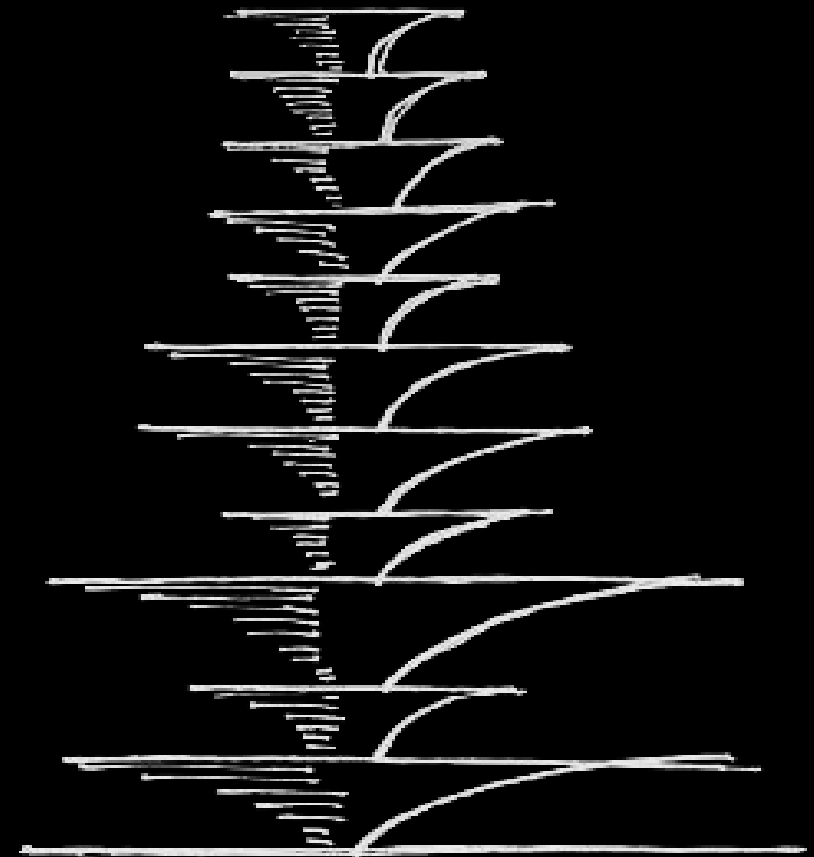


TRABAJO FIN DE GRADO
RECONSTRUCCIÓN CON IMPRESIÓN 3D Y MODELADO
DEL PROYECTO LANGELINIE PAVILION DE JØRN UTZON.
ARQUITECTURAS Y PAISAJES AUSENTES





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE GRADO
RECONSTRUCCIÓN CON IMPRESIÓN 3D Y MODELADO
DEL PROYECTO LANGELINIE PAVILION DE JØRN UTZON.
ARQUITECTURAS Y PAISAJES AUSENTES

Autor: Fidel Aguilar Solaz
Tutor: Francisco Javier Cortina Maruenda

Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Grado en Fundamentos de la Arquitectura
Curso 2019-2020

CAPÍTULO 0: PREFACIO	
Resumen.....	7
Objetivos.....	11
CAPÍTULO 1: JØRN UTZON	
Biografía.....	15
Antecedentes.....	17
La importancia del arquitectos.....	21
La esencia de la arquitectura.....	23
Plataformas y mesetas.....	25
Opinión: Rafael Moneo.....	29
CAPÍTULO 2: LANGUELINIE PAVILION	
Concurso.....	35
Definición de proyecto.....	37
Metodología: Reconstrucción gráfica.....	39
Documentación generada: Planimetría.....	43
Metodología: Modelizado 3D y renderizado.....	81
Documentación generada: Renders.....	89
Metodología: Impresión 3D.....	95
Maqueta.....	99
CAPÍTULO 3: CONCLUSIONES	
Jørn Utzon y el Languelinie Pavillion.....	113
Reconstrucción gráfica.....	114
Impresión 3D.....	115
CAPÍTULO 4: ANEXOS	
Obras.....	119
Opinión: Alberto Peñin.....	125
Documentación concurso.....	129
CAPÍTULO 5: BIBLIOGRAFIA Y FIGURAS	
Índice de figuras.....	137
Libros.....	141
Páginas web.....	143

CAPÍTULO 0
Prefacio

El presente TFG titulado “Reconstrucción con impresión 3D y modelado del proyecto Langelinie Pavilion de Jørn Utzon. Arquitecturas y paisajes ausentes”, pretende dar a conocer la trayectoria e inquietudes de Jørn Utzon, uno de los arquitectos más innovadores del siglo XX. Y, más concretamente, uno de sus proyectos no construidos más emblemáticos, Langelinie Pavillion.

Se hará un recorrido por su vida, inquietudes y obras, haciendo hincapié en sus formas orgánicas y el empleo que hace del hormigón armado para llevarlas a cabo. Una vez conocido al arquitecto, se centra la atención en la reconstrucción gráfica y su posterior impresión 3D de Langelinie Pavillion, proyecto que presentó al concurso del mismo nombre en Copenhague.

Para este proceso se usan varios programas informáticos para cada una de sus fases: Planimetría (AutoCAD), modelado 3D(AutoCAD), renderización (Lumion), post-producción (Photoshop) e impresión 3D (Ultimaker Cura). Con este Trabajo de Fin de Grado se pretende dar a conocer, además del pabellón, un posible método de reconstrucción digital de la documentación del proyecto, así como el proceso y las herramientas informáticas para llevarla a cabo.

Palabras clave: Reconstrucción Gráfica, Langelinie Pavillion, Jørn Utzon, Copenhague, Impresión 3D.

RESUM

El present TFG titulat “Reconstrucció amb impressió 3D i modelat del projecte Langelinie Pavilion de Jørn Utzon. Architectures i paisatges absents.”, pretén donar a conèixer la trajectòria i inquietuds de Jørn Utzon, un dels arquitectes més innovadors del segle XX. I, més concretament, un dels seus projectes no construïts més emblemàtics, Langelinie Pavillion.

Es farà un recorregut per la seua vida, inquietuds i obres, posant l'accent en les seues formes orgàniques i l'ocupació que fa del formigó armat per a dur-les a terme. Una vegada conegut a l'arquitecte, se centra l'atenció en la reconstrucció gràfica i la seua posterior impressió 3D de Langelinie Pavillion, projecte que va presentar al concurs del mateix nom a Copenhaguen.

Per a aquest procés s'usen diversos programes informàtics per a cadascuna de les seues fases: Planimetria (AutoCAD), modelatge (AutoCAD), renderització (Lumion), postproducció (Photoshop) i impressió 3D (Ultimaker Cura). Amb aquest Treball de Fi de Grau es pretén donar a conèixer, a més del pavelló, un possible mètode de reconstrucció digital de la documentació del projecte, així com el procés i les eines informàtiques per a dur-la a terme.

Paraules clau: Reconstrucció Gràfica, Langelinie Pavillion, Jørn Utzon, Copenhaguen, Impressió 3D.

ABSTRACT

The present TFG entitled “Reconstruction with 3D printer and modelling of the Langelinie Pavilion project by Jørn Utzon. Absent architectures and landscapes”, aims to raise awareness of the trajectory and concerns of Jørn Utzon, one of the most innovative architects of the twentieth century. And, more specifically, one of his most emblematic unbuilt projects, Langelinie Pavillion.

There will be a tour of his life, concerns and works, emphasizing his organic forms and the use made of reinforced concrete to carry them out. Once the architect is known, the focus is on graphic reconstruction and subsequent 3D printing of Langelinie Pavillion, a project he presented to the contest of the same name in Copenhagen.

For this process, several computer programs are used for each of its phases: Planimetry (AutoCAD), modeling (AutoCAD), rendering (Lumion), postproduction (Photoshop) and 3D printing (Ultimaker Cura). With this Final Degree Project, it is intended to publicize, in addition to the pavilion, a possible method of digital reconstruction of project documentation, as well as the process and computer tools to carry it out.

Keywords: Graphic Reconstruction, Langelinie Pavillion, Jørn Utzon, Copenhagen, 3D Printing.

Este Trabajo de Fin de Grado plantea los siguientes **OBJETIVOS** objetivos:

Punto 1: Conocer más a fondo la obra y vida del premio Pritzker de arquitectura de 2003, Jørn Utzon.

Punto 2: Conocer y entender la arquitectura de Utzon en concreto de un proyecto no construido. Su propuesta para el Langelinie Pavillion.

Punto 3: Reconstruir con herramientas actuales, que nos proporciona la informática, el material gráfico que presentó al concurso del Langelinie Pavilion de 1953.

Punto 4: Construir una maqueta con un método moderno e innovador, la impresión en 3D. Para ello se estudiará la metodología y se hará un análisis de los pros y contras de esta metodología.

Punto 5: Comparar esta nueva metodología con los métodos tradicionales para hacer maquetas arquitectónicas.

CAPÍTULO 1
Jørn Utzon

BIOGRAFÍA

Jørn Utzon nace el 9 de abril de 1918 en Copenhague, Dinamarca. Mientras estudiaba secundaria comenzó a ayudar a su padre en el astillero, este era un reconocido ingeniero naval. Esta actividad le abrió la posibilidad de seguir los pasos de su padre como ingeniero, pero en uno de sus viajes de vacaciones con sus abuelos conoció a Paul Schrøder y Carl Kyberg, quienes lo introdujeron en el arte. Las calificaciones de Utzon en secundaria fueron pobres, particularmente en matemáticas, pero su destreza en el dibujo fue suficiente para ganar su admisión en la Real Academia de Bellas Artes de Copenhague.

Durante la Segunda Guerra Mundial huyó, como muchos otros arquitectos y artistas, a Suecia donde trabajó en la oficina de Hakon Ahlberg. Tras la guerra fue a Finlandia para trabajar con Alvar Aalto. Utzon considera a Aalto y Asplund como sus maestros nórdicos.

En 1942, el 4 de diciembre se casó con Lis Fenger. Durante una década se dedicó a viajar para perfeccionar sus estudios. En 1947 viajó por distintas partes de Europa y en 1948 pasó una larga estancia en Marruecos donde fue influenciado por los métodos de la construcción islámica. En 1949 realizó un viaje de estudios a México, donde estudio las pirámides mayas y aprendió la importancia de la plataforma. Tras este, viaja a EEUU donde conoce a Mies Van der Rohe y Frank Lloyd Wright, el propio Utzon considera a Wright como una de sus influencias.

En 1950 funda su propio estudio. En 1952 construye una casa para si mismo y su familia en un pequeño pueblo costero, Hellebaek.

En 1957 viaja a China, Japón y Nepal, también se presenta al concurso internacional de la Casa de la Opera de Sídney de 1957, con 38 años, su propuesta sale elegida. En 1963 se traslada a Sidney para supervisar la construcción de la Opera. En 1971, tras un cambio en el gobierno y por los



Fig. 1.1: Jørn Utzon de joven trabajando en su despacho. [Fuente: Web ABC]

incrementos en los costes de la obra, Utzon sale exiliado de Australia.

Se instala en Hawia donde imparte clases en la Universidad de Honolulu. Ese mismo año construye Can Lis en Mallorca, a la que finalmente se muda 4 años más tarde.

Crea Utzon Associates en 1982 para colaborar con sus hijos, también arquitectos, Jan y Kim Utzon.

En 2003 Jørn Utzon recibe el premio Pritzker de Arquitectura, el galardón más prestigioso que puede recibir un arquitecto. La motivación de este premio no fue una obra en concreto, si no el reconocimiento a toda una vida y una carrera dedicada a la arquitectura.

