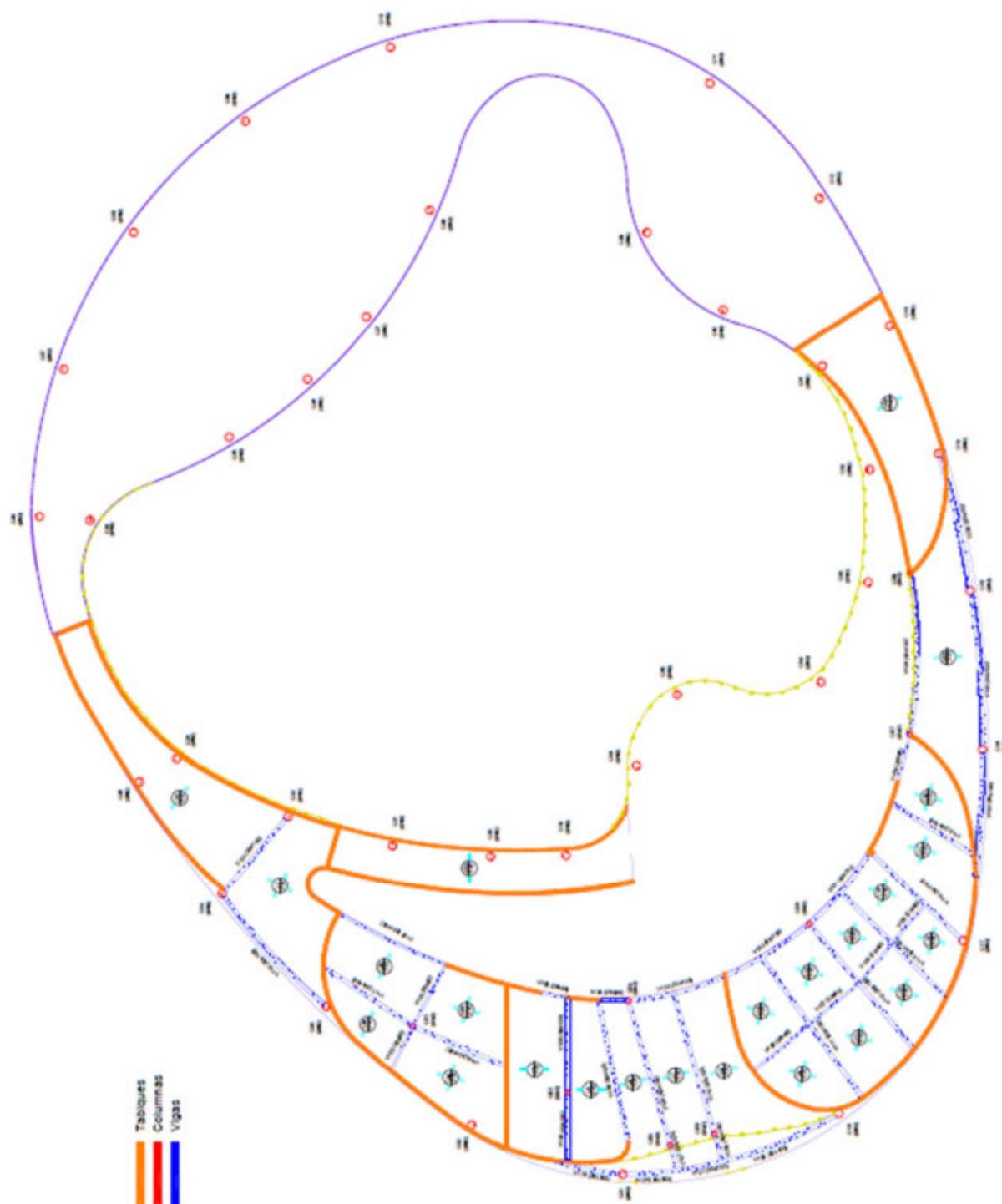


Figura 71: Estructura del entepiso

3. Diseño de Paneles Laterales:

El diseño de estos paneles mediante el sistema Spider se realizó considerando una separación de 1,20 m entre cada panel, siguiendo la generatriz que forma las curvas del museo.

Esta división queda materializada por tubos estructurales de acero inoxidable a definir según cálculo, que irán de piso a techo.

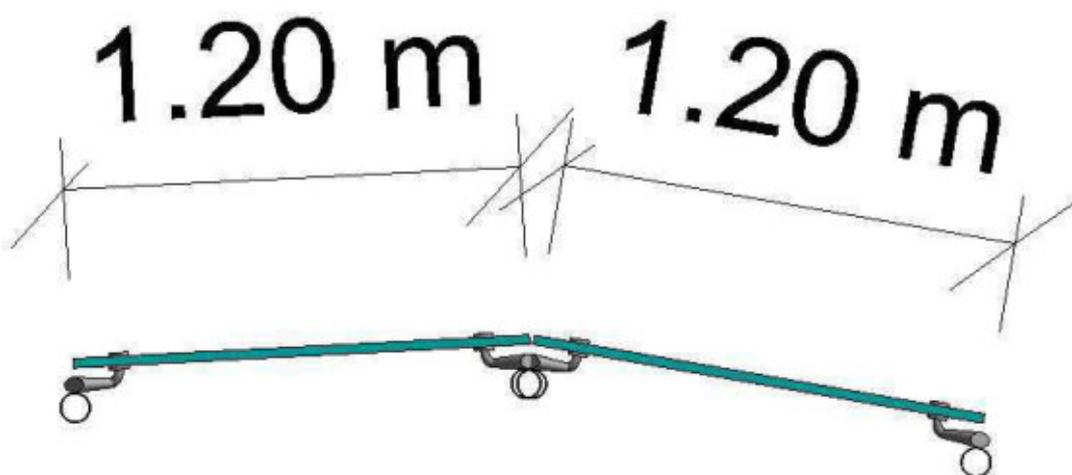


Figura 72: Paneles Vidriados

Se descarta la opción de aumentar la separación entre las columnas introduciendo travesaños horizontales, ya que esto hace que se tengan que curvar dichos travesaños para poder adquirir las formas sinuosas del museo. La pequeña luz que queda entre paneles vidriados se rellena con una silicona estructural, impidiendo el paso del agua y generando un apoyo lineal.

Estas columnas solo soportan el peso propio de los paneles de vidrio, y trabajarán fundamentalmente a la flexión que le genera el viento.

Con este diseño quedan un total de 389 divisiones, cada una con una variación de dos a tres paneles vidriados sujetos a las columnas por el sistema de arañas. El área total vidriada es de 3187,55 m².

En cada división se coloca una columna metálica, por lo tanto se deberá disponer de 389 columnas cuyas alturas variarán según su ubicación.

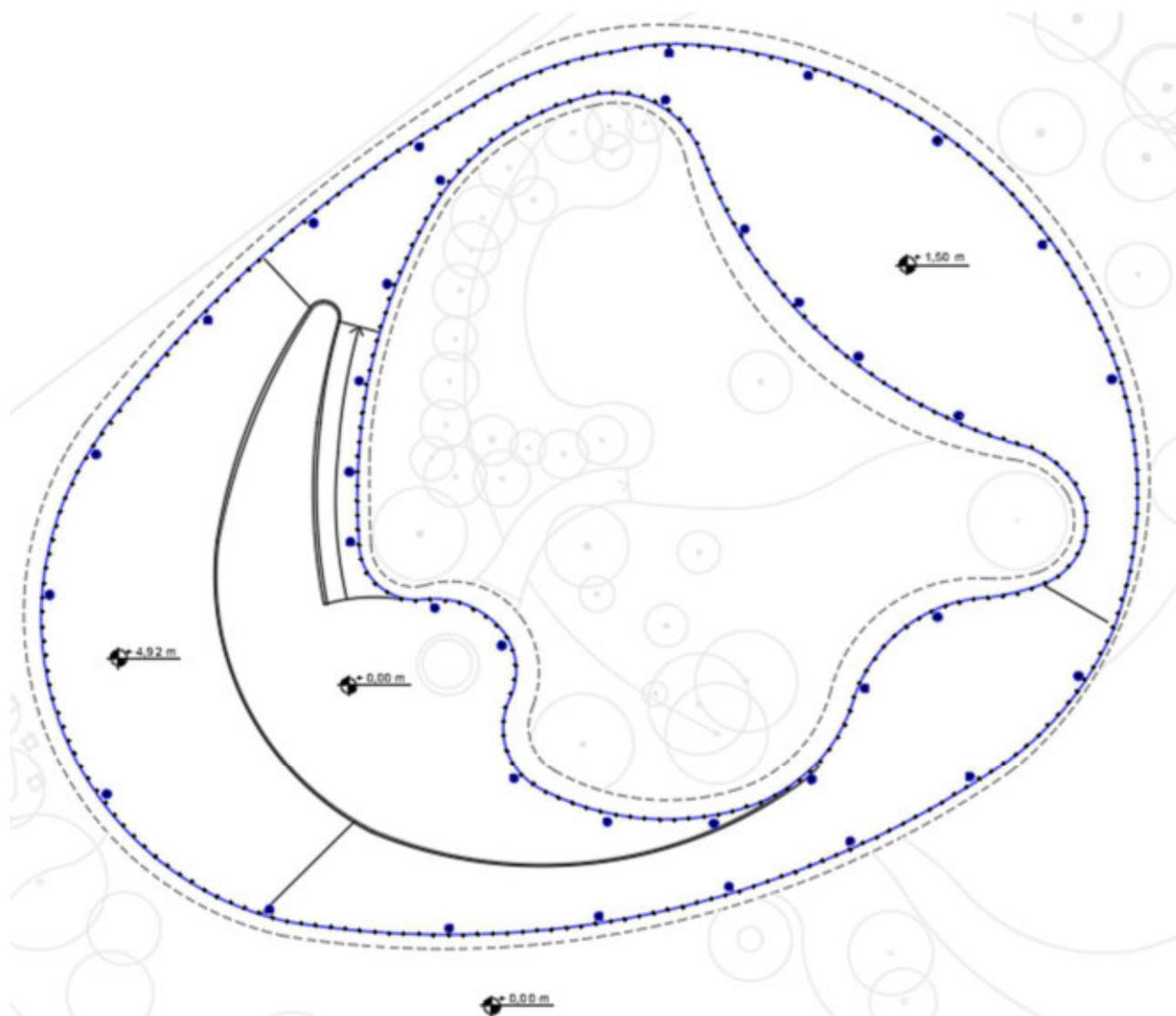
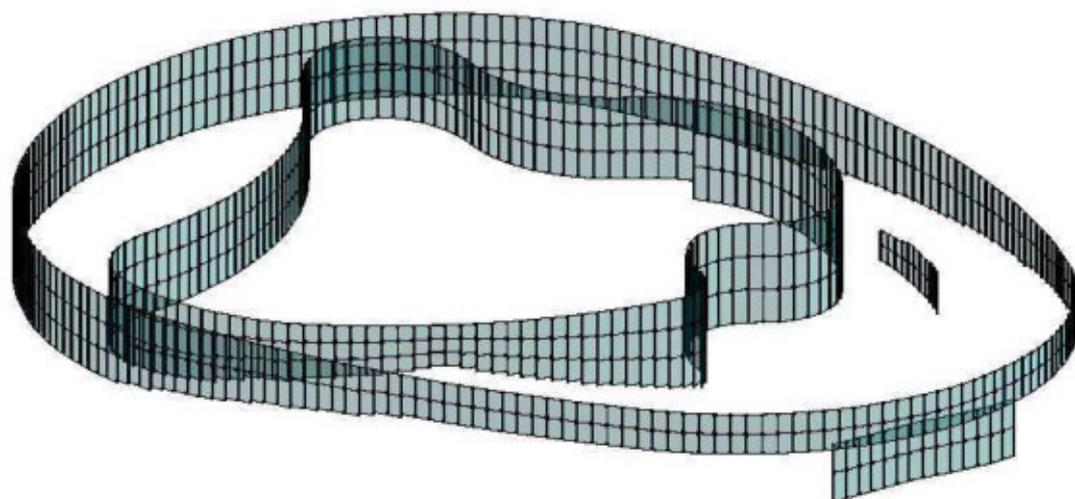


Figura 73: Estructura Sistema Spider

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Teniendo en cuenta todo lo explicado en la introducción, sumando una cuestión de aislamiento térmico a fin de generar un ahorro energético y considerando las presiones de viento actuantes en los paneles vidriados, se adopta un doble vidrio hermético con cámara de aire. Tanto el interior como el exterior estarán compuestos por un vidrio laminado (templado 3 mm + PVB + templado 3 mm). Los paneles serán de 1,20 m de ancho por 3,00 m de alto con un espesor nominal de 24 mm (6 + 12 + 6 mm).

4. Cargas a Considerar en el Cálculo de los Elementos Estructurales:

Las cargas consideradas para el cálculo de los elementos portantes de los dos niveles principales fueron obtenidas siguiendo el reglamento CIRSOC 101/2005 y son:

- Cubierta:
 - Peso propio Policarbonato (D): 0,0204 kN/m²
 - Peso propio tubos de acero con uniones (D)
 - Peso propio columnas (D)
 - Sobrecarga mínima reglamentaria de cubierta (Lr): 0,58 kN/m²
 - Carga de viento (W)
- Entrepiso y rampas:
 - Peso propio losas de hormigón armado 20cm de espesor (D): 5 kN/m²
 - Peso propio vigas de hormigón armado (D)
 - Peso propio columnas y tabiques (D)
 - Sobrecarga de uso (L): 5 kN /m²

Las combinaciones utilizadas en el cálculo son las siguientes:

- Estados límites últimos:
 - 1,40 D
 - 1,20 D + 1,60 L + Lr
 - 0,90 D + 1,60 W
 - 1,20 D + L + Lr + 1,60 W
- Estados límites de servicio:
 - D + L + Lr
 - D + L + W

Todas las combinaciones de cargas nombradas anteriormente se cargan en el software de elementos finitos Robot Structural Analysis 2018 y se obtiene un total de 28 combinaciones, 9 para estados límites de servicio y 19 para estados límites últimos:

11 : D + L
12 : D + L + W1
13 : D + L + W2
14 : D + L + W3
15 : D + L + W4
16 : D + L + W5
17 : D + L + W6
18 : D + L + W7
19 : D + L + W8
20 : 1,4 D
21 : 1,2 D + 1,6 L
22 : 0,9 D + 1,6 W1
23 : 0,9 D + 1,6 W2
24 : 0,9 D + 1,6 W3
25 : 0,9 D + 1,6 W4
26 : 0,9 D + 1,6 W5
27 : 0,9 D + 1,6 W6
28 : 0,9 D + 1,6 W7
29 : 0,9 D + 1,6 W8
30 : 1,2 D + 0,5 L
31 : 1,2 D + 0,5 L + 1,6 W1
32 : 1,2 D + 0,5 L + 1,6 W2
33 : 1,2 D + 0,5 L + 1,6 W3
34 : 1,2 D + 0,5 L + 1,6 W4
35 : 1,2 D + 0,5 L + 1,6 W5
36 : 1,2 D + 0,5 L + 1,6 W6
37 : 1,2 D + 0,5 L + 1,6 W7
38 : 1,2 D + 0,5 L + 1,6 W8

5. Solicitaciones y Dimensiones de los Elementos Estructurales

Para el cálculo de la estructura se utilizó un software de elementos finitos que permitió no solo analizar detalladamente todas las cargas gravitatorias, sino también someter la obra a las presiones del viento en distintas direcciones, obteniendo un análisis detallado de todas las solicitaciones posibles.

A continuación se hace un listado de todos los elementos que se deberán dimensionar y verificar de acuerdo a los reglamentos correspondientes para cada caso:

a) Estéreo Estructura:

- i. Elementos de unión.
- ii. Barras componentes del reticulado espacial.
- iii. Barras o “pelos” de unión a columnas de H°A°.

b) Paneles Vidriados:

- i. Vidrios.
- ii. Columnas Metálicas.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

- c) Columnas de H°A°.**
- d) Vigas de H°A°.**
- e) Losas de H°A°.**
- f) Tabiques de H°A°.**
- g) Fundaciones de H°A°**

Se procederá a dimensionar y verificar cada uno de los elementos anteriormente nombrados.

A) ESTÉREO ESTRUCTURA:

Se muestra un esquema de la estructura general de la cubierta realizada:

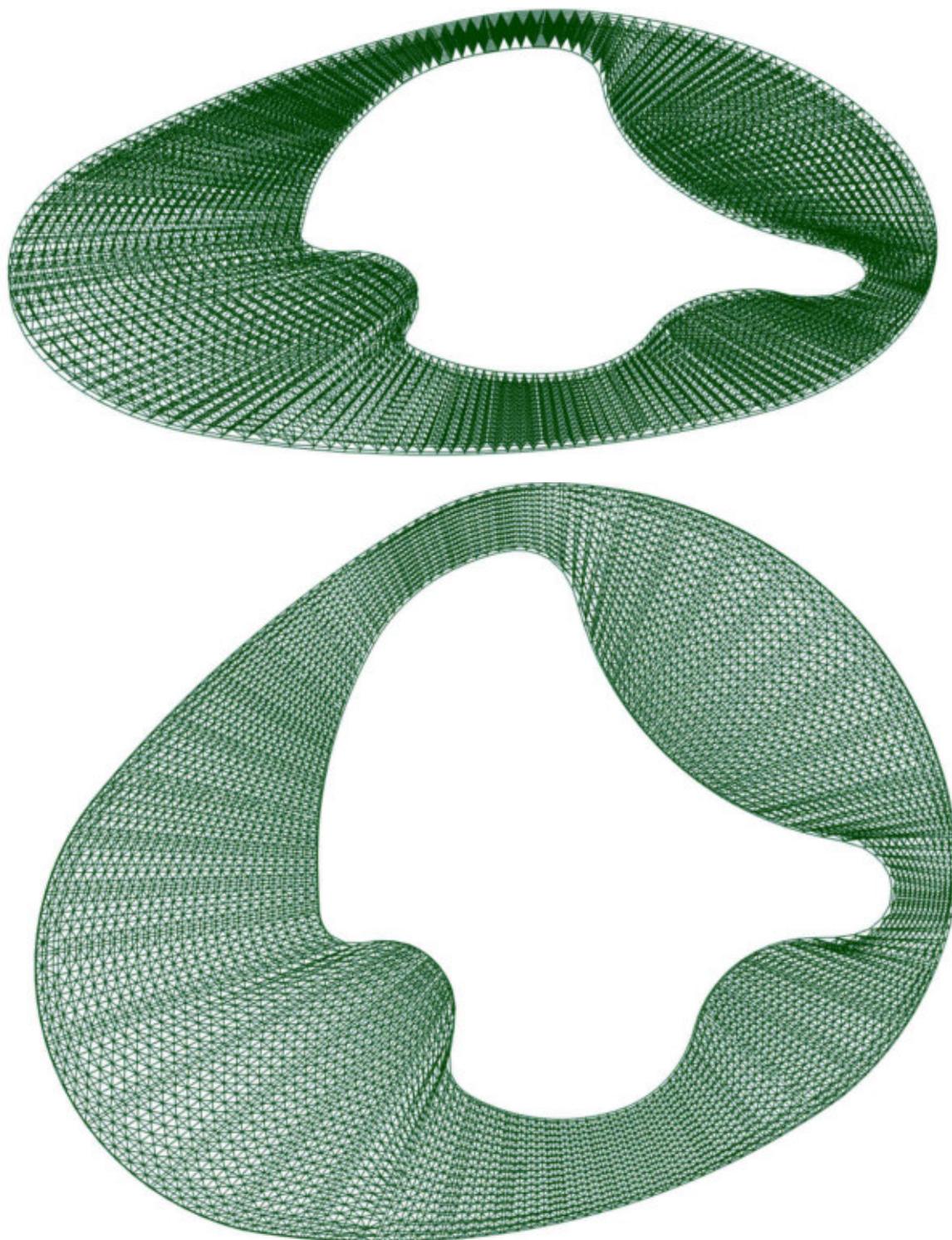


Figura 74: Estéreo Estructura

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Los esfuerzos máximos de compresión (-96,42 kN) y tracción (78,29 kN) se dan para la combinación de carga:

$$0,9 (D) + 1,6 (W_1)$$

Es decir, cuando el viento sopla en dirección Oeste-Este.

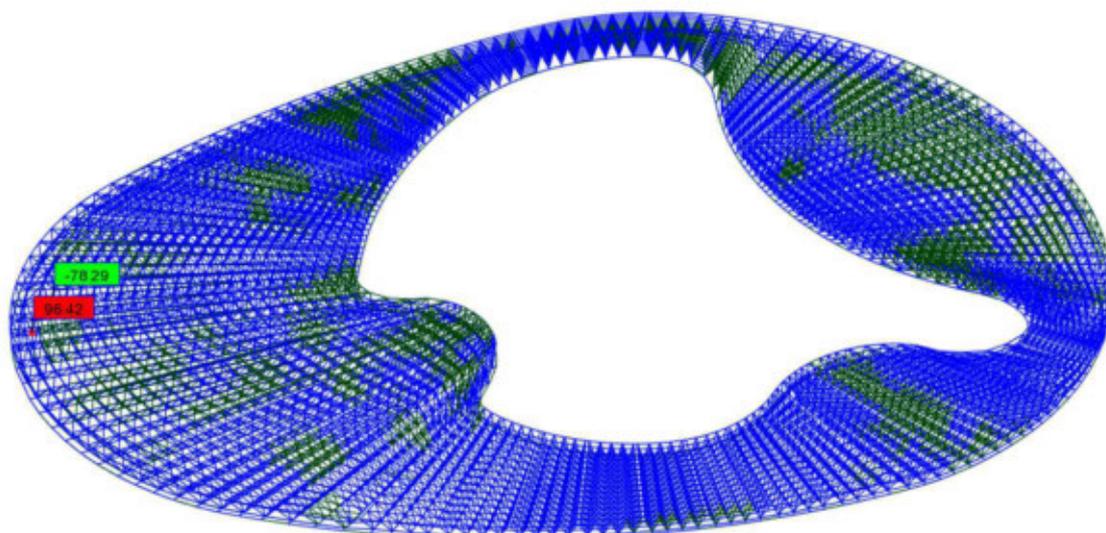


Figura 75: Solicitación Axil

(Tener presente que los esfuerzos de tracción en RSAP2018 se muestran negativos)

Las barras del Sistema MERO serán de diámetro 60 mm con una sección de 5,71 cm², radio de giro de 2,01 cm, tensión de fluencia de 355 MPa. Las esferas tienen una tensión de fluencia de 570 MPa, por lo que carece de sentido su verificación ya que al tener una tensión de fluencia mayor resistirá los esfuerzos de los tubos. El montaje de todos los elementos del sistema se mostrarán en el Capítulo N° 9.

La barra de mayor longitud es de 170 cm, por lo tanto, la máxima esbeltez para el pandeo global es:

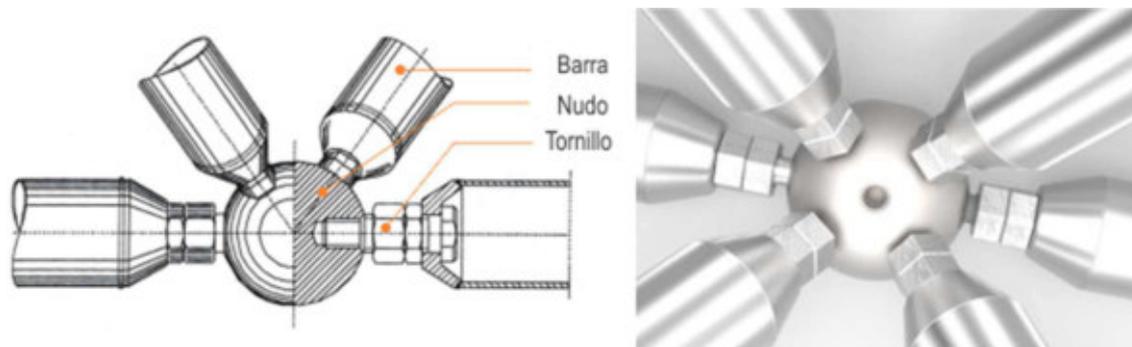


Figura 76: Esquema Sistema Mero

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

$$\lambda = \frac{k L}{r} = \frac{1.170 \text{ cm}}{2,01 \text{ cm}} = 84,58$$

La cual resulta menor que 200, pero para poder calcular la Resistencia a Compresión se debe saber si se trata de un elemento esbelto mediante la relación:

$$\left(\frac{D}{t}\right) = \frac{60 \text{ mm}}{3,2 \text{ mm}} = 18,75$$

El valor resulta menor que la esbeltez límite establecida por el reglamento CIRSOC 301 para elementos tubulares rigidizados de sección circular sometidos a compresión axil:

$$\lambda_r = 0,11 \frac{E}{F_Y} = 61,97$$

Por lo tanto no se trata de un elemento esbelto, y no se deberá calcular el coeficiente que tiene en cuenta el pandeo local de elementos comprimidos rigidizados:

$$Q = 1,00$$

La Resistencia a Compresión según CIRSOC 301 viene dada por la siguiente expresión:

A-B.5.3.(d). Resistencia de diseño a compresión axil

En barras axialmente comprimidas con elementos esbeltos la tensión crítica para pandeo flexional, para ser utilizada en la expresión (E.2.1) de la Sección E.2 será determinada de la siguiente forma:

(a) Para $\lambda_c \sqrt{Q} \leq 1,5$

$$F_{cr} = Q \left(0,658^{0,2\lambda_c^2} \right) F_Y \tag{A-B.5.15}$$

(b) Para $\lambda_c \sqrt{Q} > 1,5$

$$F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2} \right) F_Y \tag{A-B.5.16}$$

siendo:

$$Q = Q_s \cdot Q_r \tag{A-B.5.17}$$

Q el factor de reducción por pandeo local para secciones con elementos esbeltos.

Q_s el coeficiente que tiene en cuenta el pandeo local de elementos comprimidos no rigidizados . Se determina según la Sección **A-B.5.3.a**.

Q_r el coeficiente que tiene en cuenta el pandeo local de elementos comprimidos rigidizados. Se determinará según lo dispuesto en la Sección **A-B.5.3.b**.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{k L}{r} \sqrt{\frac{F_Y}{E}} = 1,13$$

Al ser menor que 1,5 se aplica el caso (a):

$$F_{cr} = Q \left(0,658^{Q\lambda_c^2} \right) F_Y = 208,03 \text{ MPa}$$

Y, entonces, la Resistencia de Diseño a Compresión Axil es:

$$P_u = \phi_c A_g F_{cr} = 100,97 \text{ kN} > 96,42 \text{ kN}$$

Verifica a Compresión

Se procede a verificar a Tracción según CIRSOC 301, Capítulo D:

D.1. RESISTENCIA DE DISEÑO A TRACCIÓN

La **resistencia de diseño de barras traccionadas**, ϕP_n , será el menor valor obtenido de la consideración de los estados límites de (a) fluencia en la sección bruta; (b) rotura en la sección neta.

(a) Para **fluencia en la sección bruta**:

$$\begin{aligned} \phi &= 0,90 \\ P_n &= F_y A_g (10^3) \end{aligned} \quad \text{(D.1.1)}$$

(b) Para **rotura en la sección neta**:

$$\begin{aligned} \phi &= 0,75 \\ P_n &= F_u A_e (10^3) \end{aligned} \quad \text{(D.1.2)}$$

siendo:

- P_n la resistencia nominal a la tracción axil, en kN.
- F_y la tensión de fluencia especificada, en MPa.
- F_u la tensión de rotura a tracción especificada, en MPa.
- A_g el área bruta de la barra, en cm².
- A_e el área neta efectiva de la barra, en cm².

La esbeltez debe ser menor a 300 en el caso de miembros traccionados y, si se observa el valor de la esbeltez máxima en la verificación anterior, se verá que cumple dicho valor.

En nuestro caso la resistencia a tracción vale:

$$\begin{aligned} P_u &\leq \phi_t P_n = \phi_t F_Y A_g \\ P_u &\leq 182,43 \text{ kN} \end{aligned}$$

Verifica a Tracción

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Hasta acá se verificó el tubo de manera individual. Ahora se analizarán las deflexiones máximas para cargas de servicio.

La flecha máxima (43,23 mm) se da para la combinación de carga (D) + (Lr) + (W3):

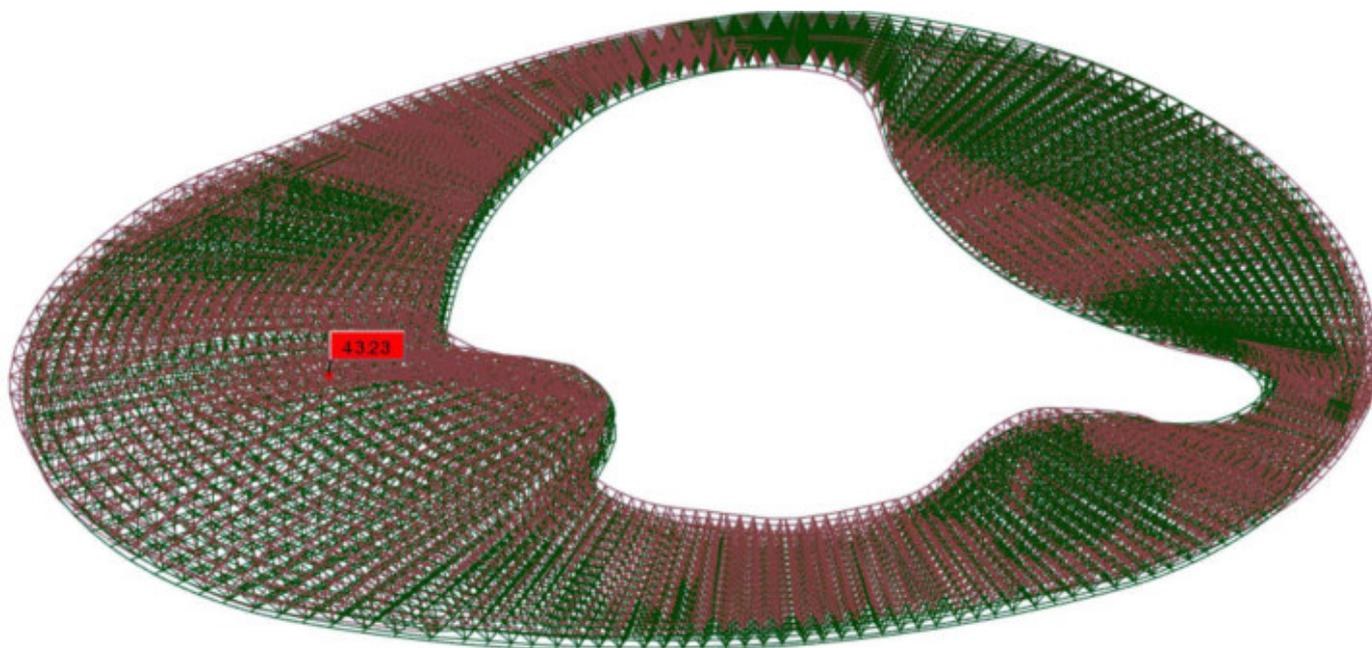
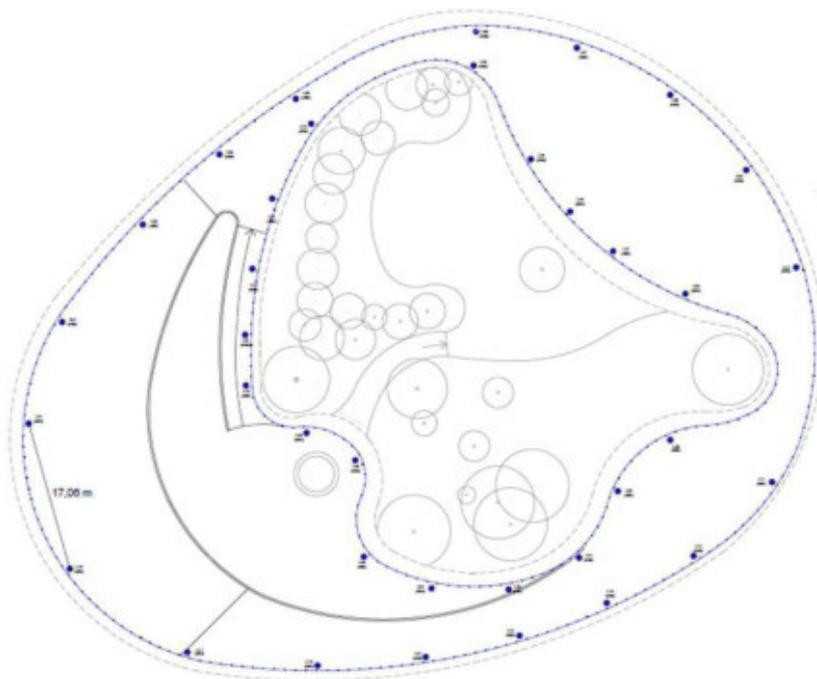


Figura 77: Deformada para Estado de Servicio

La luz máxima libre entre apoyos en ese tramo es de 17,00 m. La flecha admisible es:

$$f_{adm} = \frac{17,00 \text{ m}}{240} = 70,83 \text{ mm}$$

Verifica Deformaciones



PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Los apoyos de la estéreo estructura se materializan con “Pelos” o barras unidas a nodos de la misma en su parte inferior. La parte superior de los “Pelos” queda unida a dichos nodos, mientras que la parte inferior queda unida a la columna de H° A°. A continuación se muestra un esquema, a fin de brindar una mejor comprensión sobre el tema:

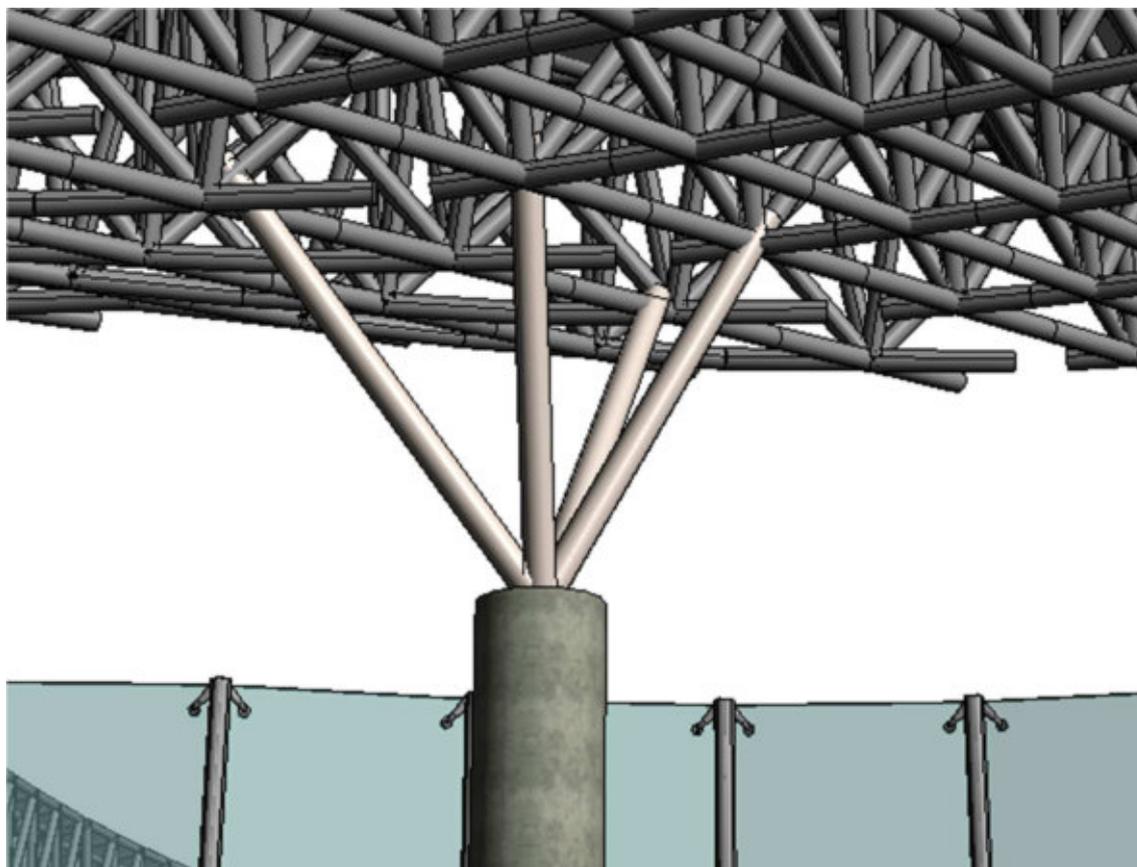


Figura 78: Esquema de unión entre “Pelos” y la Estéreo Estructura

Los esfuerzos máximos son:

- 178,26 kN para la combinación de carga 0,9 (D) + 1,6 (W1).
- -69,00 kN para la combinación de carga 0,9 (D) + 1,6 (W3).

