

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Arquitectura y Diseño Interior**

*Mundaneum:*

**Museo Botánico en Beirut**

**María Paz Arteaga Aguinaga**

**Arquitectura**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de Arquitectura

Quito, 21 de diciembre de 2022

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Arquitectura y Diseño Interior**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

***Mundaneum: Museo Botánico en Beirut***

**María Paz Arteaga Aguinaga**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Igor Muñoz, Arquitecto**

Quito, 15 de diciembre de 2022

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: María Paz Arteaga Aguinaga

Código: 00202042

Cédula de identidad: 1721158499

Lugar y fecha: Quito, 15 de diciembre del 2022

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

En el siguiente documento de fin de carrera se presenta la propuesta arquitectónica para un Museo Botánico en Beirut, Líbano. Para su diseño y desarrollo se tomaron en cuenta las condiciones sociales, económicas y medioambientales de Beirut, una ciudad fragmentada y de limitados espacios verdes. Para dar respuesta a la falta de espacios de esparcimiento naturales, se desarrolló una propuesta ecológica, educativa y que exponga la biodiversidad del mundo recopilada en un mismo lugar. El proyecto se implanta con jerarquía, pero sin quitar protagonismo a la vegetación. Gracias a la amplia transparencia, se crean microclimas adecuados para cada especie, así como permite que la vegetación recorra a través del interior del proyecto libremente, permitiendo al usuario y a la vegetación relacionarse de primera mano. La circulación libre del proyecto permite descubrirlo desde varias alternativas de recorrido y generando distintos puntos de vista de cada especie.

### **Palabras clave:**

Jardín botánico, mundaneum, Beirut, interacción, educación, vegetación, espacio público, invernadero, biodiversidad.

## **ABSTRACT**

The following final degree document presents the architectural proposal for a Botanical Museum in Beirut, Lebanon. For its design and development, we considered the social, economic and environmental conditions of Beirut, a fragmented city with limited green spaces. To respond to the lack of natural recreation spaces, an ecological, educational proposal was developed, this proposal exposes the world's biodiversity collected in one place. The project is implanted with a hierarchy but without removing prominence from the vegetation. Thanks to the wide transparency, suitable microclimates are created for each species, as well as allowing the vegetation to roam freely through the interior of the project and letting the user and the vegetation to interact first-hand. The free circulation of the project allows the visitors to discover it from several alternative routes and to generate different points of view of the different species.

### **Keywords:**

Botanical garden, Mundaneum, Beirut, interaction, education, vegetation, public space, greenhouse, biodiversity.

## TABLA CONTENIDO

Introducción	10
Contexto	11
1. Visión general	11
1.1 Ubicación	11
1.2 Información general	11
1.3 Historia	12
1.4 Tipología de la ciudad	14
1.5 Hitos históricos	14
1.6 Uso de suelos	15
1.7 Vía- accesos- figura y fondo	16
1.8 Topografía	17
1.9 Sectorización religiosa y clases sociales	18
1.10 Explosión en Beirut	20
2. Arquitectura y programa	20
2.1 Jardín Botánico de Bogotá	20
Propuesta y desarrollo	25
3. Desarrollo de proyecto	25
3.1 Análisis de conceptos	25
3.2 Partido	27
3.3 Desarrollo	31
3.4 Programa	32
Propuesta arquitectónica	35
4. Planimetría	35
Conclusiones	48
Referencias bibliográficas	49
Anexos	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama “Ubicación Beirut”. Elaboración grupal Valentina Franco	11
Figura 2. Diagrama “información general” Elaboracion grupal Valentina Franco	11
Figura 3. Diagrama “Línea de tiempo evolución de Beirut”. Valentina Franco	12
Figura 4. Diagrama “Línea de tiempo evolución de Beirut”. Valentina Franco	13
Figura 5. Diagrama “tipología de la ciudad” Elaboración propia y Valeria Silva	14
Figura 6. Diagrama “hitos históricos”. Elaboración propia y Valeria Silva	14
Figura 7. Diagrama “usos de suelo”. Elaboración propia y Valeria Silva	15
Figura 8. Diagrama “accesos-figura-fondo”. Elaboración propia	16
Figura 9. Diagrama “accesos-figura-fondo 2” . Elaboración propia y Valeria Silva	16
Figura 10. Diagrama “análisis topografía”. Elaboración propia y Valeria Silva	17
Figura 11. Diagrama “ sectorización religiosa y clases sociales” Elaboracion Propia y Valeria Silva	18
Figura 12. Infografía “explosiones en el puerto de Beirut” Elaboración grupal V. Franco	19
Figura 13. Infografía “explosiones en el puerto de Beirut”. Elaboración grupal V. Franco	19
Figura 14. Diagrama “Implantación general” Extraído de “Tropicario Jardin Botanico de Bogota / DARP – de arquitectura y paisaje	21
Figura 15. Diagrama “Relación contexto” Extraído de: Arquitectura Panamericana	22
Figura 16. Diagrama “Relación contexto” Elaboración propia	22
Figura 17. Diagrama “Aproximación” Elaboración propia.	23
Figura 18. Diagrama “Circulación” Elaboración propia.	23
Figura 19. Diagrama “Zonificación” Elaboración propia	24
Figura 20. Diagrama “secciones” Extraído de: <a href="http://arquitecturapanamericana.com">arquitecturapanamericana.com</a>	24
Figura 21. Diagrama “Bioclimática” Extraído de: <a href="http://arquitecturapanamericana.com">arquitecturapanamericana.com</a>	25
Figura 22. “Dendrocronología”. Extraído de “La dendrocronología conocer el pasado de los bosques para interpretar el presente y prever el futuro”	26
Figura 23. Diagrama “Componentes de un tronco en sección”. Elaboración propia.	28
Figura 24. Diagrama “Componentes en planta”. Elaboración propia.	29
Figura 25. Diagrama “conceptual” Elaboración propia.	30
Figura 26. “Diagrama de elementos”. <i>Elaboración propia.</i>	31
Figura 27. “Diagrama de relación con el contexto”. <i>Elaboración propia.</i>	32
Figura 28. “Diagrama Iluminación”. Elaboración propia.	33
Figura 29. <i>Cuadro de Áreas. Elaboración propia</i>	33
Figura 30. <i>Recopilación de predimensionados. Extraído de Neufert 1975</i>	34
Figura 31. <i>Recopilación de predimensionados</i>	34



*Extraído de Ernest. (1975). Neufert - El arte de proyectar en arquitectura.*

Figura 32. <i>Recopilación de predimensionados – Extraído de Neufert 1975</i>	35
Figura 33. <i>Recopilación de predimensionados – Extraído de Neufert 1975</i>	35
Figura 34. <i>Axonometría Museo Botánico. Elaboración propia.</i>	36
Figura 35. <i>Subsuelo. Elaboración propia.</i>	36
Figura 36. <i>Planta baja. Elaboración propia.</i>	37
Figura 37. <i>Primera planta. Elaboración propia.</i>	37
Figura 38. <i>Corte longitudinal A-A'. Elaboración propia.</i>	38
Figura 39. <i>Corte longitudinal B-B'. Elaboración propia.</i>	38
Figura 40. <i>Corte trasversal 1. Elaboración propia.</i>	39
Figura 42. <i>Fachada 2. Elaboración propia.</i>	40
Figura 43. <i>Fachada 3. Elaboración propia.</i>	40
Figura 44. <i>Fachada 4. Elaboración propia.</i>	40
Figura 45. <i>Ampliación corte por fachada. Elaboración propia.</i>	41
Figura 46. <i>Detalle constructivo. Elaboración propia.</i>	42
Figura 47. <i>Isometría sistema constructivo. Elaboración propia.</i>	42
Figura 48. <i>Detalle domo geodésico. Elaboración propia</i>	43
Figura 49. <i>Mapa de vegetación endémica libanesa. Elaboración propia.</i>	43
Figura 50. <i>Mapa de vegetación plantas extintas del mundo. Elaboración propia.</i>	44
Figura 51. <i>Mapa de vegetación plantas en peligro de extinción. Elaboración propia</i>	44
Figura 52. <i>Renders Interiores. Elaboración propia</i>	45
Figura 53. <i>Renders Interiores. Elaboración propia</i>	45
Figura 54. <i>Renders Interiores. Elaboración propia</i>	46
Figura 55. <i>Renders Interiores. Elaboración propia</i>	46
Figura 56. <i>Renders exteriores. Elaboración propia</i>	47
Figura 57. <i>Renders exteriores. Elaboración propia</i>	47
Figura 58. <i>Renders exteriores. Elaboración propia</i>	48

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Beirut se encuentra ubicada en la República de Líbano en Oriente Medio, su historia ha sido marcada por diversos acontecimientos que le obligaron a forjarse como una ciudad resiliente. Beirut, sobreviviente de la guerra, vivió en 2020 una gran tragedia, la cual hizo mella en su población, pero también en su desarrollo y crecimiento urbano. Debido a una explosión en su puerto, se perdieron tanto vidas como bienes materiales y es tras esta tragedia que se plantea nuevamente un plan de reconstrucción para impulsar a esta ciudad.

La realidad histórica dicta que en anteriores reconstrucciones se tomó en cuenta en medida mayoritaria el desarrollo económico y comercial de Beirut, haciendo de menos la riqueza humana, cultural, étnica, natural y el dinamismo endémico de Beirut. En respuesta a esta condición, la creación de un museo botánico y la integración de un plan que entiende el puerto y su importancia, busca la revitalización del espacio público y la creación de nuevos programas que integren el pasado histórico de la ciudad con el interés sobre la naturaleza.

Es así como se da lugar a la integración de la educación, cultura y recreación, permitiendo de esta manera que los usuarios adquieran conocimientos nuevos a medida que exploran y disfrutan de la experiencia y así finalmente incentivando a que la nueva ciudad se construya con nuevas expectativas sobre su futuro.

## CONTEXTO

### 1. Visión general del contexto

#### 1.1 Ubicación



Figura 1. Diagrama “Ubicación Beirut”. Elaborado en trabajo grupal por

Valentina Franco

La república libanesa, está ubicada en Oriente próximo y ocupada por cordilleras que se ubican en paralelo a la costa, esta configuración geográfica deja una llanura litoral en la cual se ubica la ciudad portuaria de Beirut, la cual se adentra en el Mar Mediterráneo y tiene como límites al Norte: Biblos y Trípoli y al sur Sidón y Tiro.

#### 1.2 Información General



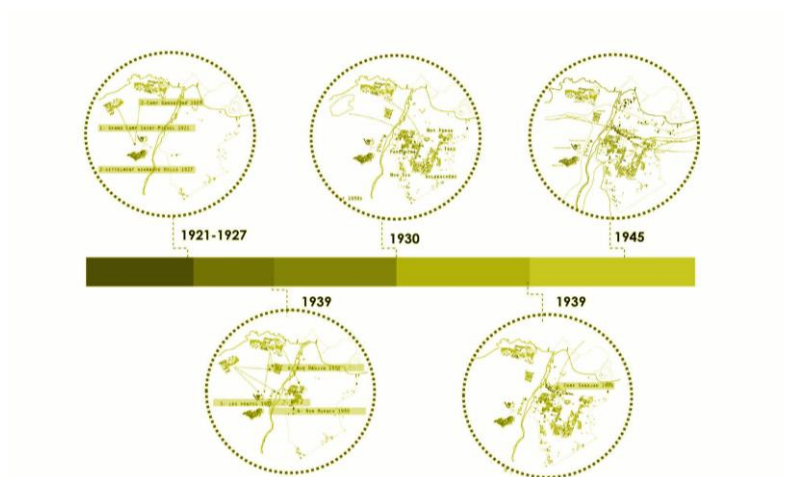
Figura 2. Diagrama “información general”. Elaborado en trabajo grupal

por Valentina Franco

La ciudad de Beirut posee un área de 10452 km<sup>2</sup> y se encuentra dividida en ocho gobernaciones, 25 distritos y 851 localidades. Su clima es mediterráneo con veranos calurosos y alcanza alrededor de los 300 días de sol.

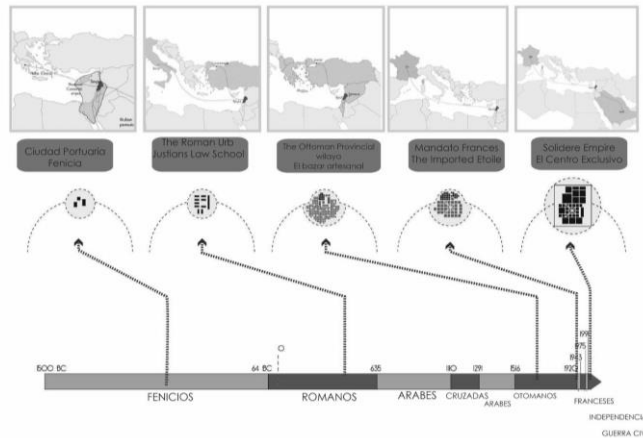
La ciudad cuenta con una gran diversidad cultural y étnica, entre la herencia musulmana y cristiana, Beirut se identifica por ser una de las menos conservadoras del Oriente Medio. Su vínculo con occidente, le ha llevado a convertirse en un centro de comercio, financiero, industrial y de negocios importante, así como su ubicación estratégica, le ha convertido en uno de los puertos de mayor afluencia de la región.

### 1.3 Historia



*Figura 3. Diagrama “Línea de tiempo evolución de Beirut”. Elaborado en trabajo grupal por Valentina Franco*

Líbano formó parte de los imperios bizantino y seléucida y posteriormente fue conquistado por los persas y los árabes. Durante más de dos siglos fue parte del reino cristiano en medio de las cruzadas y fue posteriormente dominado por los mamelucos egipcios. Tras esto el Imperio Otomano y Francia rigieron Líbano. La historia de Líbano y Beirut está llena de conflictos políticos, económicos y religiosos, hasta que finalmente entre los años 1975 y 1991 se desató una guerra civil.