Utzon fallece, a los 90 años, el 29 de noviembre de 2008 en Copenhague.



Fig. 1.2: Jørn Utzon tomando el sol.
[Fuente: Web Arcspace]

ANTECEDENTES

Jørn Utzon fue un arquitecto inquieto, buscaba en todo momento aprender y ampliar sus conocimientos para luego aplicarlos en su arquitectura, para ello viajó a diferentes partes del mundo, aprendiendo de las diversas culturas y técnicas constructivas locales. También conoció y aprendió de los mejores arquitectos del momento.

Su primera referencia dentro de la arquitectura fue Erik Gunnar Asplund, aunque no lo conoció en persona, pues falleció en 1940, fue su gran influencia mientras estudiaba en la Real Academia de Bellas Artes. En 1942, Utzon, se vio obligado a emigrar de Dinamarca por la Segunda Guerra Mundial, él como muchos otros arquitectos de la época huyeron a Suecia, allí se incorporó al estudio de Hakon Ahlberg, donde trabajó durante unos años y pudo estudiar, de mas de cerca, la arquitectura de Asplund. La primera etapa del arquitecto suizo se caracteriza por una visión del neoclasicismo muy personalizada. En su segunda etapa, a partir de 1930 con el surgimiento del Movimiento Moderno, su arquitectura se vuelca hacia este estilo, pero no sin adoptarlo hacia una línea de diseño orgánica y curva, más propia de la arquitectura nórdica que del racionalismo de la Europa central.

Tras esta etapa en Suecia, viajó a Finlandia, donde trabajó con Alvar Aalto, esta es su segunda gran influencia. Aalto formó parte del Movimiento Moderno y participó en los CIAM, es considerado uno de los grandes maestros de la arquitectura. Aalto se caracteriza por dar una visión muy humana de la arquitectura, su forma de proyectar se basa en un constante análisis y valoración de los requisitos y soluciones de los proyectos, desde la primera fase constructiva hasta el final de la obra, realizando cambios en ella durante el proceso, si era necesario. Aalto seguía las directrices de la arquitectura moderna, pero su arquitectura se diferenciaba de esta por la importancia que daba a las características propias de cada proyecto, haciendo que cada uno se adaptara a unos requisitos sociales, estéticos y culturales, no solo importando la función y la técnica. Como resalta el propio

arquitecto en muchos de sus escritos, se trata de “humanizar la arquitectura”. Aalto dibujó, esculpió y pintó durante toda su vida, pues pensaba que todas las artes estaban ligadas en la función de hacer sentir y emocionar al usuario.

Una relación directa entre la arquitectura de Aalto y Utzon se puede ver en la importancia que cobra en sus proyectos el terreno y el emplazamiento, llegando a marcar las líneas de diseño para este. Se trata de hacer un edificio propio para cada proyecto, haciéndolo inservible para cualquier otro lugar que no sea para el que fue proyectado. Esta característica se puede observar en multitud de proyectos de ambos arquitectos, unos ejemplos de esto son: El Sanatorio de Paimio (1929-1933) Alvar Aalto, La Opera de Sídney (1957-1973) Jørn Utzon o el proyecto que se estudia en este TFG, el Langelinie Pavilion (1953, proyecto no construido) Jørn Utzon. En todos ellos el emplazamiento es tan importante como el propio diseño.

Tras su estancia en los países nórdicos, Utzon, en 1948 realizó un viaje de estudios a Marruecos. Donde durante un año estudio las técnicas locales de construcción con adobe y las formas y decoraciones de la arquitectura



Fig. 1.3: Sanatorio de Paimio, de Alvar Aalto. [Fuente: Web 20Minutos]

árabe. En 1949 viajó a Mexico, este es posiblemente el viaje que más influenció en su carrera, pues allí, en Yucatan, visitó las Piramides y quedó maravillado por el impacto visual que provocaban esas grandes mesetas artificiales. Los mayas eran un gran imperio que habitaba en América central. El problema de esta zona geográfica era la densa selva que no permitía ver mas allá de unos pocos metros. Con el creciente poder de los Mayas decidieron elevar sus ciudades construyendo grandes mesetas por encima de la copa de los árboles. Esta potente idea les permitió salir de la densa selva, caliente y húmeda, para dominar el terreno desde una posición elevada, observando las copas de los arboles como un gran mar verde a sus pies.

La influencia de este viaje en su arquitectura se encuentra en proyectos ya mencionados como la Opera de Sídney, donde encontramos una cubierta liviana sobre un macizo zócalo de hormigón.

Finaliza este viaje por América en Estados Unidos donde conoce a Frank Lloyd Wright. Esta es su tercera gran influencia arquitectónica. Utzon se inspira en la obra de Wright para crear muchas de sus estructuras orgánicas. Un ejemplo de esta inspiración en el maestro estadounidense se observa en el proyecto no construido del Museo de Arte Asger Jørn en Silkeborg, Dinamarca (1963). Este museo recuerda en sus formas orgánicas, su empleo del hormigón, el uso de iluminación cenital natural por medio de grandes lucernarios y la comunicación vertical con el uso de rampas, al Museo Salmon R. Guggenheim de Nueva York diseñado por Wright y construido en 1937.

Otro ejemplo de inspiración en este gran arquitecto es el proyecto que se reconstruye en este TFG, el Langelinie Pavillion, proyecto no construido de Utzon pero ganador del 3er premio del concurso con el mismo nombre de 1953. La estructura y forma proyectada en hormigón, recuerdan a la torre de Investigación de SC Johnson construida en 1950.

Por último, a finales de la década de los 50, Utzon realiza nuevos viajes, esta vez a China, Japón y Nepal. En ellos su arquitectura obtendrá una nueva fuente de inspiración. Utzon aprende de la importancia del orden y modulación de la arquitectura tradicional asiática, así como de sus técnicas de construcción en madera. Resultado de este aprendizaje es su Sistema de construcción Expansiva, de 1969. Es un sistema basado en 3 módulos de distintos tamaños, S, M y L, que se unen para crear una estructura expansiva. Está pensado para la construcción de casas prefabricadas.

Utzon a logrado integra en su arquitectura el equilibrio de Erik Gunnar Asplund, la calidad formal de Alvar Aalto y las estructuras naturales de Frank Lloyd Wright. A eso se le suma la importancia que otorga al lugar dentro de cada diseño. Todo ello da como resultado unos edificios públicos de carácter monumental sensiblemente integrados en el paisaje y unos edificios de vivienda adaptados al entorno y a los usuarios. Utzon va más allá de la arquitectura, pues sus diseños son propios de un proceso de inspiración espiritual.

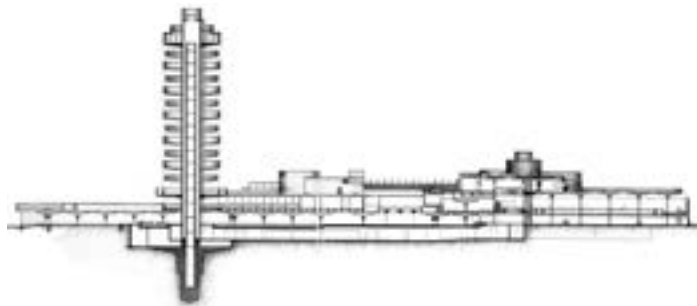


Fig. 1.4: Sección Torre de Investigación SC Johnson, Wright. [Fuente: Web Plataforma Arquitectura]

En una construcción se ven involucradas distintas figuras: el cliente, propone el programa y será, en muchas ocasiones el futuro usuario del edificio, los ingenieros en cada una de sus ramas tratan de que la solución técnica y su funcionamiento sea lo más eficiente posible, los abogados y promotores se encargan de los aspectos legales y económicos. Pero es el arquitecto el único cuyo objetivo es crear el mejor espacio posible para las personas con el programa y los recursos de los que disponga.

“En el desarrollo de un proyecto, el cliente, es decir, el futuro usuario del edificio, con su particular estilo de vida, es un material en si mismo de construcción tan importante como el hormigón, el ladrillo, la piedra, la madera y el acero.” (Erskine, p.13)

“Los seres humanos perciben lo que les rodea con diversa intensidad. Si uno posee una sensibilidad especial ante el impacto de la luz y las formas, del color y del espacio que le rodea, entonces es que posee las cualidades innatas de un arquitecto o un artista.” (Utzon, 1995, p.12)

Luis Khan definía la universidad como el umbral entre luz y oscuridad. En la luz sitúa a la ciencia y el conocimiento, algo perfectamente expuesto y exacto, y a las matemáticas como la herramienta para demostrar esa veracidad. Mientras que en la oscuridad situaba, las aspiraciones y sueños, los sentimientos, imaginación o intuición. Dicho esto, el arquitecto, al igual que la universidad, se encuentra en el umbral entre estos dos mundos, la luz: conocimientos, aspectos técnicos, arquitectura preexistente... y a su vez en la oscuridad: aspiraciones del cliente, nuevas soluciones técnicas y futuras tendencias de diseño.

LA IMPORTANCIA DEL ARQUITECTO

Ralp Erskine, “Jørn Utzon” (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura

Jørn Utzon “Jørn Utzon” (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura

“La arquitectura está basada tanto en la ciencia como en la intuición, y si uno quiere llegar a ser arquitecto, habrá de dominar la tecnología para desarrollar sus ideas, para demostrar el acierto de sus intuiciones, para construir sus sueños.” (Utzon, 1995, p.12)

Para conjugarlas el arquitecto deberá servirse de un proceso creativo, en el que serán necesario numerosos dibujos y maquetas. Finalmente, la gran parte de este trabajo será desechado, pero como expresó Le Corbusier: El trabajo del arquitecto nunca se pierde; el trabajo realizado en cada obra contiene algún útil para la siguiente.

“Todo está relacionado con nosotros mismo. El entorno nos influye mediante su dimensión, luz, sombra, color, etc. Nuestra condición es completamente dependiente del hecho de vivir en la ciudad o en el campo, de si nos encontramos en una habitación grande o pequeña.” (Utzon, 1948, p.15)

Como dice Utzon, la arquitectura influye de forma inconsciente a las personas. De la misma forma que puede influir, un contexto social o político, histórico, familiar o el lugar donde nace cada individuo. Por ejemplo, nacer en un determinado país, con una cultura o un credo religioso definido puede conducir a definir algo tan importante para la vida de las personas como la creencia religiosa, y que solo el dios que nos marca esa determinada creencia es el verdadero por encima de todos los demás.

Al igual que la arquitectura influencia a los usuarios y el contexto y estos mismo influyen sobre ella. Al igual que dos semillas iguales pueden generar plantas distintas dependiendo del contexto: luz, agua, clima... la arquitectura puede dar una infinidad de tipologías dependiendo de la situación geográfica, usos, cultura, desarrollo económico, etc. Por ello la esencia de la arquitectura no es otra que conocer el contexto, y saber adaptarte a él.

Para ello es necesario tener una visión amplia de todo lo que conlleva a la vida de los usuarios, pues es esta la que determina el contexto. Es necesario, como dice Utzon: *“Entender el concepto de caminar, sentarse y tumbarse cómodamente, disfrutar del sol [...] y todas las sensaciones menores. El bienestar debe de ser la base de la arquitectura.”* Es necesario conocer cada aspecto de la vida cotidiana, pues la arquitectura va a moldear y ser moldeada por esta.