0,9 (D) + 1,6 (W1)

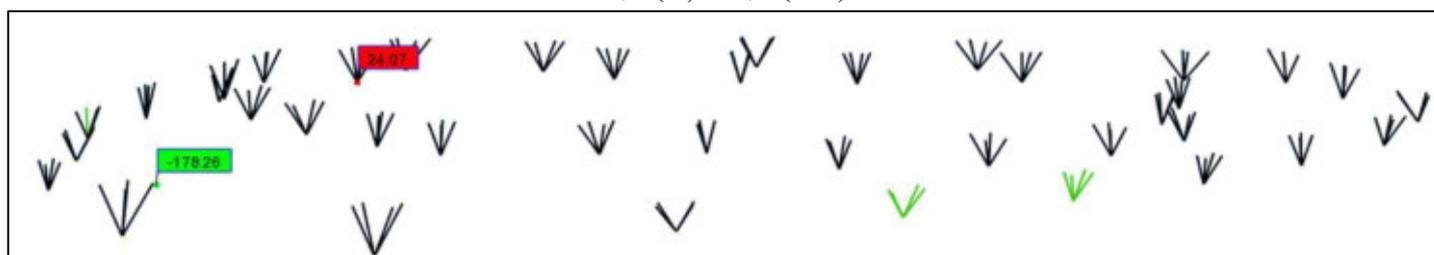


Figura 79: Solicitación Axil en “Pelos” de Columnas

0,9 (D) + 1,6 (W3)

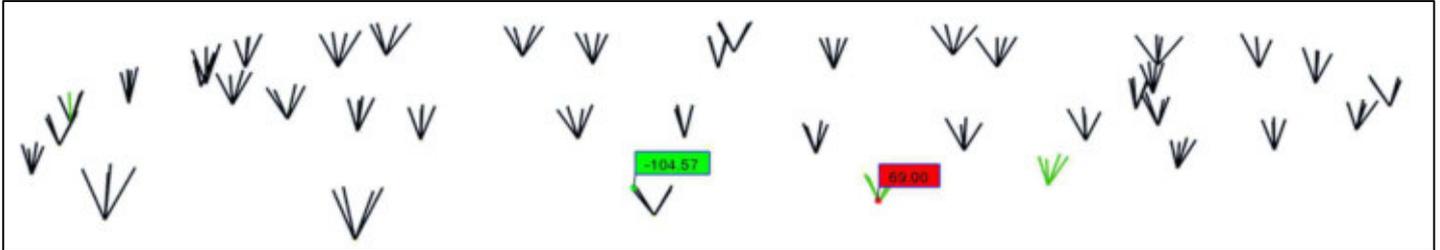


Figura 80: Solicitación Axil en "Pelos" de Columnas

La sección adoptada para los "Pelos" es la misma que la del Sistema MERO, sólo que el diámetro exterior es de 80 mm y por lo tanto el esfuerzo de tracción queda verificado directamente. Se analiza la resistencia a compresión del elemento.

La barra de mayor longitud es de 306 cm, por lo tanto, la máxima esbeltez para el pandeo global es:

$$\lambda = \frac{k L}{r} = \frac{1 \cdot 306 \text{ cm}}{2,72 \text{ cm}} = 112,50$$

La cual resulta menor que 200, pero para poder calcular la Resistencia a Compresión se debe saber si se trata de un elemento esbelto mediante la relación:

$$\left(\frac{D}{t}\right) = \frac{80 \text{ mm}}{3,2 \text{ mm}} = 25,00$$

El valor resulta menor que la esbeltez límite establecida por el reglamento CIRSOC 301 para elementos tubulares rigidizados de sección circular sometidos a compresión axil:

$$\lambda_r = 0,11 \frac{E}{F_Y} = 61,97$$

La esbeltez adimensional vale:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{k L}{r} \sqrt{\frac{F_Y}{E}} = 1,51$$

Al ser mayor que 1,5 se aplica el caso (b):

$$F_{cr} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2}\right) F_Y = 136,78 \text{ MPa}$$

Y, entonces, la Resistencia de Diseño a Compresión Axil es:

$$P_u = \phi_c A_g F_{cr} = 89,76 \text{ kN} > 69,00 \text{ kN}$$

Verifica a Compresión

Quedando verificados los pelos de unión de las columnas.

Se muestra a continuación un detalle de la unión entre los “pelos” y la columna de hormigón:

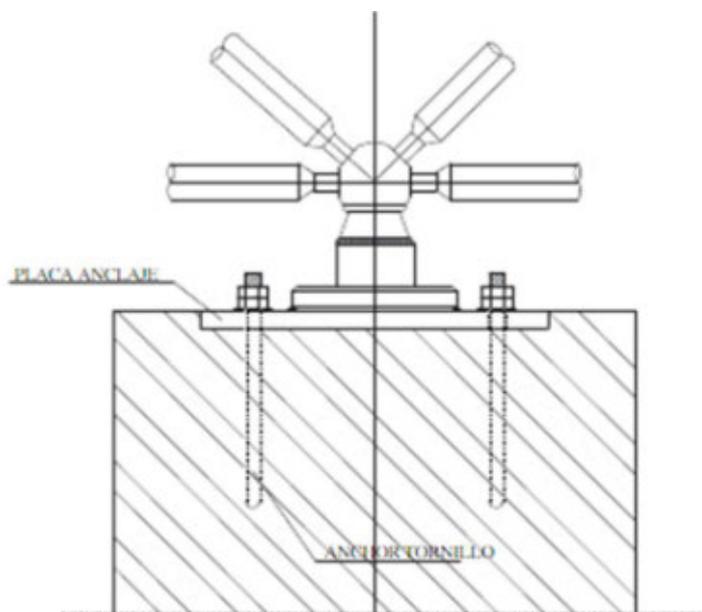


Figura 81: Esquema de unión a Columna de HªAª

B) PANELES VIDRIADOS:

Lo primero que se verificará serán las columnas metálicas que dan soporte al Sistema Spider. La sección es Anular, diámetro 100 mm y espesor 4,8 mm; Tensión de Fluencia 235 MPa.

Se deberán verificar 2 casos distintos debido a las variaciones de alturas y presiones de viento actuantes a lo largo del museo:

1. Columnas Exteriores: $h = 4,53 \text{ m}$ y $Pr = 1400 \text{ N/m}^2$. En el anexo II se pueden ver los detalles constructivos de éstas columnas.

La separación entre columnas es de 1,20 m, por lo tanto, la carga por unidad de longitud actuante es:

$$q = 1,6 \cdot 1,20 \text{ m} \cdot 1,4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,688 \text{ kN/m}$$

El sistema se comporta como una barra empotrada-apoyada por lo que el momento máximo es:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = -\frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{-6,89 \text{ kNm}}{0,9} = -7,66 \text{ kNm}$$

Se utiliza la tabla de Parámetros Nominales de Resistencia, Apéndice F.1.1 del Reglamento CIRSOC 301. Los parámetros de esbelteces son:

$$\lambda_p = \frac{0,071 E}{F_Y} = 60,43 ; \lambda_r = \frac{0,31 E}{F_Y} = 263,83$$

En nuestro caso:

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{100 \text{ mm}}{4,8 \text{ mm}} = 20,83$$

Por lo tanto la sección resiste mediante plastificación de la misma. El momento plástico vale:

$$M_p = F_Y Z (10^{-3}) = 235 \text{ MPa} \cdot 34,30 \text{ cm}^3 \cdot (10^{-3}) = 8,06 \text{ kNm}$$

Por lo tanto verifica esfuerzos. Se verifica a continuación deformaciones:

$$f_{\text{máx}} = \frac{q_s \cdot L^4}{185 EI} = 0,012 \text{ m}$$

$$f_{\text{adm}} = \frac{h}{150} = \frac{4,53 \text{ m}}{150} = 0,0302 \text{ m}$$

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVILVerifica Esfuerzos y Deformaciones

2. Columnas Interiores: $h = 8,20 \text{ m}$ y $Pr = 450 \text{ N/m}^2$.

La separación entre columnas es de $1,20 \text{ m}$, por lo tanto, la carga por unidad de longitud actuante es:

$$q = 1,6 \cdot 1,20 \text{ m} \cdot 0,45 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,864 \text{ kN/m}$$

El sistema se comporta como una barra empotrada-apoyada por lo que el momento máximo es:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = -\frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{-7,26 \text{ kNm}}{0,9} = -8,06 \text{ kNm}$$

Se utiliza la tabla de Parámetros Nominales de Resistencia, Apéndice F.1.1 del Reglamento CIRSOC 301. Los parámetros de esbelteces son:

$$\lambda_p = \frac{0,071 E}{F_Y} = 60,43; \lambda_r = \frac{0,31 E}{F_Y} = 263,83$$

En nuestro caso:

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{100 \text{ mm}}{4,8 \text{ mm}} = 20,83$$

Por lo tanto la sección resiste mediante plastificación de la misma. El momento plástico vale:

$$M_p = F_Y Z (10^{-3}) = 235 \text{ MPa} \cdot 34,30 \text{ cm}^3 \cdot (10^{-3}) = 8,06 \text{ kNm}$$

Por lo tanto verifica esfuerzos. Se verifica a continuación deformaciones:

$$f_{\text{máx}} = \frac{q_s \cdot L^4}{185 EI} = 0,0405 \text{ m}$$

$$f_{\text{adm}} = \frac{h}{150} = \frac{8,20 \text{ m}}{150} = 0,0546 \text{ m}$$

Verifica Esfuerzos y Deformaciones

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Verificadas las columnas, se procede a analizar los paneles vidriados. Se muestra un esquema del Sistema Spider:

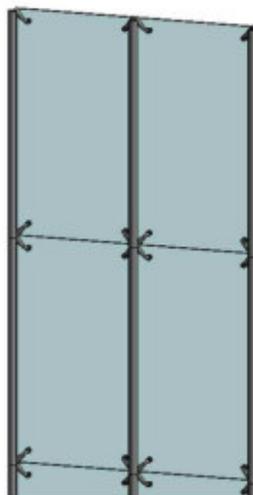


Figura 82: Esquema Sistema Spider

Para poder determinar el espesor de vidrio necesario, algunos proveedores facilitan ábacos para ello. En éste caso, se utiliza un ábaco para paneles DVH:

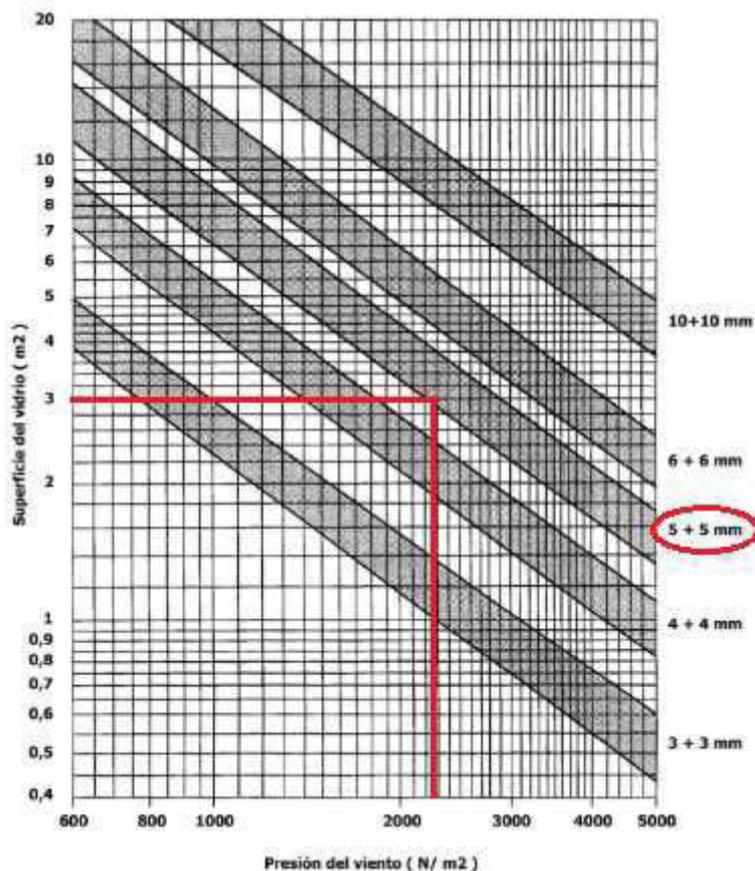


Figura 83: Gráfico para cálculo de espesores de vidrio

En este caso la presión de viento vale:

$$P_r = 1,6 \cdot 1,40 \frac{kN}{m^2} = 2,24 \frac{kN}{m^2}$$

Y los paños adoptados son de 2,40 m x 1,20 m (2,88 m²). Por lo tanto, el espesor por ábaco es de 5+5 mm.

El ábaco anterior considera que los 4 bordes del vidrio están apoyados. En este caso, la silicona estructural con la que se unirán los paños, brinda parcialmente dicha hipótesis ya que los apoyos se generan en las juntas verticales, no tanto así en las horizontales. Por esto, se colocarán vidrios 6+6 mm. Se adopta el siguiente paquete:

(Templado 3 mm + PVB + Templado 3 mm)
Cámara Aire 12 mm
(Templado 3 mm + PVB + Templado 3 mm)

Lo que forma un panel DVH de 24 mm de espesor.

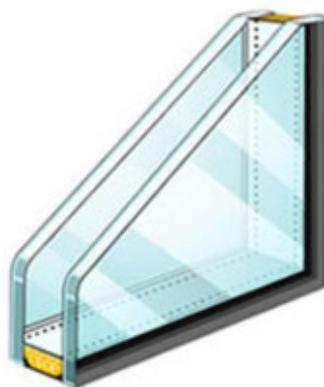


Figura 84: Esquema DVH (6 + 12 + 6 mm)

Los “Spiders” que sujetan los vidrios permiten la rotación de los mismos por lo que permite a las columnas metálicas, deformarse con libertad.

C) COLUMNAS DE H°A°:

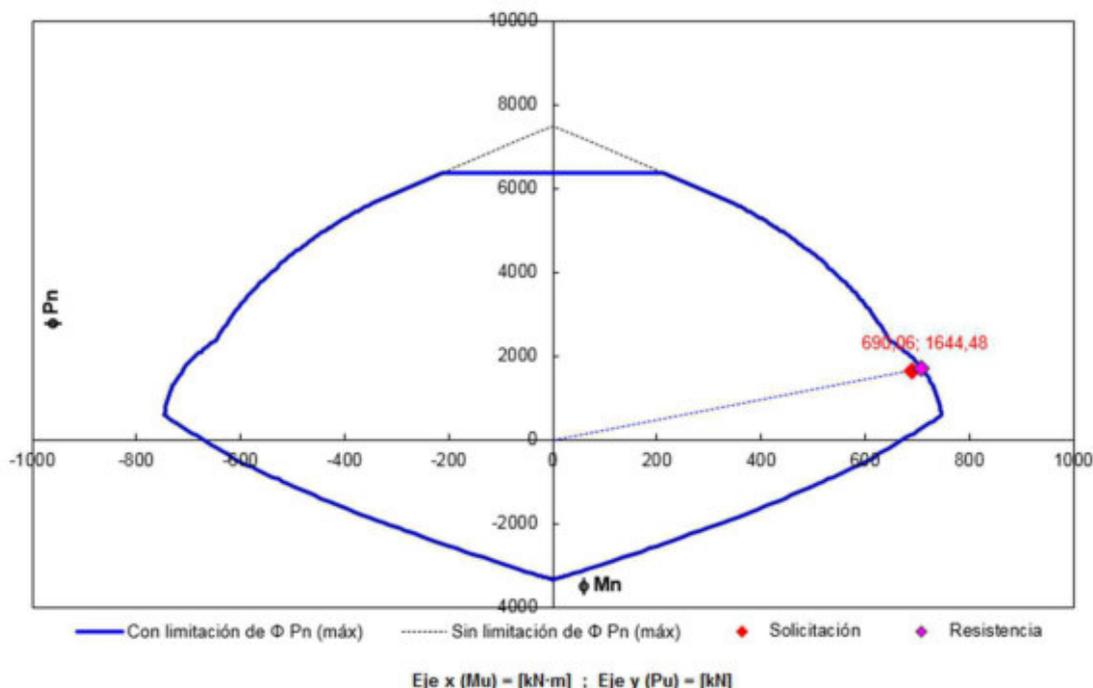
A fines prácticos se verificará la columna más solicitada, quedando las restantes verificadas en las correspondientes tablas que se colocarán en el anexo.

Los parámetros geométricos de la columna C17, que resulta ser la más solicitada son:

1. Altura de 5,62 m.
2. Diámetro de 60 cm.
3. Recubrimiento de 5 cm.
4. Armadura ADN 420 Ø 25 mm, cantidad 18 un.
5. Esbeltez $\lambda = 37,47$.
6. $P_u = -1644,80$ kN y $M_u = 690,60$ kNm.

Las columnas reciben esfuerzos de compresión por parte del entrepiso, es decir, que su condición de vínculo hasta él, puede adoptarse como simplemente apoyada. En la parte superior del entrepiso, cuando actúa el viento, se genera tracción, la cual es revertida por el peso propio de la columna.

Al ser la esbeltez menor que 40, se puede adoptar la resistencia como columna corta.



$P_{u\ res}$	=	1688,42	kN
$M_{u\ res}$	=	708,50	kN-m
$MV\ sol = [(P_{u\ sol})^2 + (M_{u\ sol})^2]^{1/2}$	=	1783,39	= Módulo vector solicitante
$MV\ res = [(P_{u\ res})^2 + (M_{u\ res})^2]^{1/2}$	=	1831,05	= Módulo vector resistente
$MV\ res / MV\ sol$	=	1,03	Debe ser mayor o igual que 1 para cumplir con la condición de seguridad.

Figura 85: Diagrama de Interacción para Columnas Cortas

D) VIGAS DE H°A°:

Las dimensiones de cada una varían ampliamente, y por ende sus solicitaciones. El detalle de cada una de las vigas se dispondrá en el anexo correspondiente por una cuestión de practicidad.

E) LOSAS DE H°A°:

Al disponer correctamente de vigas en el largo y ancho de las vastas luces libres de losas y rampas, se simplifica el cálculo de ellas mediante el empleo de las tablas de Ertürke. Una vez más, las verificaciones se mostrarán por medio de tablas en el anexo correspondiente.

F) TABIQUES DE H°A°:

Los tabiques fueron dimensionados a partir de los esfuerzos brindados por el software de elementos finitos, y verificados por unidad de longitud empleando las verificaciones de columnas sometidas a flexo-compresión.

G) FUNDACIONES:

La estratigrafía considerada según el estudio de suelos es la siguiente:

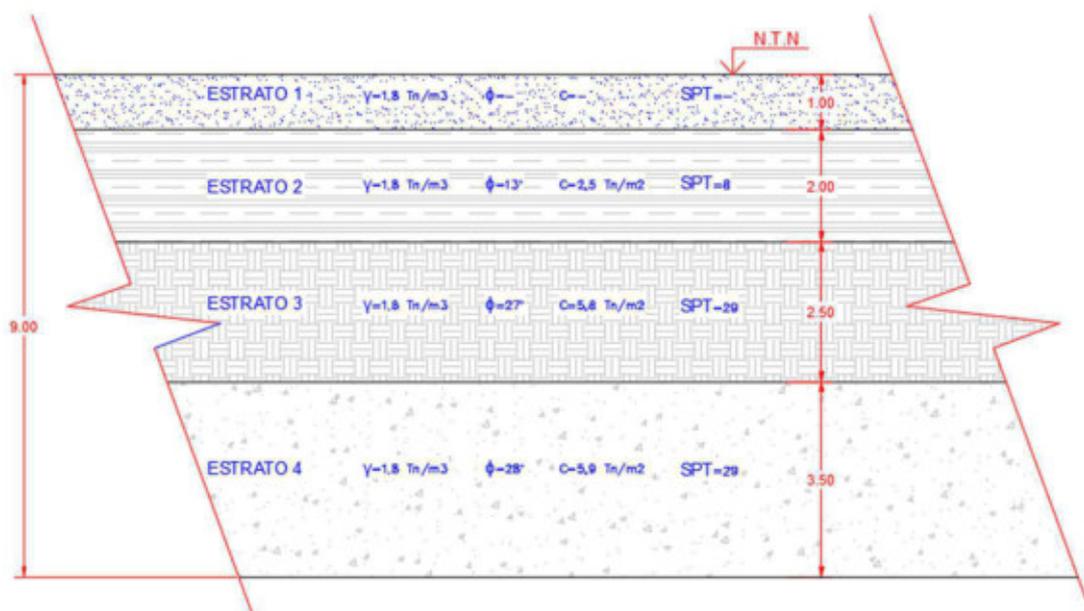


Figura 86: Esquema de la Estratigrafía

Esta obra tiene la particularidad de tener tres niveles de fundación diferentes, a los cuales llegan distintos elementos: columnas principales, columnas secundarias y tabiques.

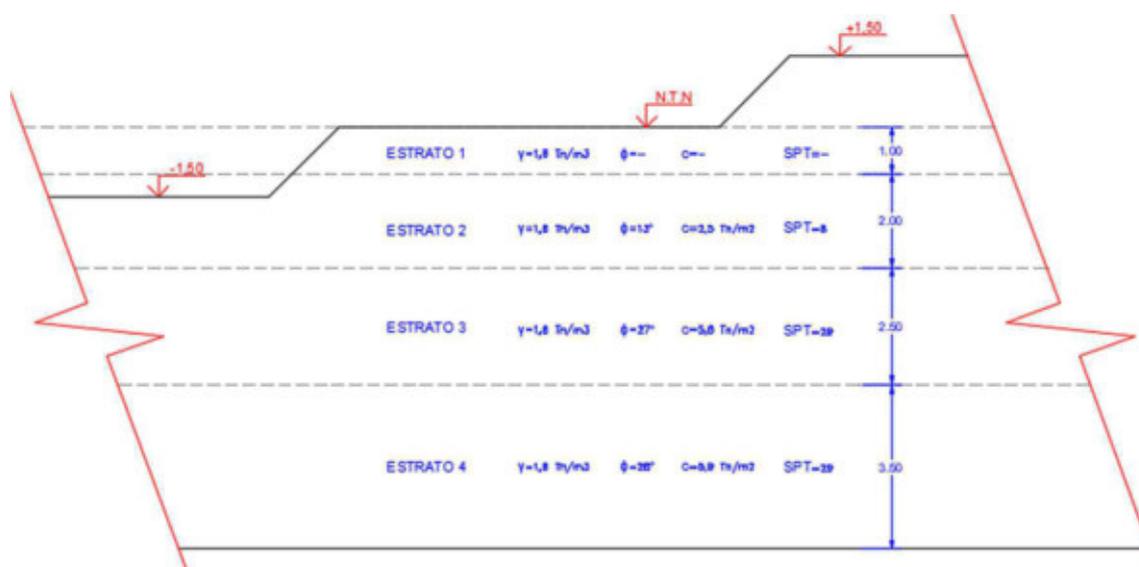


Figura 87: Esquema Topográfico del Museo

– Fundación de Columnas Principales:

Al analizar el tipo de suelo y ver que el terreno resistente se ubica a los 3m de profundidad y que las bases estarán sometidas a momentos de vuelco, se decidió que la mejor opción es la de utilizar pilotes.

En el estudio de suelos se da un ejemplo de cálculo de la capacidad portante de pilotes mediante el método del Ingeniero Zaven Davidian, publicado en su obra “Pilotes y cimentaciones sobre pilotes”. Al no tener acceso a esta teoría, se utilizó el método del “Código Técnico de la Edificación (CTE 2007)” donde la capacidad portante se obtiene de la siguiente manera:

Por punta

Suelos granulares:

Define para condiciones drenadas en suelos finos y granulares despreciando el término cohesivo.

$$q_{bp} = f_p q' N_q^* \leq 20 \text{MPa}, \quad N_q^* = \frac{1 + \text{sen}\phi'}{1 - \text{sen}\phi'} e^{\pi \tan\phi'}$$

Siendo,

$f_p = 3.0$ para pilotes hincados

$f_p = 2.5$ para pilotes excavados

q' : Esfuerzo vertical efectivo al nivel de la punta

N_q : factor de capacidad de carga.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

El modelo propuesto es el de Brinch - Hansen, y está afectado por un factor ya que la formulación inicial es para cimentaciones superficiales. El factor es mayor para pilotes hincados ya que en el proceso de instalación se densifica la punta si es en arena. El CTE presenta límite de 20 MPa, ya que la resistencia no crece indefinidamente con la profundidad de acuerdo a lo investigado por Vesic. (Alrededor de 25D).

Suelos finos:

Se presenta esta clasificación para suelos arcillosos y limosos en condición no drenada. La expresión sugerida es:

$$q_{hp} = 9 Su$$

La cual fue definida por Meyerhof con;

Su: resistencia al corte no drenado promedio a 2D por abajo y por arriba de la punta del pilote.

Por Fuste:

Suelos granulares:

Adoptan la teoría de Coulomb que es referenciada por la mayor parte de los autores descritos, siendo $f_r \tan \varphi' \approx \tan \delta$ y $f_r K \tan \varphi' \approx \beta$

$$f = f_r K q' \tan \varphi' \leq 120 \text{ KPa}$$

f_r : factor de reducción por rozamiento en el fuste 1.0 para pilotes de hormigón in-situ, 0.9 para pilotes de hormigón prefabricado y 0.8 para pilotes de acero.

q' : Esfuerzo vertical efectivo al nivel de la punta

K: coeficiente de empuje horizontal. 1.0 para pilotes hincados y 0.75 para pilotes excavados.

Suelos finos:

Referencian la expresión de Caquot y Kerisel

$$f = \frac{100Su}{100 + Su} \cdot \text{kN/m}^2$$

Se adoptan cabezales de cuatro pilotes para mantener la simetría y la estabilidad:

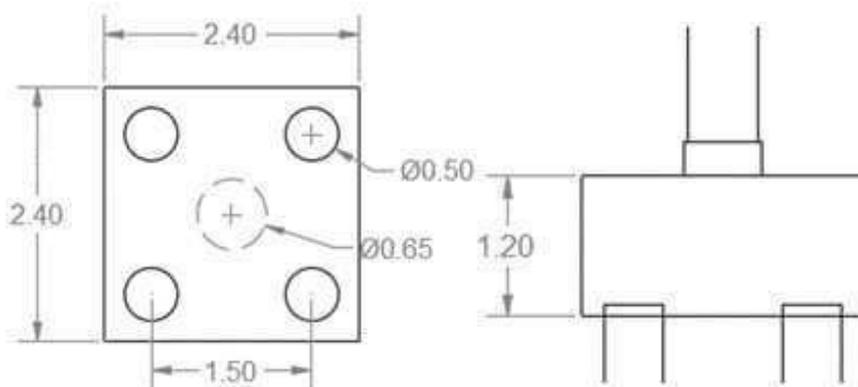


Figura 88: Esquema: Cabezal de cuatro pilotes

Las cargas de la columna más solicitada que llegan al cabezal son las siguientes:

$$P_s = 117,5 \text{ Tn} \quad P_u = 166 \text{ Tn}$$
$$M_s = 49 \text{ Tn.m} \quad M_u = 69,7 \text{ Tn.m}$$

La carga final para cada pilote considerando el peso del cabezal y el del pilote (L=6m) es:

$$N_s = 48,89 \text{ Tn} \quad N_u = 67,64 \text{ Tn}$$

La capacidad portante para un pilote de $\phi=0,5\text{m}$ y $L=6\text{m}$ obtenida por el C.T.E es de:

$$R_T = R_p + R_f$$
$$R_T = 91,04 \text{ Tn} + 23,7 \text{ Tn}$$
$$\mathbf{R_T = 114,74 \text{ Tn}}$$

Considerando un coeficiente de seguridad $v=3$:

$$\mathbf{R_T = 38,25 \text{ Tn} < N_s = 48,89 \text{ Tn} ; "M. C"}$$

Por lo tanto, no verifica, sin embargo el momento de vuelco lo produce el viento que es una carga accidental, por lo tanto consideramos que la longitud es correcta y verifica, con un factor de seguridad $v=2,34$ para cargas accidentales.

– Fundación de Columnas Secundarias:

La fundación de estas columnas será de cabezales de dos pilotes, arriostrados con vigas de 40x40 en la dirección normal al cabezal.

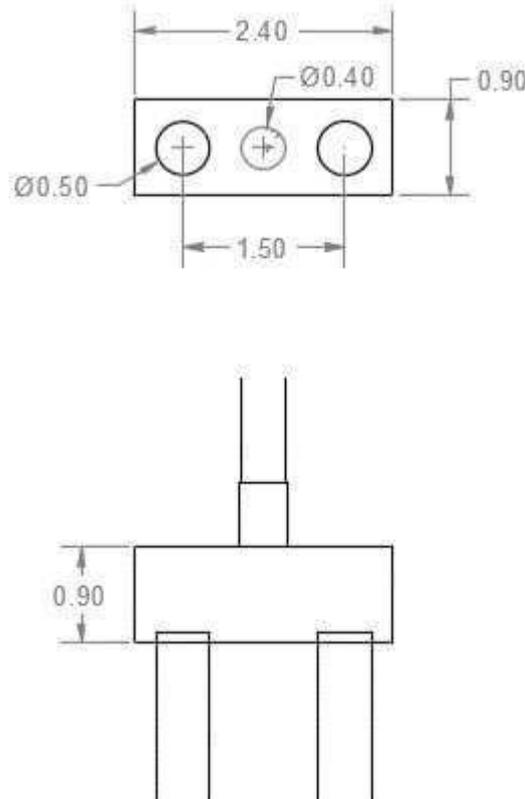


Figura 89: Esquema: Cabezal de dos pilotes

Las cargas más grandes que llegan a la base son:

$$P_s = 82,5 \text{ Tn} \quad P_u = 111,9 \text{ Tn}$$

Como se vio anteriormente un pilote de $\phi=0,5\text{m}$ y $L=6\text{m}$ resiste 38,25 Tn, por lo que:

$$R_T = 38,25 \text{ Tn} < N_s = 41,25 \text{ Tn}; \text{"M. C"}$$

No verifica, sin embargo esto sucede en una sola columna, por lo que lo damos por válido, teniendo esta base un coeficiente de seguridad $v=2,78$.

– Fundación de Tabiques:

Los tabiques se fundarán con zapatas corridas tipo viga de fundación a 1,50m de profundidad, coincidiendo con el fondo de los cabezales.