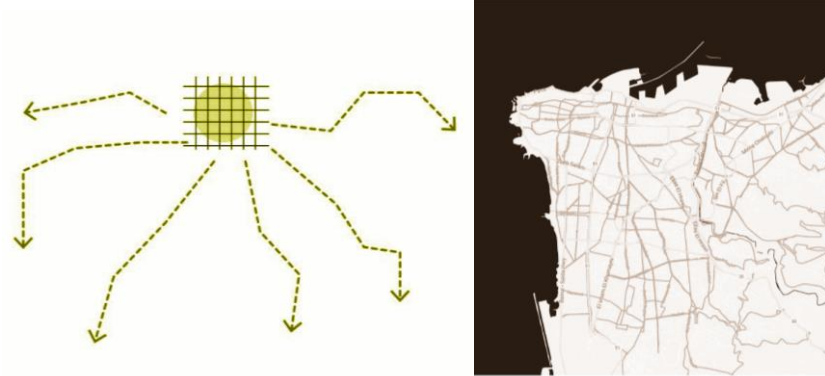


*Figura 4. Diagrama “Línea de tiempo evolución de Beirut”. Elaborado en trabajo grupal por Valentina Franco*

Beirut, una de las ciudades habitadas más antiguas del mundo fue hasta mediados del siglo XIX un asentamiento común de apenas 5000 habitantes. Gracias a la implementación de infraestructura, la ciudad desarrolló importantes conexiones entre diferentes puntos de Oriente y Occidente. Una de estas obras fue la ampliación del puerto en 1895 y la creación de la carretera Beirut Damasco en 1863. Sin embargo, su conexión con occidente creció de forma exponencial tras 1915, en este año Beirut pasó a ser un cruce importante entre Europa y Siria.

Después de la Primera Guerra Mundial, Francia elige Beirut como capital de los estados del Líbano y del Levante para controlar ciudades como Haifa y Damasco. Tras la Segunda Guerra Mundial y la Guerra Civil, la ciudad quedó dividida entre el dominio musulmán y el cristiano. Beirut pasó a posicionar su puerto como uno de los principales del Mar Mediterráneo, es así que el puerto se convirtió en parte de la identidad de la ciudad, generando un crecimiento de forma radial y contribuyendo a su carácter mercantil. Las fortunas creadas gracias al boom petrolero del Golfo- Pérsico, invirtieron en el sector inmobiliario y de esta forma contribuyeron a la imagen de atracción turística y al establecimiento de empresas occidentales en la ciudad.

## 1.4 Tipología de la ciudad



*Figura 5. Diagrama “tipología de la ciudad”. Elaboración propia y Valeria Silva*

Esta ciudad crece desde un punto central ubicado cerca del puerto con característica de una trama urbana ortogonal. Sin embargo, la ciudad al extenderse absorbió a varios pueblos aledaños y no se pudo mantener la misma trama. Al ser una ciudad que ha tenido muchos conflictos han existido diversas reconstrucciones, lo que ha provocado que se desarrolle una trama yuxtapuesta por nuevos sectores.

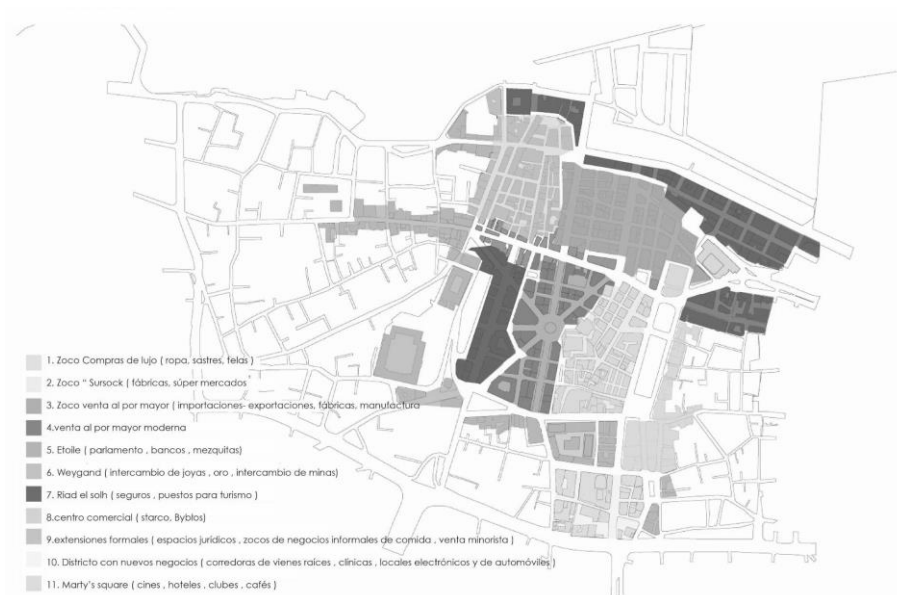
## 1.5 Hitos históricos



*Figura 6. Diagrama “hitos históricos”. Elaboración propia y Valeria Silva*

Beirut es una ciudad muy densa a pesar de su reducido territorio, y junto a su gran riqueza histórica, esta ciudad basa su identidad urbana en diferentes tiempos históricos. Su herencia histórica incluye hitos de diferentes orígenes, así como: romanos, otomanos, cristianos, palestinos, entre otros. Sin embargo, tras la guerra civil de Líbano, la ciudad se reconstruyó y buscó revitalizar su centro histórico, desapareciendo varios edificios y monumentos de gran importancia, para que finalmente tras la explosión en el puerto y una nueva reconstrucción, muchos de estos hitos y otros edificios históricos se encuentren nuevamente amenazados por el crecimiento inmobiliario de la actualidad.

### 1.6 Uso de suelos



*Figura 7. Diagrama "usos de suelo". Elaboración propia y Valeria Silva*

A principios del siglo anterior, el distrito Medawar fue destino de trabajadores y migrantes, siendo una zona residencial para la mano de obra que trabajaba en las industrias locales. Tras la guerra civil libanesa, la nueva reestructuración y planeamiento de la ciudad convirtió a este distrito en una zona semi industrial en la que se puede encontrar diversos comercios y así también el desarrollo de la ciudad dio lugar en el tiempo a actividades de recreación y turismo.

## 1.7 Vías- accesos- figura fondo

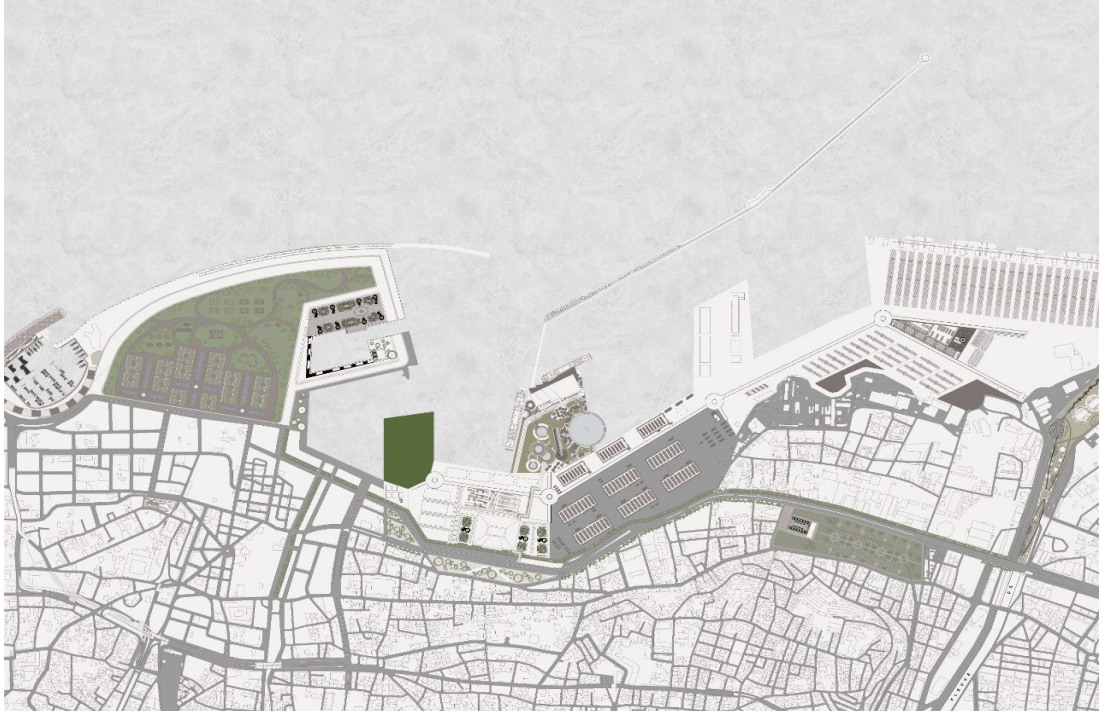


Figura 8. Diagrama “accesos-figura-fondo”. Elaboración propia.



Figura 9 Diagrama “accesos-figura-fondo 2”. Elaboración propia y

Valeria Silva



Las redes viales y peatonales comunican a todo el centro de la ciudad con el puerto. Varios sectores de la ciudad están comunicados gracias a estas redes y a la accesibilidad al transporte público, lo cual beneficia tanto a los locales como a quienes visitan la ciudad por turismo.

## 1.8 Topografía



*Figura 10. Diagrama “análisis topografía”. Elaboración propia y Valeria*

*Silva*

Beirut se caracteriza por ser una ciudad portuaria ubicada en una llanura, en cuyas orillas se encuentra el mar mediterráneo, la topografía asciende a medida que se acerca al borde de la cordillera al sur. Su límite marítimo es de gran importancia ya que es un punto clave para el desarrollo comercial del puerto, así como para su economía.

## 1.9 Sectorización religiosa y clases sociales

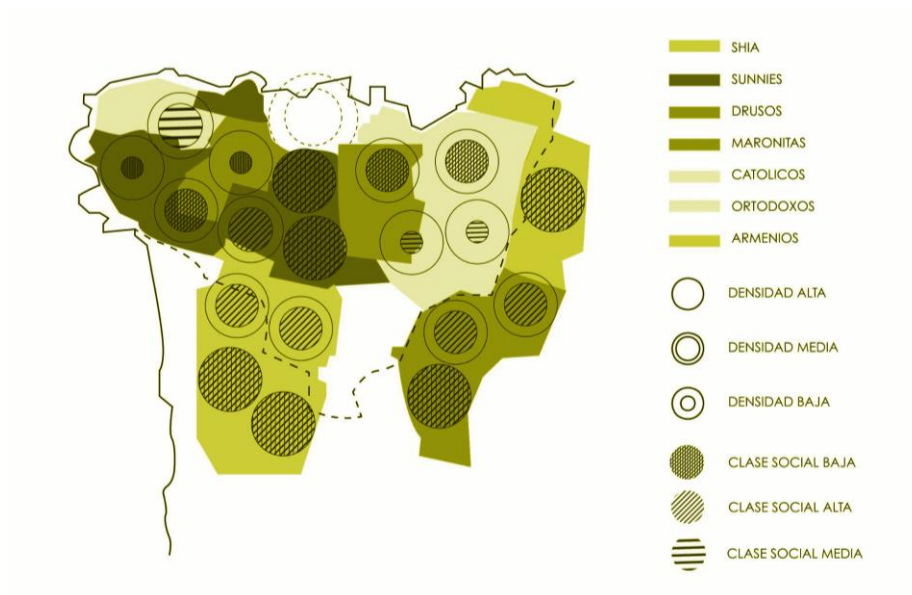


Figura 11. Diagrama “sectorización religiosa y clases sociales”.

*Elaboración propia y Valeria Silva*

La ciudad de Beirut, como muchas otras ciudades, está marcada por diferencias sociales y comunitarias. Históricamente la ciudad se caracteriza por ser un crisol cultural en el que conviven diferentes religiones y modos de vida. Entre los diferentes grupos religiosos, se encuentran: shía, suníes, drusos, maronitas, católicos, ortodoxos y armenios y cada uno de ellos están representados en diferentes sectores de la ciudad.

## 1.10 Explosión en el puerto de Beirut



Figura 12. Collage “explosiones en el puerto de Beirut” Elaboración grupal Valentina Franco.

El 4 de agosto de 2020, 2750 toneladas de nitrato de amonio, las cuales habían sido decomisadas y almacenadas en un almacén del puerto, explotaron afectando al puerto y a sus inmediaciones y dejando como consecuencia 207 muertos, 7500 heridos y más de 100000 personas sin hogar. La explosión originó un gran incendio afectando alrededor de 10 km del radio del territorio circundante.



Figura 13. Infografía “explosiones en el puerto de Beirut”. Elaboración Valentina Franco.

Las consecuencias de esta explosión, se originan no sólo en las inconmensurables pérdidas materiales, sino también en el trauma e impacto psicológico que vivieron sus habitantes

y perdura hasta hoy. Tras la explosión alrededor de 300.000 personas perdieron sus viviendas, negocios y familias. La ciudad de Beirut, la cual se había recuperado de diversos eventos históricos que amenazaron su existencia, una vez más fue amenazada y su resiliencia ha salido a flote en pequeños pasos, aún así la reconstrucción va a tomar mucho tiempo.

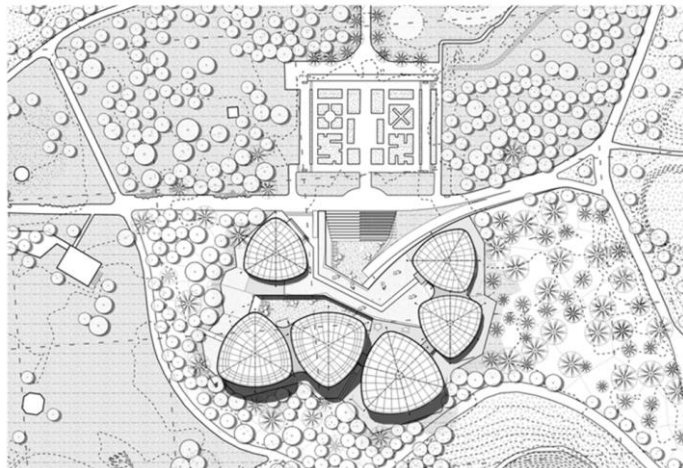
A pesar de las protestas que hubo debido a la grave crisis socio-económica que se desató tras las explosiones, la realidad histórica dicta que la reconstrucción puede una vez más restar valor a muchos factores que incluyen a la cultura y al patrimonio, otorgando mayor valor únicamente a lo comercial. Es por esto que es necesario promover un plan de acción que considere e incorpore el aspecto socio-cultural del sector comunitario, aprovechando el increíble potencial urbano y el dinamismo de la ciudad de Beirut, incentivando la educación y la recreación, así como la creación de espacios públicos.

## ANÁLISIS REFERENTES

### 2. Arquitectura y programa

#### 2.1 Jardín Botánico de Bogotá

El jardín Botánico de Bogotá fue diseñado por el estudio DARP en el año 2014, el proyecto es un tropicario ubicado en la meseta bogotana que propone la recreación de los diversos ecosistemas que se encuentran en Colombia, para que de esta forma por medio de su recorrido se logre incentivar a su protección. El proyecto está conformado por seis volúmenes con formas flexibles, que a breve vista se perciben como espacios separados, que se implantan sobre una base previamente existente y respetando la vegetación del lugar.