“Estar en contacto con el tiempo, con el entorno, sentir la inspiración en el propio trabajo, resulta necesario para trasladar nuestras necesidades a un lenguaje arquitectónico...” (Utzon, 1948, p.15)

LA ESENCIA DE LA ARQUITECTURA

Jørn Utzon “Jørn Utzon” (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura

Utzon hizo numerosos viajes por todo el mundo para aprender las técnicas y diseños arquitectónicos de diferentes culturas, que más tarde incorporaría a su arquitectura. Todos los viajes tuvieron una gran influencia en él, pero destaca uno, México, donde aprendió la importancia de la plataforma.

“Como elemento arquitectónico, la plataforma es fascinante. Lo aprendí de corazón en un viaje a México en 1949, donde encontré una rica variedad de tamaño e idea, y donde muchas plataformas están solas, rodeadas por nada más que naturaleza intacta.

Todas las plataformas en México están colocadas muy sensiblemente en el paisaje. Ellos irradian una gran fuerza. Sientes el terreno firme debajo de ti, como cuando estás parado en un gran acantilado. Déjame darte un ejemplo del poder de esta idea: Yucatán es un área plana de tierras bajas cubierta por una selva impenetrable que en todas partes alcanza una cierta altura. Los mayas solían vivir en esta jungla en pueblos rodeados de pequeños claros cultivados. Por todos lados, y también arriba, estaba la jungla caliente, húmeda y verde. No hay grandes vistas, pero al construir la plataforma al nivel del techo de la selva, de repente, conquistaron una nueva dimensión que era un lugar digno para la adoración de sus dioses. Ellos construyeron sus templos en estas plataformas altas, que pueden tener hasta cien metros de largo. Ahí, tenían el cielo, las nubes y la brisa, y de repente el techo de la selva se transformó en una gran llanura abierta. Por medio de este dispositivo arquitectónico habían transformado completamente el paisaje y presentó, sus ojos, una grandeza que correspondía a la grandeza de sus dioses. La maravillosa experiencia de pasar de la densidad de la selva a la vasta apertura sobre la plataforma sigue ahí hoy. Es como la liberación que sientes aquí, en las tierras nórdicas, cuando, después de semanas de lluvia, nubes y oscuridad, de repente emerges a la luz del Sol.” (Utzon, 1962, p.9)

Jørn Utzon “Jørn Utzon” (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura



Fig. 1.5: Dibujo de Monte Albán, Jørn Utzon, 1949. [Fuente: Ministerio de vivienda]

Otro ejemplo de la potencia arquitectónica de la plataforma se encuentra en las pirámides de Guiza. Las pirámides, a parte de su función como tumba del faraón, tenía una gran importancia simbólica, pues reflejaba el poder de este. Kefrén construyó la pirámide más grande conocida y antes de morir hizo jurar a su hijo, Keops, que no construiría una pirámide mayor que la de su padre. Keops, para cumplir su promesa, mandó construir una plataforma que elevara su futura pirámide, de esta forma, aun siendo unos metros más baja, su posición sobre esta hace que aparente ser mucho mayor. Este efecto se ve acentuado en la actualidad por el hecho de que la pirámide de Keops aun mantiene parte del recubrimiento en la cúspide.

La plataforma se manifiesta en muchas de las obras de Utzon, como la Ópera de Sídney, que la describe de la siguiente manera: "... la idea ha sido dejar que la plataforma corte como un cuchillo y separare funciones primarias y secundarias completamente. En la parte superior de la plataforma los espectadores reciben la obra de arte completa y debajo de la plataforma tiene lugar cada preparación." (Utzon, 1962, p.10)

Utzon continuó: "Expresar la plataforma y evitar destruirla es una cosa muy importante, para empezar a construir encima de ella. Un techo plano no expresa la planitud de la plataforma ... en los esquemas para la Ópera de Sídney ... puedes ver los techos, formas curvas, arriba y más abajo la meseta. El contraste de formas y las alturas en constante cambio entre estos dos elementos dan lugar a espacios de gran fuerza arquitectónica posibilitados por el enfoque estructural moderno de construcción de hormigón, que ha dado tantas herramientas hermosas en manos del arquitecto." (Utzon, 1962, p.10)

Jørn Utzon "Jørn Utzon" (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura

Fig. 1.6: Plataforma maya en Yucatán, Jørn Utzon, 1949. [Fuente: Ministerio de vivienda]



La Casa de la Ópera de Sídney fue diseñada por Utzon en 1957, a la edad de 38 años. En ese momento era un arquitecto relativamente desconocido con un despacho en Dinamarca. Vivía con su esposa y sus tres hijos en una casa construida por él, 5 años antes, en un pequeño pueblo costero, Hellebaek. Acababa de participar en un concurso para la construcción de esta ópera, en el cual participaron 230 propuestas de más de 30 países, su concepto fue seleccionado y descrito por los medios como "tres bóvedas de hormigón con forma de concha cubiertas de azulejo blanco". Se ha convertido en uno de los edificios más famosos y fotografiados, del siglo XX. Es ahora aclamado como una obra maestra de Jørn Utzon.

Como dice el premio Pritzker y jurado Frank Gehry, "Utzon hizo un edificio muy por delante de su tiempo, muy por delante de la tecnología disponible, y él perseveró, a pesar de la extraordinaria publicidad maliciosa y crítica negativa, en la construcción de un edificio que cambió la imagen de todo un país. Es la primera vez en nuestra vida que una pieza épica de la arquitectura ha ganado tal presencia universal." (Gehry, 2003)

En 2003 se anunció una renovación del interior la cual la llevó a cabo su estudio, Utzon Architects, al tener un acuerdo con el Sydney Opera House Trust e indirectamente con el gobierno australiano. También se desarrolló un documento, que lleva al lector a través del edificio, explicando los principios subyacentes para las decisiones de diseño que produjeron el resultado final. El documento sirve como un manual o una guía para que las generaciones futuras cuando se realicen modificaciones o reformas. También se contempla el diseño de las modificaciones para adecuar el edificio a las exigencias actuales.

Frank Gehry "Biografía Jørn Utzon" (2003); Pagina Oficial Premio Pritzker, www.pritzkerprize.com.

Jørn Utzon ha contribuido mucho más que una obra maestra. Como se señala la arquitecta, autora y crítica, Ada Louise Huxtable, en sus comentarios del jurado de Pritzker: *“Dentro de cuarenta años, en la práctica, cada comisión muestra un desarrollo continuo de ideas sutiles y audaces, verdaderas a la enseñanza de los primeros pioneros de una arquitectura “nueva”, pero que cohesiona de una manera profética, la mayoría, visible ahora, para empujar los límites de la arquitectura hacia el presente. Esto ha producido una gama de la obra de la abstracción escultórica de la Ópera de Sydney, que anunciaba la vanguardia de expresión de nuestro tiempo, y es ampliamente considerado como el monumento más notable del Siglo XX, a viviendas hermosas y humanas, y una iglesia que sigue siendo una obra maestra en la actualidad.”*

Ada Louise Huxtable, “Bibliografía Jørn Utzon” (2003), www.pritzkerprize.com



Fig. 1.7: Rafael Moneo posando junto a la maqueta de su proyecto de rascacielos en Miami. [Fuente: Web Diario de Navarra]

Rafael Moneo arquitecto español y premio Pritzker de 1996 opina así de Jørn Utzon y su arquitectura.

OPINIONES
Rafael Moneo

“Cuando Utzon dibuja las nubes y el pavimento, parece querer decirnos que en arquitectura tan solo el plano horizontal -suelo y techo- es lo que cuenta. Aunque parezca paradójico, de tal afirmación se desprenderá que los muros poco importan y, en efecto si nos detenemos a examinar su obra comprobamos que su concepto de arquitectura no hace de la planta el fundamento. [...] en la arquitectura de Utzon la sección prevalece.”

“Tecnología sí, pero manipulada hasta hacerla desaparecer y convertirla en soporte de una obra que está más próxima al trabajo del artesano que a la producción del artesano que a la producción industrial. Tal actitud obliga a la innovación... Utzon lo sabe y una vez que tiene claro cuál es la arquitectura que quiere, todo su esfuerzo se encamina en esta. Así, por citar el ejemplo más destacado, ocurre en la Ópera de Sídney, donde Utzon fue capaz de descubrir que en la esfera se encontraban todas las formas soñadas.”

“Hay una clara línea de separación entre la arquitectura doméstica y aquella que no lo es en la obra de Jørn Utzon. En tanto sus casa -su propia casa en Hellebæk, Kingo Houses, Fredensborg- se mueven en el terreno de lo conocido, son modestas tienen un admirable sentido de la medida y están dispuestas a recibir al mas variado tipo de usuarios, su arquitectura no doméstica, publica, siempre busca una dimensión heroica. Utzon com o un nuevo Hércules [...] siempre se afana por resolver lo que parece imposible.”

“No hay lugar en la arquitectura de Jørn Utzon para lo ambiguo. Sobre todo en el proyecto, su obra es siempre clara y luminosa, sin atisbo alguno ni del dolor ni de la duda. Utzon está en las antípodas de Venturi”

“No es posible prescindir de la analogía musical cuando nos adentramos en la iglesia de Bagsværd. La fluidez de su espacio se apodera de nosotros de manera no muy diversa a como lo hace una melodía en tanto que el perfil en el paisaje es algo muy lejano a lo que entendemos pueda ser la representación de la fuga.”

“La luz como substancia de la arquitectura. En la iglesia de Bagsværd, en el museo de Silkeborg. Predominio de lo concavo. Los lucernarios aaltianos transformados en edificio.”

“La construcción siempre se ve, pero nunca produce de un modo automático la forma. La lógica de la construcción la establece la forma.”

“Kingo Houses y Fredensborg son dos ejemplos de cómo pasar de la vivienda individual a lo que Le Corbusier llamaba l'unité d'habitation. Y todo ello sin empaquetarla en un arquitecto paquebote, haciéndose posible aquel viejo sueño de la ilustración en la que sociedad y naturaleza llegan a ser una misma cosa.”

“Utzon piensa que la geometría en que la construcción se apoya hace innecesario el ornamento”

“La arquitectura de Utzon difícilmente puede ser llamada escenográfica. Y, sin embargo, es un esplendido marco siempre para que en ella vivamos y desde ella veamos el mundo que nos rodea. ¿Qué otra cosa puede decirse del patio/ claustro/cortile de la casa de Porto Petro, en Mallorca? O ¿cómo interpretar de otro modo el que dicha casa las jambas de la ventana se conviertan en parpados que se abren jubilosamente en el cuarto de estar y que se entornan somnolientamente en los dormitorios? La casa de Porto Petro, su casa, como el mejor de los escenarios desde el que disfrutar el mar Mediterráneo por el que los nórdicos -¿quién sabe por qué?- sienten tan inevitable atracción.” (Moneo, 1995, p. 14)

Rafael Moneo, “Jørn Utzon” (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura



Fig. 1.8: Sala de estar de Can lis en Porto Petro (Mallorca). [Fuente: Web Can Lis]

CAPÍTULO 2
Langelinie Pavilion

CONCURSO

El concurso de 1953 se propone para la construcción de un nuevo pabellón en el paseo marítimo de Langelinie en Copenhague. Los terrenos fueron construidos en la década de 1660 como parte de la expansión de la fortaleza Kastellet hacia Øresund. En el siglo XIX, la fortificación de Copenhague fue abandonada y Langelinie se convirtió en un paseo marítimo costero civil y un lugar popular para la vida social en la ciudad. En 1885 Dansk Forening para Lystsejlad (la organización danesa para la navegación recreativa) construyó el primer pabellón diseñado por Vilhelm Dahlerup, para ser demolido en 1902 y dejar paso al segundo pabellón diseñado por Fritz Koch. Este último fue muy popular entre el pueblo de Copenhague, pero fue gravemente dañado durante la II Guerra Mundial por una explosión provocada por los alemanes como respuesta a la resistencia del pueblo danés frente a la ocupación nazi. Tras este acontecimiento se debatió si se debía reconstruir con el diseño original o con un nuevo. Finalmente, se decidió hacer un concurso para la construcción de un nuevo pabellón.