Las cargas más grandes que llegan a la base son:

$$P_s/m = 10 \text{ Tn} \qquad P_u/m = 13,2 \text{ Tn}$$

La tensión admisible dada por el estudio de suelo para zapatas continuas a 1,00m de profundidad es de $8,02 \text{ Tn/m}^2$, por lo que para 1,50m se espera un valor mayor, sin embargo tomamos como válido el valor dado, entonces:

$$A_{nec} = 1,24 \text{ m}^2$$

Se termina adoptando la siguiente sección:

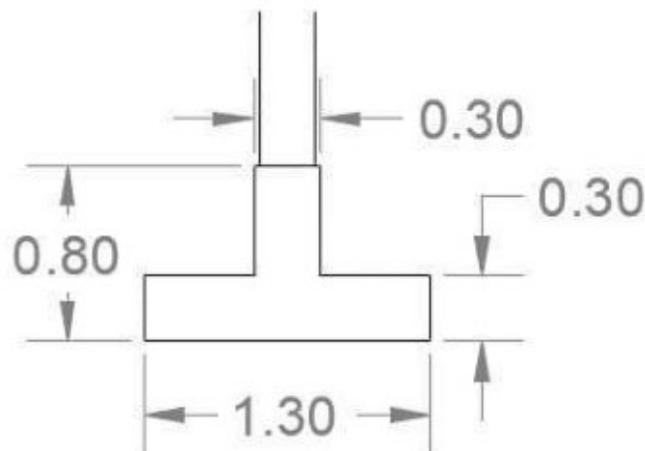


Figura 90: Esquema: Zapata Corrida para Tabiques

Los detalles de armaduras para las fundaciones analizadas anteriormente se mostrarán en los planos anexos de detalles.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

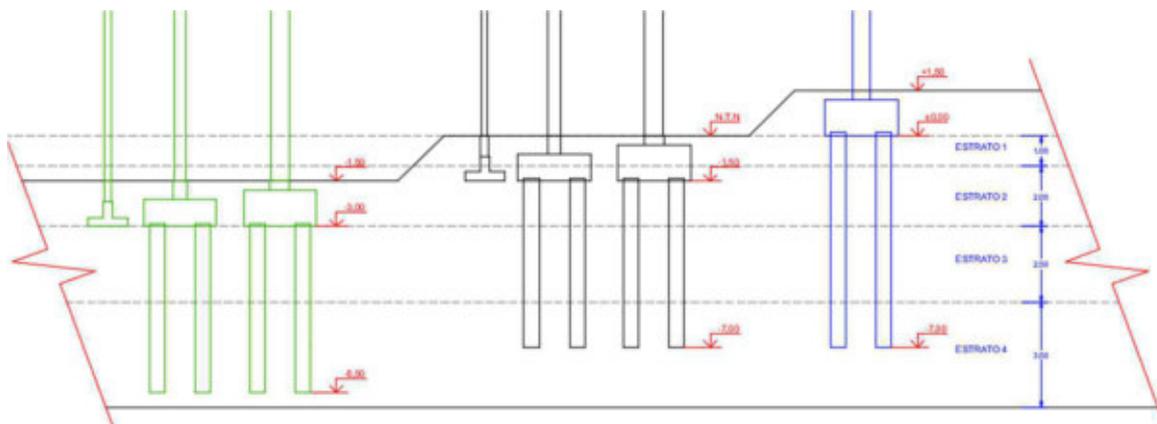


Figura 91: Esquema gráfico de las bases en sus respectivos niveles visto en Corte

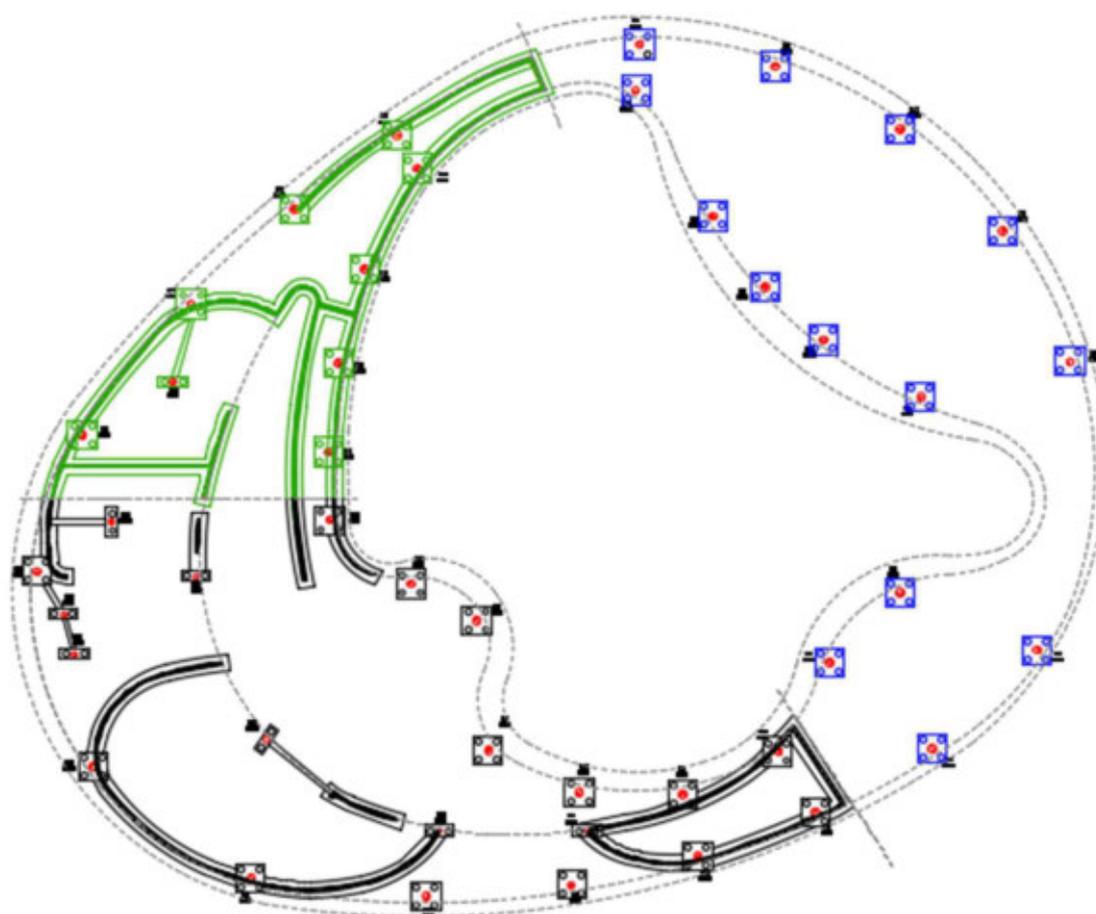


Figura 92: Esquema gráfico de las bases en sus respectivos niveles visto en Planta

Finalizada la verificación de todos los elementos componentes de la estructura, resta la realización del presupuesto final de la obra.

CAPÍTULO N° 9:**MÉTODO DE MONTAJE EN OBRA**

Al finalizar la etapa de diseño y cálculo, se analizó el método de montaje en obra de la estéreo estructura.

A continuación se irán mostrando las distintas etapas del montaje en sí, y explicando cada una de ellas.

1. Ensamble entre elementos componentes del Sistema Mero:

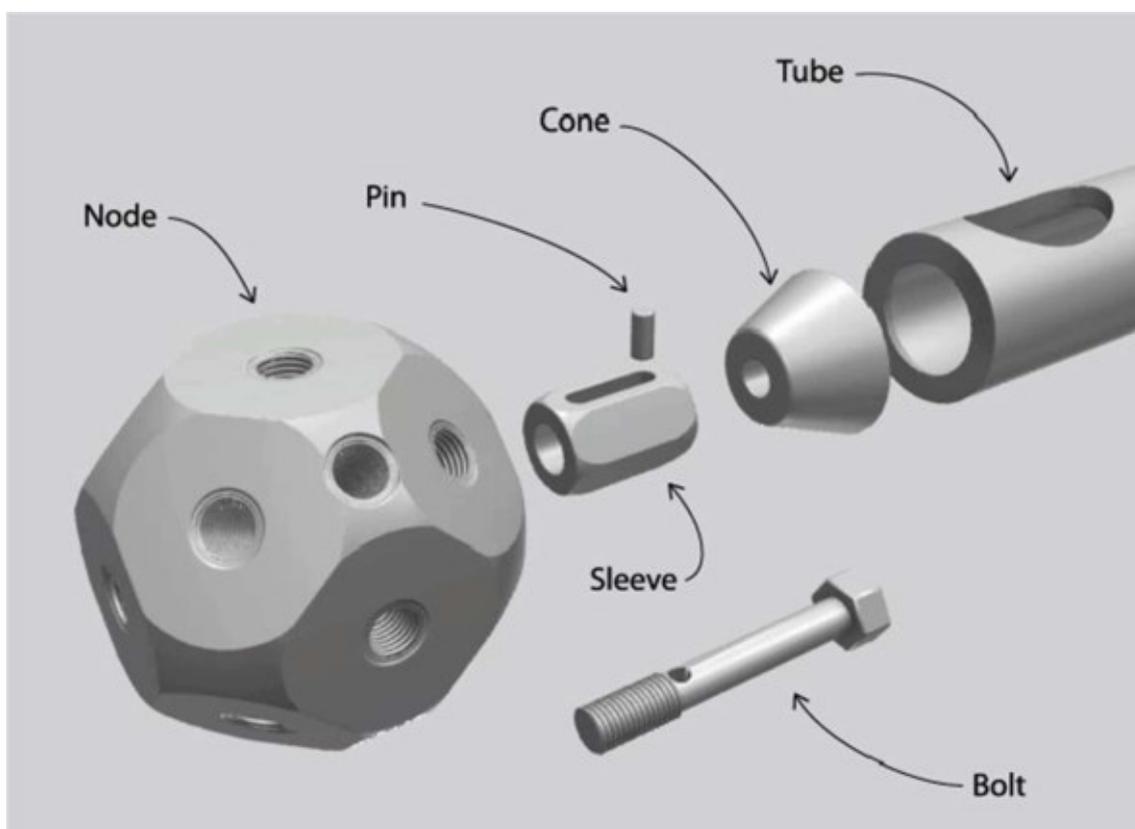
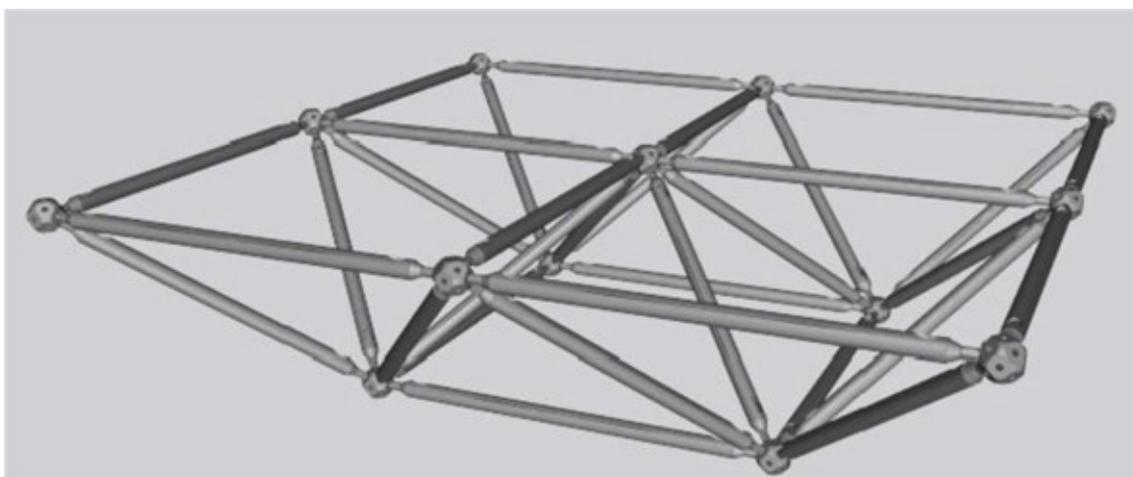


Figura 93: Esquema gráfico de los componentes del Sistema Mero

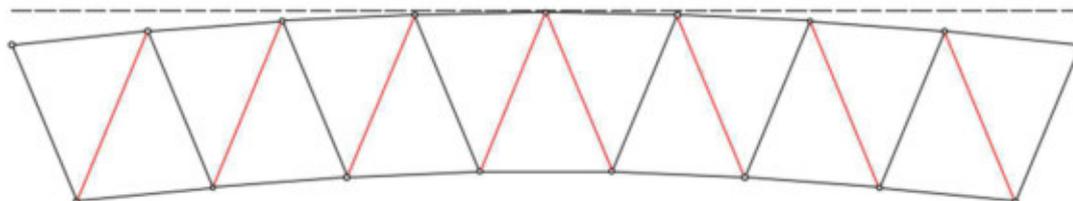
Primero se suelda el cono (Cone) al tubo (Tube), y el tornillo (Bolt) es colocado dentro del mismo. Luego la manga (Sleeve) se coloca por encima del tornillo y se introduce la chaveta (Pin). Por último, se aprieta el tornillo a fondo dentro del nodo (Node).

El tubo debe cortarse a la medida justa ya que éste sistema no permite variar la longitud de la barra, permitiendo resolver el atornillado en ambos nodos extremos de la barra.

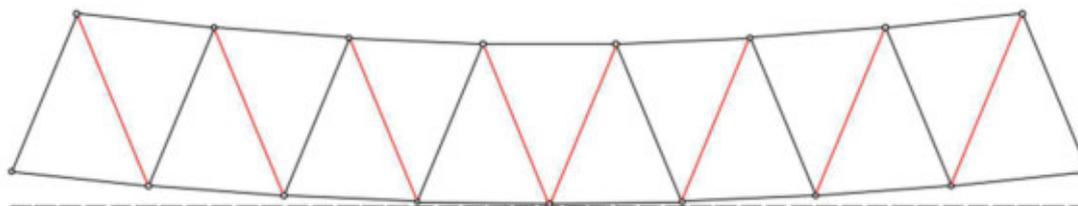
PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL*Figura 94: Esquema Sistema Mero en un Nodo**Figura 95: Esquema Sistema Mero en General*

Éste sistema permite gran variedad de geometrías y de rápida colocación. Al ir variando las longitudes de las barras componentes se logran distintos grados de curvatura en la cubierta, que es uno de los detalles más importantes a tener en cuenta debido a que, en este proyecto, dicha curvatura varía punto a punto.

Se puede ver que al alargar las diagonales pintadas de rojo y manteniendo constantes las diagonales pintadas de negro, se genera una curva convexa:



Y haciendo lo opuesto, se genera una curva cóncava:



2. Ensamble entre Sistema Mero y Columnas de H°A°:



Figura 96: Esquema Unión Columna y Estéreo Estructural (I)

A fin de poder transmitir tanto los esfuerzos gravitacionales como así también los esfuerzos debido a los efectos del viento, se suelda una esfera del Sistema Mero a un taco metálico que a su vez es soldado a una placa base que, por medio de ganchos de acero, se ancla en el hormigón.



Figura 97: Esquema Unión Columna y Estéreo Estructura (II)

3. Montaje de Estéreo Estructura en Obra:

Se ensamblan tramos de la cubierta en obra, teniendo la precaución de dejar colocados los “pelos” que se unirán a la columna de hormigón, y luego se los montará mediante la utilización de camiones grúa.

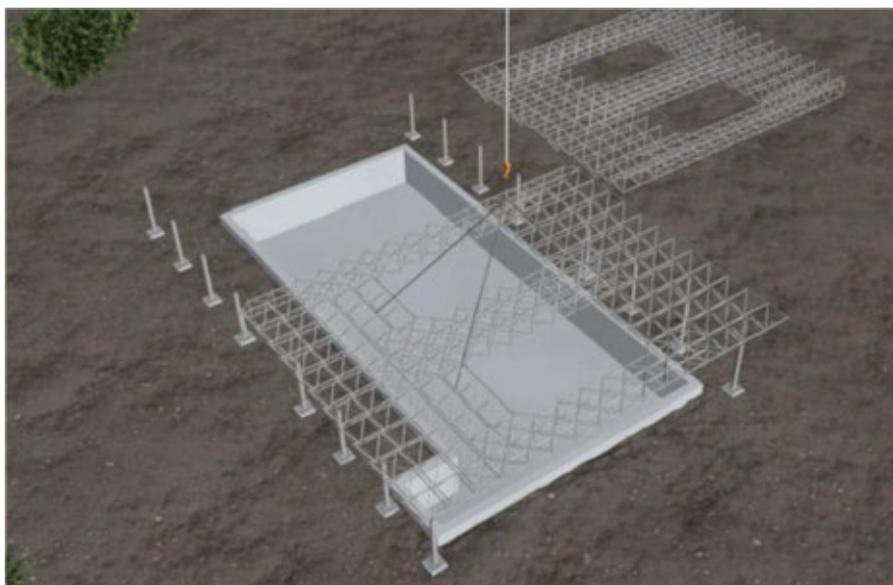


Figura 98: Esquema Montaje con Grúa

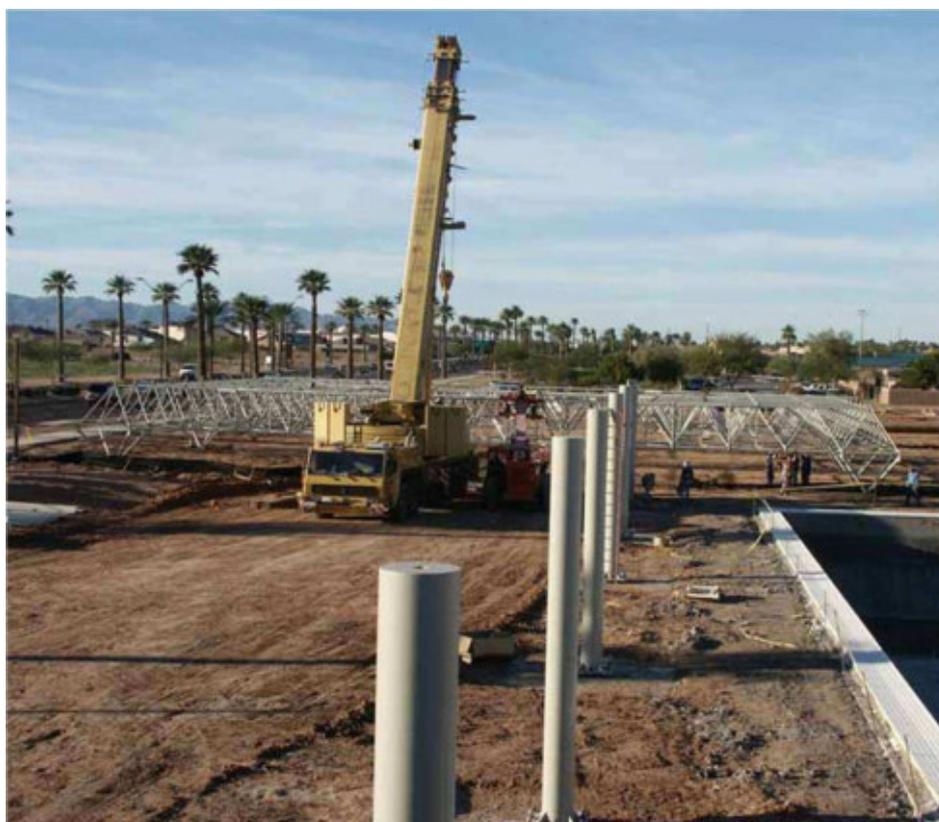


Figura 99: Montaje con Camión Grúa (I)



Figura 100: Montaje con Camión Grúa (II)



Figura 101: Esquema Montaje con Grúa (IV)

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Para este proyecto caso se adopta un camión grúa LIEBHERR LTM 1300 – 6.2 de 300 toneladas. El panel más pesado ronda las 18 toneladas.



Figura 102: Camión Grúa LIEBHERR LTM 1300 – 6,2

La altura máxima del museo es de 11 m, por lo tanto se montará la estructura desde los 20 m de altura.

El panel más largo es de 35 m. La distancia horizontal a la que se deberá encontrar el camión grúa es de 48,70 m y la altura de la pluma será de 30,00 m; con esas dimensiones establecidas, se obtiene del catálogo del camión grúa que la carga admisible es de 21,2 Tn.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

	14,7 m	19,6 m	24,4 m	29,3 m	34,2 m	39 m	43,9 m	48,7 m	53,6 m	58,5 m	63,3 m	68,2 m	73,1 m	77,2 m	78 m		
3	300	135,5														3	
3.5	183	135,5	135,5													3,5	
4	173,5	135,5	135,5	135,5												4	
4.5	160,4	135,5	135,5	135,5	112,6											4,5	
5	147,8	135,5	135	129,6	112,2	89,9										5	
6	132,1	126	124	117,3	110,1	89,1	72,3									6	
7	119,6	112,6	113,3	106,9	101,7	87,7	71,6	59								7	
8	105,9	100,3	101,2	98,6	93,2	86,3	70,9	58,6	46,3							8	
9	93,6	90,1	91	90,8	86,3	83,2	70,1	58,1	46,1	37,2						9	
10	83,6	81,5	82,4	82,7	80,4	77,9	69,2	57,7	45,8	37,1						10	
11	75,4	74	74,8	75,2	74,8	72,9	68,2	57,2	45,6	37	29,9					11	
12	63,7	63,7	68,3	68,6	68,4	68,4	65,2	56,4	44,5	36,6	29,7	24,5				12	
13			62,4	62,7	62,6	63,4	61,4	55,5	43,1	36,2	29,5	24,3	19,8			13	
14			57,9	57,6	58,7	58,3	57,5	54,4	41,4	35,4	29,2	24,2	19,8			14	
16			49,7	50,4	50,4	49,9	49,3	49,7	38	33,3	28,3	23,8	19,5	16,5	13,7	13,3	16
18				43,8	43,9	43,4	44,4	43,7	35	30,8	26,7	23	18,9	16,1	13,6	13,3	18
20				38,4	38,4	37,9	39	38,3	32,2	28,6	25	21,9	18,3	15,6	13,3	13,1	20
22				27,2	33,9	34,7	34,5	33,8	29,7	26,4	23,4	20,7	17,5	15,1	12,9	12,8	22
24					30,3	31,2	30,7	30,1	27,4	24,5	21,9	19,5	16,7	14,5	12,4	12,3	24
26					27,1	28,1	27,6	26,9	25,4	22,7	20,4	18,4	16	13,8	11,9	11,8	26
28					25,4	24,9	24,2	23,3	21,1	19,1	17,2	15,2	13,2	11,4	11,3	28	28
30					23,2	22,6	21,9	21,2	19,6	17,8	16,2	14,5	12,7	10,9	10,8	30	30
32					11,7	20,6	19,9	19,7	18,2	16,7	15,2	13,8	12,1	10,4	10,4	32	32
34						18,9	18,1	18,8	17	15,6	14,3	13,1	11,6	10	10	34	34
36						15,7	16,9	17,3	15,6	14,6	13,5	12,5	11,1	9,6	9,5	36	36
38							16,3	15,9	14,6	13,7	12,7	11,8	10,6	9,2	9,2	38	38
40							14,8	14,6	13,7	12,8	11,9	11,2	10,2	8,8	8,8	40	40
42								13,5	12,5	11,9	11,2	10,6	9,8	8,5	8,4	42	42

Figura 103: Tabla de Carga Admisible - Catálogo LIEBHERR

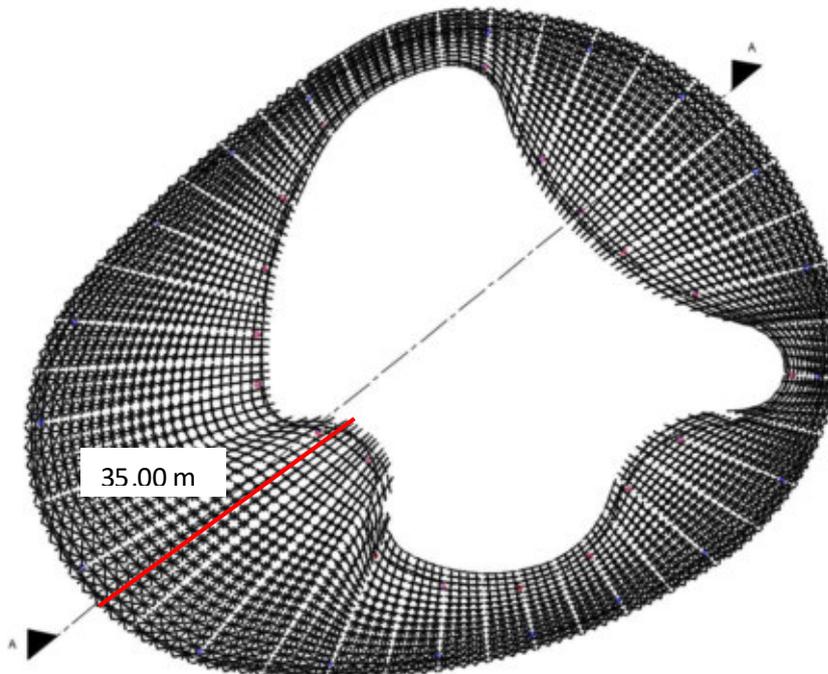


Figura 104: Panel de mayor longitud

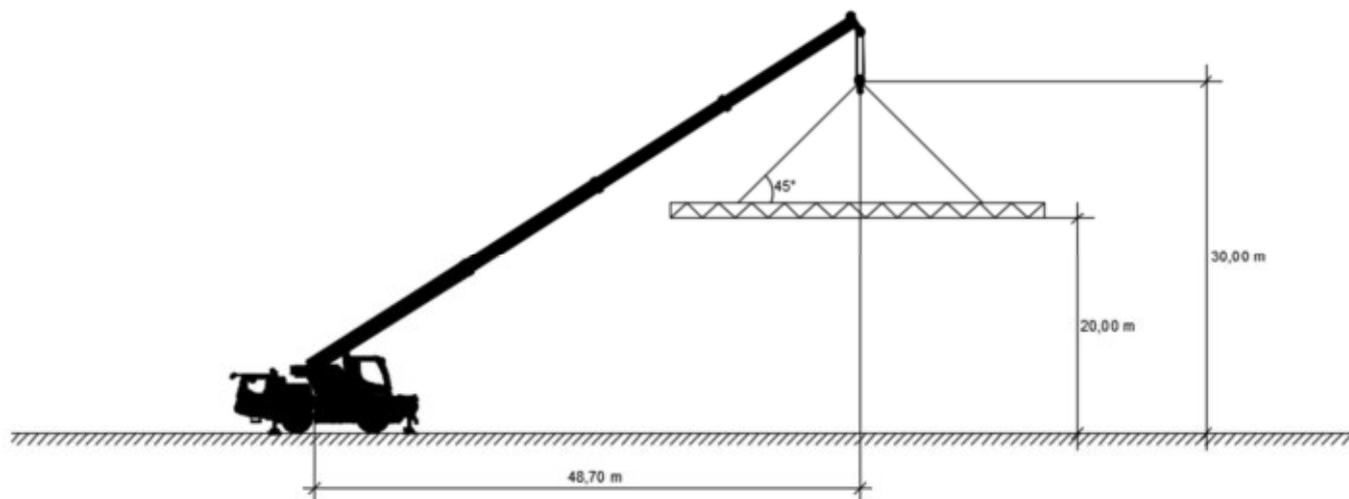


Figura 105: Esquema Posición de Montaje

4. Colocación del Cerramiento de la Cubierta:

Por último, se deberán montar los paneles de policarbonato alveolar. Entre panel y panel se coloca un Perfil “H”, se lo fija a la estereo estructura mediante tornillos auto-perforantes y luego se lo sella con una silicona desde la parte superior, evitando así cualquier ingreso de agua en las juntas:

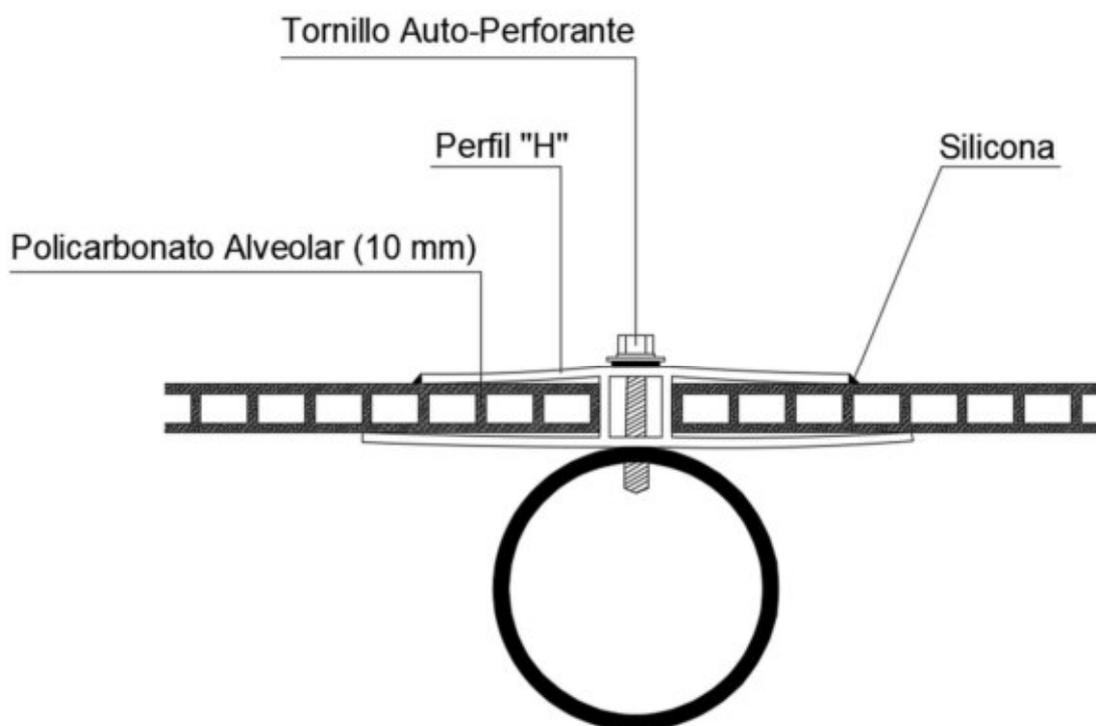


Figura 106: Esquema Junta entre Paneles de Policarbonato



Figura 107: Cubierta realizada con Policarbonato Alveolar

CAPÍTULO N° 10:**PRESUPUESTO**

Finalizando el trabajo solo queda estimar el valor que tendría una obra de esta magnitud con las soluciones propuestas.

Para obtener el valor real del proyecto realizado se consideró todo lo referente a la obra “bruta”, es decir, todos aquellos rubros necesarios para iniciarla hasta lograr el cierre de la misma sin dejarla expuesta a la intemperie, que son mayormente los rubros que definió este trabajo.

Hay muchos rubros no considerados en esta propuesta tales como:

- Instalaciones en general: cloacales, pluviales, de gas, provisión de agua, eléctricas, sistemas HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning).
- Terminaciones: revestimientos, pisos, pinturas, zócalos.
- Aberturas.
- Cielorrasos.
- Demolición de Centro Cultural existente.

Los rubros analizados para el presupuesto son los siguientes:

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1	TRABAJOS PRELIMINARES	
1.1	Desmalezamiento del Terreno	m ²
1.2	Desmonte del Suelo Vegetal	m ³
1.3	Replanteo	m ²
2	MOVIMIENTO DE SUELO	
2.1	Excavación y Perfilado de Subsuelo	m ³
2.2	Perforación de Pilotes	m ³
2.3	Excavación de Cabezales y Vigas de Fundación	m ³
2.4	Escarificación y Compactación de Subrasante e=15 cm. Cal 3%	m ²
2.5	Provisión de Suelo Seleccionado	m ³
2.6	Terraplenamiento y Perfilado de Elevación	m ³
2.7	Retiro y/o Traslado de Tierra	m ³
3	FUNDACIONES	
3.1	Llenado de Pilotes	m ³
3.2	Llenado de Cabezales	m ³
3.3	Llenado de Vigas de Fundación y Vigas de Atado	m ³
4	PISO DE HORMIGÓN	
4.1	Piso de Hormigón e=20cm	m ³
5	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	
5.1	Columnas	m ³
5.2	Tabiques e=20cm	m ³
5.3	Vigas	m ³
5.4	Losas Entrepiso y Rampas e=20cm	m ³
6	CUBIERTA	
6.1	Estéreo Estructura	m ²
6.2	Placas Policarbonato Celular	m ²
7	CERRAMIENTO DE LATERALES	
7.1	Columnas Metálicas	ml
7.2	Sistema Spider	un
7.3	Vidrio DVH	m ²
8	FINAL DE OBRA	
8.1	Limpieza y Retiro de Escombros	m ²

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

De cada rubro se estima un precio unitario, considerando como costos directos: mano de obra, materiales y equipos necesarios.

Obtenido el costo directo se adoptó un coeficiente resumen $CR=1,8$, que tiene en cuenta los costos indirectos de la obra, impuestos y el beneficio de la empresa que lo realice. Este coeficiente variará dependiendo de la empresa constructora que licite la obra, sin embargo a fines de obtener un costo real el valor adoptado es válido.