*Figura 14. Diagrama “Implantación general”. Extraído de “Tropicario Jardín botánico de Bogotá /*

*DARP - De Arquitectura y Paisaje”*

El diseño de este tropicario parte del cuestionamiento de la relación entre la sabana bogotana y el desarrollo de un espacio en el que se pueda educar. Funciona como un sistema de espacios que se encuentran flotando dentro del humedal, aprovechando su posición dentro de este punto ecológico en medio del casco urbano de Bogotá.



*Figura 15. Diagramas “Relación contexto” Extraído de:  
<https://arquitecturapanamericana.com>*



*Figura 16. Diagramas “Relación contexto” Elaboración propia*

Su integración al contexto natural se da a través de la creación de módulos flotantes que se comunican por medio de un humedal artificial. De esta forma la creación de un sistema de “esclusas” permiten la transición entre los diferentes espacios, el recorrido lineal conecta todos los espacios, tiene un punto de entrada y uno de salida y es una característica vital del proyecto y su recorrido.



## APROXIMACIÓN



HUMEDAL ARTIFICIAL

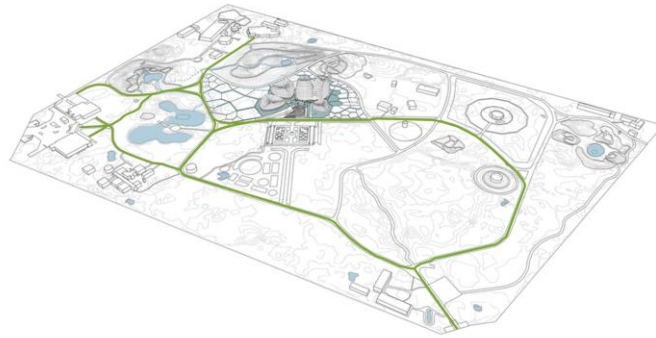
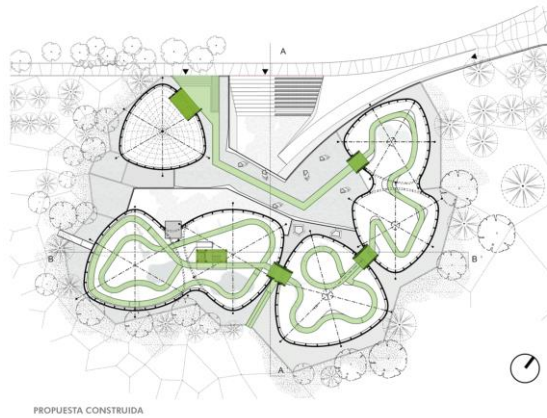


Figura 17. Diagrama “Aproximación”. Elaboración propia.

## CIRCULACIÓN



PRIMERA PROPUESTA DE RECORRIDO



PROPUESTA CONSTRUIDA

Figura 18. Diagrama “Circulación”. Elaboración propia.

El proyecto se compone de seis colecciones: bosque seco, colecciones especiales, plantas útiles, superpáramo, bosque húmedo y biodiversa rio. La creación de estos espacios es sin duda la reconciliación entre la cultura, la educación y la necesidad de crear espacios vinculados a la naturaleza.



Figura 19. Diagrama “Zonificación”. Elaboración propia.

Las secciones muestran tanto las formas, la escala y la estructura del proyecto, así como también indica las relaciones existentes entre los diferentes espacios.

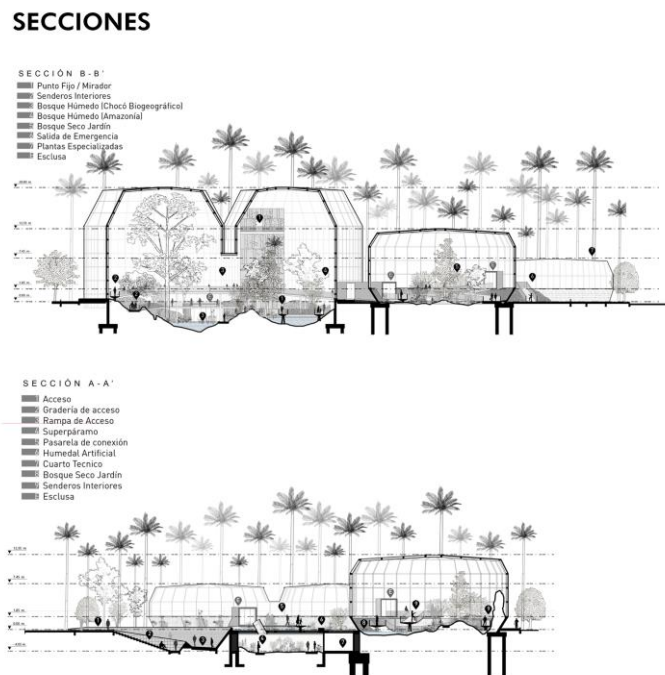


Figura 20. Diagrama “secciones”. Extraído de: [arquitecturapanamericana.com](http://arquitecturapanamericana.com)



Cada uno de estos espacios utiliza sistemas de ventilación pasivos, DARP se vale del espesor de vidrios y sistemas automatizados de apertura para el control de la temperatura. Así también se incorporaron otras estrategias pasivas como el planteamiento de cada estructura como receptor de agua, por medio de un óculo se capta agua, la cual termina en los humedales y a su vez servirá como abastecimiento para los sistemas interiores de riego para la vegetación.

## BIOCLIMÁTICA

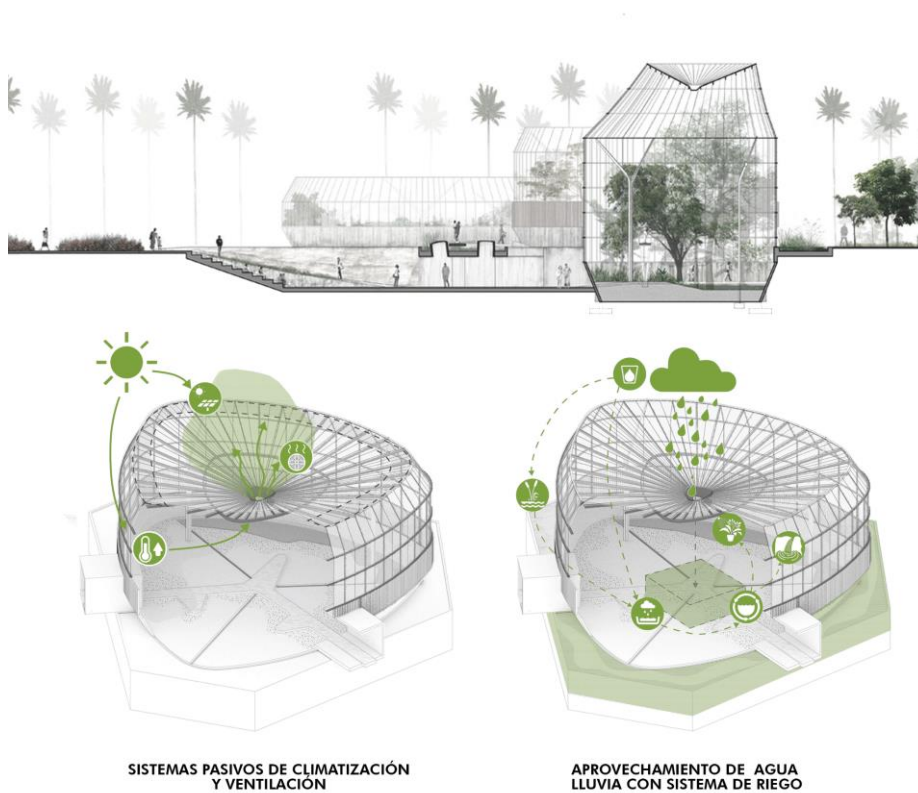


Figura 21. Diagrama “Bioclimática” Extraído de [arquitecturapanamericana.com](http://arquitecturapanamericana.com)

## PROPUESTA Y DESARROLLO

### 3. Desarrollo de proyecto

#### 3.1 Análisis de conceptos

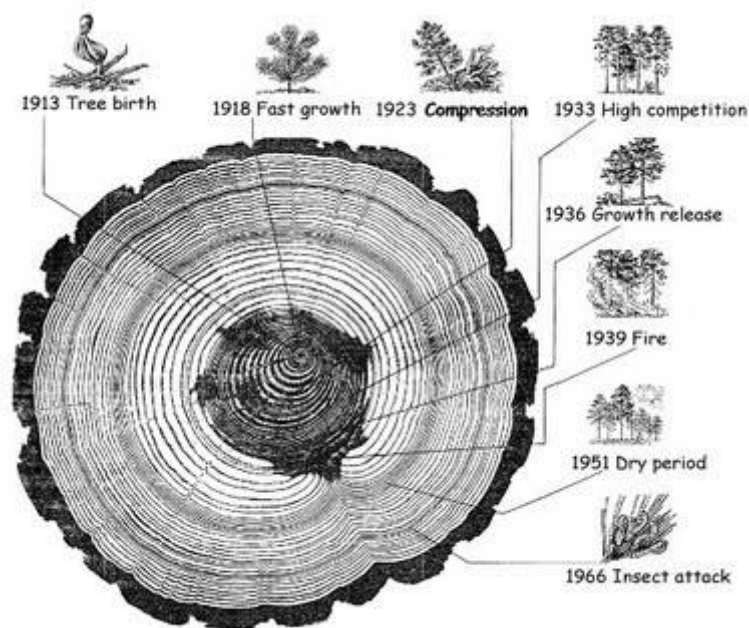
##### **Mundaneum**

Centro de registro y recopilación de información de todo el mundo.

El término mundaneum viene de la combinación de los términos “museum” y “mundi”, es decir, un museo del mundo. El mundaneum como museo botánico se conforma por un espacio físico donde se recopilan y exhiben al público plantas, árboles, minerales y fósiles provenientes de todas partes del mundo con la intención de impartir un conocimiento universal que unifique y exponga la biodiversidad.

##### **Dendrocronología**

(del griego dendros dendros, "árbol" y chronos, "tiempo")



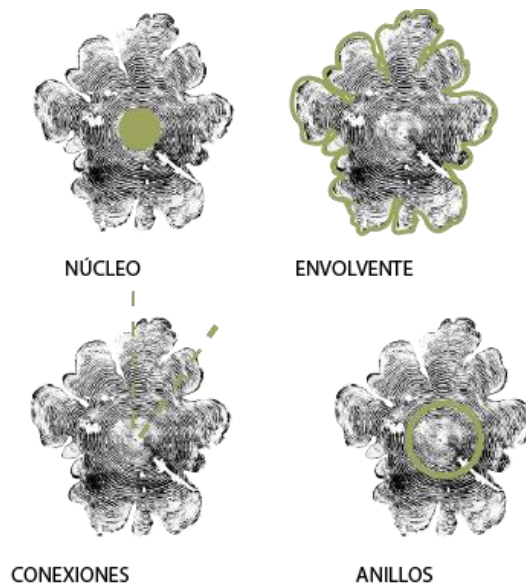
*Figura 22. Dendrocronología*

*Extraído de “La dendrocronología: conocer el pasado de los bosques para interpretar el presente y prever el futuro”*

En la botánica, el término dendrocronología se conoce como el estudio de las secuencias de crecimiento anuales de los anillos internos de árboles y arbustos, con el propósito de extraer información acerca de eventos que dieron lugar en distintos periodos en el contexto de tal árbol. Gracias a esta ciencia, es posible reconocer patrones espaciales y periodos de sequía, plagas, incendios, inundaciones, alta competencia y densidad entre otros datos históricos. La información provista por la práctica de la dendrocronología es de gran aporte para comprender los procesos, periodos y acontecimientos históricos.

La organización geométrica del tronco en sección permite determinar un núcleo el cual es englobado por una envolvente, donde se establecen múltiples conexiones entre los diferentes anillos. Así, podemos comprender que la formación orgánica del tronco se divide en cuatro componentes principales que la conforman:

- **Núcleo:** Parte central, elemental y de mayor importancia del conjunto.
- **Envolvente:** capa protectora exterior, elemento que rodea y limita con el exterior
- **Anillos:** capas organizadas en un orden cronológico entre el núcleo y la envolvente.
- **Conexiones:** ejes que articulan los anillos entre ellos y con el resto de las partes que conforman el conjunto.



*Figura 23. Componentes de un tronco en sección. Elaboración propia.*

### 3.2 Partido

Tras estudiar los componentes principales de la dendrocronología y su importancia en la composición física de la naturaleza, el concepto de los aros de crecimiento es reinterpretado y utilizado como pauta inicial de la organización espacial del proyecto. El museo botánico se desarrollará usando como referencia los anillos encontrados en los árboles, los cuáles nos permiten comprender no solo las complejas interacciones entre la naturaleza y las personas a lo largo de la historia, sino también ser las fuerzas organizativas que distribuyen, articulan y envuelven el espacio físico del museo botánico.

La reinterpretación del concepto de dendrocronología se traduce al proyecto de la siguiente manera:

**Núcleo** = espacios jerárquicos, centrales

**Anillos**= espacios de exposición que contienen información distribuida cronológicamente

**Conexiones** = circulación y recorrido en rampas y senderos orgánicos

**Envolvente** = fachadas

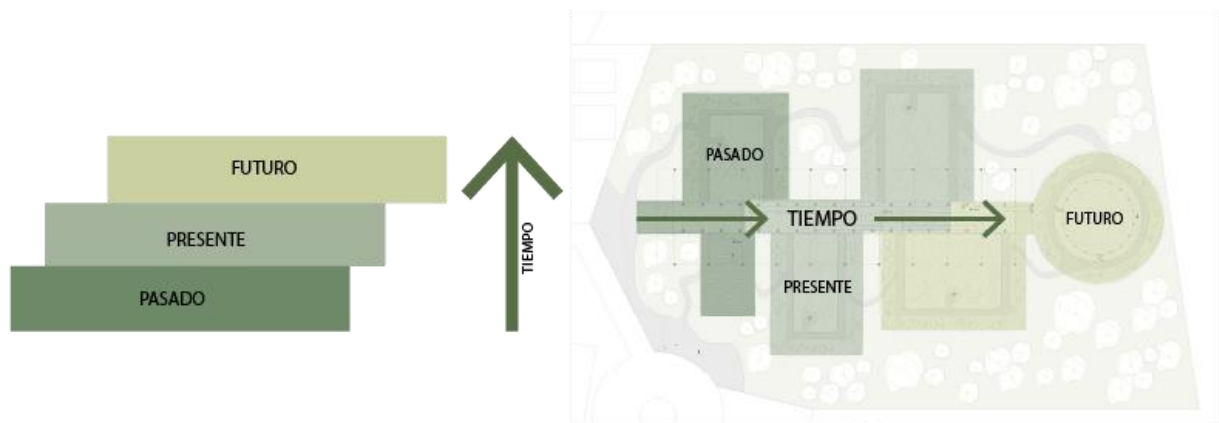


*Figura 24. Diagrama de componentes en planta. Elaboración propia.*

A partir de los cuatro elementos principales de diseño, se genera un museo botánico con piezas programáticas organizadas de manera concéntrica, cuya interrelación se establece mediante un núcleo que articula todos los espacios mediante rampas. Este núcleo es una gran barra central de vidrio que permite al usuario recorrer el espacio mientras observa la biodiversidad del jardín interior a distintas alturas y puntos de vista. A través de la barra, existen seis puntos de conexión con otros espacios, haciendo de esta barra el elemento unificador del proyecto. Esto permite al museo entenderse como un solo elemento, y no como una serie de partes independientes o aisladas.