El concurso fue ganado por Niels y Eva Koppel, dos de los arquitectos daneses más destacados de la posguerra. En los años treinta y cuarenta pasaron un tiempo trabajando en otros países nórdicos y fueron influenciados por las expresiones arquitectónicas de la época, entre otras, por Alvar Aalto. En 1954, la pareja ganó un concurso organizado por la ciudad de Copenhague y el pabellón se construyó en 1956-58. Su propuesta de estilo racionalista recuerda a la arquitectura de Mies van der Rohe. El Edificio se compone por tres cajas. La planta baja está construida de hormigón y tiene una imagen hermética con pequeñas ventanas horizontales. Esta primera planta maciza y hermética sobre la que se asienta el resto del edificio recuerda a la “meseta” usada de forma recurrente en los diseños de Utzon o al zócalo de la arquitectura clásica. Por el contrario, la segunda caja pretende dar una imagen liviana que flota sobre este, es significativamente más grande en superficie y en altura que



Fig. 2.1: Dibujo Primer Langelinie.
[Fuente: Alamy]



Fig. 2.2: Foto Segundo Langelinie.
[Fuente: Alamy]



Fig. 2.3: Foto Tercer Langelinie.
[Fuente: Web Langelinie,]

la planta baja. Su estructura es metálica, los grandes ventanales ocupan todo el vano entre pilar y pilar. La última caja comparte la misma línea de diseño que su predecesora, pero es más pequeña tanto en superficie como en altura. Utiliza el mismo sistema constructivo que la segunda caja. El edificio fue incluido el registro de edificios protegidos por Agencia del Patrimonio de Dinamarca en 2006.

Hennuin Larsen y Jørn Utzon consiguieron el segundo y tercer premio, respectivamente.

La propuesta de Utzon consigue el tercer premio en el concurso de 1953. Esta se emplaza en el paseo marítimo de Langelinie, un conjunto de zonas verdes dedicadas al ocio compuesta por fosos ajardinados y los recintos amurallados de la ciudadela de Copenhague.

La idea se inspira en la verticalidad de los campanarios de la ciudad y en la condición de vigía del puerto. Utzon dota a la torre no solo de un valor funcional si no también iconográfico. Para su diseño se inspira en la Torre de Innovación SC Johnson en Wisconsin diseñada por una de sus grandes influencias, el arquitecto estadounidense Frank Lloyd Wright. El diseño de Utzon tiene una línea más orgánica que la de Wright, variando reduciendo el voladizo de las plantas conforme se acerca a la cúspide, recuerda a la forma de un árbol, mientras que la torre de Wright mantiene el mismo ancho desde el suelo hasta la parte superior. Sin embargo, se observa una clara similitud en el núcleo central que funciona a su vez de estructura vertical como de núcleo de comunicaciones en ambos casos. También se percibe la influencia de Wright en el juego de dobles alturas que consigue intercalando plantas de mayor radio con otras de radio menor. Ambos utilizan un cerramiento en forma de muro cortina de vidrio que permite una vista 360° del entorno y una gran iluminación en el interior.

El edificio proyectado por Utzon se compone por dos elementos con dos lenguajes arquitectónicos diversos. El primer elemento es la meseta, muy recurrente en su arquitectura tras el viaje de México. Esta ejerce de base, un pódium, donde se asienta el edificio. Tiene un carácter masivo, sin ventanas, en él se concentran los servicios: cocina, almacenes y administración. El otro elemento es la estructura de 11 plantas que se coloca sobre este. Esta se compone por un núcleo central de hormigón que sirve de estructura de apoyo para las plantas que surgen en voladizo de él. Pero la estructural, no es su única función, puesto que, sirve de comunicación vertical, pues hay dos núcleos de escalera y

DEFINICIÓN DE PROYECTO

4 ascensores. hace a su vez de estructura, de núcleo de comunicaciones y para pasar las instalaciones.

También se encuentra el paso de instalaciones, así como de una instalación para ascender bandejas de comida desde las cocinas hasta las distintas plantas de restaurante. De este núcleo se prolongan en voladizo las plantas de forma circular. La más grande llega a tener una longitud de vuelo entorno a los 14 metros. Tiene una sección variable, en su zona de empotramiento puede llegar a un espesor de 2 metros mientras que en la punta es de 10 cm. La sección de este no es maciza, si no, que se trata de una serie de nervios radiales en forma de cercha que dotan de rigidez a la sección a la vez que aligeran el peso. El final del voladizo lo remata con una jardinera que recorre todo el perímetro. La mayoría de las plantas tienen usos de hostelería como restaurantes y bares. La planta 8, sin embargo, es un espacio de oficinas relacionado con los negocios de restauración de las plantas inferiores. La planta 9 es un pequeño bar privado ligado a esta planta de oficinas. La última planta es una terraza con la función de mirador.

La torre busca un despliegue panorámico hacia el entorno portuario, de ahí que el cerramiento sea un muro cortina de vidrio que rodea cada planta. En varias ocasiones el espacio abarca más de una planta, creando grandes espacios en doble altura que enmarcan el paisaje. Estos grandes ventanales permiten una gran entrada de luz hacia el interior.

“El pabellón Langelinie aspira a cristalizar, con sensibilidad paisajística, la imagen emblemática del ámbito portuario de la ciudad.” (Ferrer, 2006, pg.90)

No toda la arquitectura es la que se construye, también forman parte de esta rama de las artes, los proyectos “ausentes”, bien porque no han llegado hasta nuestros días o porque no se llegaron a construir, como en este caso.

Del Langelinie Pavilion de Utzon no existe documentación del proyecto desarrollado, puesto que no ganó el concurso, pero si se puede disponer de planos con las plantas y secciones que presentó al concurso, así como bocetos interiores y exteriores para hacer comprensible su visión de este proyecto. Esta documentación coincide en las diversas fuentes consultadas, tanto escritas, libros sobre la obra de Utzon o revistas de arquitectura, como en páginas web. Todas ellas citadas en la bibliografía del presente trabajo.

Este TFG se sirve de esta documentación para la reconstrucción gráfica por medio de herramientas informáticas actuales, un software de dibujo en 2D y modelo 3D, AutoCAD y otros programas que se usan en fases posteriores. Se escoge este programa por la sencillez de su uso combinada con la limpieza que se obtiene en el resultado final. Este programa es habitual para la realización de planos, pero es poco frecuente usarlo para el modelado 3D, ya que no funciona como los nuevos programas BIM, que elevan el volumen a la vez que se realiza el plano. En este caso, a pesar de parecer una desventaja el uso de AutoCAD para el modelado, en realidad, no lo es por la forma del edificio. Este edificio tiene una sección concéntrica, todos los elementos arquitectónicos parten de este centro como puesto de inicio, lo que facilita su modelado, no desde la planta si no desde la sección, con el comando revolución. Este proceso se explica más adelante, en la fase de modelización 3D.

Fig. 2.4: Espacio de trabajo AutoCAD, líneas auxiliares para la construcción de la planta. [Fuente: Autor]

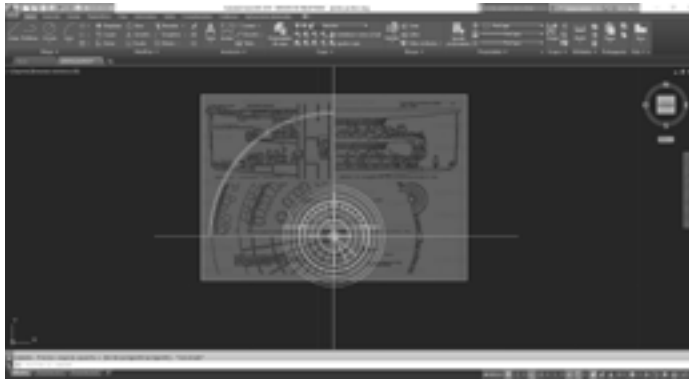
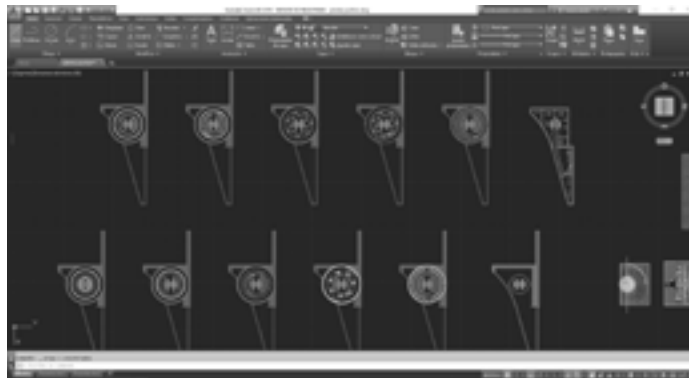


Fig. 2.5: Espacio de trabajo AutoCAD, construcción de la sección. [Fuente: Autor]