El precio final de la obra incluyendo impuestos es de:

\$168.701.662.30**USD 4.439.517,40**

El valor por metro cuadrado es:

48.747,84 \$/m²**1.282,84 USD/m²**

Precios que corresponden al día 29/10/2018

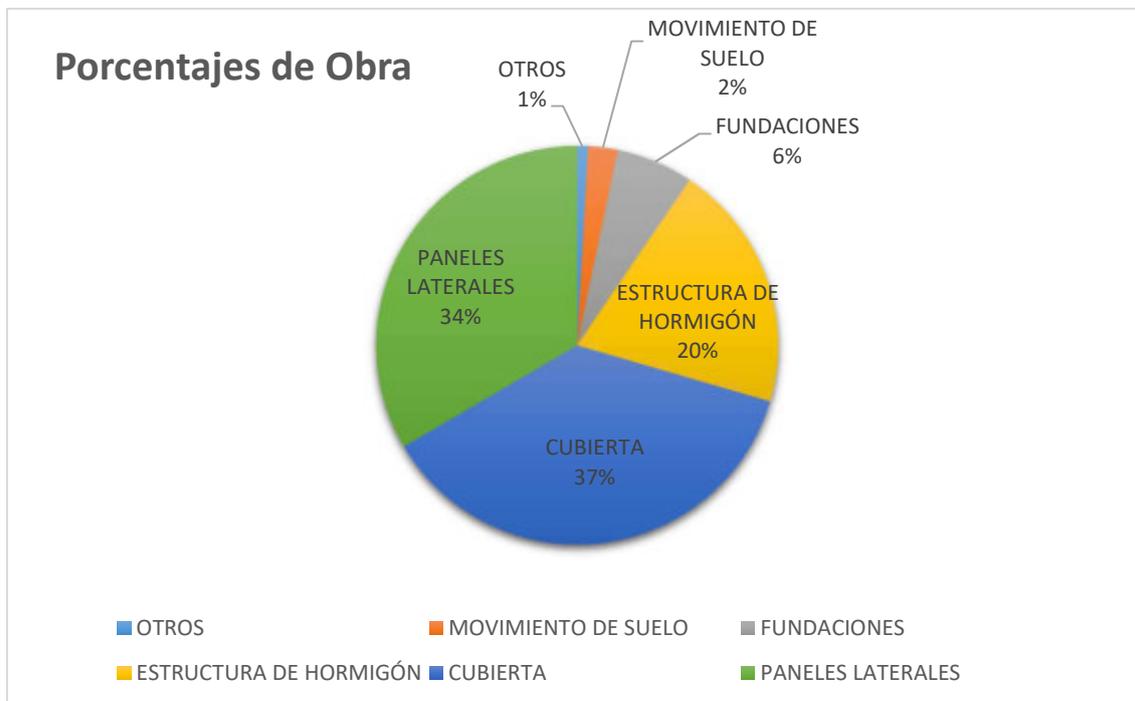
PLANILLA DE PRESUPUESTO

CR = 1,800

							APLICANDO CR		
			CANT.	COSTO UNITARIO	TOTAL	COSTO UNIT X CR	PRECIO DE VENTA	TOTALES P/ITEMS	% INC
1	TRABAJOS PRELIMINARES								
1.1	Desmalezamiento del Terreno	m ²	3460,70	\$ 50,75	\$ 175.630,53	\$ 91,35	\$ 316.134,95		
1.2	Desmonte del Suelo Vegetal	m ³	1730,35	\$ 156,70	\$ 271.145,85	\$ 282,06	\$ 488.062,52		
1.3	Replanteo	m ²	3460,70	\$ 66,30	\$ 229.444,41	\$ 119,34	\$ 412.999,94		
								\$ 1.217.197,40	0,72%
2	MOVIMIENTO DE SUELO								
2.1	Excavación y Perfilado de Subsuelo	m ³	550,00	\$ 264,25	\$ 145.337,50	\$ 475,65	\$ 261.607,50		
2.2	Perforación de Pilotes	m ³	192,36	\$ 699,50	\$ 134.555,82	\$ 1.259,10	\$ 242.200,48		
2.3	Excavación de Cabezales y Vigas de Fundación	m ³	416,54	\$ 324,00	\$ 134.958,96	\$ 583,20	\$ 242.926,13		
2.4	Escarificación y Compactación de subrasante e=15cm. Cal 3%	m ³	3460,70	\$ 115,80	\$ 400.749,06	\$ 208,44	\$ 721.348,31		
2.5	Provisión de Suelo Seleccionado	m ³	883,10	\$ 241,00	\$ 212.827,10	\$ 433,80	\$ 383.088,78		
2.6	Terraplenamiento y Perfilado de Elevación	m ³	2042,00	\$ 324,00	\$ 661.608,00	\$ 583,20	\$ 1.190.894,40		
2.7	Retiro y/o Traslado de Tierra	m ³	2249,46	\$ 240,60	\$ 541.218,87	\$ 433,08	\$ 974.193,97		
								\$ 4.016.259,56	2,38%
3	FUNDACIONES								
3.1	Llenado de Pilotes	m ³	192,36	\$ 11.583,98	\$ 2.228.293,87	\$ 20.851,16	\$ 4.010.928,97		
3.2	Llenado de Cabezales y Vigas de Fundación	m ³	264,38	\$ 8.407,90	\$ 2.222.879,54	\$ 15.134,21	\$ 4.001.183,16		
3.3	Llenado de Vigas de Fundación y Vigas de Atado	m ³	152,21	\$ 9.007,56	\$ 1.371.041,05	\$ 16.213,61	\$ 2.467.873,89		
								\$ 10.479.986,02	6,21%
4	PISO DE HORMIGÓN								
4.1	Piso de Hormigón Armado e=20cm	m ³	572,80	\$ 8.834,92	\$ 5.060.642,51	\$ 15.902,86	\$ 9.109.156,51		
								\$ 9.109.156,51	5,40%
5	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN								
5.1	Columnas	m ³	89,28	\$ 29.845,66	\$ 2.664.620,32	\$ 53.722,18	\$ 4.796.316,57		
5.2	Tabiques e=20cm	m ³	263,88	\$ 22.118,19	\$ 5.836.548,12	\$ 39.812,74	\$ 10.505.786,62		
5.3	Vigas	m ³	83,27	\$ 20.534,04	\$ 1.709.869,76	\$ 36.961,28	\$ 3.077.765,56		
5.4	Losas Entrepiso y Rampas e=20cm	m ³	220,54	\$ 16.050,95	\$ 3.539.876,26	\$ 28.891,71	\$ 6.371.777,28		
								\$ 24.751.646,03	14,67%
6	CUBIERTA								
6.1	Estéreo Estructura	m ²	3460,70	\$ 8.940,00	\$ 30.938.658,00	\$ 16.092,00	\$ 55.689.584,40		
6.2	Placas de Policarbonato Celular	m ²	3460,70	\$ 1.076,47	\$ 3.725.339,73	\$ 1.937,65	\$ 6.705.611,51		
								\$ 62.395.195,91	36,99%
7	PANELES LATERALES								
7.1	Columnas Metálicas	ml	2518,20	\$ 4.522,00	\$ 11.387.300,40	\$ 8.139,60	\$ 20.497.140,72		
7.2	Sistema Spider	un	3550,00	\$ 2.342,00	\$ 8.314.100,00	\$ 4.215,60	\$ 14.965.380,00		
7.3	Vidrio DVH	m ²	3187,55	\$ 3.663,00	\$ 11.675.995,65	\$ 6.593,40	\$ 21.016.792,17		
								\$ 56.479.312,89	33,48%
8	FINAL DE OBRA								
8.1	Limpieza y Retiro de Escombros	m ²	3460,70	\$ 40,60	\$ 140.504,42	\$ 73,08	\$ 252.907,96		
								\$ 252.907,96	0,15%
					\$ 93.723.145,72		\$ 168.701.662,29		

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Analizando la influencia de los costos por rubros en el presupuesto analizado podemos ver los siguientes resultados:



Para estimar a que porcentaje de la obra final corresponde el trabajo realizado se utilizan los valores de "Costo de Vivienda por m2" del mes de Agosto del año 2018 brindados por la U.T.N regional Venado Tuerto:

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL



CENTRO DE ESTUDIO DE CONSTRUCCIONES

CIVILES Y DESARROLLO URBANO

UTN FRVT

Estudio realizado por CECCDU UTN F.R.V.T - Planteo técnico:

Ing. Mauricio Revelant / Ing. Pablo Majoral / Sr. Pablo Verasaluze / Srta. Antonella Serrani / Srta. Vanina Piñero - Coordinador general Ing. Jorge Rena

ACTUALIZADO AL MES DE AGOSTO DE 2018

95° Actualización

COMPARACIÓN DE COSTOS DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 2 Y 3 DORMITORIOS

Orden	Rubro	2 DORMITORIOS		3 DORMITORIOS	
		Costo Final	% Final	Costo Final	% Final
1	TRABAJOS PRELIMINARES	\$ 47.583,83	2,15%	\$ 47.583,83	1,88%
2	PROCEDIMIENTOS Y CUMPLIMIENTOS	\$ 16.546,86	0,75%	\$ 17.797,44	0,70%
3	MOVIMIENTO DE TIERRA	\$ 28.384,42	1,28%	\$ 29.398,69	1,16%
4	CIMENTOS	\$ 93.823,86	4,23%	\$ 101.766,62	4,03%
5	ESTRUCTURA RESISTENTE	\$ 3.698,51	0,17%	\$ 3.698,51	0,15%
6	MAMPOSTERÍA DE ELEVACION	\$ 289.657,98	13,07%	\$ 351.281,88	13,90%
7	CAPA AISLADORA	\$ 28.642,10	1,29%	\$ 31.417,69	1,24%
8	CUBIERTAS	\$ 195.266,51	8,81%	\$ 219.400,57	8,68%
9	CONTRAPISOS	\$ 67.230,49	3,03%	\$ 69.866,98	2,76%
10	CARPETAS	\$ 27.805,54	1,25%	\$ 32.439,79	1,28%
11	ABERTURAS	\$ 199.665,99	9,01%	\$ 243.305,03	9,63%
12	REVOQUES	\$ 489.898,17	22,10%	\$ 565.874,80	22,39%
13	REVESTIMIENTOS (Se incluye también la toma de juntas)	\$ 36.167,43	1,63%	\$ 36.167,43	1,43%
14	SOLADOS (se incluye también la toma de juntas)	\$ 57.891,30	2,61%	\$ 67.539,85	2,67%
15	ZOCALOS	\$ 27.584,71	1,24%	\$ 40.608,23	1,61%

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

16 MARMOLERIA	\$ 3.942,72 0,18%	\$ 3.942,72 0,16%
17 PINTURAS	\$ 201.286,12 9,08%	\$ 215.977,78 8,55%
18 INST. SANITARIA(Baño Principal, Cocina y Lavadero, Instalación Completa)	\$ 143.194,88 6,46%	\$ 159.105,42 6,30%
19 INST. DE GAS COMPLETA (no se incluyen tramitaciones ni planos)(Instalación Completa)	\$ 164.678,22 7,43%	\$ 186.069,23 7,36%
20 INST. ELECTRICA(Completa, con tablero general, pilar, timbre, tv, tel y sin luminarias)	\$ 93.367,30 4,21%	\$ 103.741,45 4,11%
Total Presupuesto	\$ 2.216.316,94 100,00%	\$ 2.526.983,94 100,00%
TOTAL DE LA OBRA INCLUYENDO BENEFICIO, GASTOS GRALES. E IVA INCL.	\$ 2.216.316,94 100,00%	\$ 2.526.983,94 100,00%
TOTAL DE M2 DE LA OBRA	85,00 M2	98,00 M2
COSTO POR M2	\$ 26.074,32 S/M2	\$ 25.785,55 S/M2
VARIACION CON RESPECTO AL MES ANTERIOR	7,99%	8,24%

En cada rubro se puede ver la influencia en el precio final, se utilizaron estos valores para estimar el costo total de la obra, aunque hay que tener en cuenta que estos valores son referidos a viviendas y no al tipo de obra analizada en este trabajo:

+ Aberturas.....	9,32%
+ Revestimientos.....	1,53%
+Solados.....	2,67%
+Zócalos.....	1,43%
+Marmolería.....	0,17%
+Pinturas.....	8,81%
+Ins. Sanitaria.....	6,38%
+Ins. de Gas.....	7,40%
+Ins. Eléctrica.....	4,16%
Porcentaje Total.....	40%

Finalmente se concluye que el presupuesto analizado corresponde a un valor estimativo del 60% del precio final de la obra.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

Precios Unitarios considerados en el Presupuesto (sin impuestos):

1- TRABAJOS PRELIMINARES						
1.1	Desmalezamiento del Terreno					m ²
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* No contiene materiales	0,00	m2/m2	0,00	\$/m2	0,00	\$/m2
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m2
Mano de obra:						
* Oficial	0,000	Hora/m2	239,00	\$/h	0,00	\$/m2
* Ayudante	0,250	Hora/m2	203,00	\$/h	50,75	\$/m2
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					50,75	\$/m2
Equipos:						
* Sin equipos	0,00	gl/m3	0,00	\$/gl	0,00	\$/m2
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m2
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					50,75	\$/m2
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =		50,75	x	1,00	50,75	\$/m2

1.2	Demonte del Suelo Vegetal					m ³
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* No contiene materiales	0,00	m3/m3	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m3
Mano de obra:						
* Oficial	0,300	Hora/m3	239,00	\$/h	71,70	\$/m3
* Ayudante	0,000	Hora/m3	203,00	\$/h	0,00	\$/m3
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					71,70	\$/m3
Equipos:						
* Retroexcavadora	1,00	m3/m3	85,00	\$/m3	85,00	\$/m3
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					85,00	\$/m3
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					156,70	\$/m3
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =		156,70	x	1,00	156,70	\$/m3

1.3	Replanteo del Terreno					m ²
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* No contiene materiales	0,00	m2/m2	0,00	\$/m2	0,00	\$/m2
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m2
Mano de obra:						
* Oficial	0,150	Hora/m2	239,00	\$/h	35,85	\$/m2
* Ayudante	0,150	Hora/m2	203,00	\$/h	30,45	\$/m2
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					66,30	\$/m2
Equipos:						
* Sin equipos	0,00	gl/m3	0,00	\$/gl	0,00	\$/m2
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m2
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					66,30	\$/m2
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =		66,30	x	1,00	66,30	\$/m2

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

2 - MOVIMIENTO DE SUELO						
2.1	Excavación y Perfilado de Subsuelo					m ³
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* No contiene materiales	0,00	m3/m3	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m3
Mano de obra:						
* Oficial	0,750	Hora/m3	239,00	\$/h	179,25	\$/m3
* Ayudante	0,000	Hora/m3	203,00	\$/h	0,00	\$/m3
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					179,25	\$/m3
Equipos:						
* Retroexcavadora	1,00	gl/gl	85,00	\$/m3	85,00	\$/m3
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					85,00	\$/m3
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					264,25	\$/m3
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =		264,25	x	1,00	264,25	\$/m3

2.2	Perforación de Pilotes					m ³
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* No contiene materiales	0,00	m3/m3	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m3
Mano de obra:						
* Oficial	0,500	Hora/m3	239,00	\$/h	119,50	\$/m3
* Ayudante	0,000	Hora/m3	203,00	\$/h	0,00	\$/m3
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					119,50	\$/m3
Equipos:						
* Perforadora	1,00	gl/gl	580,00	\$/m3	580,00	\$/m3
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					580,00	\$/m3
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					699,50	\$/m3
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =		699,50	x	1,00	699,50	\$/m3

2.3	Excavación de Cabezales y Vigas de Fundación					m ³
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* No contiene materiales	0,00	m3/m3	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m3
Mano de obra:						
* Oficial	1,000	Hora/m3	239,00	\$/h	239,00	\$/m3
* Ayudante	0,000	Hora/m3	203,00	\$/h	0,00	\$/m3
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					239,00	\$/m3
Equipos:						
* Retroexcavadora	1,00	m3/m3	85,00	\$/m3	85,00	\$/m3
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					85,00	\$/m3
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					324,00	\$/m3
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =		324,00	x	1,00	324,00	\$/m3

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

2.4		Escarificación y Compactación de Subrasante e=15m . Cal 3%				m ²	
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* No contiene materiales	0,00	m2/m2	0,00	\$/m2	0,00	\$/m2	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m2	
Mano de obra:							
* Oficial	0,200	Hora/m2	239,00	\$/h	47,80	\$/m2	
* Ayudante	0,000	Hora/m2	203,00	\$/h	0,00	\$/m2	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					47,80	\$/m2	
Equipos:							
* Motoniveladora y compactador	1,00	m2/m2	68,00	\$/m2	68,00	\$/m2	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					68,00	\$/m2	
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					115,80	\$/m2	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		115,80	x	1,00	115,80	\$/m2	

2.5		Provisión de Suelo Seleccionado				m ³	
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* No contiene materiales	0,00	m3/m3	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m3	
Mano de obra:							
* Oficial	0,000	Hora/m3	239,00	\$/h	0,00	\$/m3	
* Ayudante	0,000	Hora/m3	203,00	\$/h	0,00	\$/m3	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					0,00	\$/m3	
Equipos:							
* Provisión de suelo seleccionado	1,00	m3/m3	241,00	\$/m3	241,00	\$/m3	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					241,00	\$/m3	
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					241,00	\$/m3	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		241,00	x	1,00	241,00	\$/m3	

2.6		Terraplenamiento y Perfilado de Elevación				m ³	
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* No contiene materiales	0,00	m3/m3	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m3	
Mano de obra:							
* Oficial	1,000	Hora/m3	239,00	\$/h	239,00	\$/m3	
* Ayudante	0,000	Hora/m3	203,00	\$/h	0,00	\$/m3	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					239,00	\$/m3	
Equipos:							
* Retroexcavadora	1,00	gl/gl	85,00	\$/m3	85,00	\$/m3	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					85,00	\$/m3	
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					324,00	\$/m3	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		324,00	x	1,00	324,00	\$/m3	

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

2.7		Retiro y/o Traslado de Tierra					m ³
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* No contiene materiales	0,00	m3/m3	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m3	
Mano de obra:							
* Oficial	0,000	Hora/m3	239,00	\$/h	0,00	\$/m3	
* Ayudante	0,200	Hora/m3	203,00	\$/h	40,60	\$/m3	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					40,60	\$/m3	
Equipos:							
* Retroexcavadora	1,00	gl/gl	200,00	\$/m3	200,00	\$/m3	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					200,00	\$/m3	
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		
					240,60	\$/m3	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		240,60	x	1,00	240,60	\$/m3	

3 - FUNDACIONES							
3.1		Llenado de Pilotes					m ³
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* Hormigón Elaborado H-30	1,00	m3/m3	3850,00	\$/m3	3850,00	\$/m3	
* Acero ADN-420	86,20	kg/m3	45,92	\$/kg	3958,28	\$/m3	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					7808,28	\$/m3	
Mano de obra:							
* Oficial	6,200	Hora/m3	239,00	\$/h	1481,80	\$/m3	
* Ayudante	11,300	Hora/m3	203,00	\$/h	2293,90	\$/m3	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					3775,70	\$/m3	
Equipos:							
* Sin equipos	0,00	gl/gl	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m3	
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		
					11583,98	\$/m3	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		11583,98	x	1,00	11583,98	\$/m3	

3.2		Llenado de Cabezales					m ³
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* Hormigón Elaborado H-30	1,00	m3/m3	3850,00	\$/m3	3850,00	\$/m3	
* Acero ADN-420	17,03	kg/m3	45,92	\$/kg	782,20	\$/m3	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					4632,20	\$/m3	
Mano de obra:							
* Oficial	6,200	Hora/m3	239,00	\$/h	1481,80	\$/m3	
* Ayudante	11,300	Hora/m3	203,00	\$/h	2293,90	\$/m3	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					3775,70	\$/m3	
Equipos:							
* Sin equipos	0,00	gl/gl	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m3	
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		
					8407,90	\$/m3	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		8407,90	x	1,00	8407,90	\$/m3	

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

3.3		Llenado de Vigas de Fundación y Vigas de Atado				m ³		
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad		
Materiales:								
* Hormigón Elaborado H-30	1,00	m3/m3	3850,00	\$/m3	3850,00	\$/m3		
* Acero ADN-420	30,09	kg/m3	45,92	\$/kg	1381,86	\$/m3		
SUBTOTAL MATERIALES (A)					5231,86	\$/m3		
Mano de obra:								
* Oficial	6,200	Hora/m3	239,00	\$/h	1481,80	\$/m3		
* Ayudante	11,300	Hora/m3	203,00	\$/h	2293,90	\$/m3		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					3775,70	\$/m3		
Equipos:								
* Sin equipos	0,00	gl/gl	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3		
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m3		
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		9007,56	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =					9007,56	x	1,00	9007,56
							\$/m3	

4 - PISO DE HORMIGÓN								
4.1		Piso de Hormigón Armado e=20cm				m ³		
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad		
Materiales:								
* Hormigón Elaborado H-30	1,00	m3/m3	3850,00	\$/m3	3850,00	\$/m3		
* Acero ADN-420	26,33	kg/m3	45,92	\$/kg	1209,22	\$/m3		
SUBTOTAL MATERIALES (A)					5059,22	\$/m3		
Mano de obra:								
* Oficial	6,200	Hora/m3	239,00	\$/h	1481,80	\$/m3		
* Ayudante	11,300	Hora/m3	203,00	\$/h	2293,90	\$/m3		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					3775,70	\$/m3		
Equipos:								
* Sin equipos	0,00	gl/gl	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3		
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m3		
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		8834,92	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =					8834,92	x	1,00	8834,92
							\$/m3	

5- ESTRUCTURA DE HORMIGÓN								
5.1		Columnas				m ³		
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad		
Materiales:								
* Hormigón Elaborado H-30	1,00	m3/m3	4720,00	\$/m3	4720,00	\$/m3		
* Acero ADN-420	312,77	kg/m3	45,92	\$/kg	14362,46	\$/m3		
* Enconfrados	1,00	gl/m3	728,20	\$/m3	728,20	\$/m3		
SUBTOTAL MATERIALES (A)					19810,66	\$/m3		
Mano de obra:								
* Oficial	25,000	Hora/m3	239,00	\$/h	5975,00	\$/m3		
* Ayudante	20,000	Hora/m3	203,00	\$/h	4060,00	\$/m3		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					10035,00	\$/m3		
Equipos:								
* Sin equipos	0,00	gl/gl	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3		
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m3		
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		29845,66	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ± CR =					29845,66	x	1,00	29845,66
							\$/m3	

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

5.2	Tabiques e=20cm					m ²		
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad		
Materiales:								
* Hormigón Elaborado H-30	1,00	m3/m3	4720,00	\$/m3	4720,00	\$/m3		
* Acero ADN-420	96,36	kg/m3	45,92	\$/kg	4424,99	\$/m3		
* Enconfrados	1,00	gl/m3	728,20	\$/m3	728,20	\$/m3		
SUBTOTAL MATERIALES (A)					9873,19	\$/m3		
Mano de obra:								
* Oficial	30,000	Hora/m3	239,00	\$/h	7170,00	\$/m3		
* Ayudante	25,000	Hora/m3	203,00	\$/h	5075,00	\$/m3		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					12245,00	\$/m3		
Equipos:								
* Sin equipos	0,00	gl/gl	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3		
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m3		
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)	22118,19	\$/m3	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) x CR =							22118,19	\$/m3

5.3	Vigas					m ²		
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad		
Materiales:								
* Hormigón Elaborado H-30	1,00	m3/m3	4720,00	\$/m3	4720,00	\$/m3		
* Acero ADN-420	80,03	kg/m3	45,92	\$/kg	3675,14	\$/m3		
* Enconfrados	1,00	gl/m3	728,20	\$/m3	728,20	\$/m3		
SUBTOTAL MATERIALES (A)					9123,34	\$/m3		
Mano de obra:								
* Oficial	32,200	Hora/m3	239,00	\$/h	7695,80	\$/m3		
* Ayudante	18,300	Hora/m3	203,00	\$/h	3714,90	\$/m3		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					11410,70	\$/m3		
Equipos:								
* Sin equipos	0,00	gl/gl	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3		
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m3		
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)	20534,04	\$/m3	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) x CR =							20534,04	\$/m3

5.4	Losas Entrepiso y Rampas e=20cm					m ²		
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad		
Materiales:								
* Hormigón Elaborado H-30	1,00	m3/m3	4720,00	\$/m3	4720,00	\$/m3		
* Acero ADN-420	50,95	kg/m3	45,92	\$/kg	2339,65	\$/m3		
* Enconfrados	1,00	gl/m3	728,20	\$/m3	728,20	\$/m3		
SUBTOTAL MATERIALES (A)					7787,85	\$/m3		
Mano de obra:								
* Oficial	19,200	Hora/m3	239,00	\$/h	4588,80	\$/m3		
* Ayudante	18,100	Hora/m3	203,00	\$/h	3674,30	\$/m3		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					8263,10	\$/m3		
Equipos:								
* Sin equipos	0,00	gl/gl	0,00	\$/m3	0,00	\$/m3		
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m3		
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)	16050,95	\$/m3	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) x CR =							16050,95	\$/m3

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

6-CUBIERTA						
6.1	Estéreo Estructura					m ²
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* Caños y Uniones	1,00	m2/m2	5700,00	\$/m2	5700,00	\$/m2
SUBTOTAL MATERIALES (A)					5700,00	\$/m2
Mano de obra:						
* Taller	1,000	m2/m2	3040,00	\$/m2	3040,00	\$/m2
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					3040,00	\$/m2
Equipos:						
* Cámara Grúa	1,00	m2/m2	200,00	\$/m2	200,00	\$/m2
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					200,00	\$/m2
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					8940,00	\$/m2
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		8940,00	x	1,00	8940,00	\$/m2

6.2	Placas de Policarbonato Celular					m ²
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* Placas Policarbonato ARVEOLAR	1,00	m2/m2	795,72	\$/m2	795,72	\$/m2
SUBTOTAL MATERIALES (A)					795,72	\$/m2
Mano de obra:						
* Oficial	0,750	Hora/m2	239,00	\$/h	179,25	\$/m2
* Ayudante	0,500	Hora/m2	203,00	\$/h	101,50	\$/m2
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					280,75	\$/m2
Equipos:						
* Sin equipos	0,00	gl/m2	0,00	\$/gl	0,00	\$/m2
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m2
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					1076,47	\$/m2
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		1076,47	x	1,00	1076,47	\$/m2

7-PANELES LATERALES						
7.1	Columnas Metálicas					ml
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad
Materiales:						
* Columnas metálicas y accesorios	1,00	ml/ml	3002,00	\$/ml	3002,00	\$/ml
SUBTOTAL MATERIALES (A)					3002,00	\$/ml
Mano de obra:						
* Taller	1,000	ml/ml	1520,00	\$/ml	1520,00	\$/ml
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					1520,00	\$/ml
Equipos:						
* Sin Equipos	0,00	gl/m3	0,00	\$/gl	0,00	\$/ml
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/ml
COSTO NETO TOTAL (D) (A+B+C)					4522,00	\$/ml
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		4522,00	x	1,00	4522,00	\$/ml

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

7.2		Sistema Spider					un
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* Arañas y Accesorios	1,00	un/un	1900,00	\$/un	1900,00	\$/un	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					1900,00	\$/un	
Mano de obra:							
* Oficial	1,000	Hora/un	239,00	\$/h	239,00	\$/un	
* Ayudante	1,000	Hora/un	203,00	\$/h	203,00	\$/un	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					442,00	\$/un	
Equipos:							
* Sin equipos	0,00	un/un	0,00	\$/un	0,00	\$/un	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/un	
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		
COSTO NETO TOTAL (D)					2342,00	\$/un	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		2342,00	x	1,00	2342,00	\$/un	

7.3		Vidrio DVH					m ²
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* DVH (6-12-6)	1,00	m2/m2	3000,00	\$/m2	3000,00	\$/m2	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					3000,00	\$/m2	
Mano de obra:							
* Oficial	1,500	Hora/m2	239,00	\$/h	358,50	\$/m2	
* Ayudante	1,500	Hora/m2	203,00	\$/h	304,50	\$/m2	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					663,00	\$/m2	
Equipos:							
* Sin equipos	0,00	gl/m2	0,00	\$/gl	0,00	\$/m2	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m2	
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		
COSTO NETO TOTAL (D)					3663,00	\$/m2	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		3663,00	x	1,00	3663,00	\$/m2	

8- FINAL DE OBRA							
1.1		Limpieza y Retiro de Escombros					m ²
DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Precio	Unid	Subtotal	Unidad	
Materiales:							
* No contiene materiales	0,00	m2/m2	0,00	\$/m2	0,00	\$/m2	
SUBTOTAL MATERIALES (A)					0,00	\$/m2	
Mano de obra:							
* Oficial	0,000	Hora/m2	239,00	\$/h	0,00	\$/m2	
* Ayudante	0,200	Hora/m2	203,00	\$/h	40,60	\$/m2	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (B)					40,60	\$/m2	
Equipos:							
* Sin equipos	0,00	gl/m3	0,00	\$/gl	0,00	\$/m2	
SUBTOTAL EQUIPOS (C)					0,00	\$/m2	
COSTO NETO TOTAL (D)					(A+B+C)		
COSTO NETO TOTAL (D)					40,60	\$/m2	
PRECIO DEL ITEM: COSTO NETO TOTAL (D) ÷ CR =		40,60	x	1,00	40,60	\$/m2	

CAPÍTULO N° 11:**CONCLUSIÓN**

Al abordar éste proyecto los problemas eran numerosos, y se les fue dando solución respetando tanto limitaciones arquitectónicas, como también, limitaciones de carácter estructural y económico.

Los resultados obtenidos se pueden resumir en pocos hitos:

1. La ubicación de las columnas principales respondió fundamentalmente a una cuestión de simetría, aunque en algunos casos violaran principios arquitectónicos. Se logró integridad estructural sin dejar de lado todo lo referente a la estética y al diseño.
Dichas columnas dividen la estructura en dos: estructura metálica y estructura de hormigón armado logrando un impacto visual en el usuario.
2. La Estéreo Estructura resuelve uno de los mayores problemas, que es el cerramiento de la cubierta. Genera una superficie plana apta para la colocación del Policarbonato Alveolar de una manera fácil y rápida.
Al ser una estructura compleja pero a la vez simétrica, se decidió dejarla a la vista para que pueda apreciarse como una obra más dentro del Museo.
3. Toda la estructura que conforma el entepiso (incluyendo rampas de acceso) se pensaron en hormigón armado a fin de obtener una buena terminación, que sea transitable y durable como también de rápida ejecución. Se colocan vigas, columnas y tabiques para sustentar las grandes luces presentes, sin faltar al diseño arquitectónico.
4. El cerramiento lateral debía soportar los esfuerzos del viento brindando una superficie continua y permeable a luz solar. Los paneles de doble vidrio hermético (DVH) cumplen cuestiones energéticas y de seguridad; y la estructura de soporte está dada por el Sistema Spider, ideal para este tipo de construcción con gran superficie a vidriar y con curvaturas variables.
5. La distribución de presiones a lo largo y ancho del proyecto se obtuvieron mediante la utilización de un Simulador de Túnel de Viento, facilitando el análisis estructural y evitando posibles sobredimensionamientos generados por un incorrecto estudio de dichas presiones.

6. Se dispone de un suelo arcilloso casi en su totalidad, con presencia de arcillas expansivas. Por una cuestión de practicidad y de estabilidad global se adoptaron cimentaciones profundas, para evitar todo tipo de incertidumbre debido a que el último estudio de suelo realizado en la zona fue en el año 2007.
7. Debido al alto grado de complejidad de la estructura analizada se utilizó un Software de elementos finitos para su estudio. Teniendo los esfuerzos actuantes, se calculó y dimensionó cada elemento de manera que resulte lo más seguro y económico posible.
8. El montaje de la cubierta se pensó de manera que sea sencillo de realizar considerando la gran superficie a cubrir. Se realizará mediante un camión grúa, facilitando la logística respecto a una grúa fija.

Se dispondrá de personal especializado en la colocación de la estereo estructura, respondiendo a la complejidad del Sistema Mero; como también en la colocación del Policarbonato Alveolar, para una mayor durabilidad de la cubierta y por ende, un mínimo en mantenimiento.

9. Al analizar el presupuesto obtenido, vemos que el valor de la cubierta y el cerramiento lateral corresponden a las dos terceras partes del valor total. Ambas superficies tienen distintos materiales estructurales y de cerramiento, sin embargo en el balance general su valor se asemeja.

También se observa que el precio por m² es acorde con los valores actuales de la construcción, el cual aumentará al analizar los ítems faltantes. El costo total estimado es lógico considerando un diseño arquitectónico tan inusual y complejo, por lo debería esperar un precio mayor al standard para la construcción. El presupuesto obtenido corresponde a un 60% del precio final de la obra.

BIBLIOGRAFÍA

- Ing. Ángel Maydana, (2009), Guía de estudio 9: Estereoestructuras. Cátedra: Estructuras – Nivel 4, Universidad Nacional de la Plata.
- Arq. Vedoya D.E, Arq. Prat E.S, (2009), Estructuras de Grandes Luces. Tecnología y Diseño, Corrientes, Argentina: Ediciones del ITDHu.
- Navarro Díaz G.P, Rivas I.E, Montanaro M.I, (2014), Diseño de Estéreo Estructuras de Planta Rectangular, Olavarría, Argentina: Asociación Argentina de Mecánica Computacional.
- Ing. Bellapart F.A, El vidrio en la Ingeniería Estructural: Propiedades Esenciales, SAU.
- Cámara del Vidrio Plano y sus Manufacturas de la República Argentina, CAVIPLAN, Manual del Vidrio Plano, 4ª Edición.
- Cornejo M.O , Lacomá Aller L.M, Holman D.M, (2008), Análisis de acciones de viento en edificios singulares. Aplicación al Hotel Vela de Barcelona, Barcelona, España.
- Hernández F.C, Jaca R.C, Natalini B., Godoy L.A, (2016), Cargas de Viento en Tanques de Almacenamiento, Buenos Aires: Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural.
- Moreno V.C, (2015), Cálculo del Flujo Compresible alrededor de Perfiles Aerodinámicos en los Regímenes Subsónico y Transónico, Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Oscar Möller, (2010) Hormigón Armado: Conceptos básicos y diseño de elementos con aplicación del Reglamento CIRSOC 201-2005, Rosario, Argentina: Editorial de la Universidad de Rosario
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), (2005), Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y Otras Estructuras CIRSOC 101, Buenos Aires, Argentina.