A partir de la barra central, se distribuyen salidas a cuatro patios enterrados, rodeados por salas de exhibición cubiertas y con el control lumínico adecuado para el programa. Todos los patios ofrecen varias alternativas de recorrido, así como espacios de estancia e interacción con la vegetación existente.

De la misma manera, se utiliza como concepto la organización cronológica de los aros de los árboles como una pauta para la organización de las exhibiciones que rodean a los cuatro patios principales. El desarrollo del recorrido desde el nivel de tierra se asocia con el transcurso del tiempo, emulando el crecimiento de un organismo vegetal.



*Figura 25. Diagrama conceptual Elaboración propia.*

El recorrido de las salas de exhibición se organiza en un orden cronológico de tres:

- **Pasado:** las primeras salas de exhibición presentan una amplia colección educativa de minerales y fósiles de flora y fauna prehistórica, así como también se designa una sección de exposición enfocada en todas las especies extintas debido a la explotación de recursos naturales. Esto con el propósito de iniciar el recorrido con un momento de enseñanza en torno a la conservación de especies y a la importancia de la preservación del medio ambiente.
- **Presente:** las salas de exhibición designadas al presente se encuentran distribuidas en torno a los siguientes dos patios. Estos espacios se designan para una exposición más amplia y completa enfocada en las especies nativas y endémicas de Líbano, así como una recopilación de especies de todo el mundo con el propósito de dar a conocer al público la biodiversidad a nivel mundial.
- **Futuro:** Por último, el espacio designado al futuro se encuentra en el último patio, el cual es el de mayor tamaño, y de la misma manera, rodeando al patio se ubican espacios de exhibición de nuevas tecnologías desarrolladas a partir de vegetación y

micelio, así como áreas destinadas a exhibición de especies en peligro de extinción, con la intención de reafirmar el mensaje de conciencia ecológica y preservación de especies. Igualmente se podrán encontrar los laboratorios demostrativos, espacios designados a biotecnólogos para no solo generar el espacio para el desarrollo de nuevas alternativas futuras, sino también para que el visitante del museo pueda observar y aprender.

El recorrido a través de todos los patios es libre y con varias alternativas, y la vegetación está inmersa tanto en el interior como en el exterior del proyecto. Los patios funcionan como “salas de exhibición natural”, donde se rompe esa barrera entre el usuario y el objeto a ser expuesto, haciendo que se pueda interactuar físicamente con la vegetación y recorrerla a través de distintos puntos de vista.



*Figura 26. “Diagrama de elementos”. Elaboración propia*

### 3.3 Desarrollo

El proyecto se encuentra emplazado en un terreno donde tres de los cuatro frentes se encaran directamente al océano, haciendo que toda aproximación al proyecto se concentre en un punto específico. Es ahí donde se integra el redondel planteado en la planificación urbana y se da inicio al recorrido que atravesará interna y externamente la totalidad del proyecto. Desde el domo geodésico es posible tener varias relaciones visuales directas con el entorno de plan urbano, así como del océano.

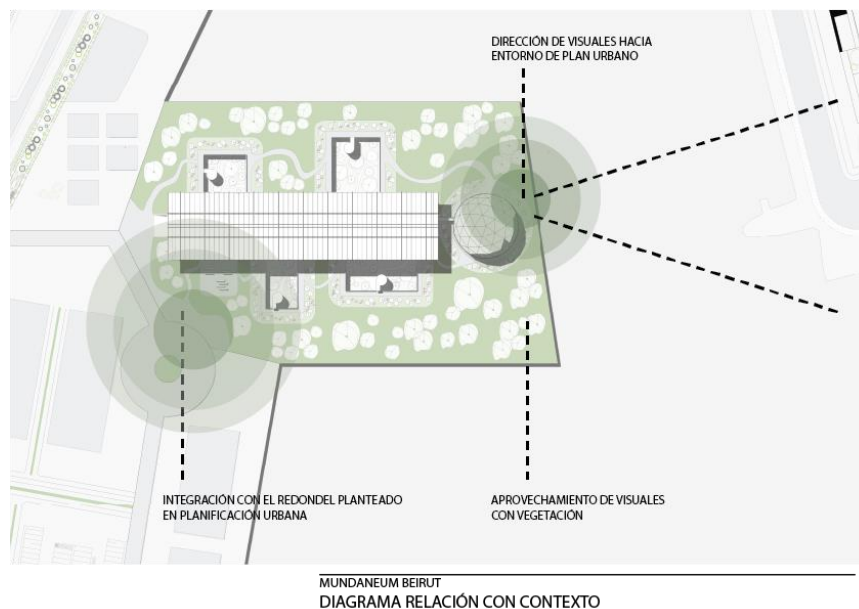


Figura 27. “Diagrama de relación con el contexto”. Elaboración propia.

El control lumínico dentro de un museo es de los aspectos más importantes al momento de diseñar, por eso se categorizó cada elemento del programa según sus necesidades lumínicas. De esta manera, todos los espacios de menor necesidad lumínica se encuentran distribuidos alrededor de los patios hundidos. Por otro lado, los espacios destinados a la vegetación cuentan con luz natural directa y ventilación cruzada.



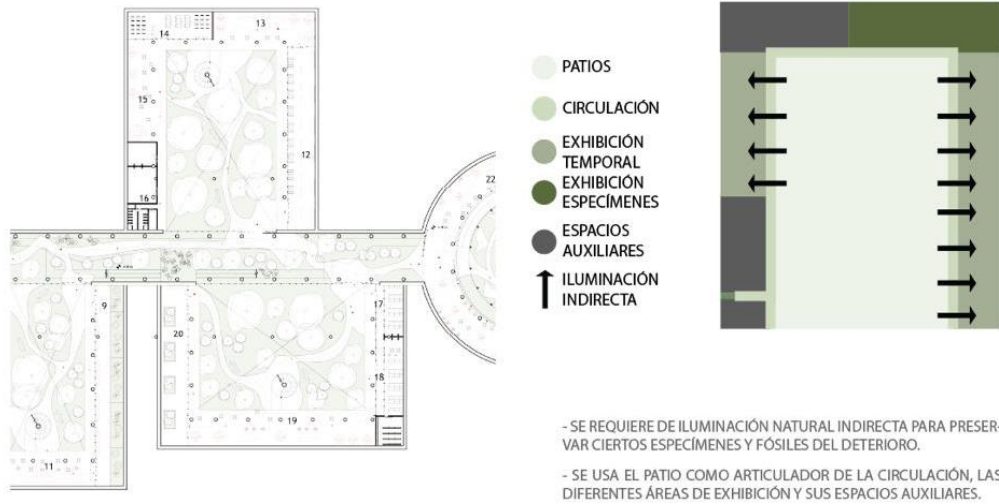


Figura 28. Diagrama "iluminación". Elaboración propia

### 3.4 Programa

Cuadro de Áreas										
Caracter	Zona General	Subzona	Unidad Funcional	#	Área m <sup>2</sup>		#	Área m <sup>2</sup>		
				Usuarios	Espacio	Unidad funcional	Cantidad	Espacio/Cantidad		
Público	Museo	Exhibición temporal	Herbario	270	540	1	540	7605		
			Exhibición muestras botánicas	215	430	1	430			
			Exhibición temporal	125	250	2	500			
		Exhibición permanente	Exhibición interactiva fósiles	135	270	1	270			
			Exhibición especímenes	150	300	1	300			
			Ilustraciones botánicas	237.5	475	1	475			
			Muestra paleobotánica	175	350	1	350			
		Laboratorios	Laboratorio biotecnología	20	135	1	135			
			Laboratorio genética	16	190	1	190			
			Exhibiciones interactivas genética	50	450	1	450			
			Ensayos biotecnología	25	415	1	415			
			Invernadero	Invernadero	900	1800	1		1800	
		Biblioteca	Archivo Histórico	Exhibiciones invernadero	875	1750	1		1750	365
				Información y préstamos	3	10	1		10	
	Estanterías de libros			15	30	2	60			
	Colección de lectura		Sala general de lectura	36	100	1	100			
			Mesas de estudio individual	12	35	1	35			
			Cuarto de reparaciones y documentación	3	10	1	10			
			Información y préstamos	3	10	1	10			
			Estantería de libros	30	60	1	60			
			Sala general de lectura	27	70	1	70			
			Mesas de estudio individual	4	10	1	10			
	Auditorio	Auditorio	Foyer	220	220	1	220	1330		
			Asientos Auditorio	610	610	1	610			
		Escenario	20	175	1	175				
		Camerinos	Camerino	20	45	2	90			
	Baños		9	25	4	100				
	Complementarios	Cafetería	Utillería	3	45	3	135	140		
			Bar de Cafetería	30	60	1	60			
			Cocina	5	20	1	20			
		Información	Salón de comida	40	35	1	35			
			Bodega	2	15	1	15			
Counter de Información			2	10	1	10				
Privado	Administrativo	Presidencia	Oficina presidente	1	20	1	20	65		
			Sala de reuniones	6	15	1	15			
			Sala de espera	4	20	1	20			
		Oficinas	Secretaría presidencia	1	10	1	10			
			Bodega	2	10	2	20			
	Área no computable	Servicios	Sala de reuniones	6	20	5	100	3532		
			Sala de trabajo	15	40	1	40			
			Archivos	2	10	1	10			
			<b>TOTAL</b>				<b>9505</b>			
			Área no computable	Servicios	Cuarto eléctrico	4	30		1	30
Cuarto de máquinas	3	45			2	90				
Cuarto de generadores	4	30			1	30				
Parqueaderos	1	12.5			66	825				
Parqueaderos de discapacitados	1	14			4	56				
Bodegas	2	50			12	600				
Circulación y muros	-	1901			1	1901				
<b>TOTAL JUNTO CON ÁREA NO COMPUTABLE</b>								<b>13037</b>		

Figura 29. Diagrama "Cuadro de áreas". Elaboración propia

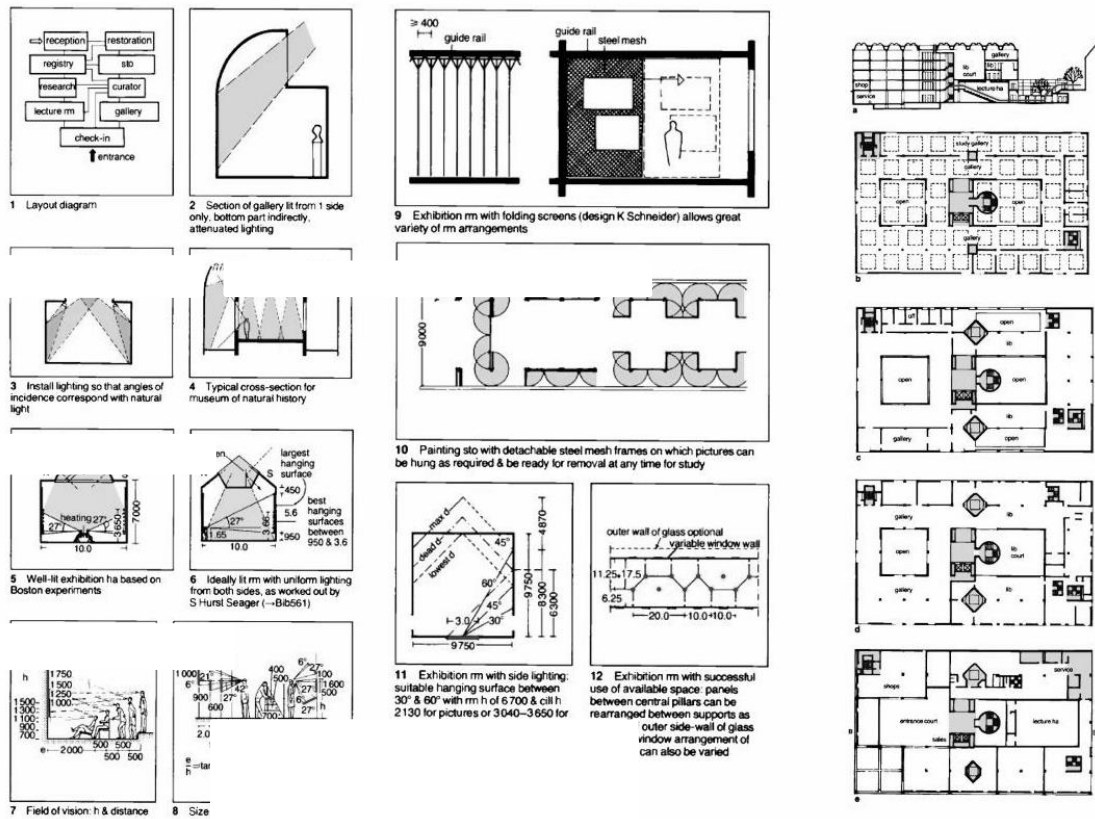


Figura 30. Recopilación de predimensionados - Museo  
 Extraído de Ernest. (1975). Neufert - El arte de proyectar en arquitectura.