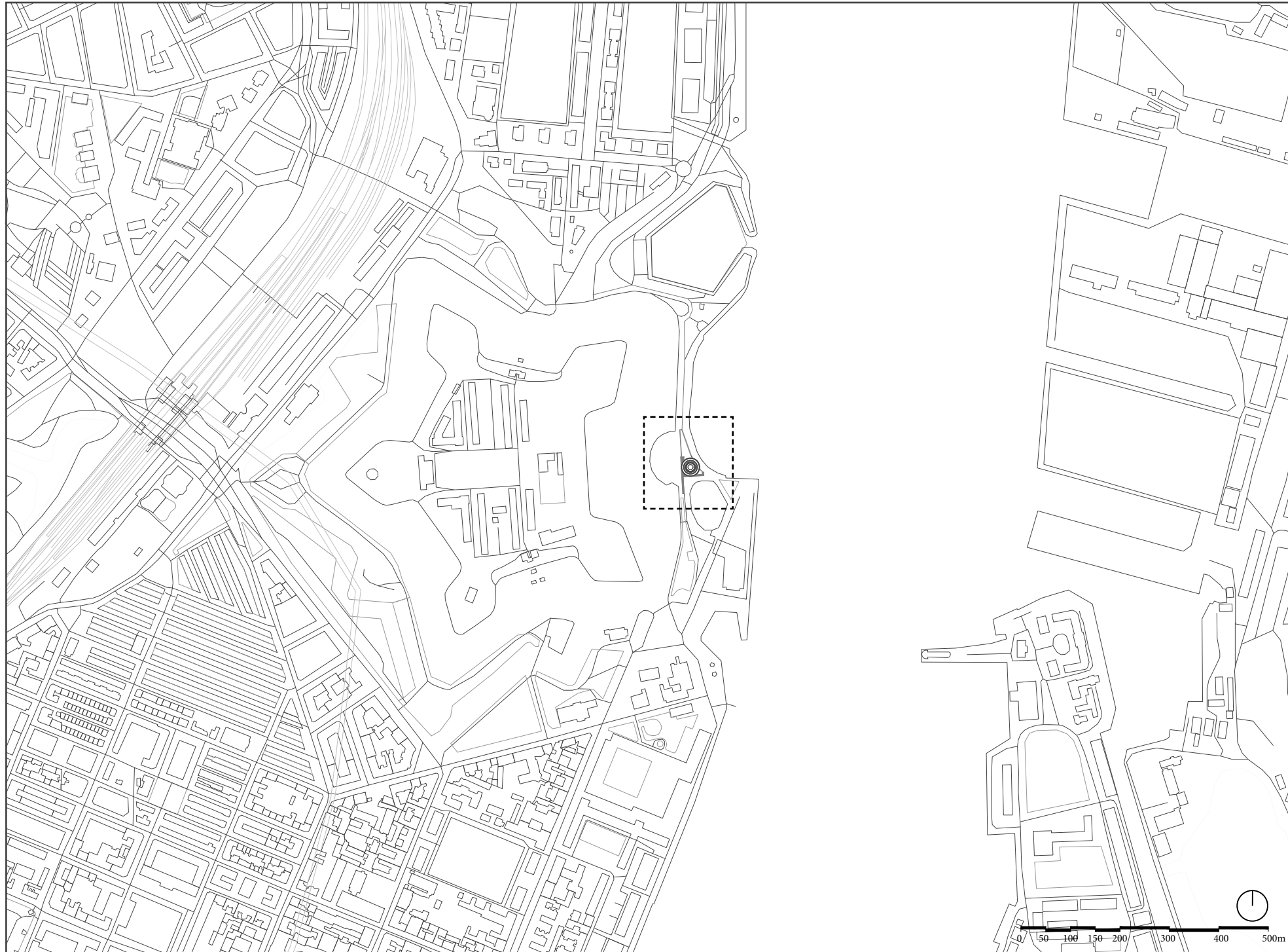


Fig. 2.6: Espacio de trabajo AutoCAD, todas las plantas acabadas. [Fuente: Autor]



“AutoCAD® es un software de diseño asistido por ordenador (CAD) en el que arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción confían para producir dibujos y documentación en 2D. Dibuje y edite geometrías 2D y modelos 3D con caras sólidas, superficies y objetos de malla.” (Autodesk, www.autodesk.es).

El Primer paso que se debe seguir una vez en el programa es escalar los planos. De la documentación presentada por Utzon la más fiable para verificar la escala es el plano que contiene una sección y una planta en detalle, ambas relacionadas entre sí. Debido a la ausencia de escala gráfica, se proporciona atendiendo a elementos constructivos, cuyo espesor o medida se puede conocer o intuir si se poseen conocimientos de arquitectura. Es el caso de los anchos de escalera de la planta, también la altura de los escalones en sección. Espesores de elementos estructurales, proporción de altura libre y altura de forjados. Y en un segundo plano, no como fuente fiable para la obtención de escala, pero si como una forma de comprobación de las proporciones, se utiliza la comparación del resultado con medidas de los muebles o las personas dibujadas.



**DOCUMENTACIÓN
GENERADA
Planimetría**

Fig. 2.7: Plano Situación. Ciudad de
Copenhague. [Fuente: Autor]
Escala 1:10.000.

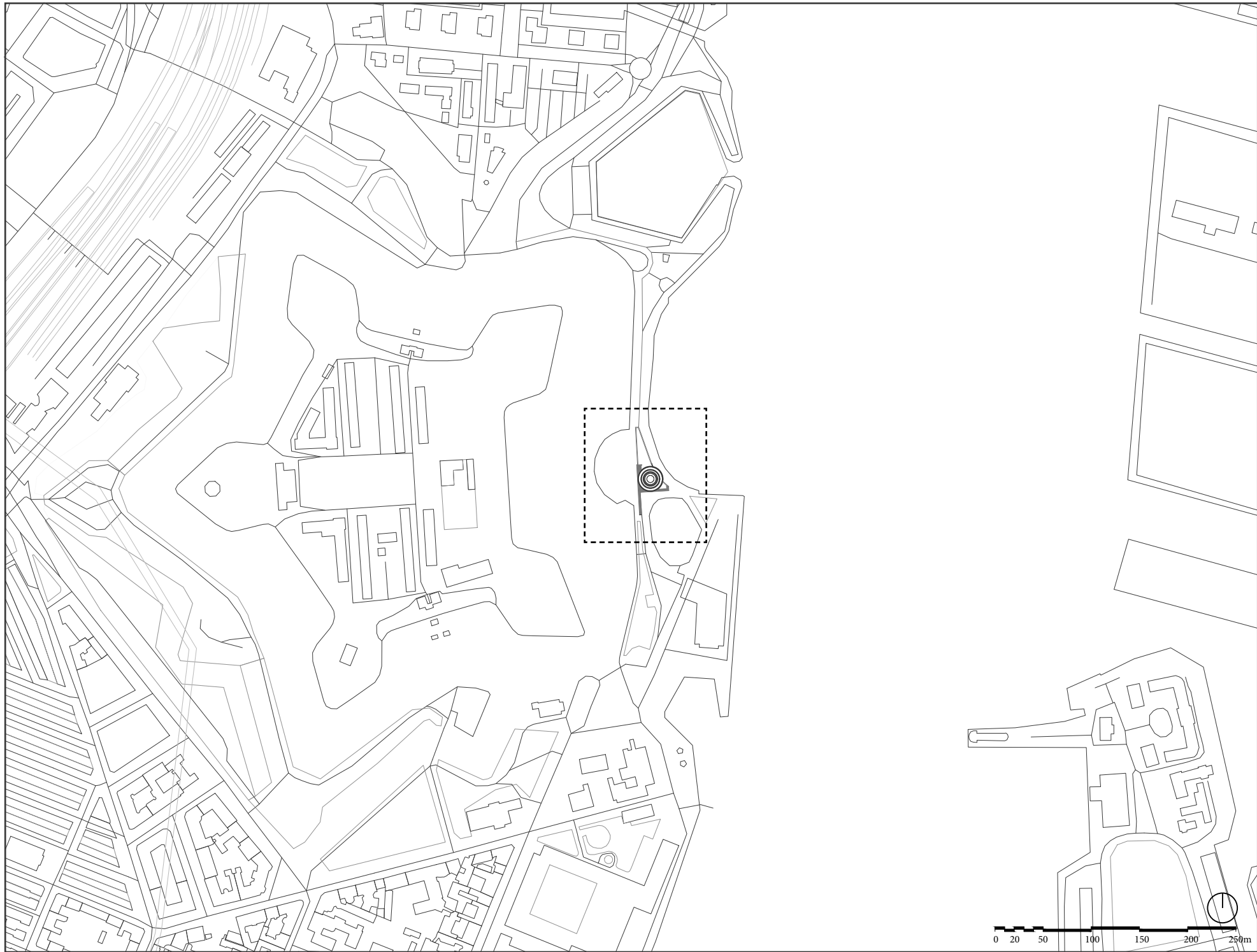


Fig. 2.8: Plano Situación. Ciudad de Copenhague. [Fuente: Autor]
Escala 1:5.000.

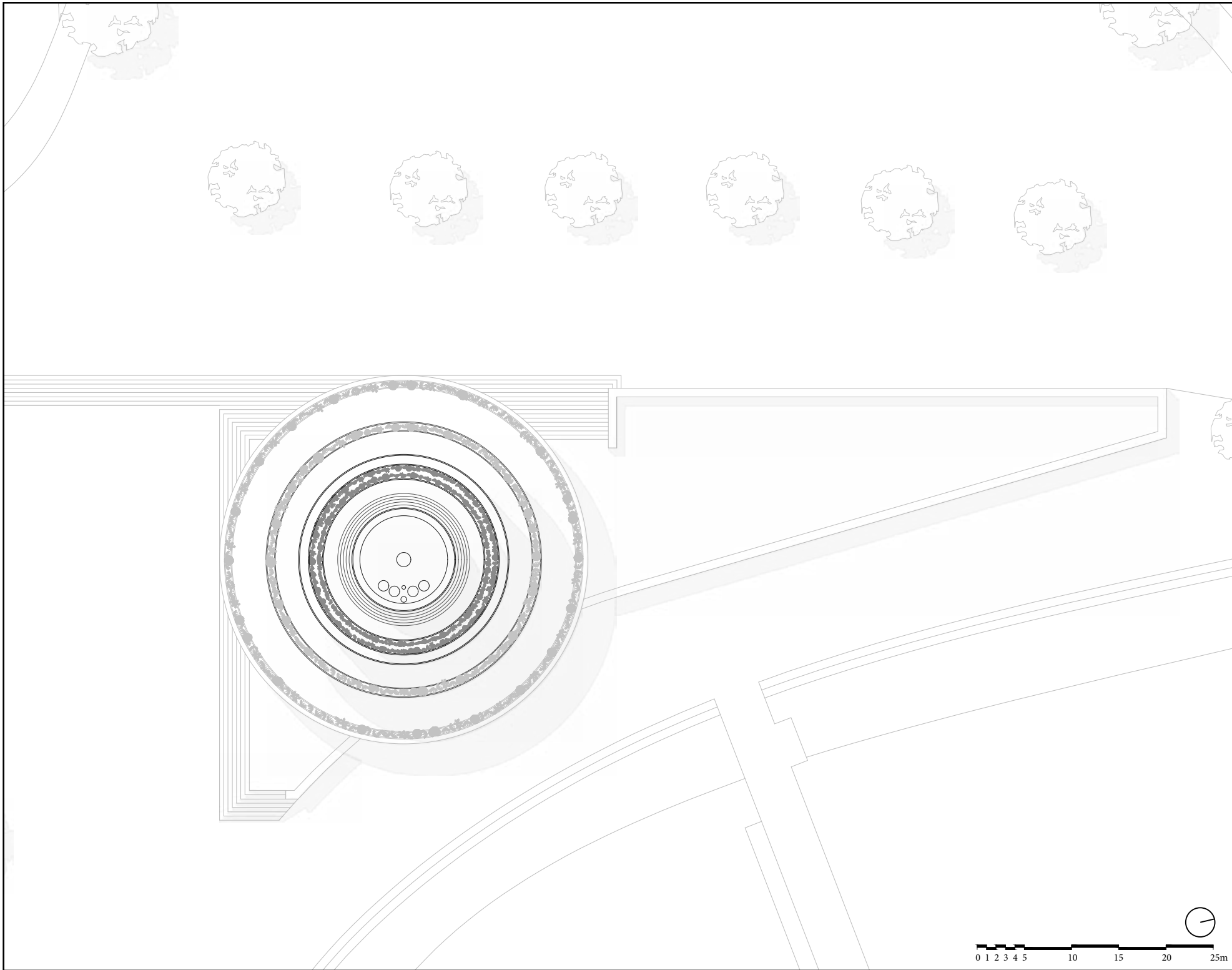


Fig. 2.9: Planta implantación. [Fuente: Autor]
Escala 1:500.