PROYECTO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), (2005), Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones CIRSOC 102, Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), (2005), Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón CIRSOC 201, Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), (2005), Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301, Buenos Aires, Argentina.
- Gabriel R. Troglia, (2016), Estructuras Metálicas: Proyecto por Estados Límites, Córdoba, Argentina: Universitas Editorial Científica Universitaria, Séptima Edición.
- Gabriel R. Troglia, (2010), Estructuras de Acero con Tubos y Secciones Abiertas Conformadas en Frío: Proyecto por Estados Límites, Córdoba, Argentina: Universitas Editorial Científica Universitaria, Primera Edición.
- Virginia Polytechnic Institute and State University (2011). Structure and Form Analysis System (SAFASI). Recuperado de https://www.setareh.arch.vt.edu/safas/010_system_04_mero.html.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

ANEXO I

Estudio de Suelos

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE SUELOS PARA AUSCULTACIÓN DEL TERRENO EN LA PLAZA MERCOSUR

UBICACIÓN DE LA OBRA:

Plaza Mercosur
Av. De La Costa y Av. Francia – Rosario
Provincia de Santa Fe – República Argentina

COMITENTE:

Municipalidad de Rosario – Ing. Diego Leone
Av. De La Costa y Av. Francia – Rosario
Provincia de Santa Fe – Republica Argentina

SUMARIO DE ESTE INFORME:

- I. Objetivos del Informe. Simbología
- II. Descripción de la Metodología de Trabajo
- III. Croquis de Ubicación de las Perforaciones
- IV. Clasificación de los Suelos
- V. Perfil Estratigráfico
- VI. Cuadro de Cotas y Tensiones Admisibles
- VII. Análisis de la Capacidad Portante
- VIII. Análisis de Probables Asentamientos
- IX. Capacidad Portante de Pilotes
- X. Ensayos de Laboratorio
- XI. Conclusiones

I. - OBJETIVOS DEL INFORME

- Analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo que determinan las características de su comportamiento geotécnico.
- Determinar los parámetros de diseño necesarios para el cálculo de las fundaciones.
- Estudiar distintos sistemas de fundación y recomendar las alternativas más convenientes.
- Establecer un cuadro de cotas y tensiones admisibles.

SIMBOLOGÍA UTILIZADA.

θ	Cota de Referencia
\oplus B.P.	Boca de Pozo.
N	N° de golpes del Ensayo de Penetración Terzaghi.
ω	Humedad Natural.
γ	Densidad aparente húmeda.
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
#200	Tamiz de malla n° 200 (74 micrones)
ϕ	Ángulo de fricción interna.
C	Cohesión.
mv	Módulo edométrico.
∇	Nivel de napa freática
M.A.	Muestra alterada.
T.N.	Terreno Natural.
S.U.C.S.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
H.R.B.	Highway Research Board
V	Coeficiente de Seguridad
σ_{adm}	Tensión admisible
Df	Cota de fundación
$E=1/mv$	Módulo de Young.
ϵ	Deformación unitaria.
G	Peso específico del suelo.
e	Relación de vacíos.
n	Porosidad

II. - RESEÑA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

A.- DE CAMPO:

Los trabajos de campo fueron comenzados y finalizados el día 14 de Noviembre de 2007.

Se realizaron 3 perforaciones de 8,00 m de profundidad respecto a boca de pozo. En las mismas se efectuó el Ensayo de Penetración Normalizado de Terzaghi (SPT) según Norma IRAM 10517/70, con toma-muestra de puntas intercambiables, a cada metro de perforación aproximadamente. Con este procedimiento se toman muestras de cada estrato, y se acondicionan para mantener sus características inalteradas hasta la posterior realización de los ensayos en laboratorio.

Un técnico especializado en mecánica de suelos realizó en campaña un reconocimiento de las características generales del suelo en cada uno de los estratos detectados.

Respecto a hechos existentes en el predio se localizó la ubicación de los sondeos. Asimismo, se determinaron las cotas de las bocas de pozo mediante nivel óptico en referencia a una cota fija de fácil accesibilidad.

Recopilación de antecedentes técnicos de la zona en la cual se emplazará la obra.

Determinación de la ubicación del agua subterránea, de encontrarse en la profundidad sondeada.

B.- DE LABORATORIO:

A partir de las muestras tomadas en campaña, se extraen con sumo cuidado y se confeccionan probetas para la realización de los siguientes ensayos:

Determinación de humedad según IRAM 10.519.

Determinación de densidad natural, densidad de suelo seco según ASTM D 2937.

Determinación de límite líquido según IRAM 10.513.

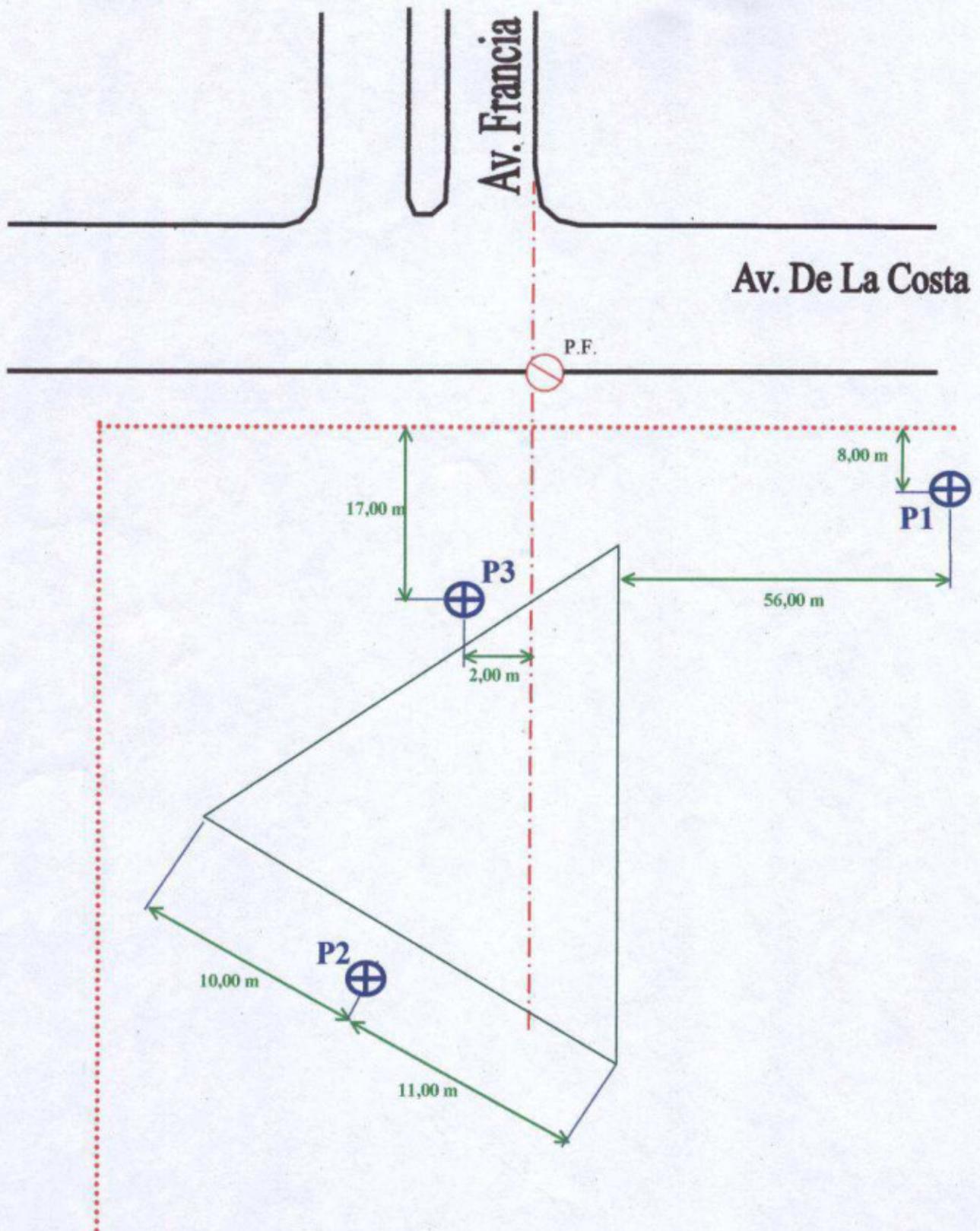
Determinación de límite plástico e índice de plasticidad según IRAM 10.502.

Clasificación de suelos por S.U.C.S. (Casagrande) según AASHTO M145-66 - IRAM 10.509.

Ensayos granulométrico sobre tamices según IRAM 10.507.

Ensayos triaxiales escalonados rápidos según IRAM 10.529/74.

III. - CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PERFORACIONES

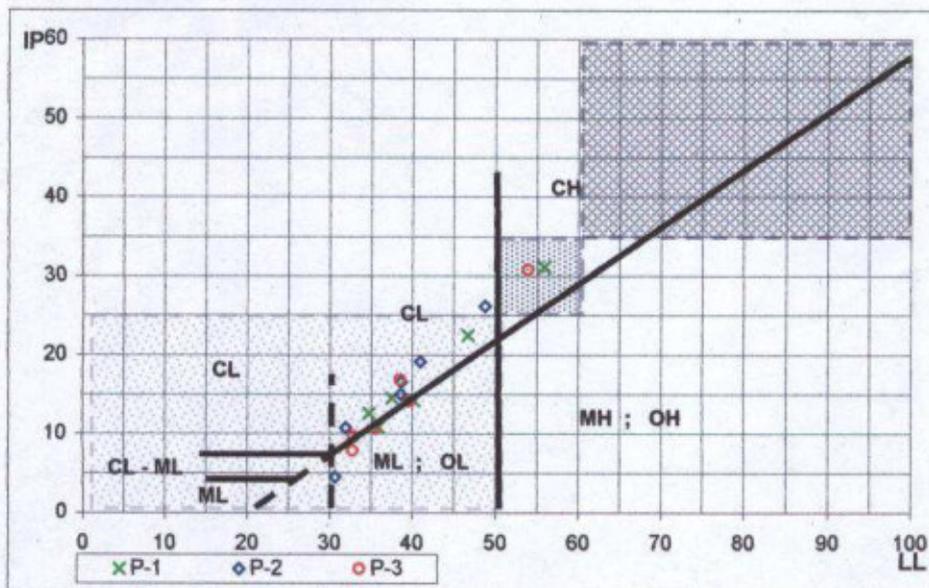


Cota de referencia: Punto Fijo: En la Proyección del cordón Norte de Av. Francia = 0,00 m.
P-1 = +0,24 m P-2 = -0,02 m P-3 = +0,36 m

IV.- CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (S.U.C.S. - Casagrande)

DIVISION PRINCIPAL		SIMBOLO	NOMBRES TIPICOS			
SUELOS DE GRANO GRUESO 50% o más es retenido por el tamiz n° 200.	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz n° 4	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.	Clasificación basada en el porcentaje de finos. Menos del 5% pasa por el tamiz n° 200 GW, GP, SW, SP. Más del 12% pasa por el tamiz n° 200 GM, GC, SM, SC. Entre el 5 y e 12 % se utilizan símbolos dobles (ej SM-SW)	
		GRAVAS CON FINOS	GP	Gravas y mezclas de grava y arena mal graduadas con pocos finos o sin finos.		
		ARENAS 50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz n° 4.	ARENAS LIMPIAS	GM		Gravas limosas, mezclas de grava arena y limo.
			ARENAS CON FINOS	GC		Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla.
	SUELOS DE GRANO FINO 50% o más pasa por el tamiz n° 200.	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido de 50 % o inferior.	ARENAS LIMPIAS	SW		Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o sin finos.
			ARENAS CON FINOS	SP		Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o sin finos.
		LIMOS Y ARCILLAS límite líquido superior a 50%.	SM	SM		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
			SC	SC		Arenas arcillosas, mezclas arena y arcilla.
ML	ML		Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.			
CL	CL		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla.			
Sueños Altamente orgánicos	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido superior a 50%.	OL	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	Con límite líquido, límite plástico se clasifica en la Carta de Casagrande.	
		MH	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o limos plásticos.		
		CH	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.		
		OH	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media.		
Sueños Altamente orgánicos		PT	PT	Turbe, estiércol y otros suelos.		

CARTA DE CASAGRANDE.



Calificación del Potencial de Expansión según W.E.S. (Waterways Experimental Station - U.S. Army Corps of Engineers)

- BAJO** LL < 50 ; IP < 25
- MEDIO** 50 > LL < 60 y 25 > IP > 35
- ALTO** LL > 60 ; IP > 35

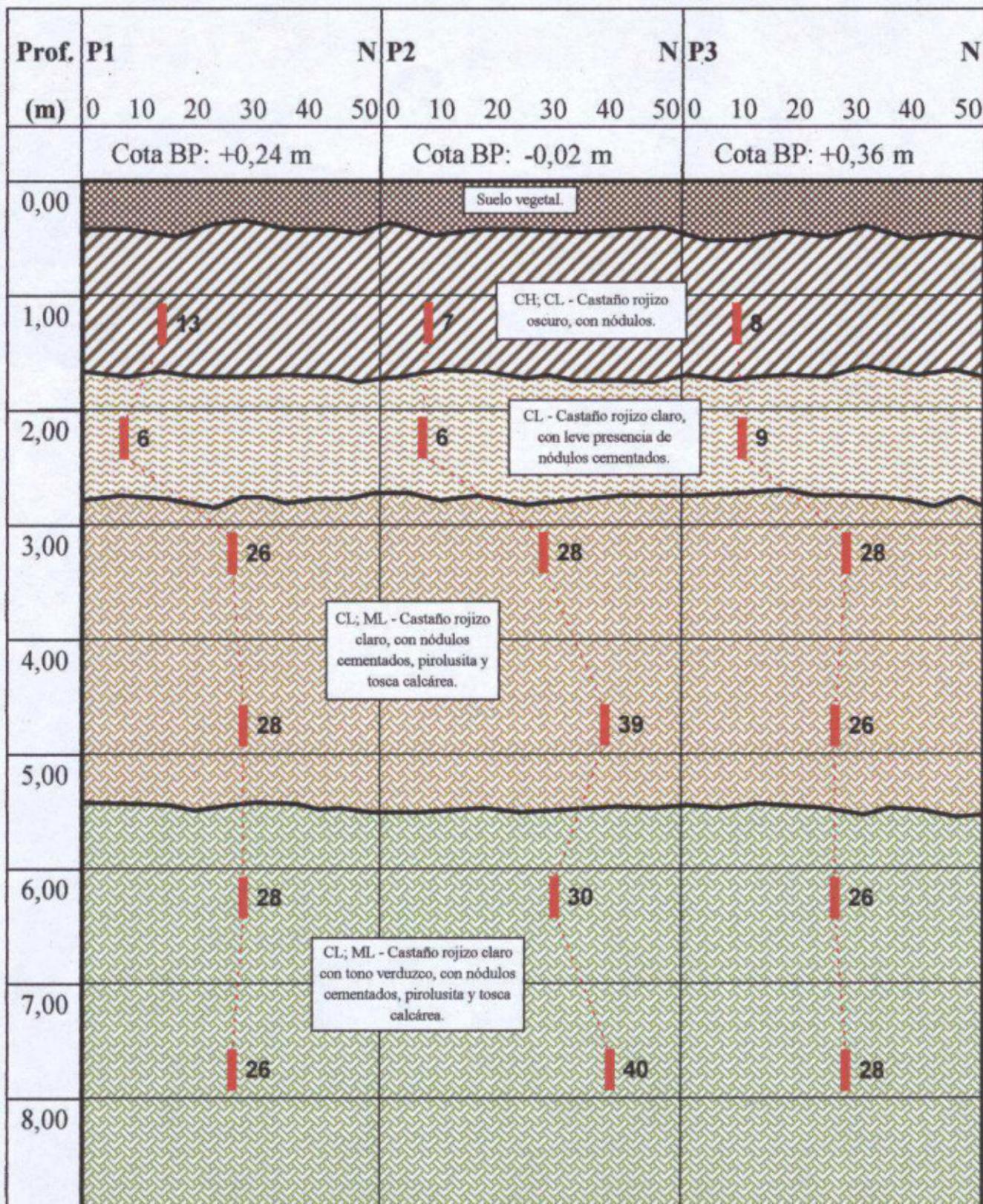
ENSAYO NORMALIZADO DE PENETRACION DE TERZAGHI (S.P.T.)

Durante la ejecución de las perforaciones se llevó a cabo el ensayo de penetración, que consiste en la hincada de la muestra a través de 45 cm del suelo, mediante una masa de 70 kg de peso y 70 cm de caída libre. El número de golpes necesario para penetrar los últimos 30 cm es el resultado del ensayo, y el mismo permite valorar la consistencia de los suelos en la siguiente forma:

Número de golpes	Consistencia
0 a 2	muy blanda
2 a 4	blanda
4 a 8	Medianamente compacta
8 a 15	compacta

V.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se representa aquí el perfil tentativo de la estratigrafía del suelo, basado en el reconocimiento y clasificación de las muestras ensayadas en laboratorio. Además, se indican los resultados de las sucesivas realizaciones del Ensayo normalizado de penetración de Terzaghi (SPT).



VI.- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

Con los valores obtenidos del ensayo de Terzaghi (S.P.T.), los datos recopilados en las tareas de campaña y las determinaciones de laboratorio, se ha calculado la capacidad portante del suelo en los distintos niveles y se ha confeccionado el siguiente cuadro de cotas y tensiones admisibles, para cargas estáticas.

En la determinación de estos valores se consideró:

- un coeficiente de seguridad a la rotura del suelo igual a: 3
- un asentamiento máximo de: 2,5 cm.

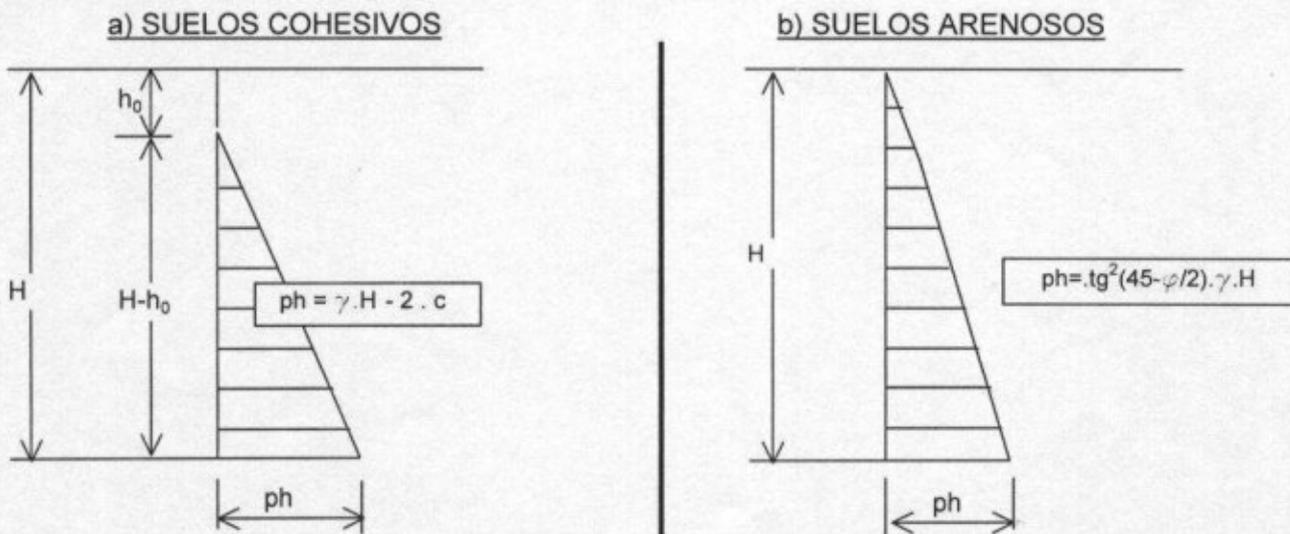
Profundidades referidas a Boca de Pozo	Cotas referidas a Nivel 0,00 de referencia	Tensiones admisibles para bases aisladas Kg/cm ²	Coficiente de Balasto Kg/cm ³	Tensiones admisibles para zapatas continuas Kg/cm ²
0,60 a 1,00	-0,60 a -1,00	-----	1,50	0,80
1,50	-1,50	0,90	1,70	-----
2,00	-2,00	0,90	1,70	-----
3,00	-3,00	3,50	9,00	-----
4,50	-4,50	4,00	10,00	-----

Observaciones:

- La napa freática no fue detectada en la profundidad sondeada, durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados el día 14/11/07.

DIAGRAMAS DE EMPUJES EN PARAMENTOS VERTICALES

- Estos diagramas corresponden a las hipótesis de: una rotura plana, para un macizo homogéneo, con superficie libre horizontal, limitado por una pantalla vertical lisa.



VII.- DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

A partir de los resultados de los ensayos triaxiales y teniendo presente que la napa de agua subterránea no afecta las cotas de fundación, podemos aplicar a estos valores la fórmula general de capacidad de carga para suelos cohesivos, donde los coeficientes Nc, Nq y Ng son los indicados por Terzaghi.

$$\sigma_{adm} = q / A = \{ C N_c + (\gamma - 1) D N_q + (\gamma - 1) R_m N_\gamma \} / v, \quad v = 3$$

Para bases aisladas Lado = 2,00 m. Rm = A/4 = 0,500 m.

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	PI Mi	C [kg/cm2]	ϕ °	γ [t/m3]	Nc	Nq	Ng	q [t/m2]
-1,50	1,00	P2 M1	0,29	13	1,96	9,4	2,9	1,0	8,55
-2,50	2,00	P1 M2	0,25	13	1,86	10,0	3,2	1,0	10,11
-2,50	2,00	P3 M2	0,30	16	1,99	11,0	3,9	1,4	13,34
-3,50	3,00	P1 M3	0,62	27	2,03	25,0	13,1	10,8	56,24
-3,50	3,00	P2 M3	0,53	28	1,81	26,0	14,8	12,9	53,81
-5,00	4,50	P1 M4	0,58	27	1,98	23,0	11,7	8,8	59,79
-5,00	4,50	P3 M4	0,63	29	1,88	28,0	16,0	15,0	79,17

Para zapatas continuas Ancho = 0,60 m. Rm = A/2 = 0,30 m.

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	PI Mi	C [kg/cm2]	ϕ °	γ [t/m3]	Nc	Nq	Ng	q [t/m2]
-1,00	0,70	Valor Ponderado	0,30	12	1,85	9,4	2,9	1,0	8,02

VIII.- ANÁLISIS DE LOS POSIBLES ASENTAMIENTOS INICIALES

Formula general: $S = DH \cdot (st - sc) \cdot k \cdot mv$

Nomenclatura:

S: Asentamiento, en centímetros.

g: Densidad del suelo, en kg/cm3.

DH: Espesor del manto considerado, en centímetros.

Df: Cota de fundación.

sc: Tensión de confinamiento, en Kg/cm2.

k: Factor de fundación de la profundidad.

st: Tensión aconsejada, en Kg/cm2.

mv: Módulo edométrico, en cm2/kg.

Estimación de asentamientos para base aislada de lado: 2,00 m

Para cota de fundación: -3,00 m. De T.N.

Tensión de trabajo estimada: 3,50 Kg/cm2

N°	Df cm	γ kg/cm3	sc Kg/cm2	(st-sc) kg/cm2	ΔH cm	k	mv cm2/kg	S cm
1	300	0,0019	0,555	2,945	40	1,0	0,008	0,895
2	340	0,0019	0,629	2,871	40	0,8	0,008	0,689
3	380	0,0019	0,703	2,797	40	0,4	0,008	0,313
4	420	0,0019	0,777	2,723	40	0,2	0,008	0,131
5	460	0,0019	0,851	2,649	40	0,1	0,008	0,085
ASENTAMIENTO en cm.								2,113

IX.- CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTE

Cálculo de la capacidad portante de pilotes ejecutados in situ, según el método del ingeniero Zaven Davidian publicado en su obra "Pilotes y cimentaciones sobre pilotes".

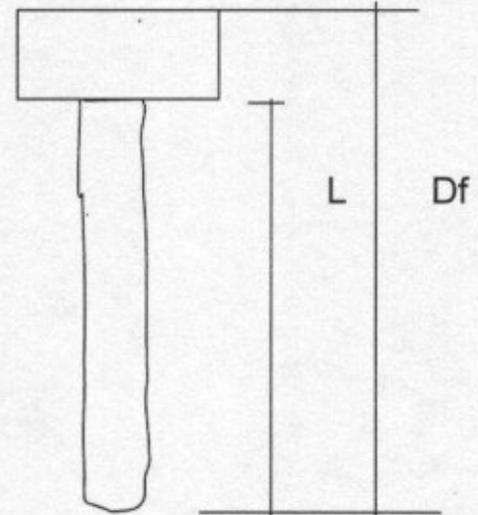
CARACTERÍSTICAS DEL PILOTE Y DEL SUELO:

Diámetro (ϕ): 0,40 m napa de agua (CN): -15,00 m Sin Bulbo (ϕ): 0,00 m
 Longitud (L): 6,00 m γ_s : 1,80 kg/dm³
 Cota Punta (Df): 7,00 m cabezal: 1,00 m

ESTRATO 1: de 1,00 m a 3,00 m
 $\phi 1$: 13 C1: 0,25 kg/cm²
 Longitud 1: 2,00 m

ESTRATO 2: de 3,00 m a 5,50 m
 $\phi 2$: 27 C2: 0,58 kg/cm²
 Longitud 2: 2,50 m

ESTRATO 3: de 5,50 m a 7,00 m
 $\phi 3$: 28 C3: 0,59 kg/cm²
 Longitud 3: 1,50 m



COEFICIENTES:

Factores de fricción:	$\phi 1$: 13	S32: 0,28	S5: 1,85
	$\phi 2$: 27	S32: 1,40	S5: 4,11
	$\phi 3$: 28	S32: 1,56	S5: 4,39
Factores de capacidad carga:	$\phi 3$: 28	Nc: 26,0	Nq: 14,8
Factor de forma y profundidad:	Df / ϕ : 17,5	ϕ / L : 0,07	sc . dc : 1,71

RESISTENCIA DE PUNTA:

$q = \gamma_s \cdot Df - 1,00 \cdot (Df - CN) = 12,60 \text{ t/m}^2$
 $qp = (c' \cdot Nc + q \cdot Nq) \cdot sc \cdot dc / \nu = 150,04 \text{ t/m}^2$
 $\nu f = 3$
 $c' = c/2$

RESISTENCIA POR FRICCIÓN LATERAL:

$qf = (1/2 \cdot \gamma'_s \cdot Df \cdot S32 + c' \cdot S5) / \nu$
 $qf 1 = 1,28 \text{ t/m}^2$
 $qf 2 = 7,85 \text{ t/m}^2$ $\nu f = 2,4$
 $qf 3 = 9,49 \text{ t/m}^2$ $c' = c/2$

EJEMPLO DE APLICACIÓN:

Diám. de pta. (ϕ): 0,40 m	Bulbo Punta $\phi =$ 0,00 m	Reducción L3 a = 1,50 m
Longitud (L): 6,00 m	Area apoyo = 0,1257 m ²	Perímetro fuste = 1,257 m ²
Cota Punta (Df): 7,00 m	Volumen pilote = 0,7540 m ³	Vol adic bulbo = 0,0000 m ³

Capacidad por punta:	$qp \cdot \text{Area} =$ 18,85 ton
Capacidad por fricción E1:	$qf1 \cdot \text{Perímetro} \cdot L1 =$ 3,21 ton
Capacidad por fricción E2:	$qf2 \cdot \text{Perímetro} \cdot L2 =$ 24,67 ton
Capacidad por fricción E3:	$qf3 \cdot \text{Perímetro} \cdot L3 =$ 17,89 ton
Descuento Peso Propio pilote:	$\text{Vol} \cdot \text{Pe}(H^0) =$ -1,81 ton

CAPACIDAD PORTANTE TOTAL = 62,82 toneladas

X.- ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDAD NATURAL

HUMEDAD NATURAL

LIMITES DE ATTERBERG

GRANULOMETRIA SOBRE #200

COHESIÓN

ÁNGULO DE FRICCIÓN

MÓDULO EDOMÉTRICO

SONDEO 1
FECHA: Noviembre de 2007.
COTA DE LA NAPA FREÁTICA: No detectada
COTA DE BOCA DE POZO: +0,24 m

PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	N° de golpes S.P.T.	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cms	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Limites y granulometrías	C [kg/cm ²]	ϕ^0	mv [cms ² /kg]
0,00	+0,24			Suelo vegetal.									
1,50	-1,26	13		CH Castaño rojizo oscuro, con nódulos.	2,05	25,85	55,89	24,75	98,8				
2,50	-2,26	6		CL Castaño rojizo claro, con leve presencia de nódulos cementados.	1,86	24,27	34,71	22,10	97,8		0,25	13	0,013
3,50	-3,26	26		CL	2,03	19,59	37,49	22,98	90,56		0,62	27	0,008
5,00	-4,76	28		ML Castaño rojizo claro, con nódulos cementados, pirofusita y tosca calcárea.	1,98	24,36	40,15	25,96	85,52		0,58	27	0,006
6,50	-6,26	28		CL	1,93	27,07	46,73	24,28	82,61				
8,00	-7,76	26		ML	1,96	27,32	35,89	25,07	88,33		0,67	29	0,005

COTA DE LA NAPA FREÁTICA: No detectada
 COTA DE BOCA DE POZO: -0,02 m

SONDEO 2
 FECHA: Noviembre de 2007.

PROF [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	N° de golpes S.P.T.	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ³	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Límites y granulometrías			C [kg/cm ²]	ϕ^0	mv [cm ² /kg]
0,00	-0,02	7		Suelo vegetal.											
1,50	-1,52	7		CL Castaño rojizo oscuro, con nódulos.	1,96	25,94	48,78	22,61	99,05				0,29	13	0,013
2,50	-2,52	6		CL Castaño rojizo claro, con leve presencia de nódulos cementados.	1,95	23,10	31,90	21,11	98,75				0,53	28	0,007
3,50	-3,52	28		CL Castaño rojizo claro, con nódulos cementados, pirolusita y tosca calcárea.	1,81	20,37	38,67	22,10	92,33						
5,00	-5,02	39		CL Castaño rojizo claro, con nódulos cementados, pirolusita y tosca calcárea.	1,96	20,79	40,94	21,87	86,86						
6,50	-6,52	30		CL Castaño rojizo claro con tono verduzco, con nódulos cementados, pirolusita y tosca calcárea.	1,96	24,64	38,59	23,58	85,77				0,63	30	0,006
8,00	-8,02	40		ML	1,88	22,01	30,64	26,15	80,41						

COTA DE LA NAPA FREÁTICA: No detectada
COTA DE BOCA DE POZO: +0,36 m

SONDEO 3
FECHA: Noviembre de 2007.

PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	Nº de golpes S.P.T.	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ³	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Limites y granulometrias	C [kg/cm ²]	ϕ^0	mv [cm ² /kg]
0,00	+0,36	—	—	Suelo vegetal.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,50	-1,14	8	8	CH Castaño rojizo oscuro, con nódulos.	2,02	22,61	53,91	23,07	99,11	—	—	—	—
2,50	-2,14	9	9	CL Castaño rojizo claro, con leve presencia de nódulos cementados.	1,99	24,76	38,52	21,69	98,78	—	0,30	16	0,013
3,50	-3,14	28	28	CL Castaño rojizo claro, con nódulos cementados, pirofusita y tosca calcárea.	1,84	16,87	32,86	23,24	91,18	—	—	—	—
5,00	-4,64	26	26	ML Castaño rojizo claro con tono verdusco, con nódulos cementados, pirofusita y tosca calcárea.	1,88	19,46	35,52	24,91	98,75	—	0,63	29	0,007
6,50	-6,14	26	26	ML Castaño rojizo claro con tono verdusco, con nódulos cementados, pirofusita y tosca calcárea.	1,89	29,61	39,69	25,58	87,46	—	0,59	28	0,006
8,00	-7,64	28	28	ML	1,82	30,10	32,77	24,87	85,55	—	—	—	—

XI.- CONCLUSIONES

A) Características generales del suelo:

A partir de haber reconocido, ensayado y clasificado en laboratorio las muestras obtenidas en campo, se puede realizar una descripción de las características generales de los suelos.

Luego de un primer manto de suelo vegetal presente como capa superficial, se detecta la siguiente configuración estratigráfica:

- Un primer estrato de suelo arcilloso CH y CL, color castaño rojizo oscuro, con nódulos, de consistencia medianamente compacta a compacta, que se extiende hasta una profundidad aproximada de 1,80 m.
- Le sigue un estrato de suelo arcilloso CL, de coloración castaño rojizo claro, con leve presencia de nódulos cementados, de consistencia medianamente compacta a compacta, que alcanza una profundidad cercana a 3,00 m.
- A continuación, y hasta el final de los sondeos realizados, el suelo encontrado clasifica como arcilla CL y como limo ML, es de coloración castaño rojizo claro, con tono verduzco en algunas zonas, con nódulos cementados, pirolusita y tosca calcárea, con presencia variable de hidrocarburos, de consistencia dura.

El nivel de aguas subterráneas no fue detectado en la profundidad sondeada, durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de noviembre de 2007.

B) Recomendaciones:

Teniendo presente las características de los suelos encontrados y la tipología de las estructuras a fundar, se consideran aplicables las siguientes recomendaciones:

Para el caso de bases aisladas, unificadas o excéntricas, utilizar los valores de tensión admisible detallados en el cuadro del punto VI, donde para cargas de gran magnitud resulta recomendable fundar a -3,00 m respecto del nivel 0,00 de referencia, utilizando una tensión admisible de 3,50 kg/cm².

Según la estimación realizada en el Punto VIII, el asentamiento inicial de una base aislada de 2,00 m de lado será del orden de 2,11 cm si se utiliza la tensión admisible recomendada. Una base más ancha ocasionará un mayor asentamiento.