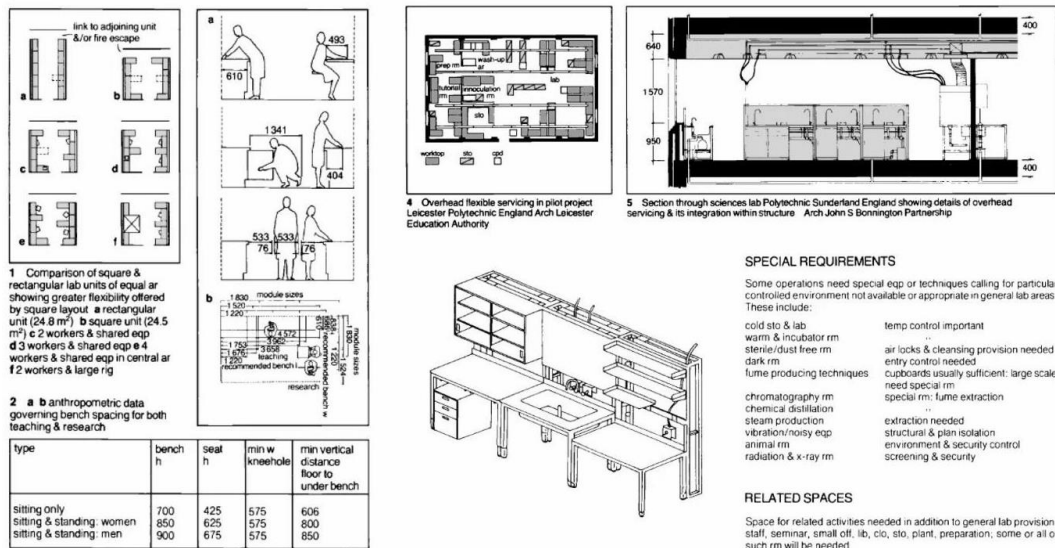


Figura 31. Recopilación de predimensionados - Laboratorios  
 Extraído de Ernest. (1975). Neufert - El arte de proyectar en arquitectura.

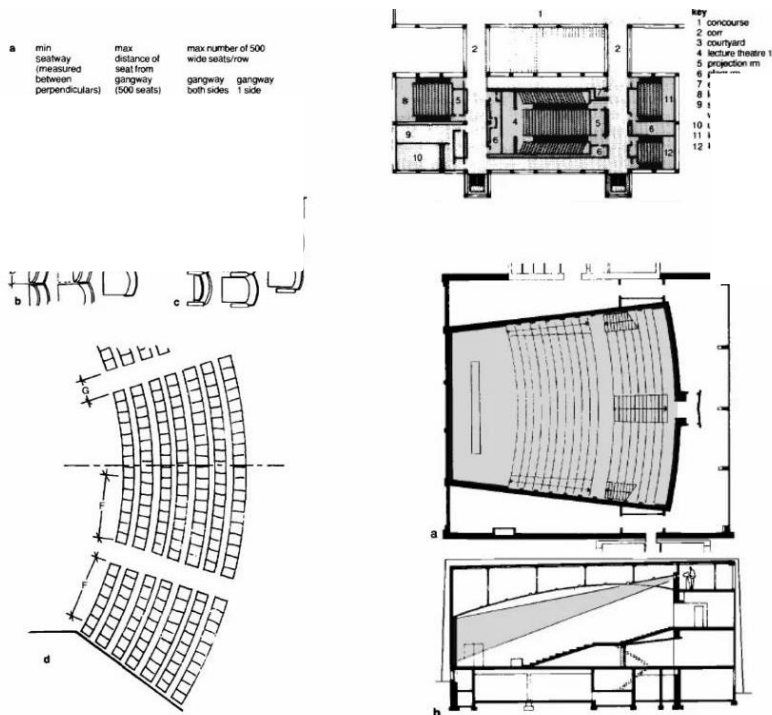


Figura 32. Recopilación de predimensionados - Auditorio  
Extraído de Ernest. (1975). Neufert - El arte de proyectar en arquitectura.

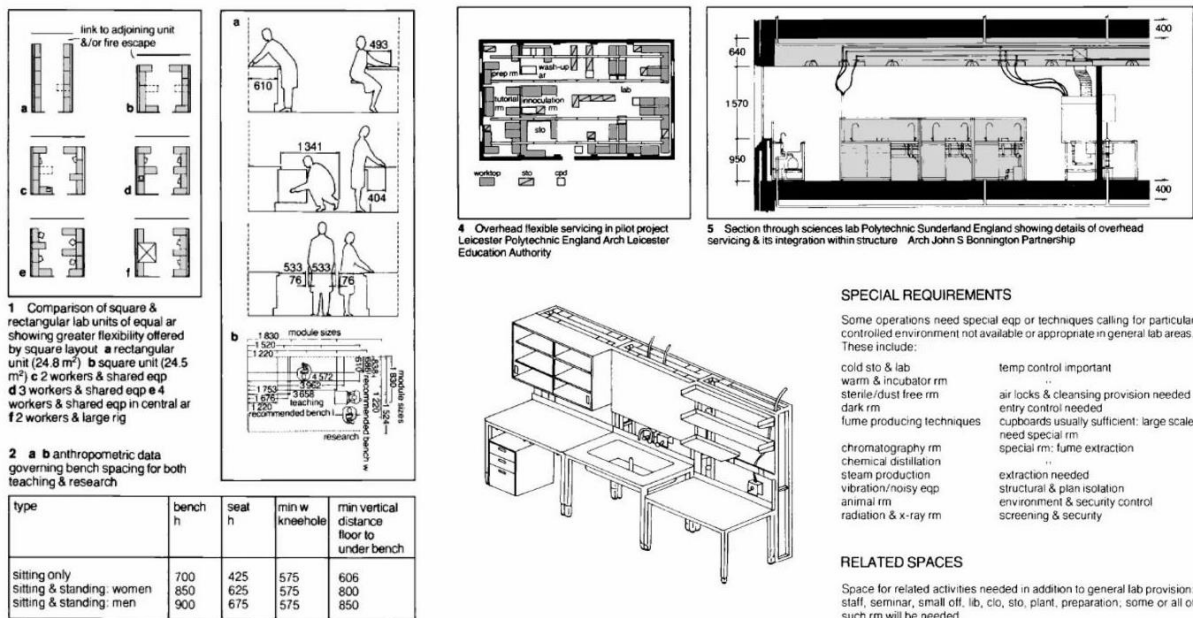
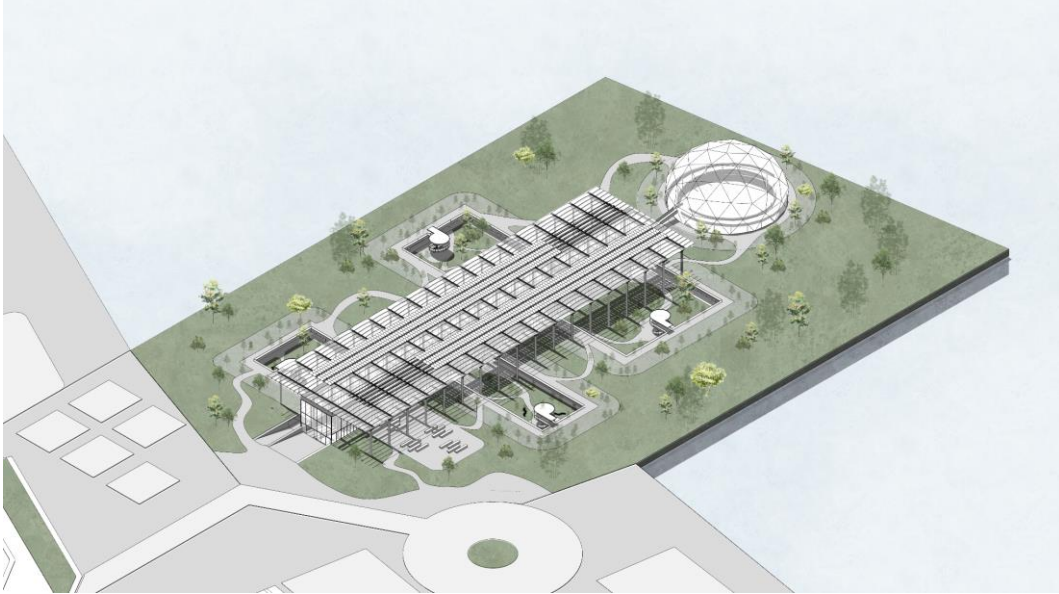


Figura 33. Recopilación de predimensionados - Laboratorios  
Extraído de Ernest. (1975). Neufert - El arte de proyectar en arquitectura.

# PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

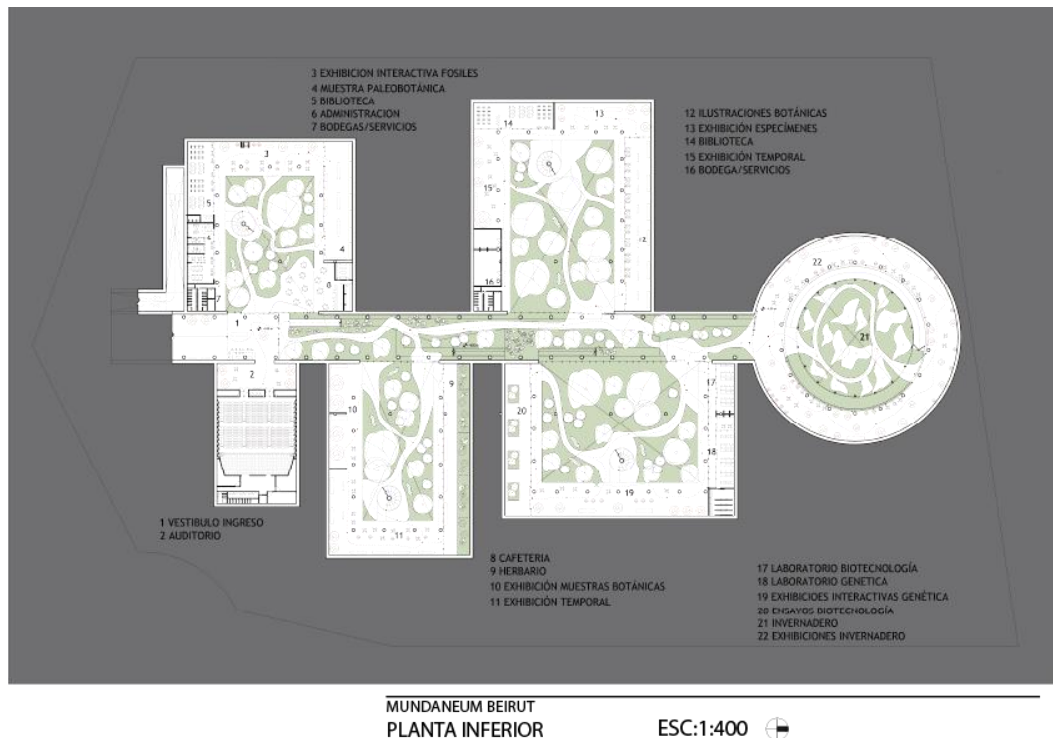
## 4. Planimetría

### *Axonometría propuesta Museo Interactivo de Ciencias Naturales*



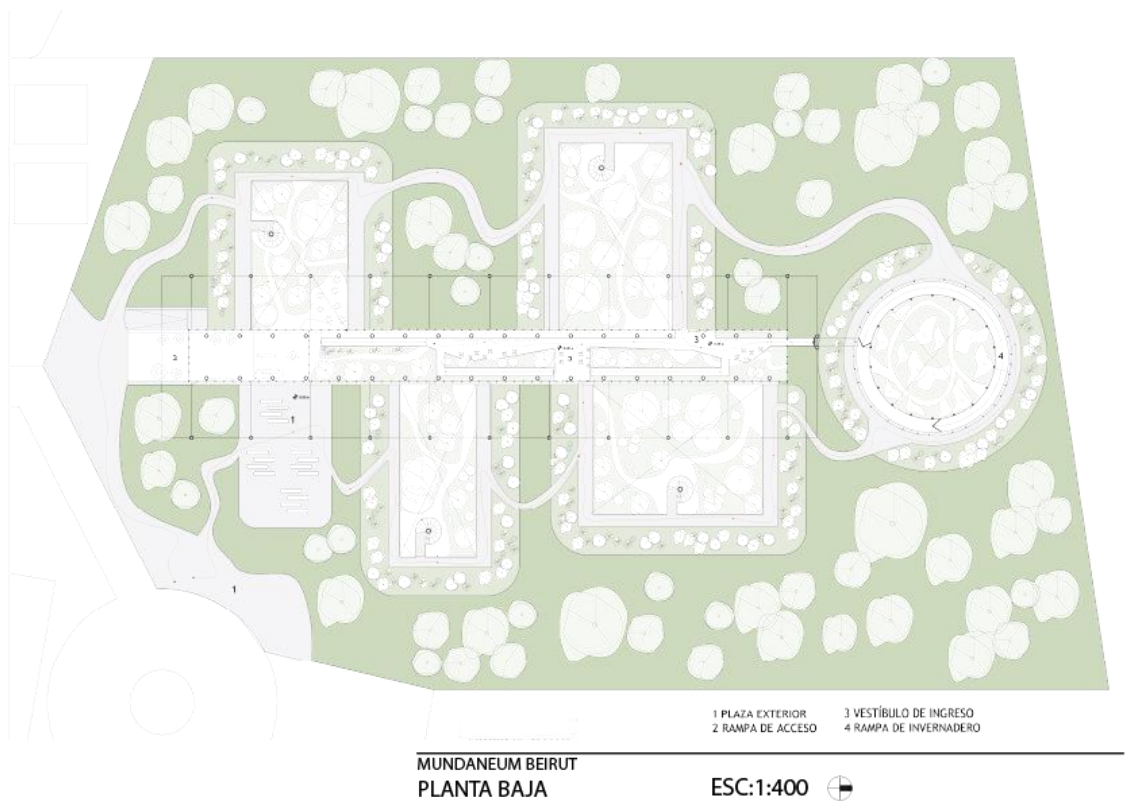
*Figura 34. Axonometría Museo Botánico. Elaboración propia.*