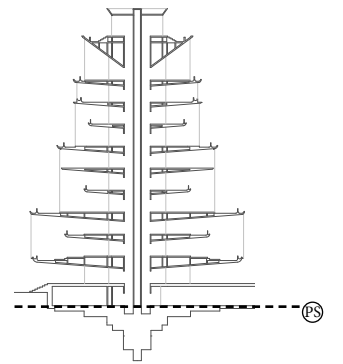
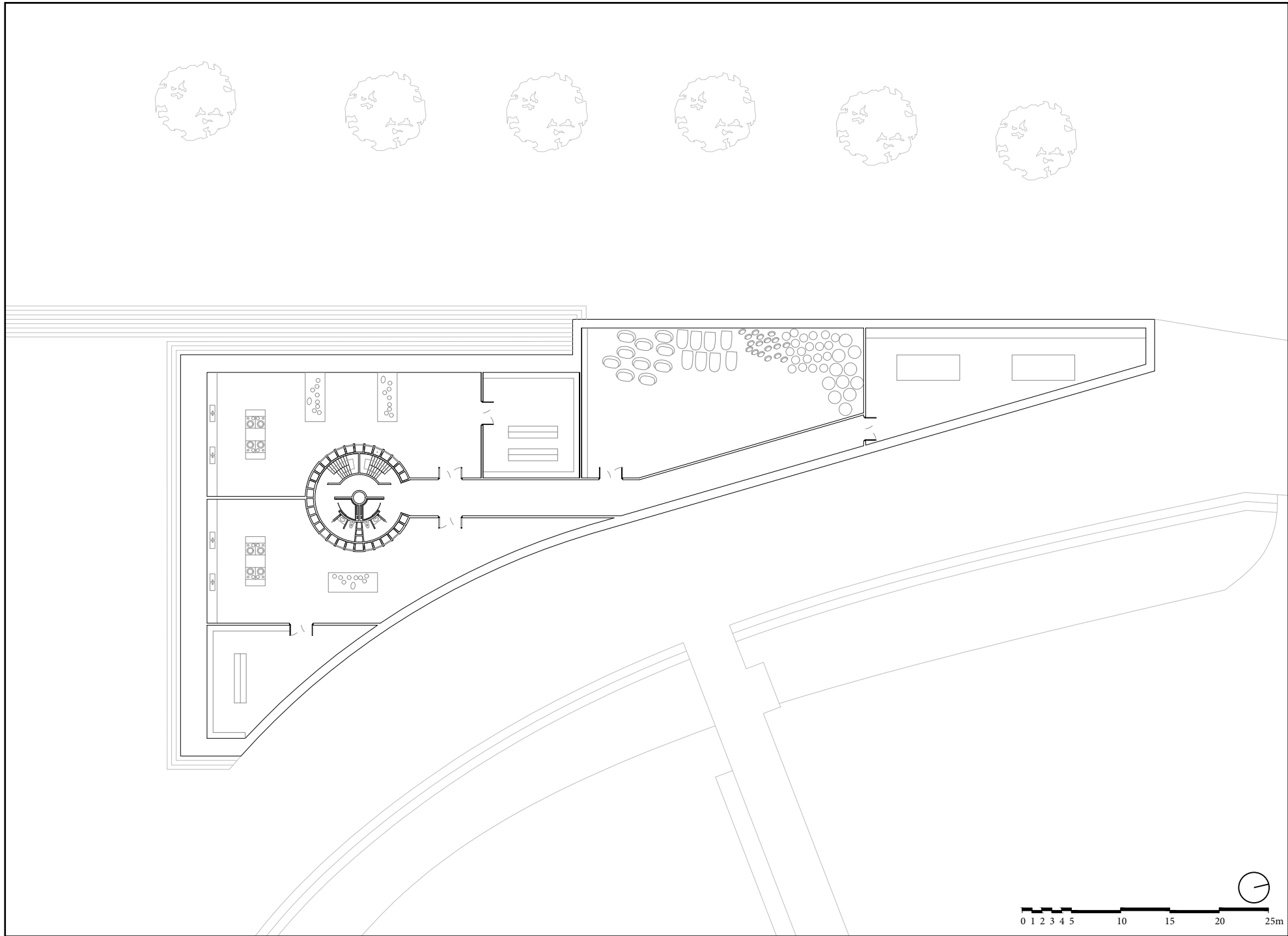


Fig. 2.10: Planta Sótano. Servicios.
 [Fuente: Autor]
 Escala 1:500.

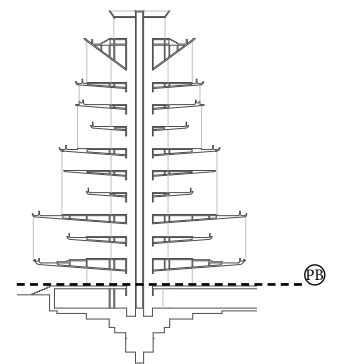
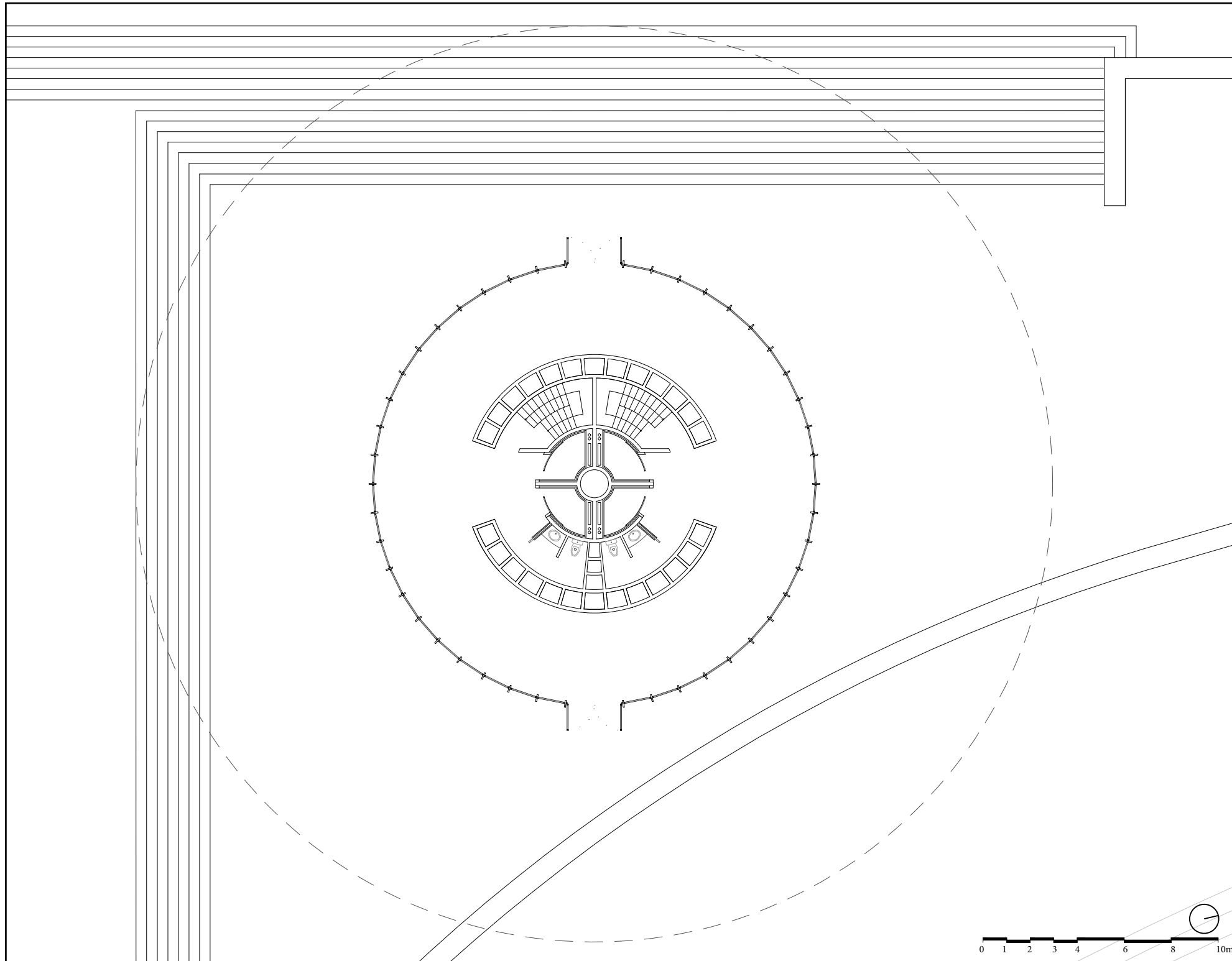


Fig. 2.11: Planta Baja. Acceso. [Fuente: Autor]
Escala 1:200.

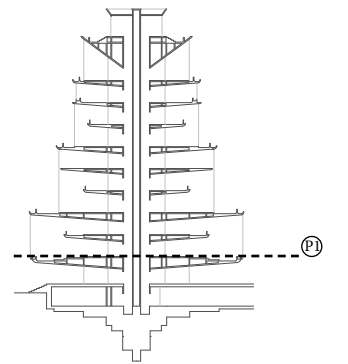
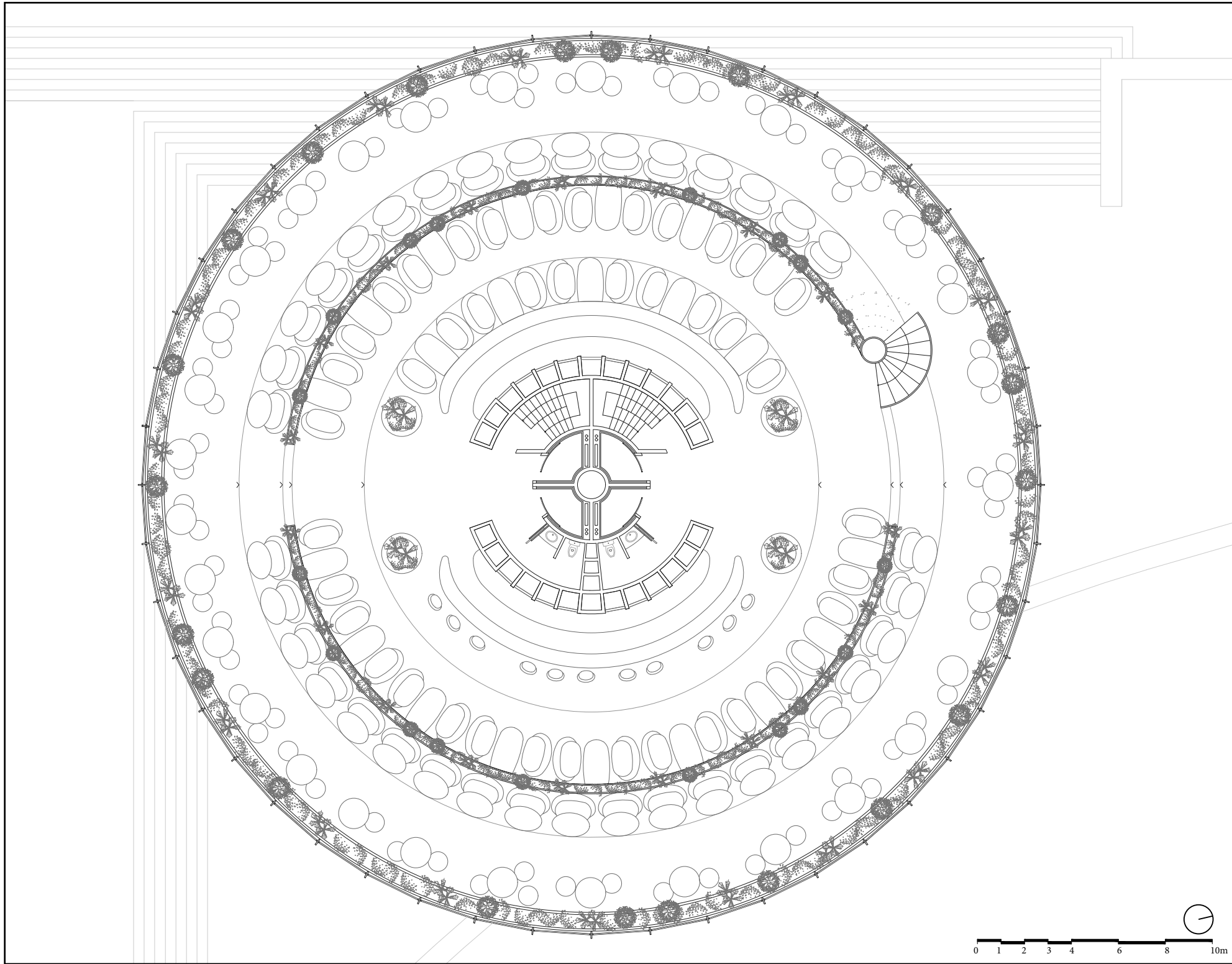


Fig. 2.12: Primera Planta. Restaurante.
[Fuente: Autor]
Escala 1:200.