En el caso de fundaciones de lineales se podrá emplear una zapata corrida tradicional de hormigón de cascote o una viga de fundación (según las características del diseño arquitectónico), dimensionando su ancho en función de las cargas actuantes

con una tensión admisible de $0,80 \text{ kg/cm}^2$ a una profundidad comprendida entre 0,60 y 1,00 m respecto del terreno natural.

Otra solución factible es el empleo de una fundación profunda o indirecta mediante pilotes. En el punto IX se da el ejemplo de cálculo de la capacidad portante de un pilote preexcavado y hormigonado in situ, de diámetro 0,40 m, con la punta apoyada en cota $-7,00 \text{ m}$ y una longitud de fuste de 6,00 m, que arroja una capacidad portante del orden de 63 toneladas.

Al momento de la apertura de excavaciones y/o perforaciones se recomienda una especial atención por parte del director de obra a fin de observar cualquier anomalía que eventualmente pudiera presentarse y pudiera afectar las fundaciones, y que no hubiera sido detectada en los sondeos puntuales del presente informe.

Ante las solicitudes originadas por el efecto viento, calculadas de acuerdo al CIRSOC 102, las tensiones admisibles pueden incrementarse en un 20 %.

Rosario, 11 de Diciembre de 2007.



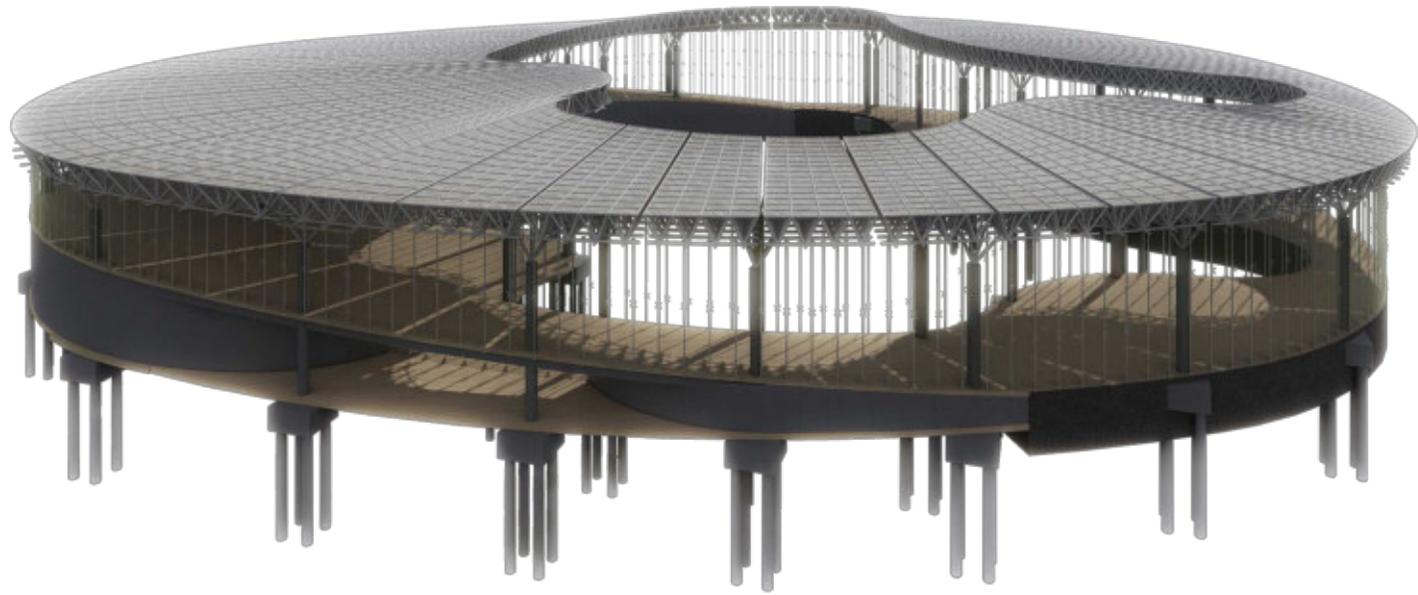
Juan Carlos Rosado & Asociados
Ingenieros Civiles



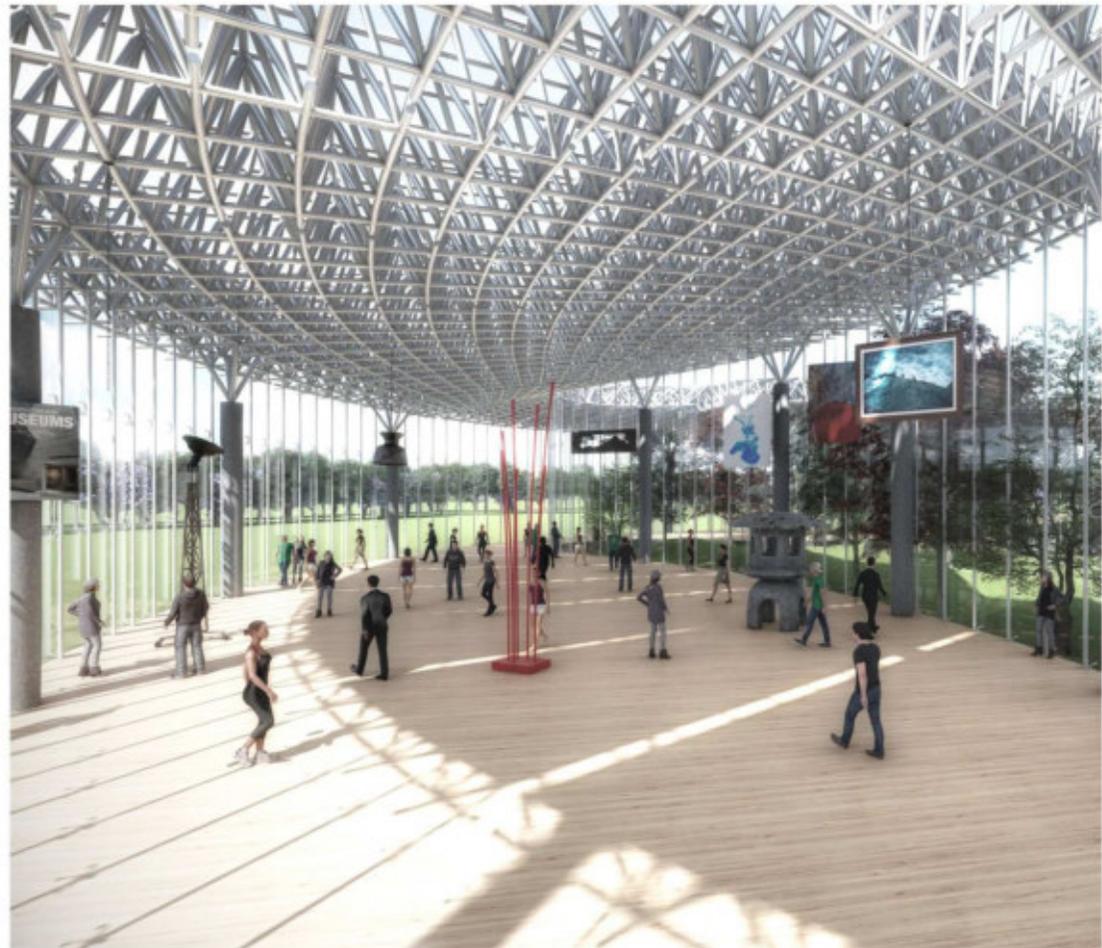
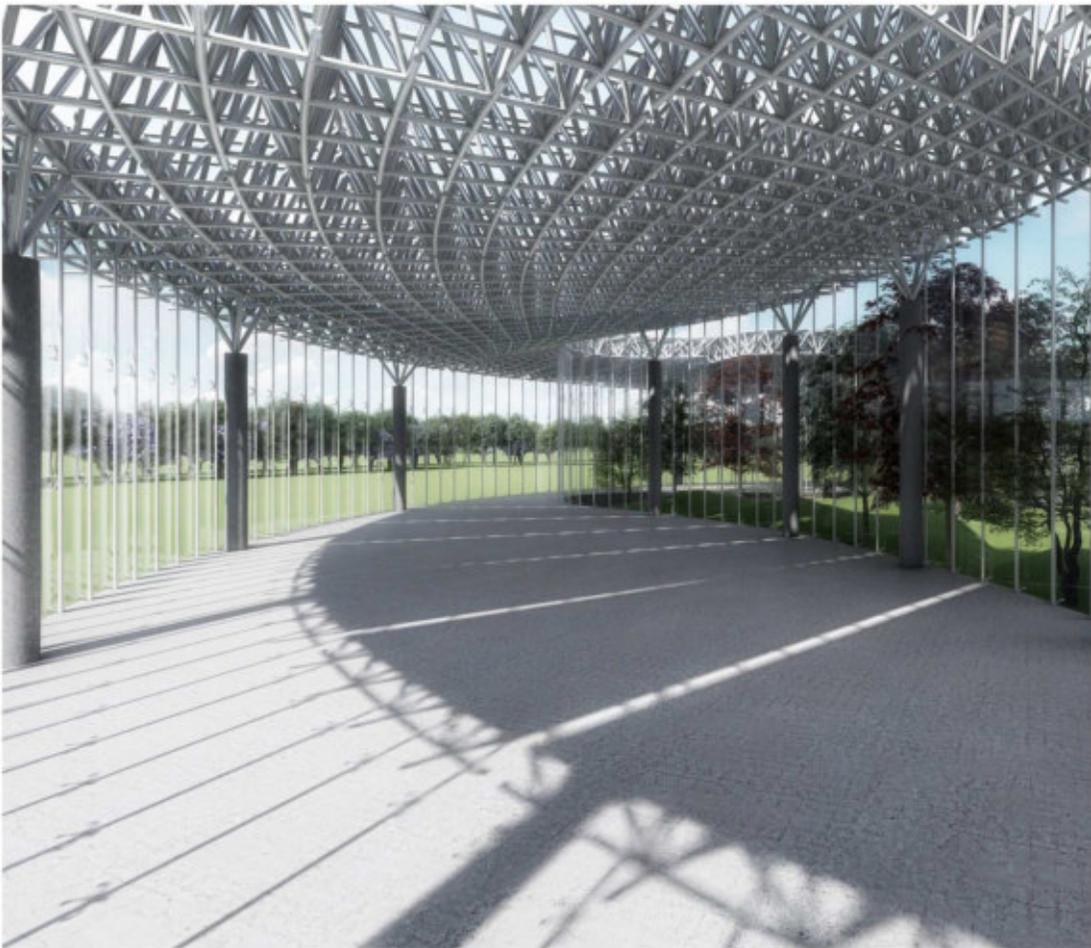
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

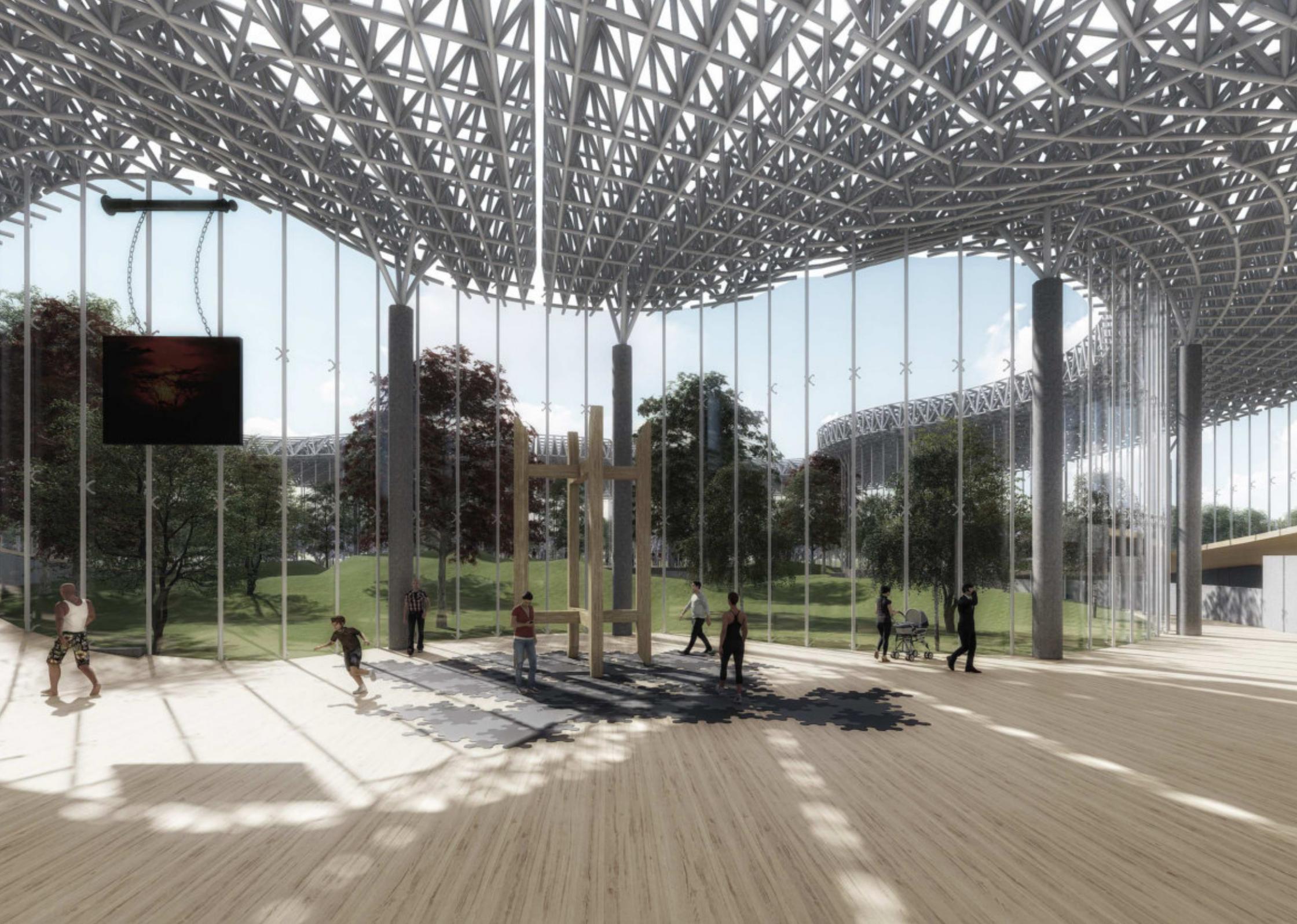
ANEXO II

Planos y Láminas 3D del Proyecto

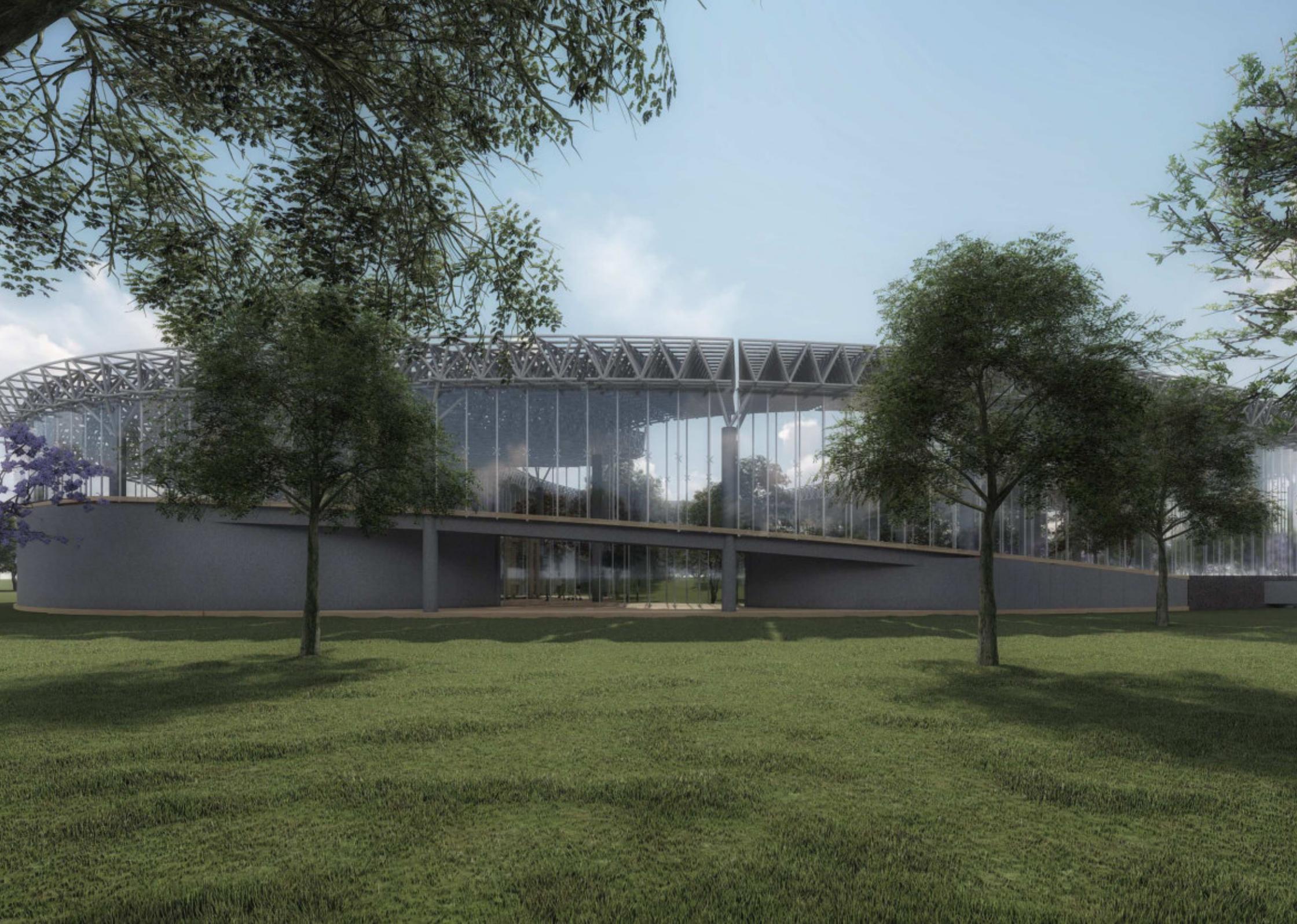


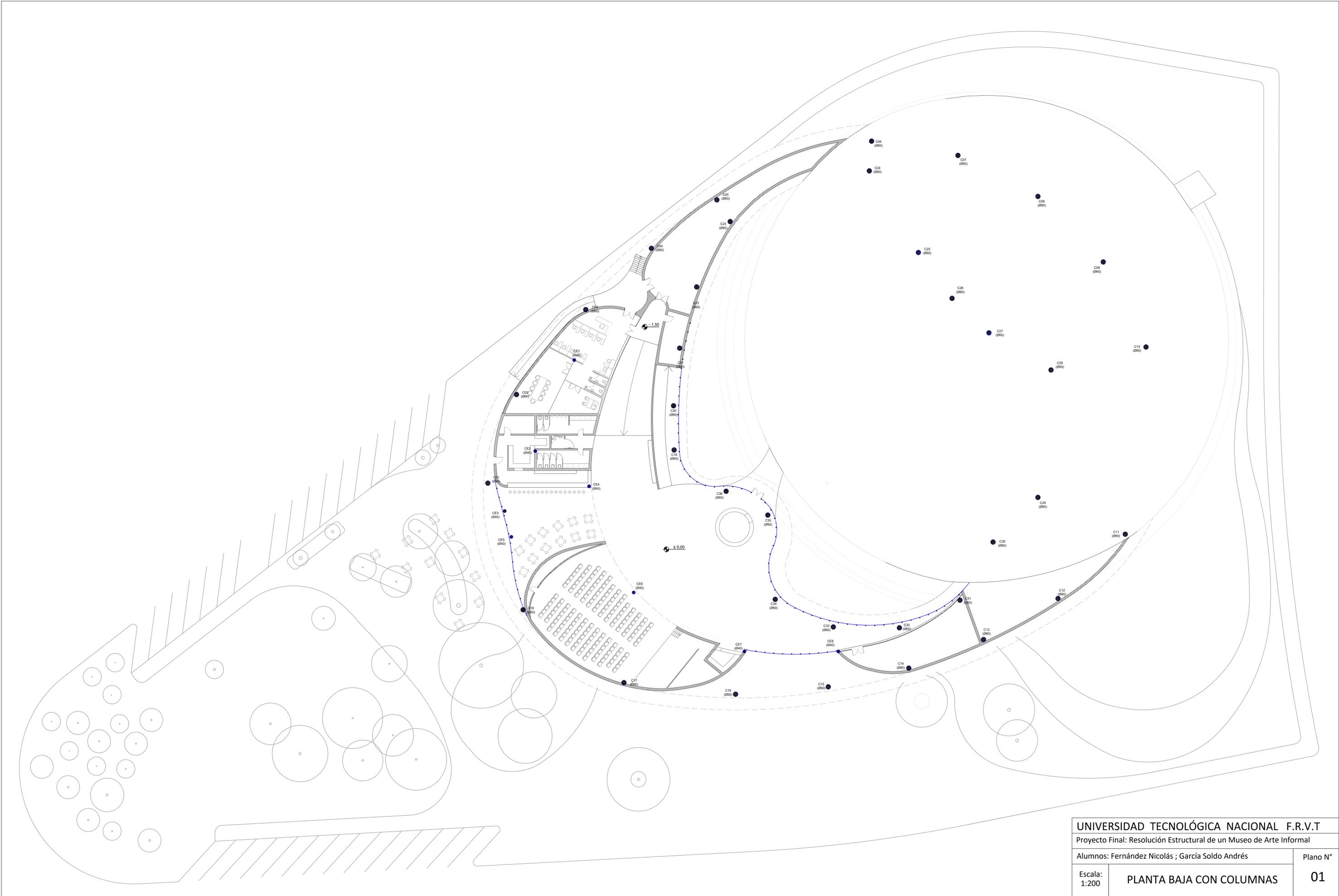












UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T

Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal

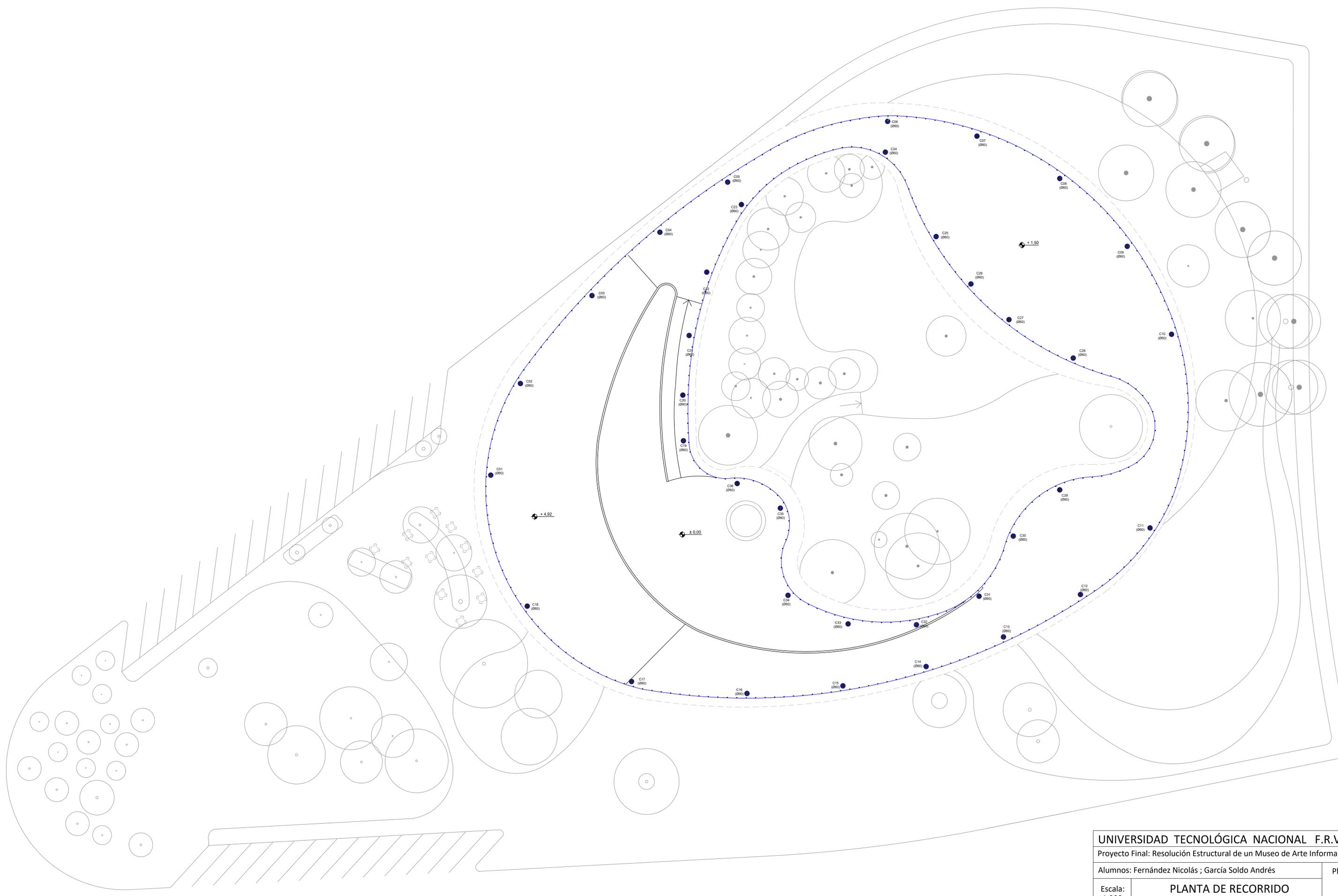
Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés

Plano N°

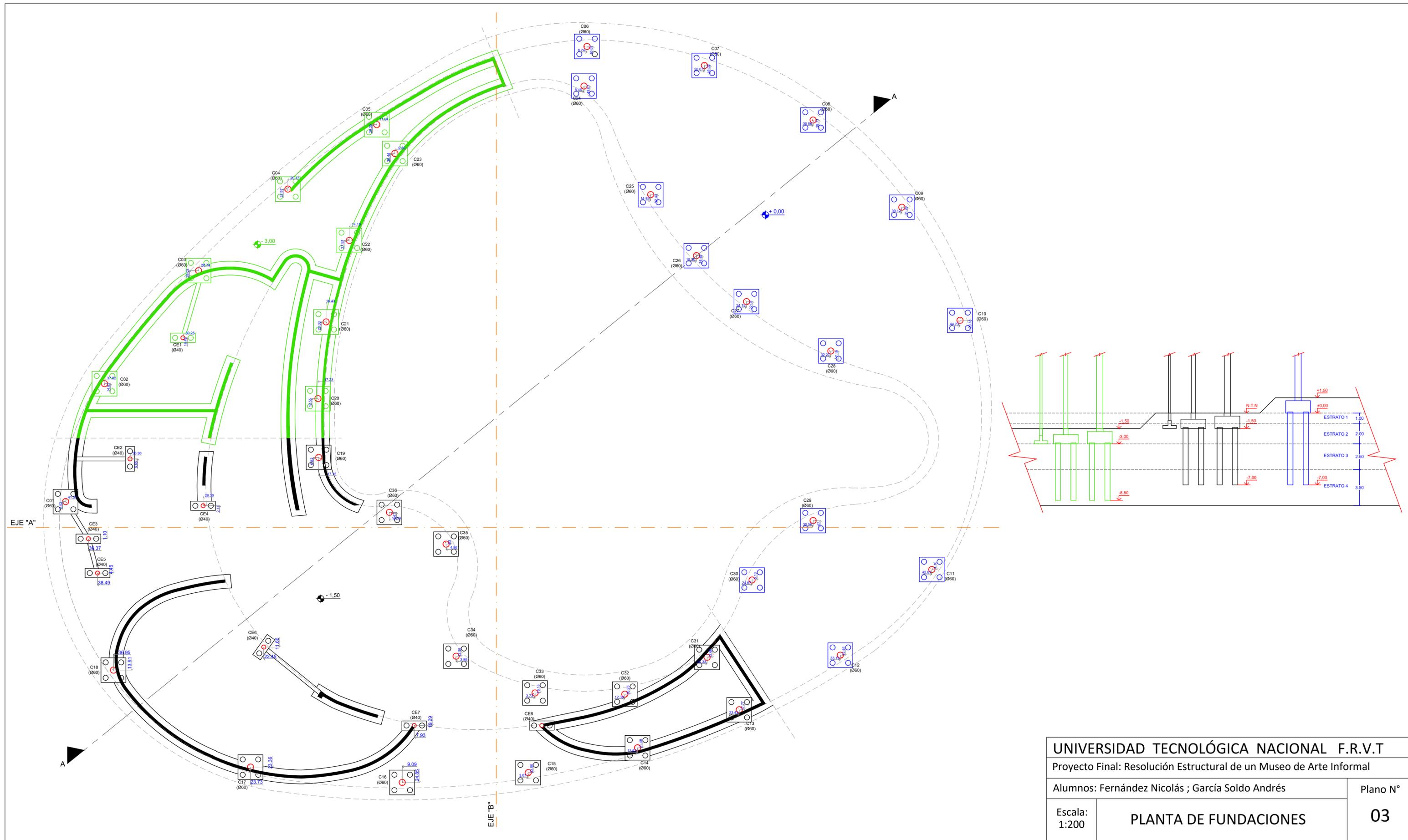
Escala:
1:200

PLANTA BAJA CON COLUMNAS

01

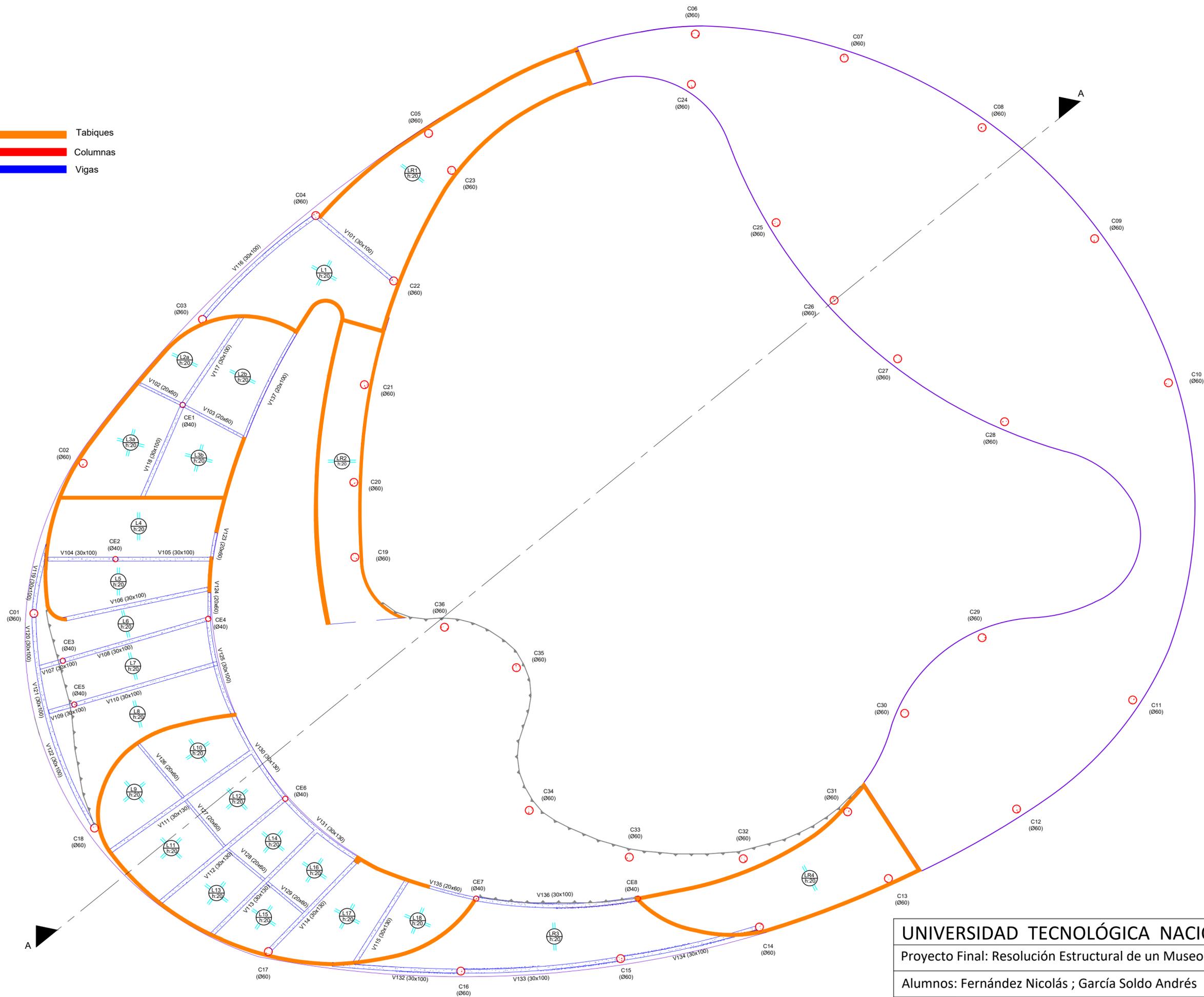


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T		
Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal		
Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés		Plano N°
Escala: 1:200	PLANTA DE RECORRIDO CON COLUMNAS	02