### *Subsuelo - N -4,0*



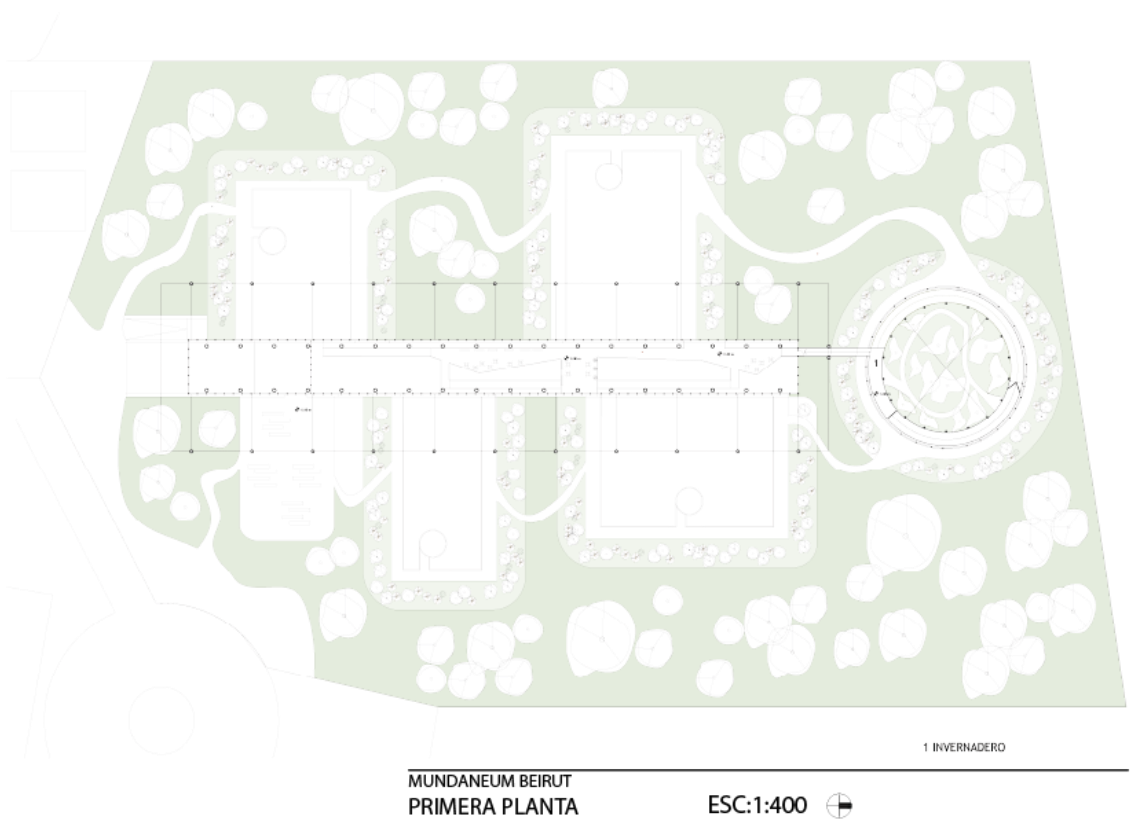
*Figura 35. Subsuelo. Elaboración propia.*

**Planta baja - N +0.00**



*Figura 36. Planta baja. Elaboración propia.*

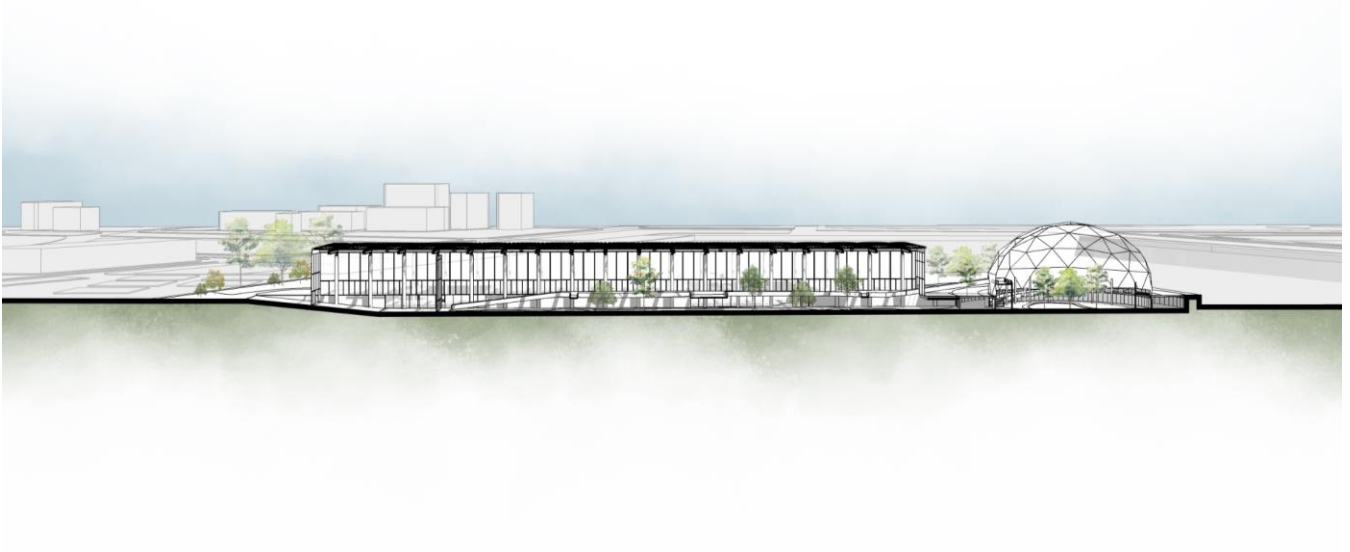
**Primera planta - N +4.00**



*Figura 37. Primera planta. Elaboración propia.*

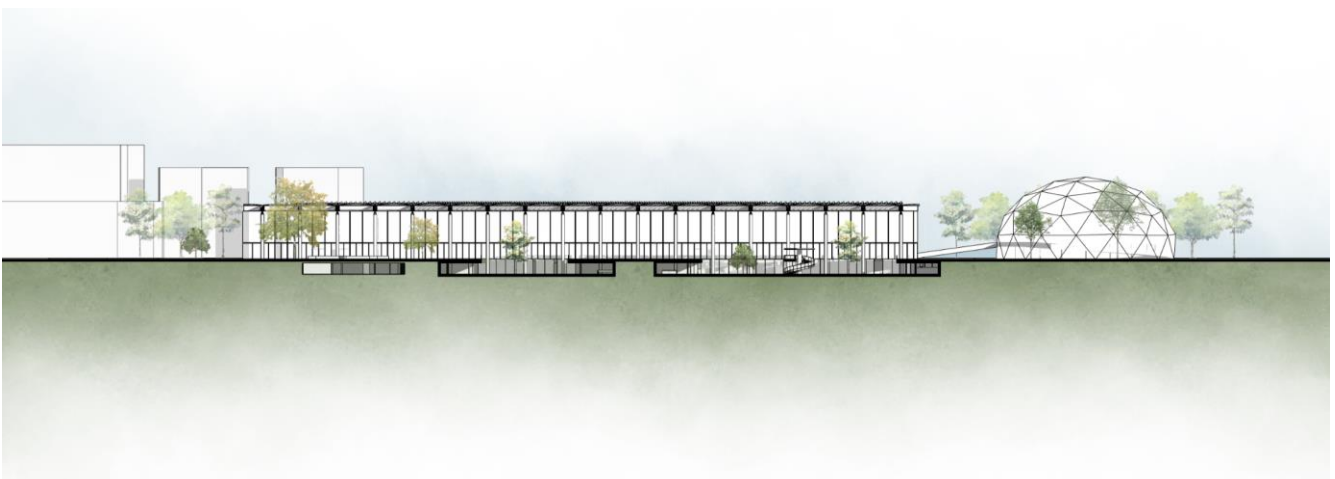


*Corte longitudinal A- A'.*



*Figura 38. Corte longitudinal A-A'. Elaboración propia.*

*Corte longitudinal B- B'.*



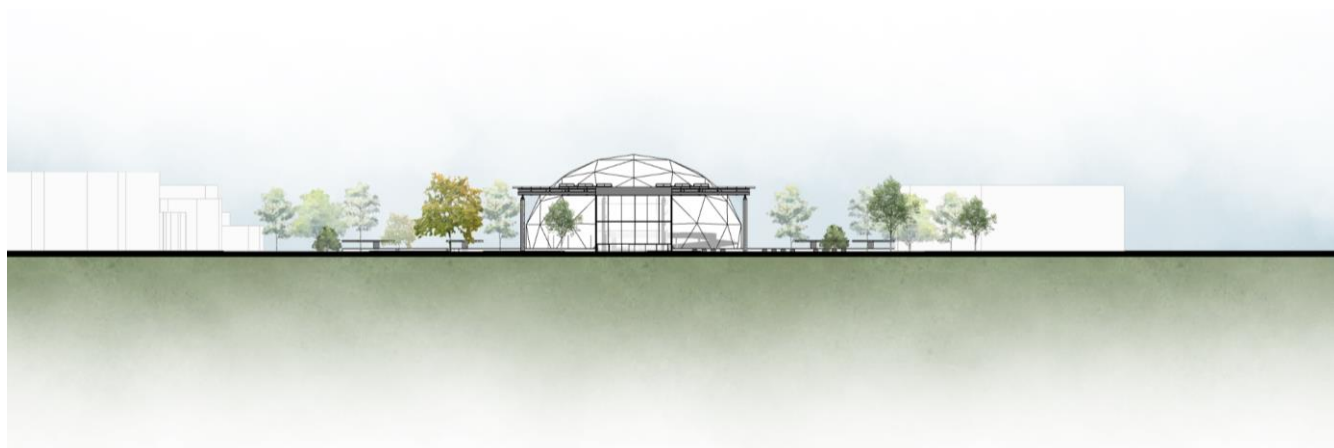
*Figura 39. Corte longitudinal B-B'. Elaboración propia.*

*Corte trasversal C- C'*



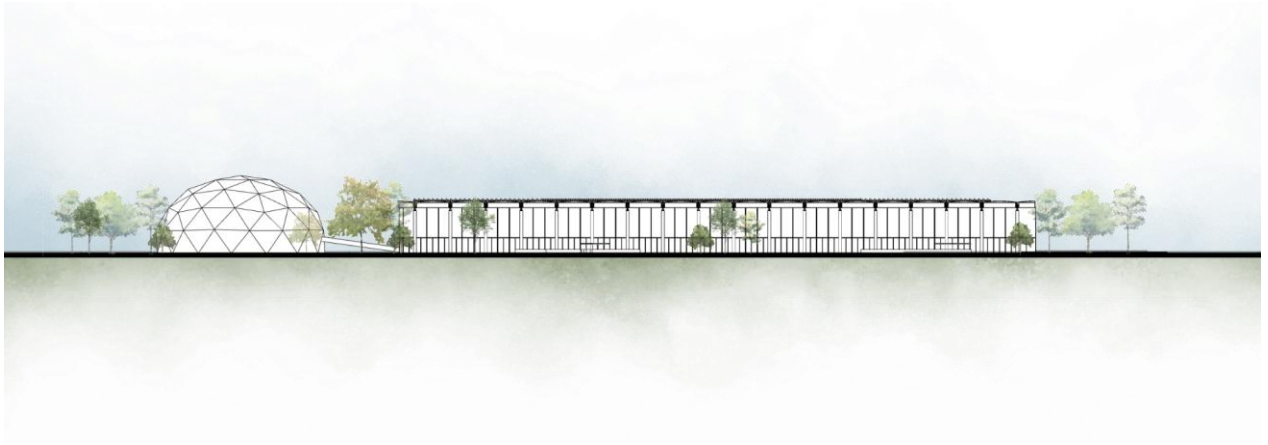
*Figura 40. Corte trasversal C-C'. Elaboración propia.*

*Fachada 1.*



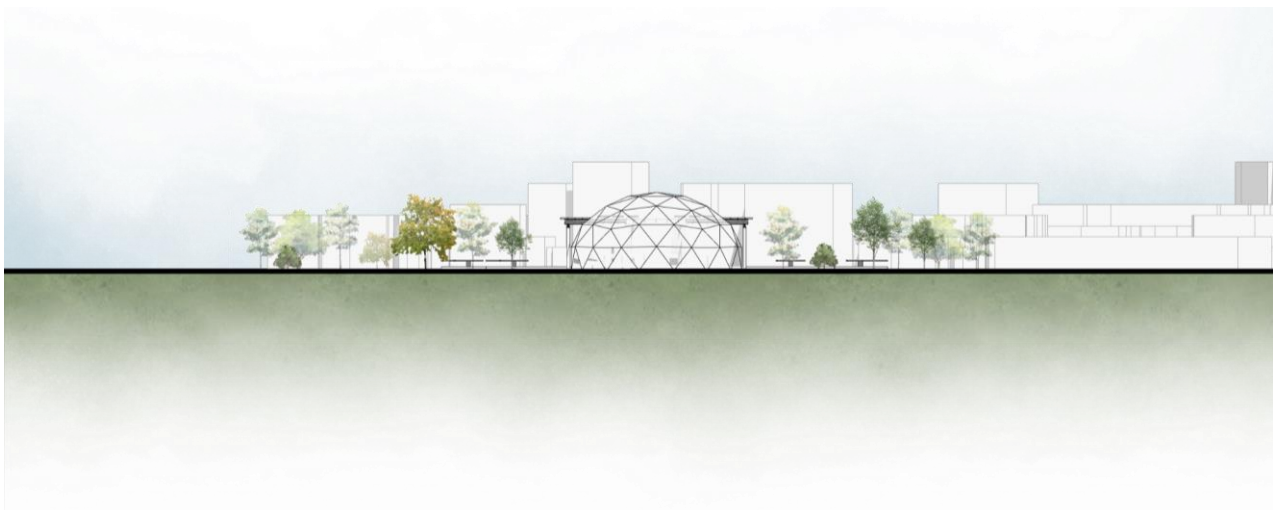
*Figura 41. Fachada 1. Elaboración propia.*

***Fachada 2.***



*Figura 42. Fachada 2. Elaboración propia.*

***Fachada 3***



*Figura 43. Fachada 3. Elaboración propia.*



## Fachada 4

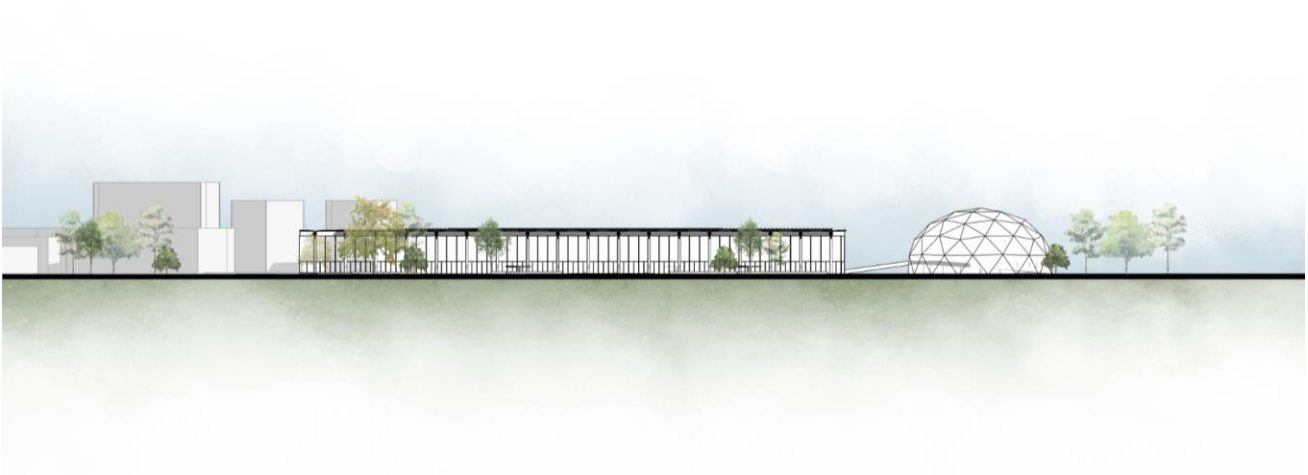


Figura 44. Fachada 4. Elaboración propia.