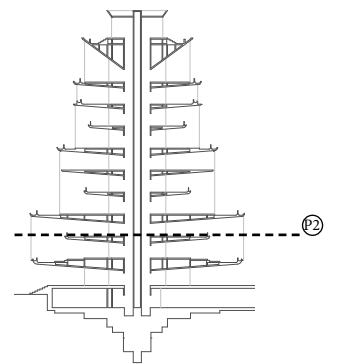
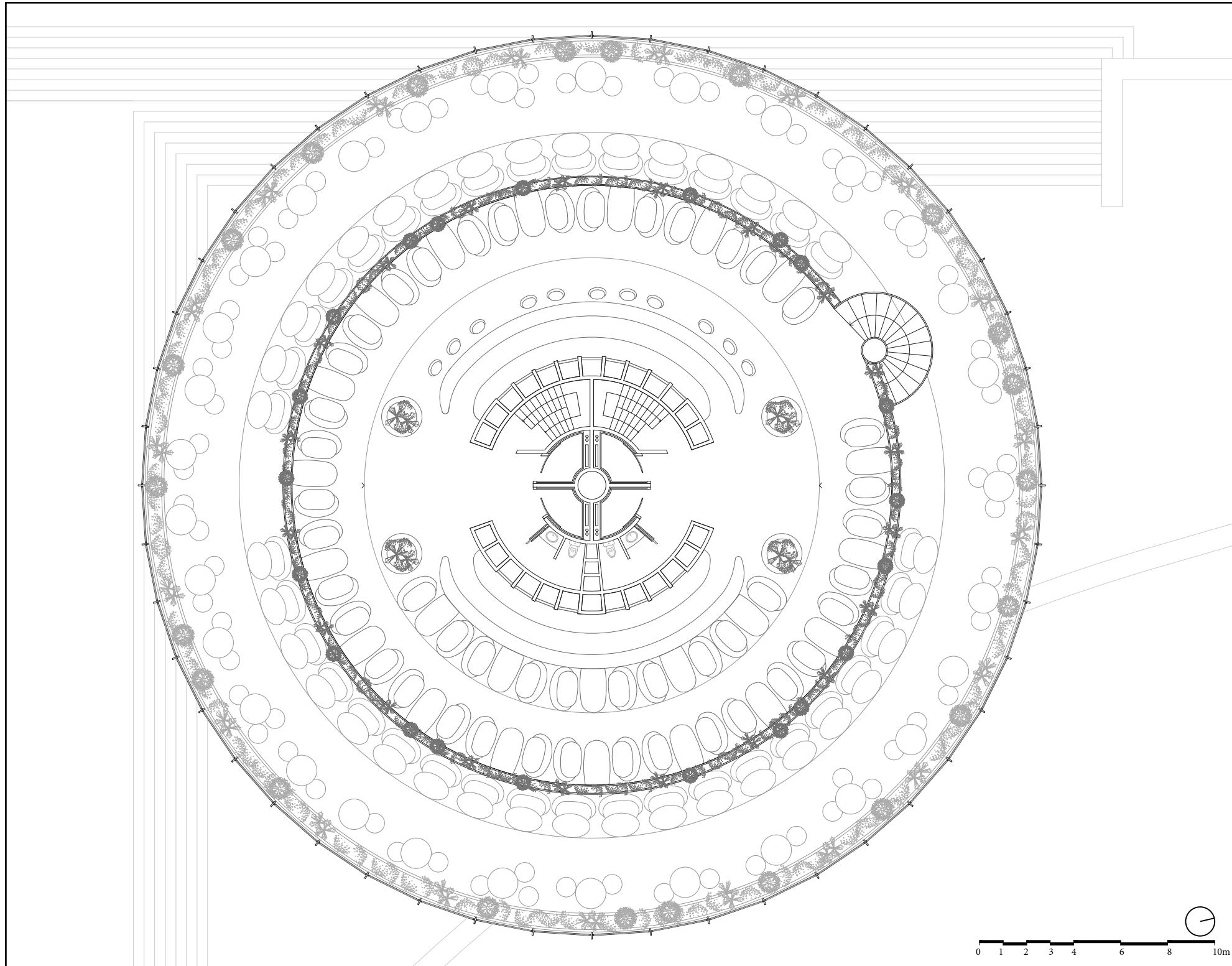


Fig. 2.13: Segunda Planta. Restaurante.
 [Fuente: Autor]
 Escala 1:200.

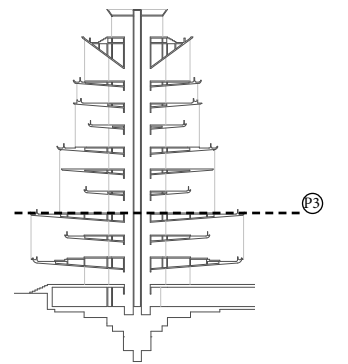
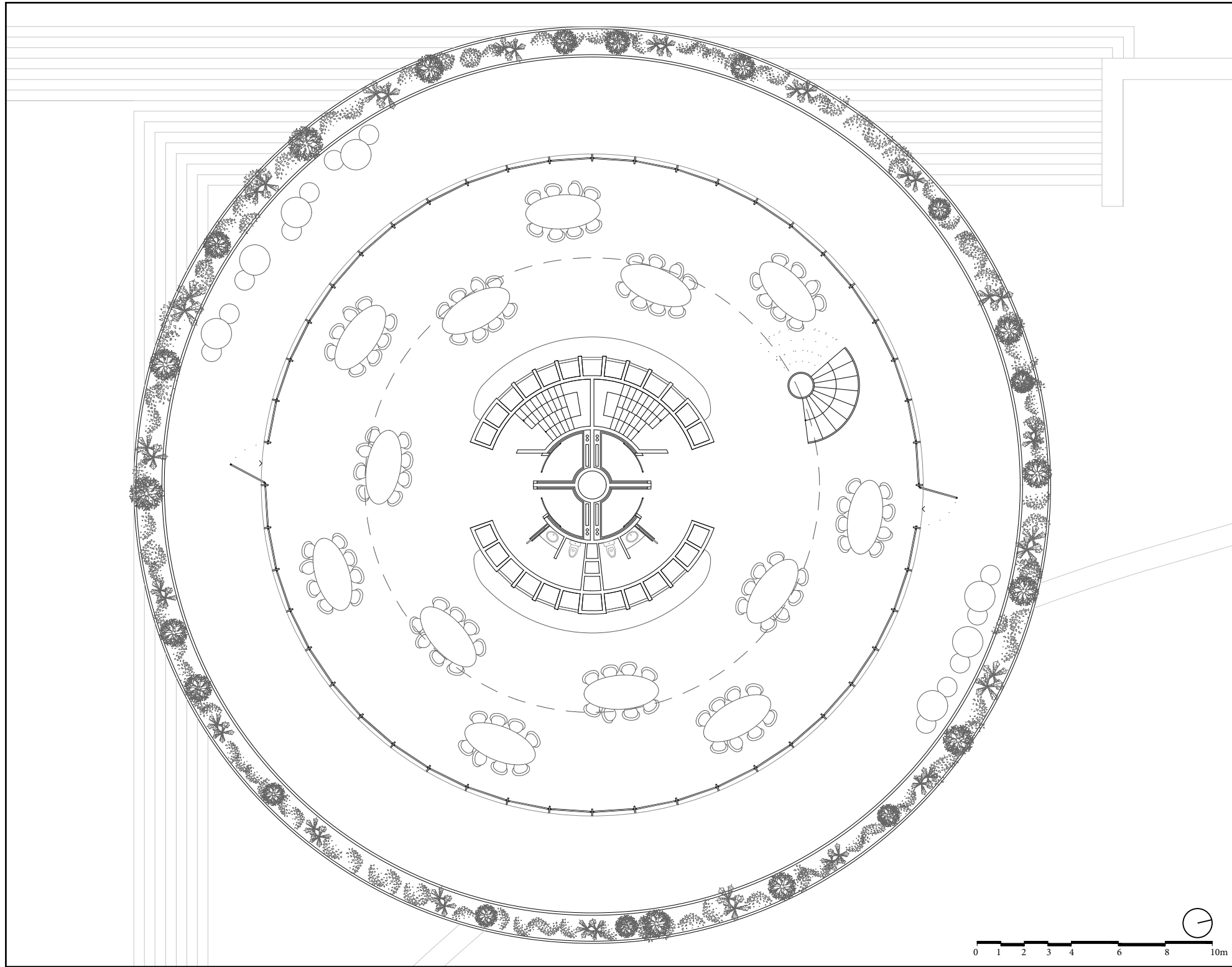


Fig. 2.14: Tercera Planta. Salón.
 [Fuente: Autor]
 Escala 1:200.