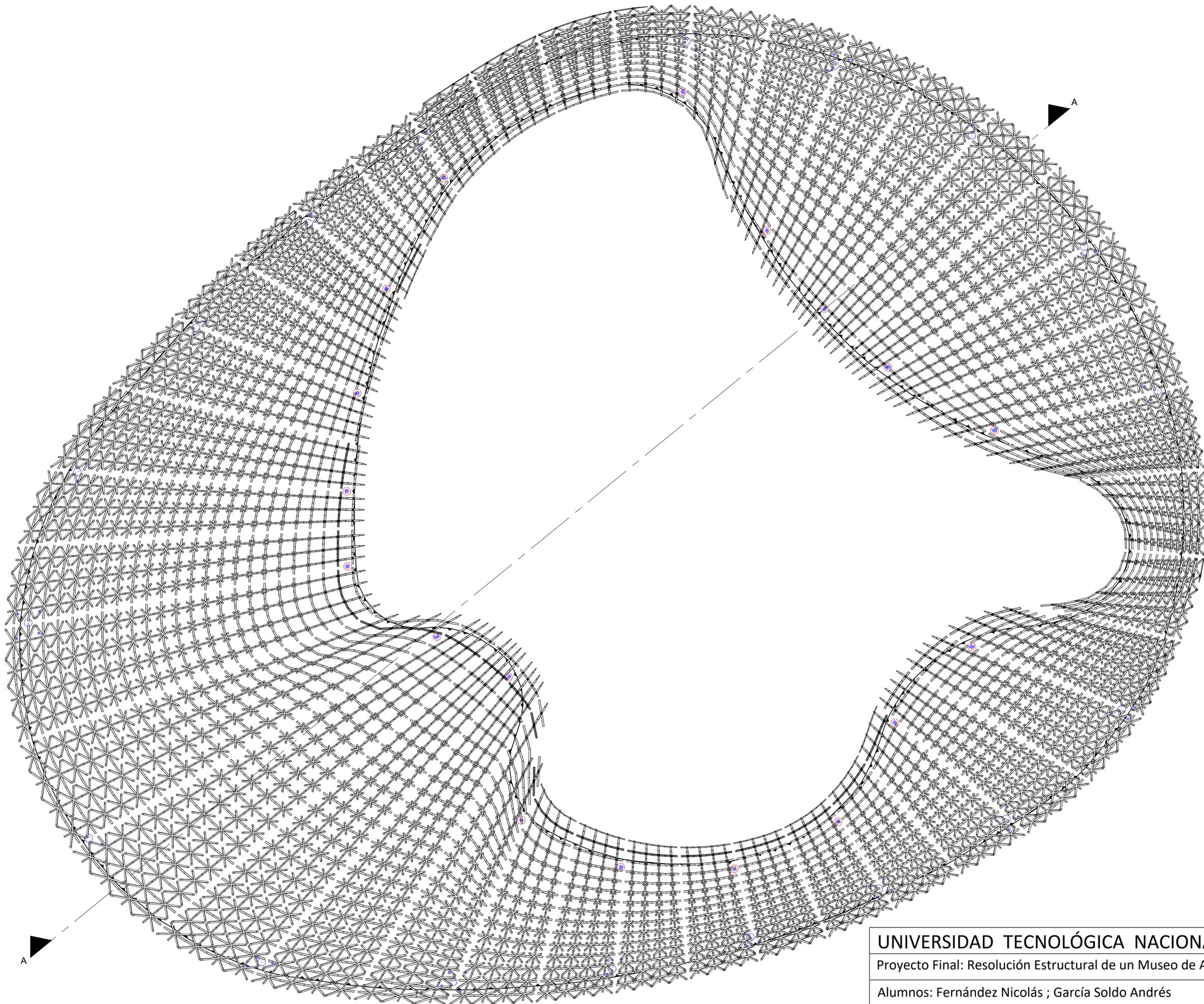


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T		
Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal		
Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés		Plano N°
Escala: 1:200	PLANTA DE FUNDACIONES	03

- Tabiques
- Columnas
- Vigas



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T		
Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal		
Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés		Plano N°
Escala: 1:200	PLANTA DE ESTRUCTURA	04



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T

Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal

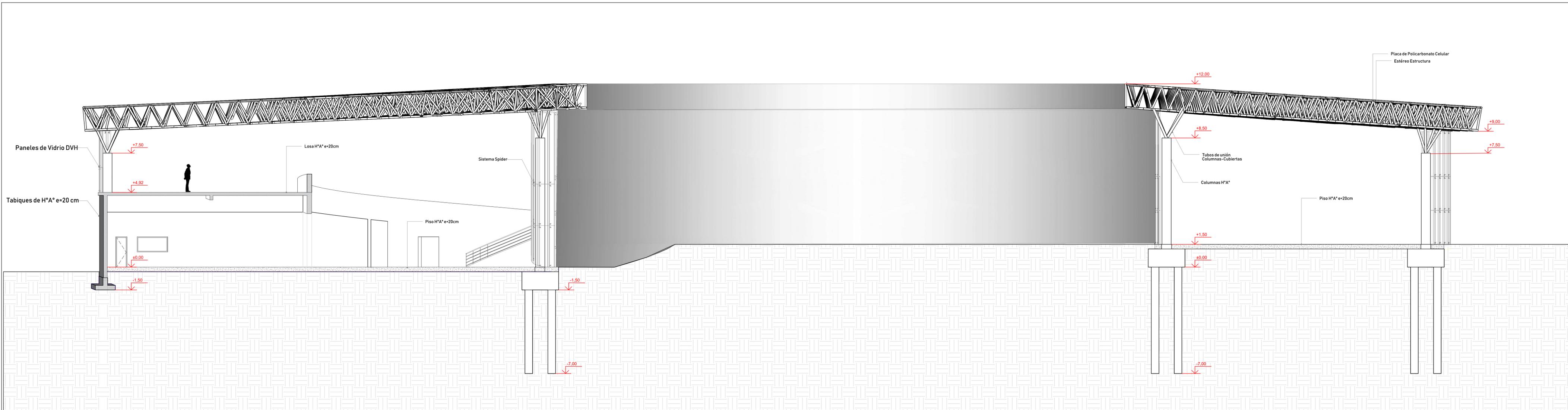
Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés

Plano N°

Escala:
1:200

PLANTA DE TECHO

05



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T

Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal

Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés

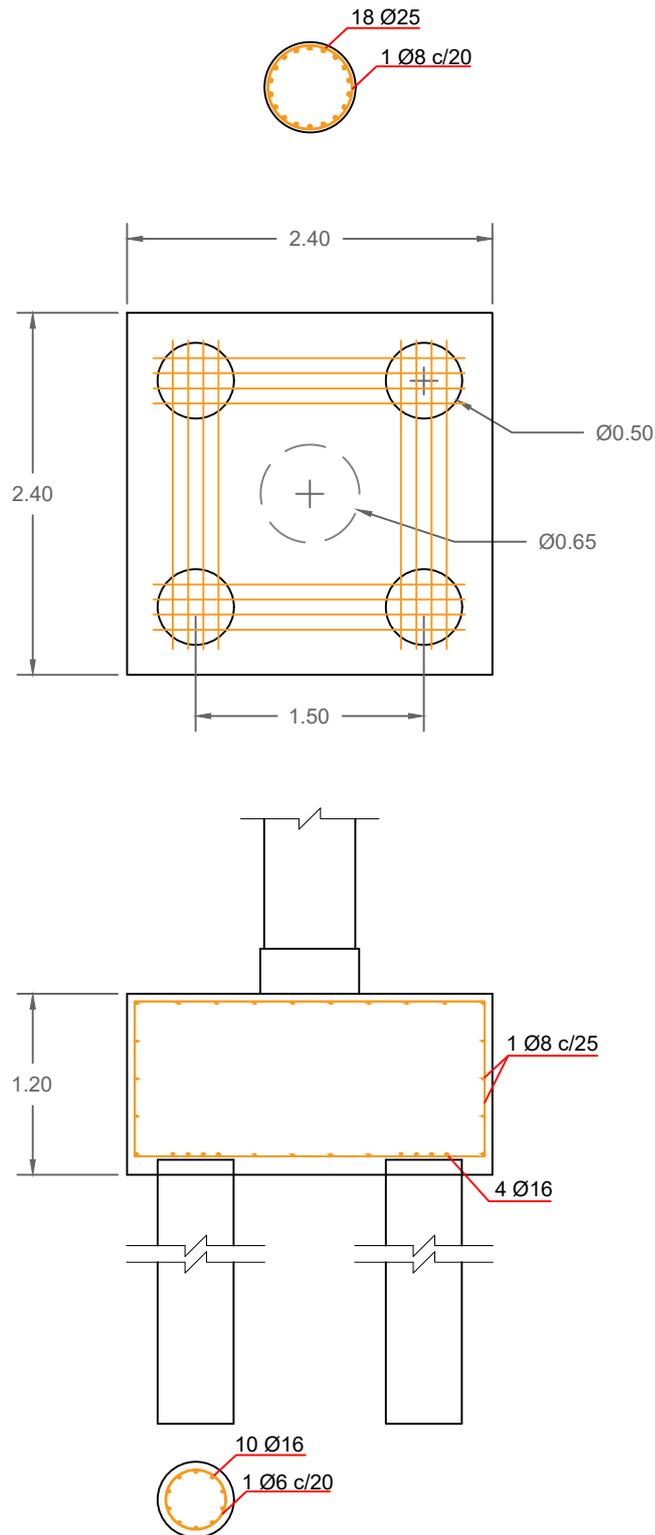
Plano N°

Escala:
1:100

CORTE A-A

06

Detalle de Armado:
 -Columnas Ø60
 -Cabezal de 4 pilotes
 -Pilotes Ø50



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T

Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal

Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés

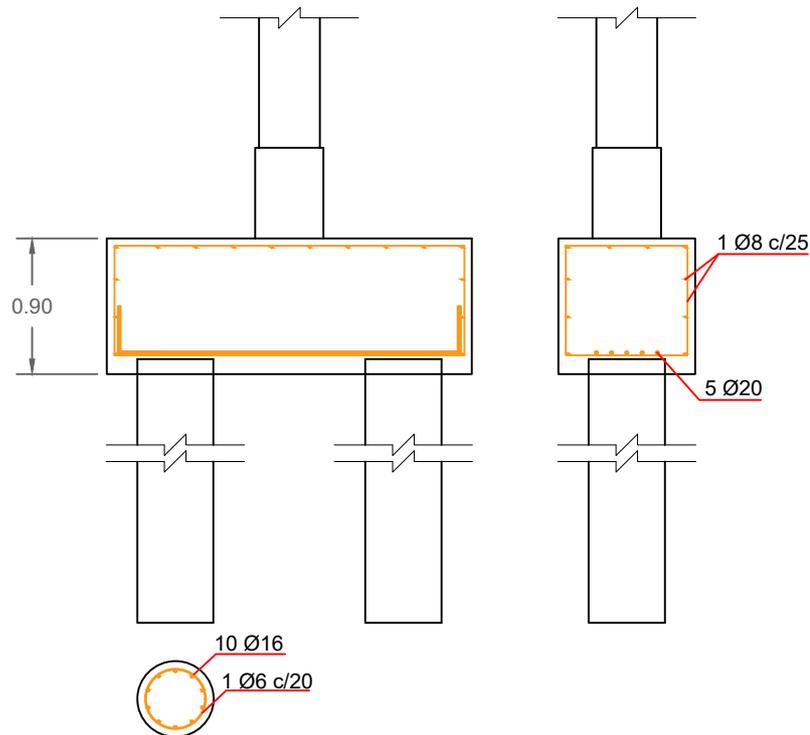
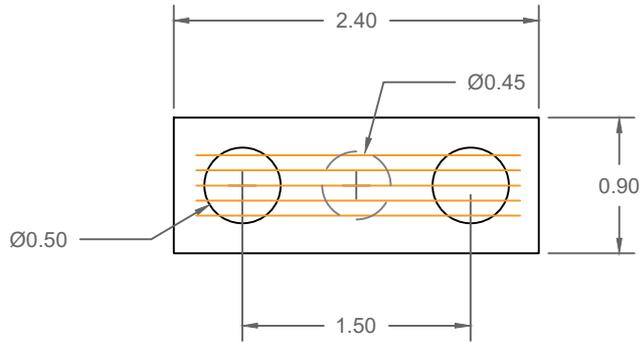
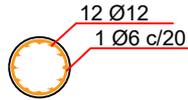
Plano N°

Escala:
1:50

DETALLES DE ARMADO

07

Detalle de Armado:
 -Columnas Ø40
 -Cabezal de 2 pilotes
 -Pilotes Ø50



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T

Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal

Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés

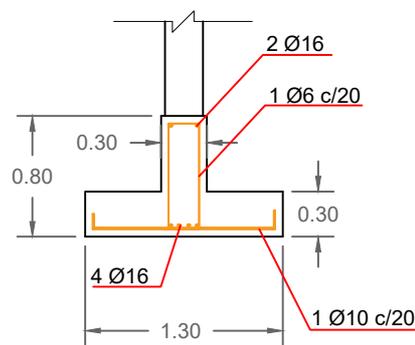
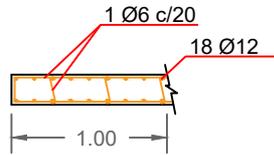
Plano N°

Escala:
 1:50

DETALLES DE ARMADO

08

Detalle de Armado:
-Tabiques e=20cm
-Viga de Fundación



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T

Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal

Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés

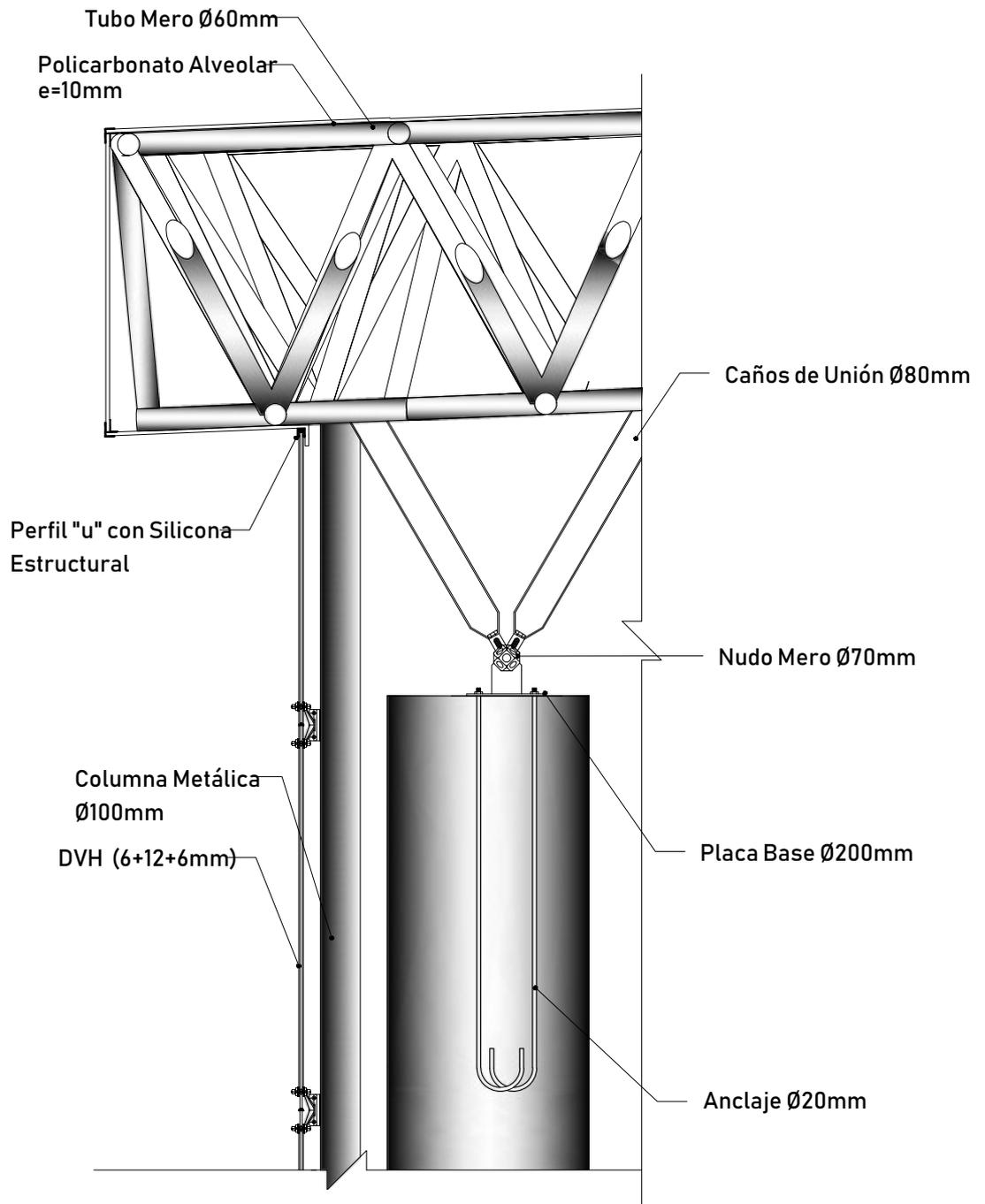
Plano N°

Escala:
1:50

DETALLES DE ARMADO

09

Detalle unión columnas-cubierta



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T

Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal

Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés

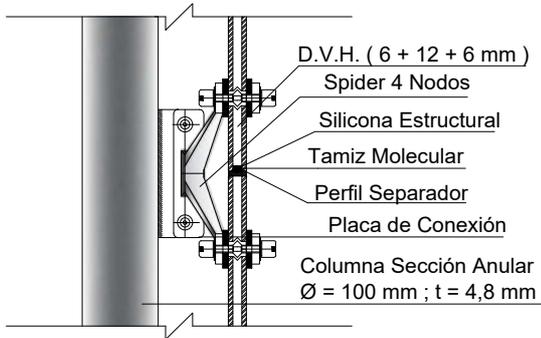
Plano N°

Escala:
1:20

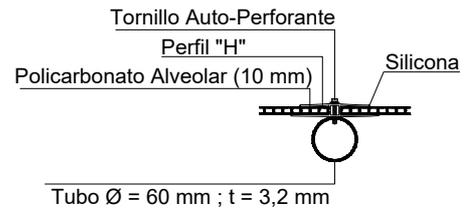
DETALLES CONSTRUCTIVOS

10

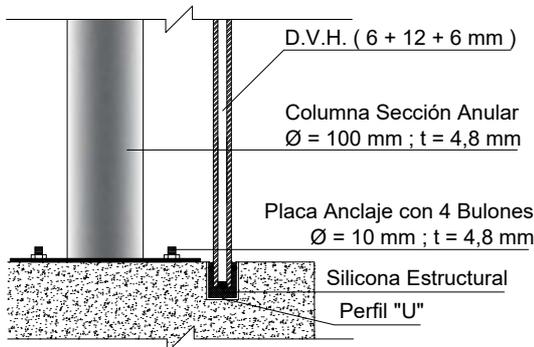
Detalle de Sistema Spider:



Detalle de unión policarbonato-estéreo estructura:



Detalle unión vidrio-piso:



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL F.R.V.T

Proyecto Final: Resolución Estructural de un Museo de Arte Informal

Alumnos: Fernández Nicolás ; García Soldo Andrés

Plano N°

Escala:
1:10

DETALLES CONSTRUCTIVOS

11



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

ANEXO III

Planillas de Cálculo

Planilla de Vigas

Hormigón: H-30 Acero: ADN-420

Posición	Cargas perman. (D)				Sobrec.U (L (D+L))		Momento			Reacciones			Solicitaciones Última		ARMADURA A FLEXIÓN según Y																	Verificación a corte																						
	Luz (m)	Tipo	b (m)	h (m)	q _{pp} (tn/m)	q _{cp} (tn/m)	q _l (tn/m)	q _{servicio} (Tn/m)	M _{x0} (Tn.m)	M _{xL} (Tn.m)	M _{xservicio} (Tn.m)/m	R _D (Tn)	R _L (Tn)	R _{servicio} (Tn)	Mu (Tn.m)	Vu (Tn)	b m	Rec. cm	d m	φ	f'c Tn/m2	f _y Tn/m2	β1	Mn Tn.m	mn	kc	kz	z m	As nec cm2/m	As mín cm2/m	1er capa cant	As Adop cm2	VERIF.	kg/m	kg	φ Tn	Vn Tn	Vlim Tn	VERIF. BIELA	Vc Tn	Vs Tn	Av/s cm2/m	Av/s mín cm2/m	Vs lim Tn	s max adm cm	Av/s necesario cm2/m	ESTRIBOS			Av/s adop cm2/m	VERIF.	kg/m	kg	
V-101	8,0	S.A	0,3	1,00	0,60	1,60	1,60	3,80	17,60	12,80	30,40	8,80	6,40	15,20	41,60	20,80	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	46,22	0,0555	0,08	0,97	0,93	11,84	5,4	5	20	15,71	B.C	2,47	108,83	0,75	27,73	131,73	B.C	26,35	1,39	0,34	2,36	52,7	40	2,36	8	2	30	3,35	B.C	0,395	26,97
V-102	3,9	S.A	0,2	0,60	0,20	0,35	0,35	0,90	1,06	0,67	1,73	1,08	0,69	1,76	2,34	2,39	0,2	2,0	0,57	0,9	3.000	42.000	0,85	2,60	0,0135	0,02	0,99	0,56	1,10	2,16	2	16	4,02	B.C	1,58	16,43	0,75	3,19	51,67	B.C	10,33	0	0,00	1,57	20,7	28,3	1,57	6	2	20	2,83	B.C	0,222	6,79
V-103	5,5	S.A	0,2	0,60	0,20	0,66	0,66	1,52	3,25	2,50	5,75	2,37	1,82	4,18	7,90	5,74	0,2	2,0	0,57	0,9	3.000	42.000	0,85	8,77	0,0456	0,06	0,97	0,55	3,80	2,16	2	16	4,02	B.C	1,58	22,67	0,75	7,66	51,67	B.C	10,33	0	0,00	1,57	20,7	28,3	1,57	6	2	20	2,83	B.C	0,222	9,52
V-104	5,4	S.A	0,3	1,00	0,60	2,13	2,13	4,86	9,77	7,62	17,39	7,30	5,70	13,00	23,91	17,88	0,3	2,0	0,97	0,9	3.000	42.000	0,85	26,57	0,0316	0,04	0,98	0,95	6,68	5,4	4	16	8,04	B.C	1,58	39,93	0,75	23,84	132,27	B.C	26,45	0	0,00	2,36	52,9	40	2,36	6	2	20	2,83	B.C	0,222	15,20
V-105	7,4	S.A	0,3	1,00	0,60	2,13	2,13	4,86	18,44	14,38	32,82	10,03	7,83	17,86	45,14	24,56	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	50,15	0,0602	0,09	0,96	0,93	12,89	5,4	5	20	15,71	B.C	2,47	100,28	0,75	32,75	131,73	B.C	26,35	6,406	1,59	2,36	52,7	40	2,36	8	2	30	3,35	B.C	0,395	24,77
V-106	12	S.A	0,3	1,00	0,60	1,68	1,68	3,96	38,02	28,01	66,03	13,17	9,70	22,87	90,45	31,32	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	100,50	0,1213	0,18	0,92	0,89	27,03	5,4	6	25	29,45	B.C	3,85	282,86	0,75	41,76	131,38	B.C	26,28	15,49	3,84	2,36	52,6	40	3,84	8	2	25	4,02	B.C	0,395	46,72
V-107	2,2	V.	0,3	1,00	0,60	1,65	1,65	3,90	9,37	3,99	13,37	6,075	3,63	9,71	17,64	13,10	0,3	2,0	0,97	0,9	3.000	42.000	0,85	19,59	0,0233	0,03	0,99	0,95	4,90	5,4	3	16	6,03	B.C	1,58	13,59	0,75	17,46	132,27	B.C	26,45	0	0,00	2,36	52,9	40	2,36	6	2	15	3,77	B.C	0,222	8,34
V-108	12	S.A	0,3	1,00	0,60	1,65	1,65	3,90	37,85	27,75	65,60	13,05	9,57	22,62	89,82	30,97	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	99,80	0,1199	0,18	0,92	0,89	26,76	5,4	6	25	29,45	B.C	3,85	284,05	0,75	41,30	131,66	B.C	26,33	14,96	3,71	2,36	52,7	40	3,71	6	2	15	3,77	B.C	0,222	43,95
V-109	2,5	V.	0,3	1,00	0,60	2,5	2,5	5,60	18,01	7,81	25,83	10,33	6,25	16,58	34,12	22,40	0,3	2,0	0,97	0,9	3.000	42.000	0,85	37,91	0,0451	0,06	0,97	0,94	9,60	5,4	5	16	10,05	B.C	1,58	24,10	0,75	29,86	132,27	B.C	26,45	3,406	0,84	2,36	52,9	40	2,36	6	2	15	3,77	B.C	0,222	9,47
V-110	11	S.A	0,3	1,00	0,60	2,5	2,5	5,60	49,48	39,90	89,38	17,52	14,13	31,64	123,22	43,62	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	136,91	0,1652	0,26	0,89	0,85	38,13	5,4	8	25	39,27	B.C	3,85	366,21	0,75	58,16	131,38	B.C	26,28	31,88	7,91	2,36	52,6	40	7,91	8	2	10	10,05	B.C	0,395	114,27
V-111	13	S.A	0,3	1,30	0,83	1,99	1,99	4,81	86,36	64,06	150,42	22,31	16,22	38,52	206,13	52,72	0,3	2,0	1,26	0,9	3.000	42.000	0,85	229,03	0,1604	0,25	0,89	1,13	48,40	7,02	10	25	49,09	B.C	3,85	540,00	0,75	70,29	172,46	B.C	34,49	35,79	6,77	2,36	69,0	40	6,77	8	2	10	10,05	B.C	0,395	167,88
V-112	12	S.A	0,3	1,30	0,83	2,04	2,04	4,91	70,66	51,78	122,44	20,27	14,67	34,94	167,63	47,79	0,3	2,0	1,26	0,9	3.000	42.000	0,85	186,26	0,1305	0,20	0,92	1,15	38,43	7,02	8	25	39,27	B.C	3,85	402,54	0,75	63,72	172,46	B.C	34,49	29,23	5,52	2,36	69,0	40	5,52	8	2	10	10,05	B.C	0,395	155,40
V-113	12	S.A	0,3	1,30	0,83	1,82	1,82	4,47	57,58	41,18	98,77	17,60	12,38	29,98	135,00	40,92	0,3	2,0	1,26	0,9	3.000	42.000	0,85	150,00	0,1051	0,16	0,93	1,18	30,36	7,02	7	25	34,36	B.C	3,85	329,87	0,75	54,57	172,46	B.C	34,49	20,07	3,79	2,36	69,0	40	3,79	8	2	10	10,05	B.C	0,395	144,79
V-114	9,8	S.A	0,3	1,30	0,83	1,57	1,57	3,97	35,34	24,31	59,66	13,08	8,81	21,89	81,32	29,79	0,3	2,0	1,26	0,9	3.000	42.000	0,85	90,35	0,0630	0,09	0,96	1,21	17,73	7,02	6	20	18,85	B.C	2,47	157,42	0,75	39,72	172,81	B.C	34,56	5,16	0,97	2,36	69,1	40	2,36	8	2	10	10,05	B.C	0,395	122,32
V-115	7,4	S.A	0,3	1,30	0,83	2,57	2,57	5,97	22,93	17,35	40,28	12,48	9,44	21,92	55,28	30,08	0,3	2,0	1,26	0,9	3.000	42.000	0,85	61,42	0,0429	0,06	0,97	1,23	11,90	7,02	4	20	12,57	B.C	2,47	81,39	0,75	40,11	172,81	B.C	34,56	5,55	1,05	2,36	69,1	40	2,36	8	2	30	3,35	B.C	0,395	30,58
V-116	12	S.A	0,3	1,00	0,60	0,75	0,75	2,10	24,30	13,50	37,80	8,10	4,50	12,60	50,76	16,92	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	56,40	0,0677	0,10	0,96	0,92	14,56	5,4	5	20	15,71	B.C	2,47	161,39	0,75	22,56	131,73	B.C	26,35	0	0,00	2,36	52,7	40	2,36	8	2	30	3,35	B.C	0,395	40,45
V-117	7,9	S.A	0,3	1,00	0,60	2,52	2,52	5,64	24,03	19,41	43,44	12,25	9,89	22,14	59,90	30,52	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	66,55	0,0799	0,12	0,95	0,91	17,33	5,4	6	20	18,85	B.C	2,47	126,98	0,75	40,69	131,73	B.C	26,35	14,35	3,55	2,36	52,7	40	3,55	8	2	20	5,03	B.C	0,395	39,69
V-118	7,9	S.A	0,3	1,00	0,60	2,51	2,51	5,62	23,96	19,33	43,29	12,21	9,85	22,06	59,68	30,41	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	66,31	0,0796	0,12	0,95	0,91	17,26	5,4	6	20	18,85	B.C	2,47	126,98	0,75	40,55	131,73	B.C	26,35	14,2	3,52	2,36	52,7	40	3,52	8	2	20	5,03	B.C	0,395	39,69
V-119	5,6	S.A	0,3	1,00	0,60	0	0	0,60	2,33	0,00	2,33	1,67	0,00	1,67	2,79	2,01	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	3,10	0,0037	0,01	1,00	0,96	0,77	5,4	4	16	8,04	B.C	1,58	41,50	0,75	2,67	132,00	B.C	26,4	0	0,00	2,36	52,8	40	2,36	8	2	30	3,35	B.C	0,395	18,77
V-120	4,3	S.A	0,3	1,00	0,60	0	0	0,60	1,39	0,00	1,39	1,29	0,00	1,29	1,66	1,55	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	1,85	0,0022	0,00	1,00	0,96	0,46	5,4	4	16	8,04	B.C	1,58	32,47	0,75	2,06	132,00	B.C	26,4	0	0,00	2,36	52,8	40	2,36	8	2	30	3,35	B.C	0,395	14,49
V-121	3,9	S.A	0,3	1,00	0,60	0	0	0,60	1,11	0,00	1,11	1,16	0,00	1,16	1,33	1,39	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	1,48	0,0018	0,00	1,00	0,96	0,37	5,4	4	16	8,04	B.C	1,58	29,27	0,75	1,85	132,00	B.C	26,4	0	0,00	2,36	52,8	40	2,36	8	2	30	3,35	B.C	0,395	12,98
V-122	9,8	S.A	0,3	1,00	0,60	0	0	0,60	7,13	0,00	7,13	2,93	0,00	2,93	8,56	3,51	0,3	2,0	0,96	0,9	3.000	42.000	0,85	9,51	0,0114	0,02	0,99	0,96	2,36	5,4	4	16	8,04	B.C	1,58	71,22	0,75	4,68	132,00	B.C	26,4	0	0,00	2,36	52,8	40	2,36	8	2	30	3,35	B.C	0,395	32,86
V-123	2,3	S.A	0,2	0,60	0,20	0	0	0,20	0,13	0	0,13	0,23	0	0,23	0,16	0,28	0,2	2,0	0,57	0,9	3.000	42.000	0,85	0,18	0,0009	0,00	1,00	0,57	0,07	2,16	2	16	4,02	B.C	1,58	10,03	0,75	0,37	51,67	B.C	10,33	0	0,00	1,57	20,7	28,3	1,57	6	2	15	3,77	B.C	0,222	5,31
V-124	2,5	S.A	0,2	0,60	0,20	0	0	0,20	0,16	0,00	0,16	0,25	0,00	0,25	0,19	0,30	0,2	2,0	0,57	0,9	3.000	42.000	0,85	0,21	0,0011	0,00	1,00	0,57	0,09	2,16	2	16	4,02	B.C	1,58	10,82	0,75	0,40	51,67	B.C	10,33	0	0,00	1,57	20,7	28,3	1,57	6	2	15	3,77	B.C		