## Detalle por fachada.

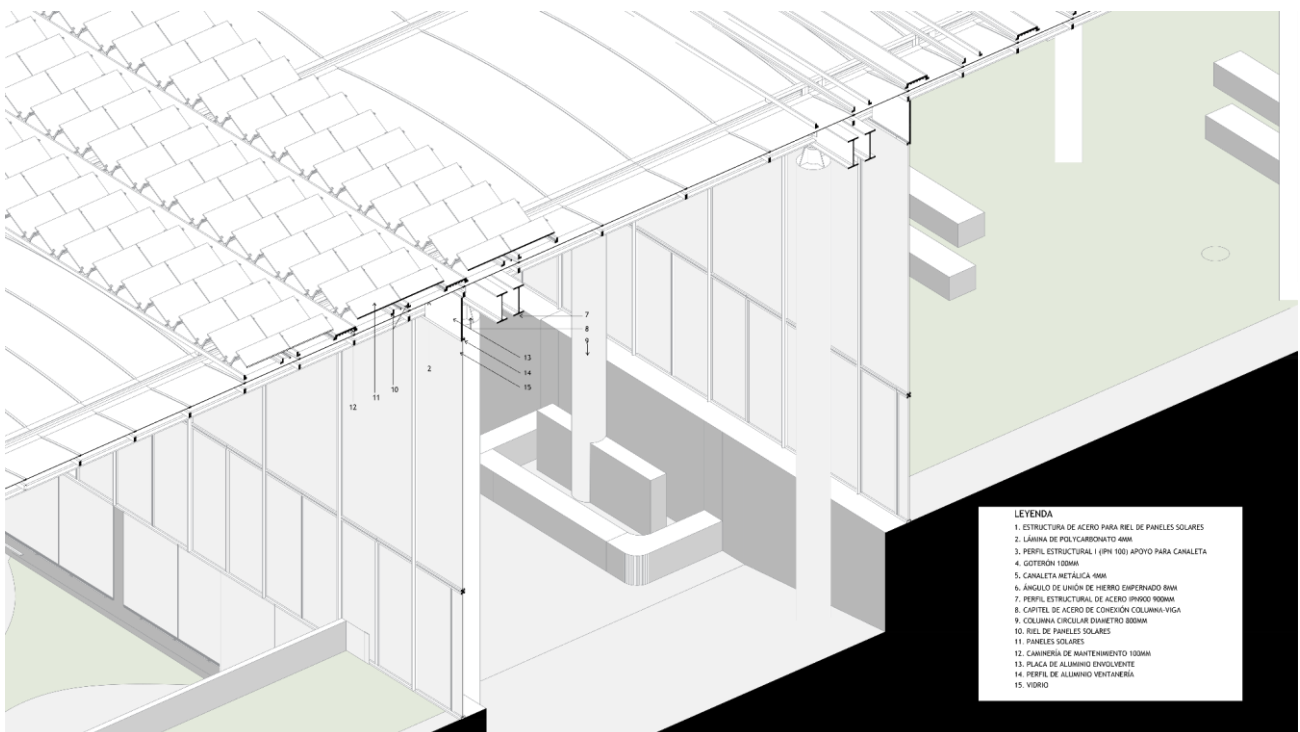
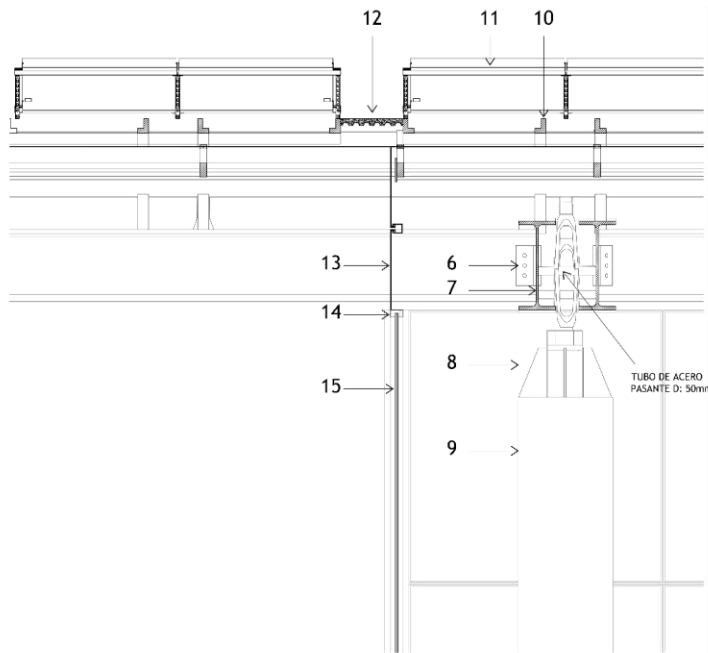


Figura 45. Ampliación corte por fachada. Elaboración propia.

## Detalle constructivo



### LEYENDA

1. ESTRUCTURA DE ACERO PARA RIEL DE PANELES SOLARES
2. LÁMINA DE POLYCARBONATO 4MM
3. PERFIL ESTRUCTURAL I (IPN 100) APOYO PARA CANALETA
4. GOTERÓN 100MM
5. CANALETA METÁLICA 4MM
6. ÁNGULO DE UNIÓN DE HIERRO EMPERNADO 8MM
7. PERFIL ESTRUCTURAL DE ACERO IPN900 900MM
8. CAPITEL DE ACERO DE CONEXIÓN COLUMNA-VIGA
9. COLUMNA CIRCULAR DIAMETRO 1000MM
10. RIEL DE PANELES SOLARES
11. PANELES SOLARES
12. CAMINERÍA DE MANTENIMIENTO 100MM
13. PLACA DE ALUMINIO ENVOLVENTE
14. PERFIL DE ALUMINIO VENTANERÍA
15. VIDRIO

Figura 46. Detalle constructivo. Elaboración propia.

## Isometría del funcionamiento del sistema constructivo

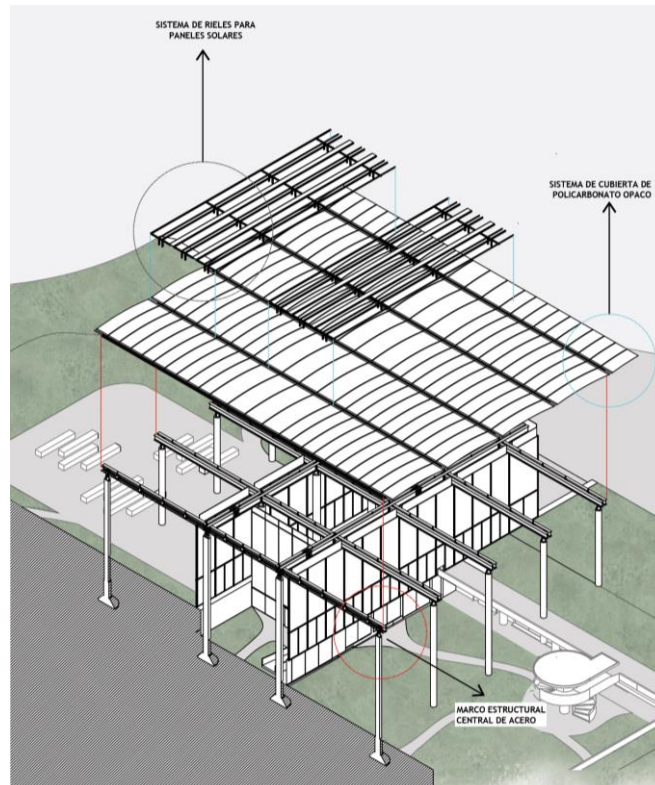


Figura 47. Renders Interiores. Elaboración propia.

## Diagrama de funcionamiento del domo geodésico

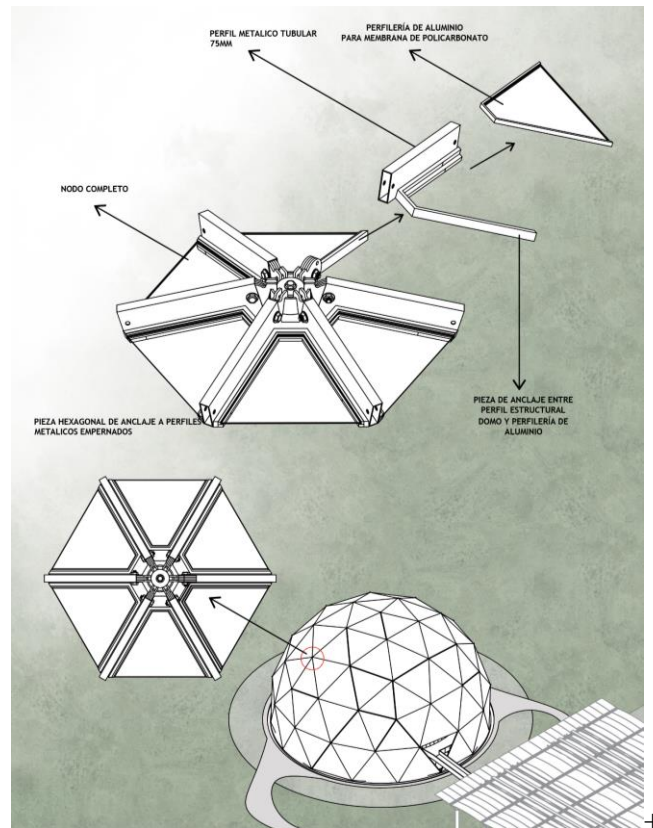


Figura 48. Renders Interiores. Elaboración propia.

## Mapa de vegetación



Figura 49. Mapa de vegetación endémica libanesa. Elaboración propia.



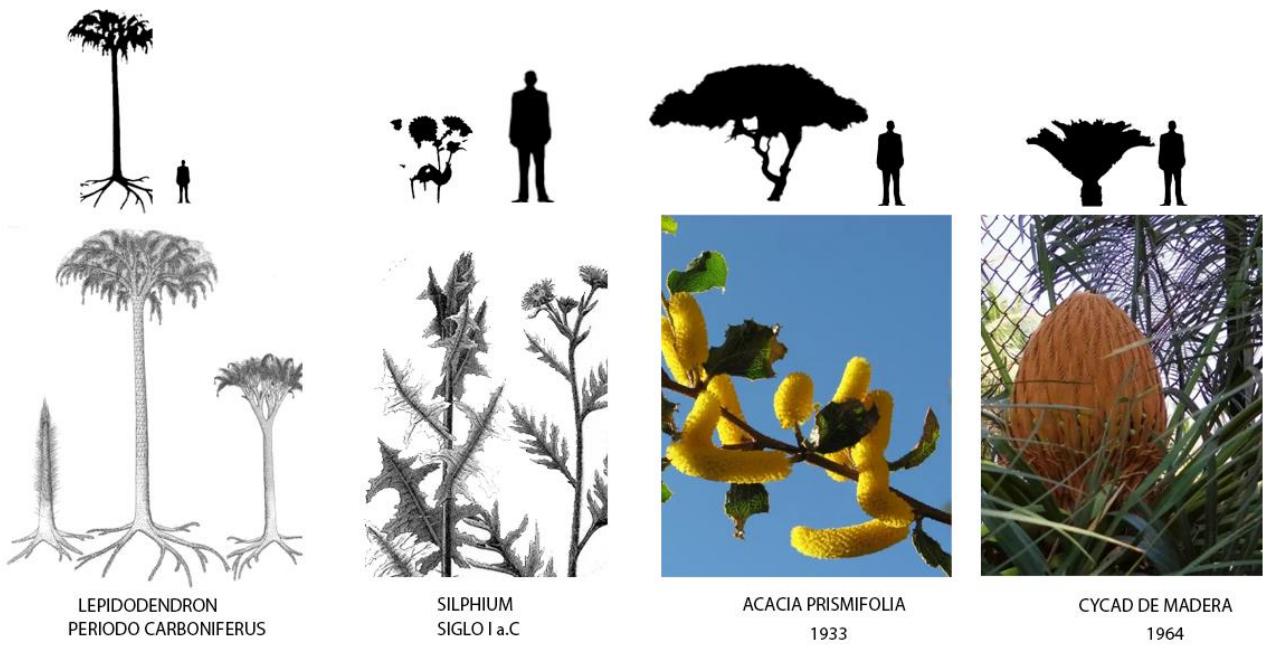


Figura 50. Mapa de vegetación plantas extintas. Elaboración propia.

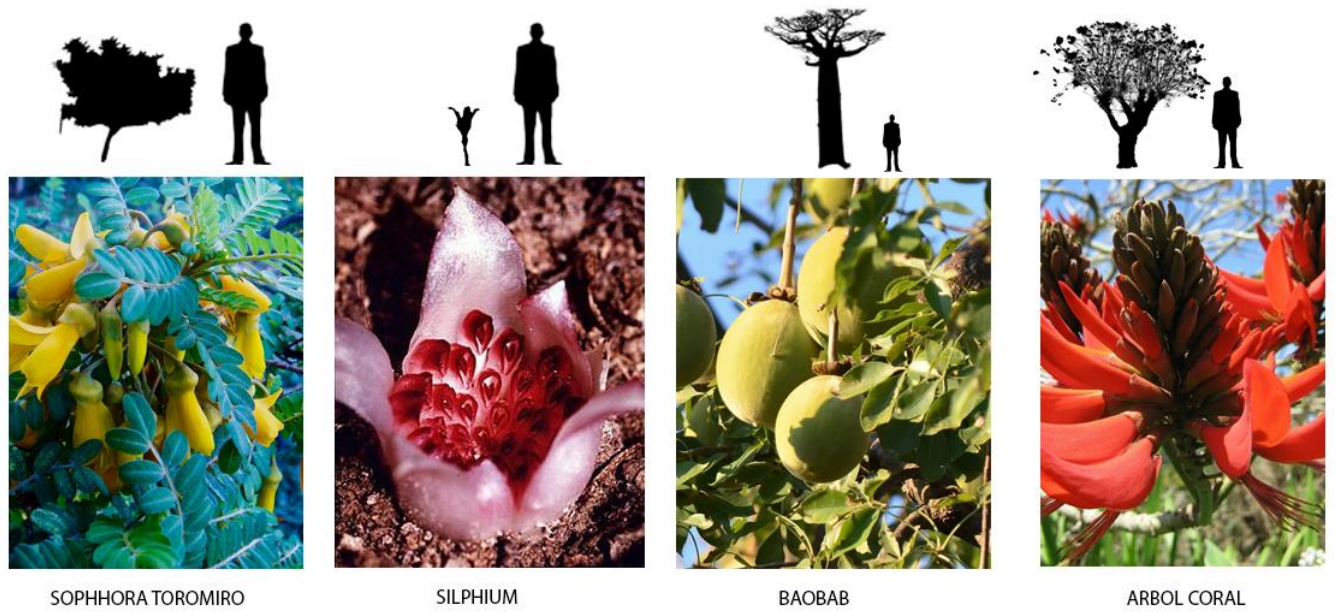


Figura 51. Mapa de vegetación plantas en peligro de extinción. Elaboración propia.