Nivel	Columna	Altura m	ø m	Área m ²	Ix=ly m ⁴	rx=ry m	k	λ	Ps	Ms	Vs	Pu	Mu	Vu	Armadura long.				Estribos					
									Tn	Tn.m	Tn	Tn	Tn.m	Tn	p nec.	cm2 nec.	cant	ø	kg/m	kg	ø	sep.	kg/m	kg
Fundación - ENTREPISO	C01	5,62	0,6	0,283	0,006	0,15	1	37,47	-17,22	27,48	45,13	-24,10	38,47	63,18	0,03	84,82	18	25	3,85	506,31	8	20	0,395	19,53
ENTREPISO - CUBIERTA	C01	2,60	0,6	0,283	0,006	0,15	1	17,33	-3,36	0,00	-1,68	-4,70	0,00	-2,35	0,03	84,82	18	25	3,85	234,23	8	20	0,395	9,03
Fundación SUB - ENTREPISO	C02	6,62	0,6	0,283	0,006	0,15	1	44,13	-9,42	5,12	12,42	-13,18	7,17	17,39	0,03	84,82	18	25	3,85	596,40	8	20	0,395	23,00
ENTREPISO - CUBIERTA	C02	2,60	0,6	0,283	0,006	0,15	1	17,33	2,57	0,00	1,29	3,60	0,00	1,80	0,03	84,82	18	25	3,85	234,23	8	20	0,395	9,03
Fundación SUB - ENTREPISO	C03	6,62	0,6	0,283	0,006	0,15	1	44,13	-9,44	6,89	15,84	-13,22	9,65	22,18	0,03	84,82	18	25	3,85	596,40	8	20	0,395	23,00
ENTREPISO - CUBIERTA	C03	2,60	0,6	0,283	0,006	0,15	1	17,33	2,76	0,00	1,38	3,87	0,00	1,93	0,03	84,82	18	25	3,85	234,23	8	20	0,395	9,03
Fundación SUB - ENTREPISO	C04	6,10	0,6	0,283	0,006	0,15	1	40,67	-8,21	7,24	18,21	-11,49	10,14	25,49	0,03	84,82	18	25	3,85	549,55	8	20	0,395	21,20
ENTREPISO - CUBIERTA	C04	3,10	0,6	0,283	0,006	0,15	1	20,67	-0,97	0,00	-0,49	-1,36	0,00	-0,68	0,03	84,82	18	25	3,85	279,28	8	20	0,395	10,77
Fundación SUB - ENTREPISO	C05	4,90	0,6	0,283	0,006	0,15	1	32,67	-7,37	3,23	9,67	-10,32	4,52	13,54	0,03	84,82	18	25	3,85	441,44	8	20	0,395	17,03
ENTREPISO - CUBIERTA	C05	4,31	0,6	0,283	0,006	0,15	1	28,73	-1,96	0,00	-0,98	-2,74	0,00	-1,37	0,03	84,82	18	25	3,85	388,29	8	20	0,395	14,98
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C06	6,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	43,33	-0,88	2,45	8,31	-1,23	3,43	11,63	0,03	84,82	18	25	3,85	585,59	8	20	0,395	22,58
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C07	6,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	43,33	-7,44	3,48	10,15	-10,41	4,87	14,21	0,03	84,82	18	25	3,85	585,59	8	20	0,395	22,58
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C08	6,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	43,33	-8,40	5,84	13,86	-11,76	8,18	19,40	0,03	84,82	18	25	3,85	585,59	8	20	0,395	22,58
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C09	6,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	43,33	-8,59	6,24	15,74	-12,03	8,74	22,04	0,03	84,82	18	25	3,85	585,59	8	20	0,395	22,58
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C10	6,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	43,33	-8,54	7,43	18,63	-11,95	10,40	26,08	0,03	84,82	18	25	3,85	585,59	8	20	0,395	22,58
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C11	6,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	43,33	-8,67	8,12	21,30	-12,14	11,37	29,82	0,03	84,82	18	25	3,85	585,59	8	20	0,395	22,58
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C12	6,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	43,33	-7,31	9,41	25,75	-10,23	13,17	36,05	0,03	84,82	18	25	3,85	585,59	8	20	0,395	22,58
Fundación - ENTREPISO	C13	2,40	0,6	0,283	0,006	0,15	1	16,00	-7,97	5,74	13,80	-11,15	8,04	19,32	0,03	84,82	18	25	3,85	216,22	8	20	0,395	8,34
ENTREPISO - CUBIERTA	C13	5,82	0,6	0,283	0,006	0,15	1	38,80	1,59	0,00	0,80	2,23	0,00	1,11	0,03	84,82	18	25	3,85	524,32	8	20	0,395	20,22
Fundación - ENTREPISO	C14	3,24	0,6	0,283	0,006	0,15	1	21,60	-9,24	7,14	18,21	-12,94	10,00	25,49	0,03	84,82	18	25	3,85	291,89	8	20	0,395	11,26
ENTREPISO - CUBIERTA	C14	4,95	0,6	0,283	0,006	0,15	1	33,00	0,29	0,00	0,14	0,40	0,00	0,20	0,03	84,82	18	25	3,85	445,95	8	20	0,395	17,20
Fundación - ENTREPISO	C15	4,10	0,6	0,283	0,006	0,15	1	27,33	-4,51	21,22	35,28	-6,31	29,71	49,39	0,03	84,82	18	25	3,85	369,37	8	20	0,395	14,25
ENTREPISO - CUBIERTA	C15	4,13	0,6	0,283	0,006	0,15	1	27,53	3,06	0,00	1,53	4,29	0,00	2,14	0,03	84,82	18	25	3,85	372,07	8	20	0,395	14,35
Fundación - ENTREPISO	C16	4,82	0,6	0,283	0,006	0,15	1	32,13	-73,01	25,43	42,82	-102,21	35,60	59,95	0,03	84,82	18	25	3,85	434,23	8	20	0,395	16,75
ENTREPISO - CUBIERTA	C16	3,35	0,6	0,283	0,006	0,15	1	22,33	7,98	0,00	3,99	11,17	0,00	5,59	0,03	84,82	18	25	3,85	301,80	8	20	0,395	11,64
Fundación - ENTREPISO	C17	5,62	0,6	0,283	0,006	0,15	1	37,47	-117,49	49,33	65,74	-164,48	69,06	92,04	0,03	84,82	18	25	3,85	506,31	8	20	0,395	19,53
ENTREPISO - CUBIERTA	C17	2,60	0,6	0,283	0,006	0,15	1	17,33	7,02	0,00	3,51	9,83	0,00	4,91	0,03	84,82	18	25	3,85	234,23	8	20	0,395	9,03
Fundación - ENTREPISO	C18	5,62	0,6	0,283	0,006	0,15	1	37,47	-9,95	15,29	20,28	-13,92	21,41	28,39	0,03	84,82	18	25	3,85	506,31	8	20	0,395	19,53
ENTREPISO - CUBIERTA	C18	2,60	0,6	0,283	0,006	0,15	1	17,33	1,27	0,00	0,63	1,77	0,00	0,89	0,03	84,82	18	25	3,85	234,23	8	20	0,395	9,03
Fundación - ENTREPISO	C19	1,78	0,6	0,283	0,006	0,15	1	11,87	-8,27	17,83	31,73	-11,57	24,96	44,42	0,03	84,82	18	25	3,85	160,36	8	20	0,395	6,18
ENTREPISO - CUBIERTA	C19	7,42	0,6	0,283	0,006	0,15	1	49,47	-0,78	0,00	-0,39	-1,09	0,00	-0,55	0,03	84,82	18	25	3,85	668,47	8	20	0,395	25,78
Fundación SUB - ENTREPISO	C20	4,00	0,6	0,283	0,006	0,15	1	26,67	-8,03	12,34	26,34	-11,24	17,28	36,88	0,03	84,82	18	25	3,85	360,36	8	20	0,395	13,90
ENTREPISO - CUBIERTA	C20	6,20	0,6	0,283	0,006	0,15	1	41,33	-4,84	0,00	-2,42	-6,77	0,00	-3,39	0,03	84,82	18	25	3,85	558,56	8	20	0,395	21,54
Fundación SUB - ENTREPISO	C21	5,70	0,6	0,283	0,006	0,15	1	38,00	-6,79	10,85	22,41	-9,51	15,19	31,37	0,03	84,82	18	25	3,85	513,51	8	20	0,395	19,81
ENTREPISO - CUBIERTA	C21	4,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	30,00	0,74	0,00	0,37	1,03	0,00	0,52	0,03	84,82	18	25	3,85	405,41	8	20	0,395	15,64
Fundación SUB - ENTREPISO	C22	6,20	0,6	0,283	0,006	0,15	1	41,33	-0,78	3,43	10,23	-1,10	4,80	14,32	0,03	84,82	18	25	3,85	558,56	8	20	0,395	21,54
ENTREPISO - CUBIERTA	C22	3,92	0,6	0,283	0,006	0,15	1	26,13	-1,29	0,00	-0,65	-1,81	0,00	-0,91	0,03	84,82	18	25	3,85	353,15	8	20	0,395	13,62
Fundación SUB - ENTREPISO	C23	4,90	0,6	0,283	0,006	0,15	1	32,67	-0,73	3,82	10,89	-1,03	5,35	15,25	0,03	84,82	18	25	3,85	441,44	8	20	0,395	17,03
ENTREPISO - CUBIERTA	C23	5,28	0,6	0,283	0,006	0,15	1	35,20	-0,83	0,00	-0,42	-1,16	0,00	-0,58	0,03	84,82	18	25	3,85	475,68	8	20	0,395	18,35
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C24	7,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	50,00	-8,97	13,41	27,51	-12,55	18,77	38,51	0,03	84,82	18	25	3,85	675,68	8	20	0,395	26,06
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C25	7,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	50,00	-8,96	13,64	27,95	-12,55	19,10	39,13	0,03	84,82	18	25	3,85	675,68	8	20	0,395	26,06
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C26	7,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	50,00	-9,12	14,19	28,64	-12,77	19,87	40,10	0,03	84,82	18	25	3,85	675,68	8	20	0,395	26,06
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C27	7,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	50,00	-9,44	20,83	34,27	-13,22	29,16	47,98	0,03	84,82	18	25	3,85	675,68	8	20	0,395	26,06
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C28	7,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	50,00	-9,05	21,02	35,47	-12,67	29,43	49,66	0,03	84,82	18	25	3,85	675,68	8	20	0,395	26,06
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C29	7,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	50,00	-9,73	24,03	40,08	-13,62	33,64	56,11	0,03	84,82	18	25	3,85	675,68	8	20	0,395	26,06
Fundación ELEVACION - CUBIERTA	C30	7,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	50,00	-7,91	31,05	45,32	-11,08	43,47	63,45	0,03	84,82	18	25	3,85	675,68	8	20	0,395	26,06
Fundación - ENTREPISO	C31	2,40	0,6	0,283	0,006	0,15	1	16,00	-8,75	23,77	38,47	-12,25	33,28	53,86	0,03	84,82	18	25	3,85	216,22	8	20	0,395	8,34
ENTREPISO - CUBIERTA	C31	6,83	0,6	0,283	0,006	0,15	1	45,53	-3,25	0,00	-1,63	-4,55	0,00	-2,28	0,03	84,82	18	25	3,85	615,31	8	20	0,395	23,73
Fundación - CUBIERTA	C32	9,00	0,6	0,283	0,006	0,15	1	60,00	-7,43	19,53	33,13	-10,40	27,34	46,38	0,03	84,82	18	25	3,85	810,81	8	20	0,395	31,27
Fundación - CUBIERTA	C33	9,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	63,33	-8,78	18,78	32,71	-12,30	26,29	45,79	0,03	84,82	18	25	3,85	855,86	8	20	0,395	33,01
Fundación - CUBIERTA	C34	9,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	63,33	-9,23	20,27	34,01	-12,92	28,38	47,61	0,03	84,82	18	25	3,85	855,86	8	20	0,395	33,01
Fundación - CUBIERTA	C35	9,50	0,6	0,283	0,006	0,15	1	63,33	-9,93	21,39	35,76	-13,90	29,95	50,06	0,03	84,82	18	25	3,85	855,				

Planilla de Bases

Hormigón: H-30

Acero: ADN 420

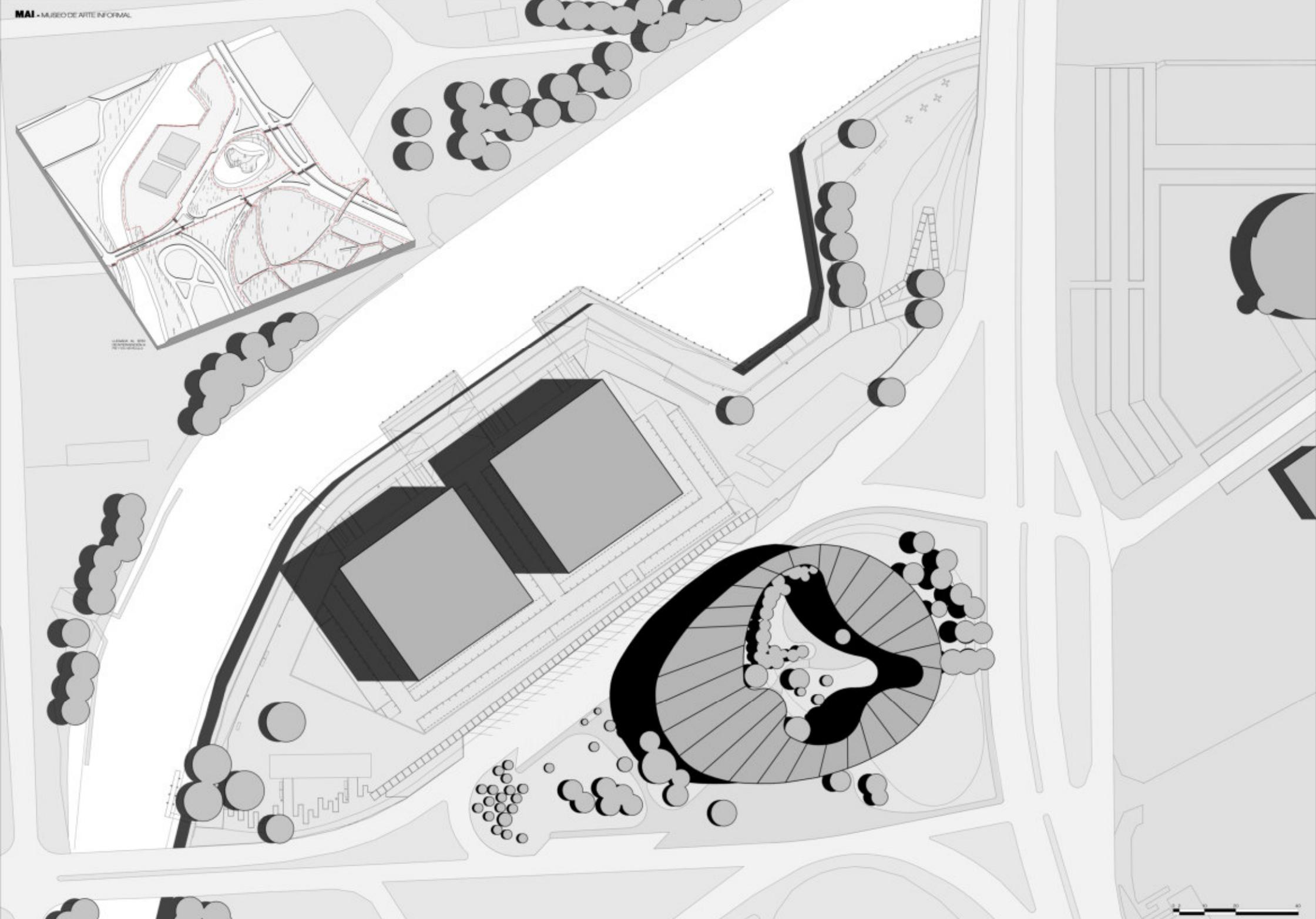
Designación	Servicio colum.			Ultimas colum			Columna		Pilote				Cabezal				Carga axil por	Carga axil por	α	Biela comp. Colum			Biela comp. Pilote			Armadura Cabezal			Armadura Pilote					
	Ps	Ms	Vs	Pu	Mu	Vu	ϕ	ϕ fuste	ϕ	L	sep	A	B	h	d	Tn	Tn	σ_c		$\sigma_{plast.}$	Verif.	σ_c	$\sigma_{plast.}$	Verif.	Tu	As nec	U	ρ nec.	cm2 nec.	cant	ϕ	Estribos		
	Tn	Tn.m	Tn	Tn	Tn.m	Tn	m	m	m	m	m	m	m	m	Tn	Tn	Tn/m2	Tn/m2			Tn/m2	Tn/m2		Tn	cm2	cm2				ϕ	sep.			
C01	17,22	27,48	45,13	24,11	38,47	63,18	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	18,24	24,13	56,66	104,10	1593,75	B.C	43,98	1593,75	B.C	3,11	0,99	0,20	0,01	19,63	10	16	6	20
C02	9,42	5,12	12,42	13,19	7,17	17,39	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	10,70	13,57	56,66	56,95	1593,75	B.C	24,06	1593,75	B.C	1,70	0,54	0,11	0,01	19,63	10	16	6	20
C03	9,44	6,89	15,84	13,22	9,65	22,18	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	11,15	14,20	56,66	57,07	1593,75	B.C	24,11	1593,75	B.C	1,70	0,54	0,11	0,01	19,63	10	16	6	20
C04	8,21	7,24	18,21	11,49	10,14	25,49	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	10,93	13,89	56,66	49,63	1593,75	B.C	20,97	1593,75	B.C	1,48	0,47	0,09	0,01	19,63	10	16	6	20
C05	7,37	3,23	9,67	10,32	4,52	13,54	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	9,72	12,19	56,66	44,55	1593,75	B.C	18,82	1593,75	B.C	1,33	0,42	0,08	0,01	19,63	10	16	6	20
C06	0,88	2,45	8,31	1,23	3,43	11,63	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	7,90	9,65	56,66	5,32	1593,75	B.C	2,25	1593,75	B.C	0,16	0,05	0,01	0,01	19,63	10	16	6	20
C07	7,44	3,48	10,15	10,42	4,87	14,21	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	9,80	12,30	56,66	44,98	1593,75	B.C	19,00	1593,75	B.C	1,34	0,43	0,09	0,01	19,63	10	16	6	20
C08	8,40	5,84	13,86	11,76	8,18	19,40	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	10,63	13,47	56,66	50,78	1593,75	B.C	21,45	1593,75	B.C	1,52	0,48	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C09	8,59	6,24	15,74	12,03	8,74	22,04	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	10,78	13,67	56,66	51,93	1593,75	B.C	21,94	1593,75	B.C	1,55	0,49	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C10	8,54	7,43	18,63	11,96	10,40	26,08	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	11,06	14,07	56,66	51,63	1593,75	B.C	21,81	1593,75	B.C	1,54	0,49	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C11	8,67	8,12	21,30	12,14	11,37	29,82	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	11,27	14,36	56,66	52,41	1593,75	B.C	22,14	1593,75	B.C	1,56	0,50	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C12	7,31	9,41	25,75	10,23	13,17	36,05	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	11,25	14,33	56,66	44,19	1593,75	B.C	18,67	1593,75	B.C	1,32	0,42	0,08	0,01	19,63	10	16	6	20
C13	7,97	5,74	13,80	11,16	8,04	19,32	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	10,50	13,28	56,66	48,18	1593,75	B.C	20,36	1593,75	B.C	1,44	0,46	0,09	0,01	19,63	10	16	6	20
C14	9,24	7,14	18,21	12,94	10,00	25,49	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	11,16	14,22	56,66	55,86	1593,75	B.C	23,60	1593,75	B.C	1,67	0,53	0,11	0,01	19,63	10	16	6	20
C15	4,51	21,22	35,28	6,31	29,71	49,39	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	13,50	17,49	56,66	27,26	1593,75	B.C	11,52	1593,75	B.C	0,81	0,26	0,05	0,01	19,63	10	16	6	20
C16	73,01	25,43	42,82	102,21	35,60	59,95	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	31,68	42,94	56,66	441,35	1593,75	B.C	186,47	1593,75	B.C	13,17	4,18	0,84	0,01	19,63	10	16	6	20
C17	117,49	49,33	65,74	164,49	69,06	92,04	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	48,77	66,87	56,66	710,24	1593,75	B.C	300,08	1593,75	B.C	21,19	6,73	1,35	0,01	19,63	10	16	6	20
C18	9,95	15,29	20,28	13,93	21,41	28,39	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	13,38	17,32	56,66	60,15	1593,75	B.C	25,41	1593,75	B.C	1,79	0,57	0,11	0,01	19,63	10	16	6	20
C19	8,27	17,83	31,73	11,58	24,96	44,42	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	13,59	17,62	56,66	49,99	1593,75	B.C	21,12	1593,75	B.C	1,49	0,47	0,09	0,01	19,63	10	16	6	20
C20	8,03	12,34	26,34	11,24	17,28	36,88	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	12,16	15,61	56,66	48,54	1593,75	B.C	20,51	1593,75	B.C	1,45	0,46	0,09	0,01	19,63	10	16	6	20
C21	6,79	10,85	22,41	9,51	15,19	31,37	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	11,48	14,66	56,66	41,05	1593,75	B.C	17,34	1593,75	B.C	1,22	0,39	0,08	0,01	19,63	10	16	6	20
C22	0,78	3,43	10,23	1,09	4,80	14,32	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	8,12	9,96	56,66	4,72	1593,75	B.C	1,99	1593,75	B.C	0,14	0,04	0,01	0,01	19,63	10	16	6	20
C23	0,73	3,82	10,89	1,02	5,35	15,25	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	8,21	10,08	56,66	4,41	1593,75	B.C	1,86	1593,75	B.C	0,13	0,04	0,01	0,01	19,63	10	16	6	20
C24	8,97	13,41	27,51	12,56	18,77	38,51	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	12,66	16,32	56,66	54,22	1593,75	B.C	22,91	1593,75	B.C	1,62	0,51	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C25	8,96	13,64	27,95	12,54	19,10	39,13	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	12,72	16,39	56,66	54,16	1593,75	B.C	22,88	1593,75	B.C	1,62	0,51	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C26	9,12	14,19	28,64	12,77	19,87	40,10	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	12,90	16,64	56,66	55,13	1593,75	B.C	23,29	1593,75	B.C	1,65	0,52	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C27	9,44	20,83	34,27	13,22	29,16	47,98	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	14,64	19,08	56,66	57,07	1593,75	B.C	24,11	1593,75	B.C	1,70	0,54	0,11	0,01	19,63	10	16	6	20
C28	9,05	21,02	35,47	12,67	29,43	49,66	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	14,59	19,01	56,66	54,71	1593,75	B.C	23,11	1593,75	B.C	1,63	0,52	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C29	9,73	24,03	40,08	13,62	33,64	56,11	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	15,51	20,30	56,66	58,82	1593,75	B.C	24,85	1593,75	B.C	1,76	0,56	0,11	0,01	19,63	10	16	6	20
C30	7,91	31,05	45,32	11,07	43,47	63,45	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	16,81	22,12	56,66	47,82	1593,75	B.C	20,20	1593,75	B.C	1,43	0,45	0,09	0,01	19,63	10	16	6	20
C31	8,75	23,77	38,47	12,25	33,28	53,86	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	15,20	19,86	56,66	52,89	1593,75	B.C	22,35	1593,75	B.C	1,58	0,50	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C32	7,43	19,53	33,13	10,40	27,34	46,38	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	13,81	17,92	56,66	44,92	1593,75	B.C	18,98	1593,75	B.C	1,34	0,43	0,09	0,01	19,63	10	16	6	20
C33	8,78	18,78	32,71	12,29	26,29	45,79	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	13,96	18,13	56,66	53,08	1593,75	B.C	22,42	1593,75	B.C	1,58	0,50	0,10	0,01	19,63	10	16	6	20
C34	9,23	20,27	34,01	12,92	28,38	47,61	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	14,44	18,81	56,66	55,80	1593,75	B.C	23,57	1593,75	B.C	1,66	0,53	0,11	0,01	19,63	10	16	6	20
C35	9,93	21,39	35,76	13,90	29,95	50,06	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	14,90	19,44	56,66	60,03	1593,75	B.C	25,36	1593,75	B.C	1,79	0,57	0,11	0,01	19,63	10	16	6	20
C36	10,55	30,09	43,18	14,77	42,13	60,45	0,6	0,65	4	0,5	5,6	1,5	2,4	2,4	1,2	1,14	17,23	22,71	56,66	63,78	1593,75	B.C	26,95	1593,75	B.C	1,90	0,60	0,12	0,01	19,63	10	16	6	20
CE1	38,01	4,13	3,09	53,21	5,78	4,32	0,4	0,45	2	0,4	5,6	1,5	2,4	0,9	0,9	0,84	24,04	33,06	48,24	601,28	1593,75	B.C	380,49	1593,75	B.C	20,19	6,41	1,28	0,01	12,57	10	16	6	20
CE2	1,39	0,34	0,11	1,95	0,47	0,15	0,4	0,45	2	0,4	5,6	1,5	2,4	0,9	0,9	0,84	3,84	4,78	48,															



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

ANEXO IV

Láminas Arquitectónicas



LABORAL DE ARTE
INFORMAL

MAI - MUSEO DE ARTE INFORMAL

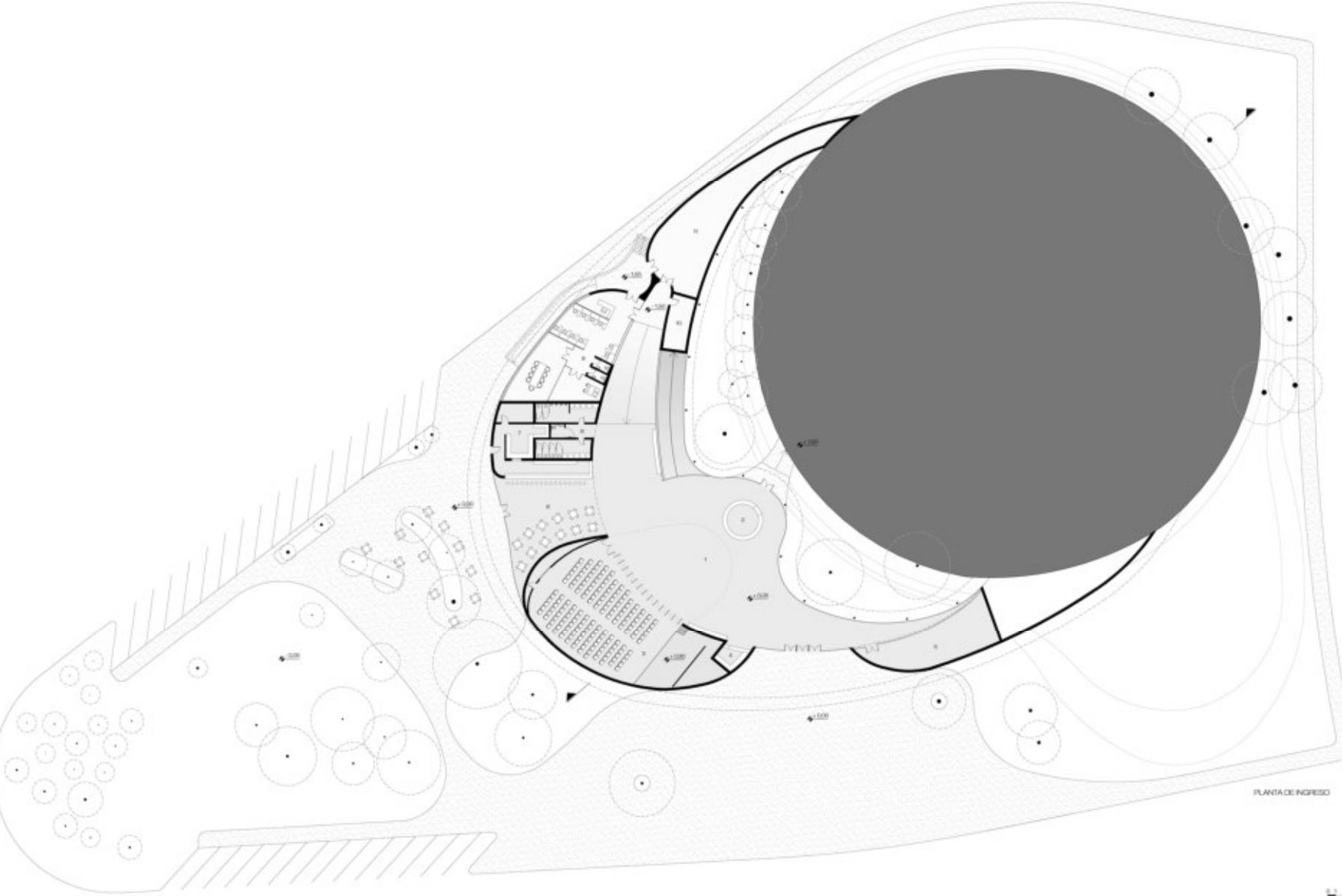
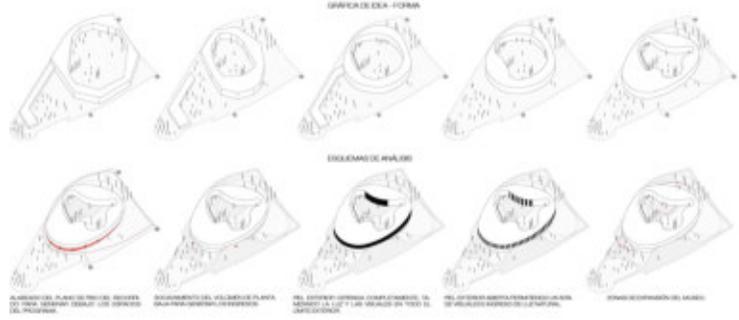
ARTE: REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD HUMANA MEDIANTE LA CUAL SE DEFINEN UNA IDEACIÓN, FORMA Y COMPOSICIÓN QUE INTERACTUA CON EL ENTORNO Y EL ESPACIO. **INFORMAL:** QUE NO QUEDA SUJETO A REGLAS PREESTABLECIDAS.

TAMBIÉN COMO ARTE INFORMAL: AQUELLO QUE NO SE ENCUENTRA EN UN ESPACIO DELIMITADO Y PARA UNA DETERMINADA CLASE SOCIAL, SINO ALGUNO LIBRE Y ESPONTÁNEO.

EL SITIO DE INTERVENCIÓN SE ENCUENTRA EN UN PARQUE ALIADO AL MUSEO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. EL DISEÑO DE LA OBRA DE ARQUITECTURA DEBE RESPONDER A LA FUNCIÓN DE LA OBRA, LA FORMA DE LA OBRA DEBE RESPONDER A LA FUNCIÓN DE LA OBRA, LA FORMA DE LA OBRA DEBE RESPONDER A LA FUNCIÓN DE LA OBRA.

QUEREMOS GENERAR UN ESPACIO CON UNA CONTINUIDAD ESPACIAL, YA SEA ENTRE LAS SALAS DE EXPOSICIÓN COMO ENTRE LOS DEMÁS ESPACIOS QUE FORMAN PARTE DEL PROYECTO. SUTOS DE LOS CONEXIONES VISUALES EN TODOS LOS NIVELES ESPACIALES A LA FORMA DE LA OBRA. ACTUANDO COMO UN PUNTO DE VISTA DE LA OBRA DE ARQUITECTURA, LA OBRA DE ARQUITECTURA DEBE RESPONDER A LA FUNCIÓN DE LA OBRA, LA FORMA DE LA OBRA DEBE RESPONDER A LA FUNCIÓN DE LA OBRA.

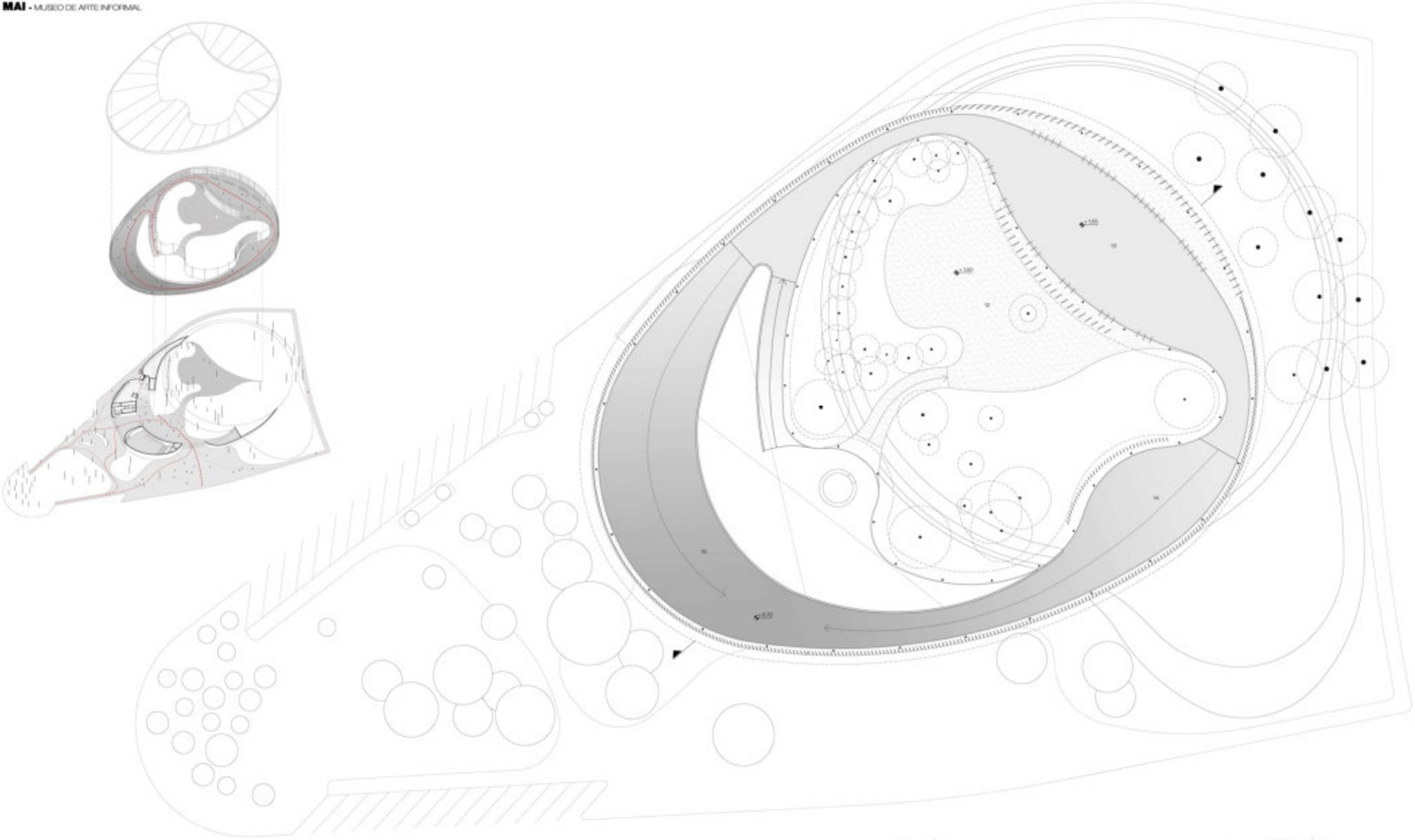
ALTERNAR EL ESPACIO EN LA OBRA DE ARQUITECTURA, LA OBRA DE ARQUITECTURA DEBE RESPONDER A LA FUNCIÓN DE LA OBRA, LA FORMA DE LA OBRA DEBE RESPONDER A LA FUNCIÓN DE LA OBRA, LA OBRA DE ARQUITECTURA DEBE RESPONDER A LA FUNCIÓN DE LA OBRA.



- 1- HALL
- 2- RECEPCION
- 3- SALA
- 4- GALLERY
- 5- SALA
- 6- SALA
- 7- COCINA
- 8- BARRIO
- 9- OFICINA
- 10- SERVICIOS
- 11- GARDERO

PLANTA DE INGRESO





10 - FINDE DE COLUANA
11 - GALERIA POSICION 1
12 - GALERIA POSICION 2
13 - GALERIA POSICION 3