*Renders Interiores*



*Figura 52. Renders Interiores. Elaboración propia.*



*Figura 53. Renders Interiores. Elaboración propia.*





*Figura 54. Renders Interiores. Elaboración propia.*



*Figura 55. Renders Interiores. Elaboración propia.*

*Renders Exteriores*



*Figura 56. Renders exteriores. Elaboración propia.*



*Figura 57. Renders exteriores. Elaboración propia.*





*Figura 58. Renders exteriores. Elaboración propia.*



## CONCLUSIONES

El Museo Botánico en Beirut, implantado en el puerto anteriormente destruido por la explosión, se proyecta como una nueva proyección de la ciudad, al no solo enfocarse en el desarrollo económico sino en el desarrollo cultural, educativo y ecológico. La edificación rica en transparencias provoca al usuario la curiosidad y el aprendizaje, mientras que la inclusión de la naturaleza en la totalidad del edificio permite romper esa barrera entre el usuario y el material expuesto, dando así un acercamiento más íntimo y personal a la experiencia de recorrer el museo. Debido a su geometría particular, el domo geodésico se proyecta como pieza jerárquica, destaca en el contexto y permite ser la pieza de remate, donde en su ascenso helicoidal permite disfrutar de una vista panorámica al proyecto, la ciudad y el mar.

Gracias a la organización programática basada en un orden cronológico de eventos, el usuario formará parte de una experiencia progresiva que rompe con la monotonía y generará un cuestionamiento y una conciencia ecológica de preservación de especies. En el interior del proyecto, las rampas y pasajes conectan y permiten relacionarse entre pisos y remates visuales.

El recorrido forma parte esencial del planteamiento del proyecto ya que permite transitar de manera libre y fluida, generando giros, sorpresas, varias alternativas para descubrir el espacio y varios puntos de vista de una misma especie a distintas alturas. La vasta transparencia que envuelve al museo permite al usuario relacionarse de primera mano con su contexto, así como provee del microclima ideal para las especies vegetales del museo.

El museo siendo enterrado permite que se inmerse como parte del contexto sin perturbar ni impactar ecológicamente al sitio. La fachada y cubierta liviana conectan la vegetación interior con la exterior y generan continuidad en el paisaje.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. Brown, A. (2021, octubre 5). *La envolvente arquitectónica*. Arkiplus.

<https://www.arkiplus.com/la-envolvente-arquitectonica/>

Berman, M. (1987) “Among the Ruins”, *New Internationalist*. Disponible en:

<https://newint.org/features/1987/12/05/among>

Ernest. (1975). *Neufert - El arte de proyectar en arquitectura*.

J. Garrido (2014, Jun 21) *Caso Estudio: Beirut*

[https://oa.upm.es/68012/3/TFG\\_Jun21\\_Garrido\\_Martinez\\_Llop\\_Javier\\_3de3.pdf](https://oa.upm.es/68012/3/TFG_Jun21_Garrido_Martinez_Llop_Javier_3de3.pdf)

*La dendrocronología: conocer el pasado de los bosques para interpretar el presente y prever el futuro*. (2016, noviembre 2).

<http://www.biomaforestal.es/index.php/es/blog/110-dendrocronologia>

*Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo | ONU DAES |*

*Naciones Unidas Departamento de Asuntos Económicos y Sociales*. (n.d.).

<https://www.un.org/development/desa/es/news/+population/2018-world-urbanization-prospects.html>

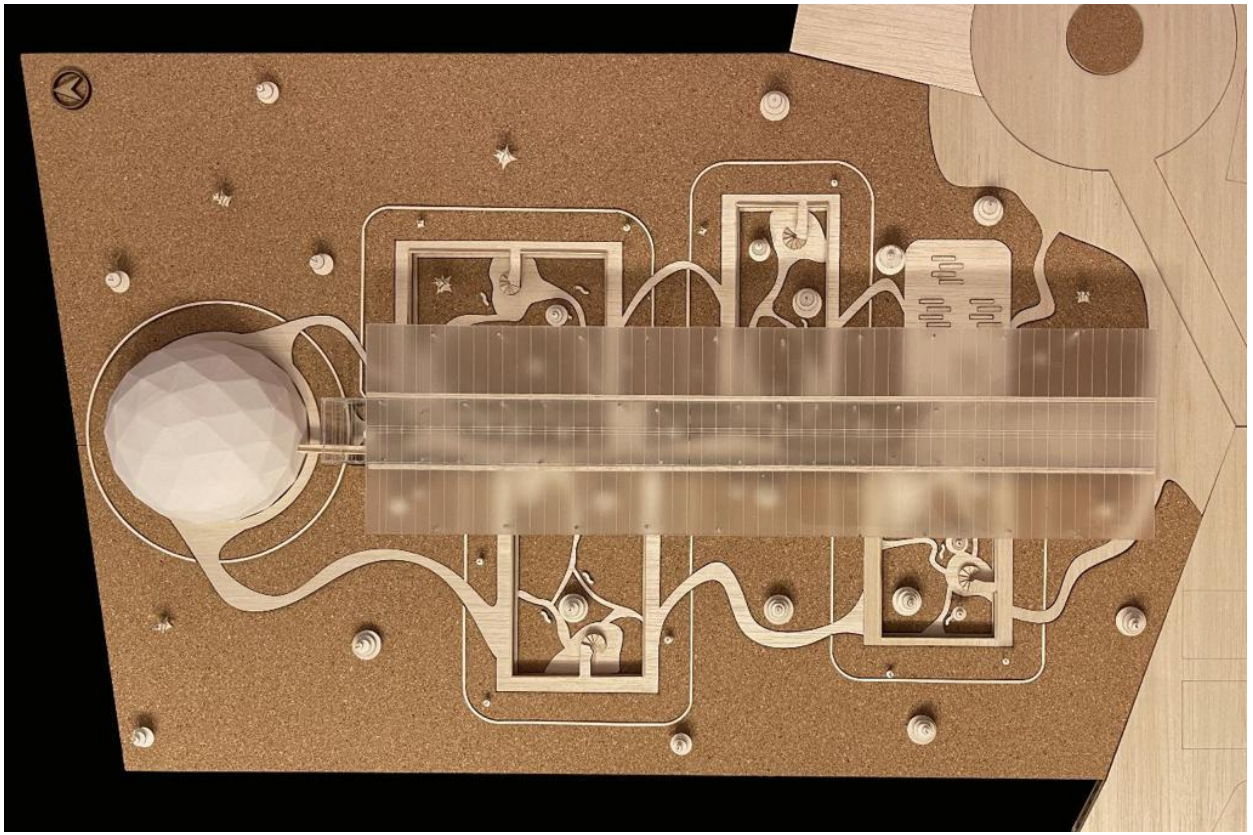
Luco, A. (2022, December 20). *Tropicario Jardín botánico de Bogotá / DARP - De Arquitectura y Paisaje*. ArchDaily En español.

<https://www.archdaily.cl/cl/960524/tropicario-jardin-botanico-de-bogota-darp>

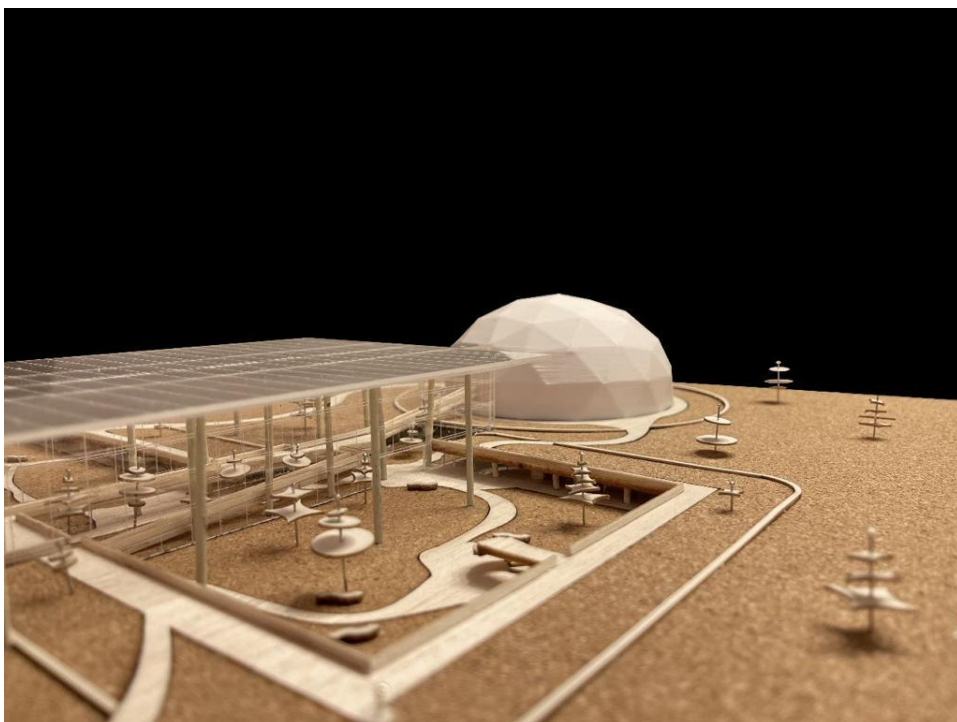
M. Álvarez, N. (n.d.). *National Geographic*.

[https://viajes.nationalgeographic.com.es/a/beirut-joya-oriente-que-siempre-renace\\_14988](https://viajes.nationalgeographic.com.es/a/beirut-joya-oriente-que-siempre-renace_14988)

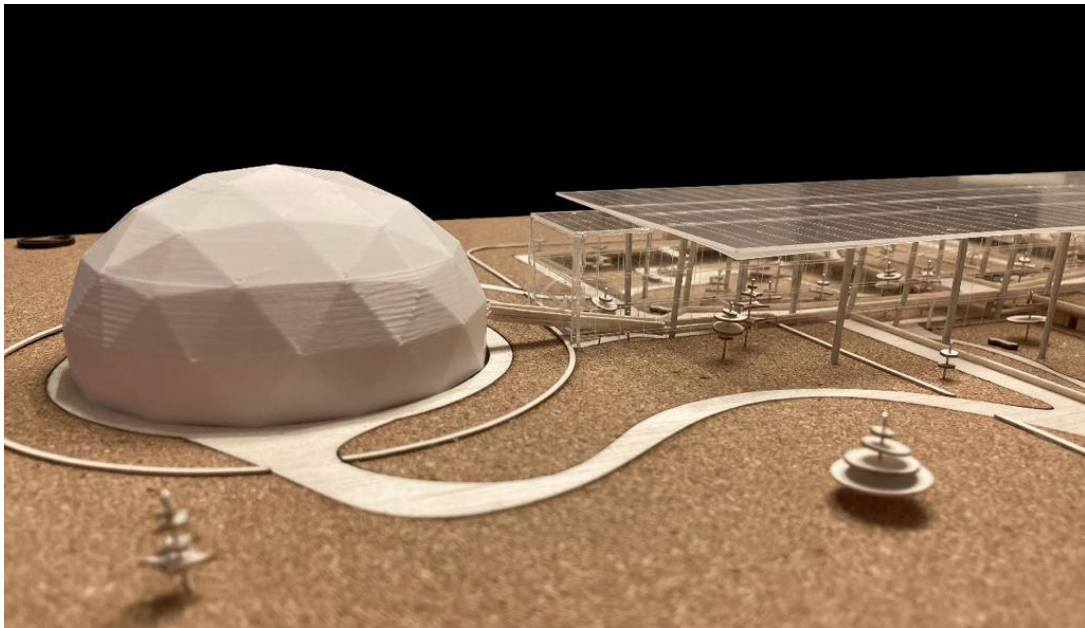
**Anexo A:**



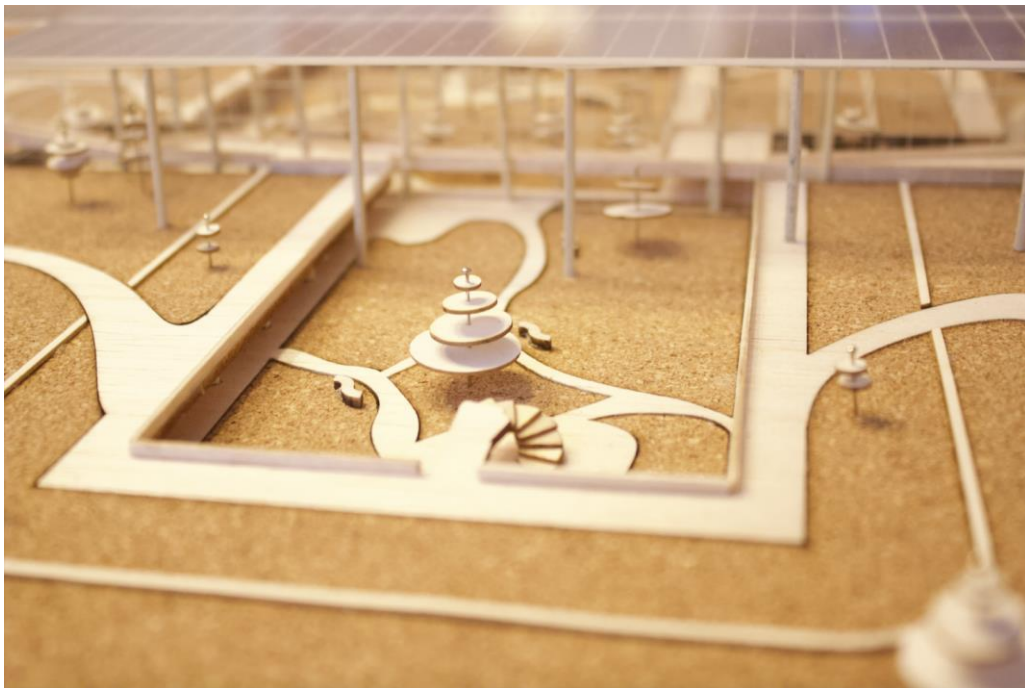
**Anexo B:**



**Anexo C:**



**Anexo D:**





**Anexo E:**



**Anexo F:**