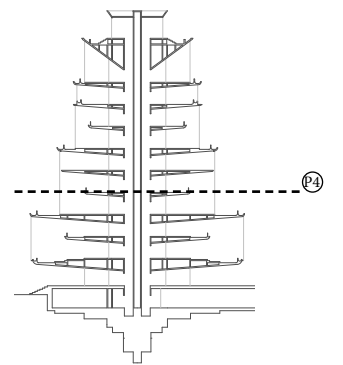
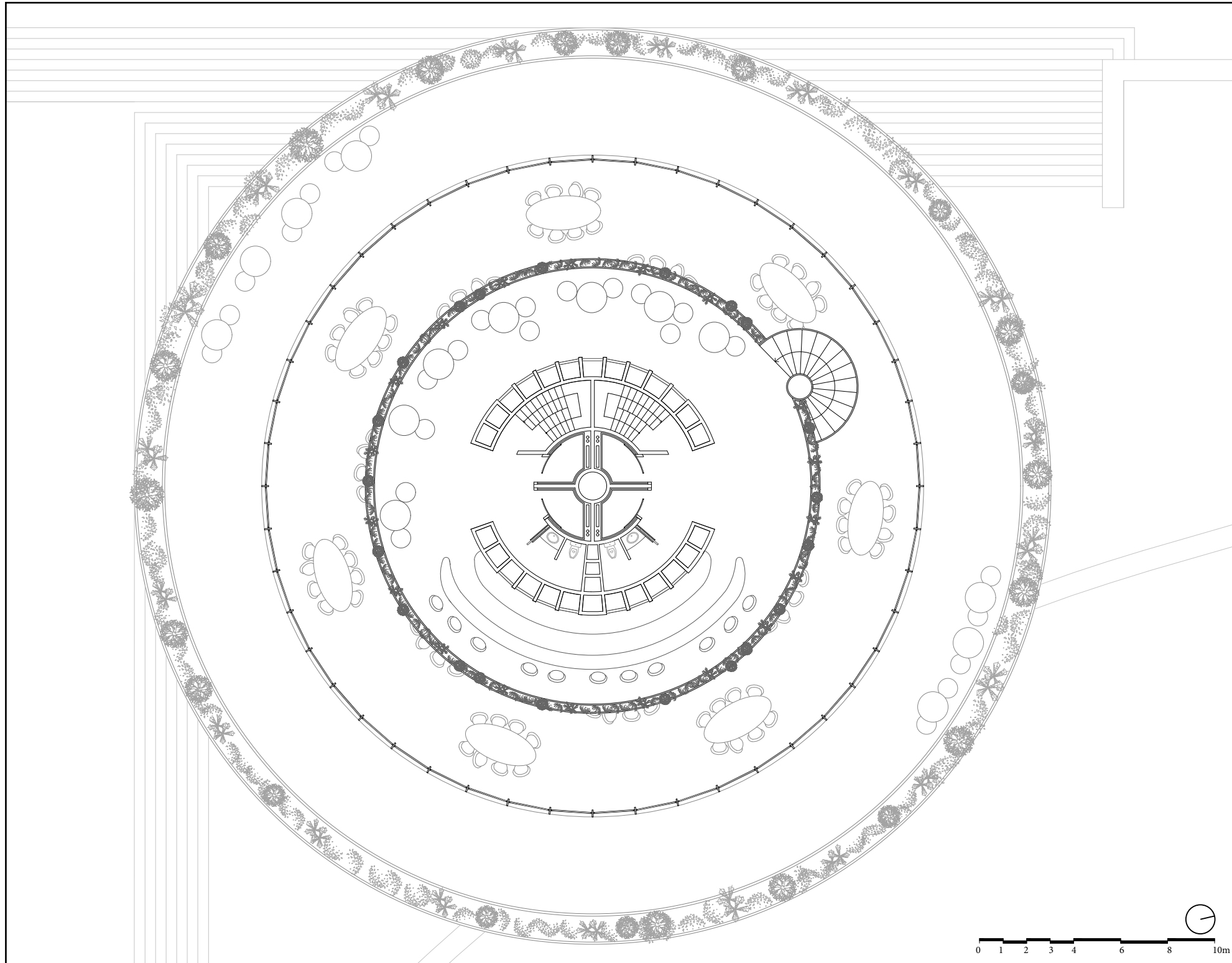


Fig. 2.15: Cuarta Planta. Bar. [Fuente: Autor]
Escala 1:200.

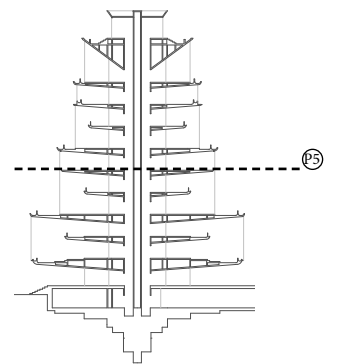
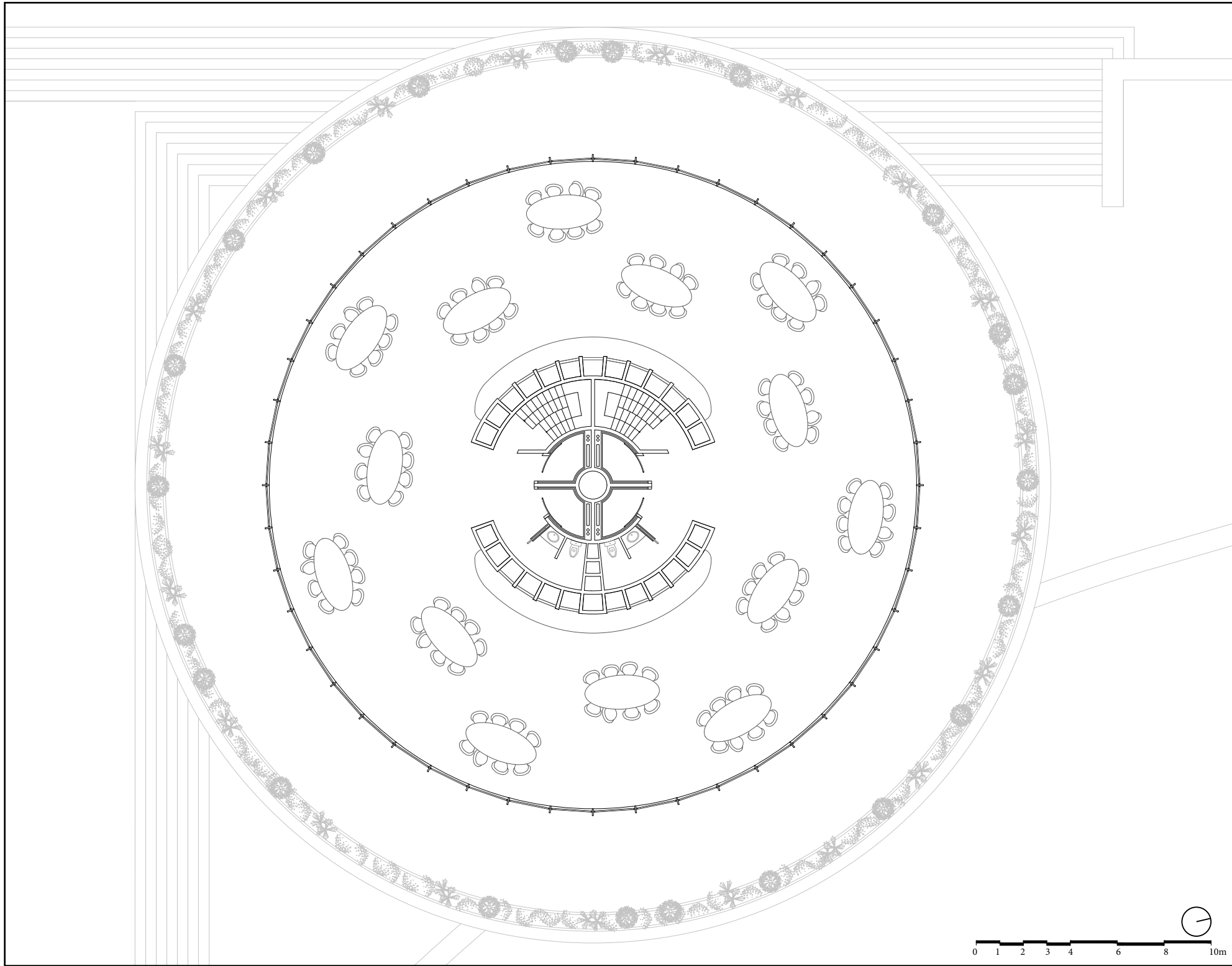


Fig. 2.16: Quinta Planta. Salón.
 [Fuente: Autor]
 Escala 1:200.

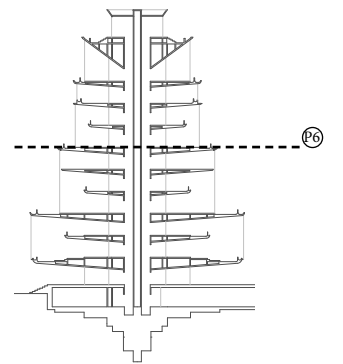
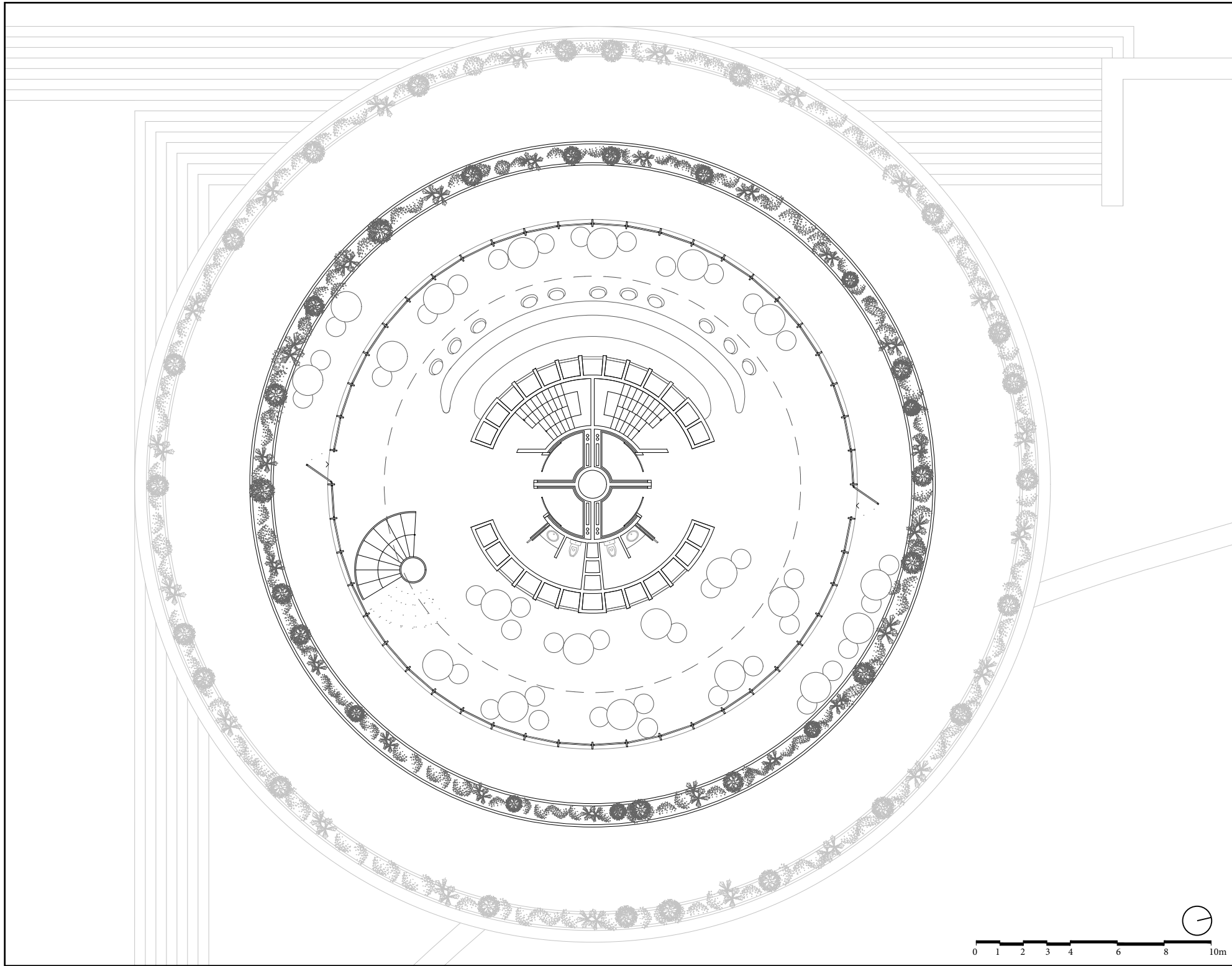


Fig. 2.17: Sexta Planta. Bar. [Fuente: Autor]
Escala 1:200.

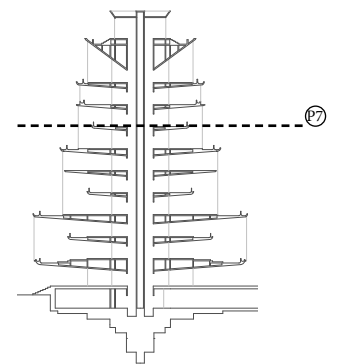
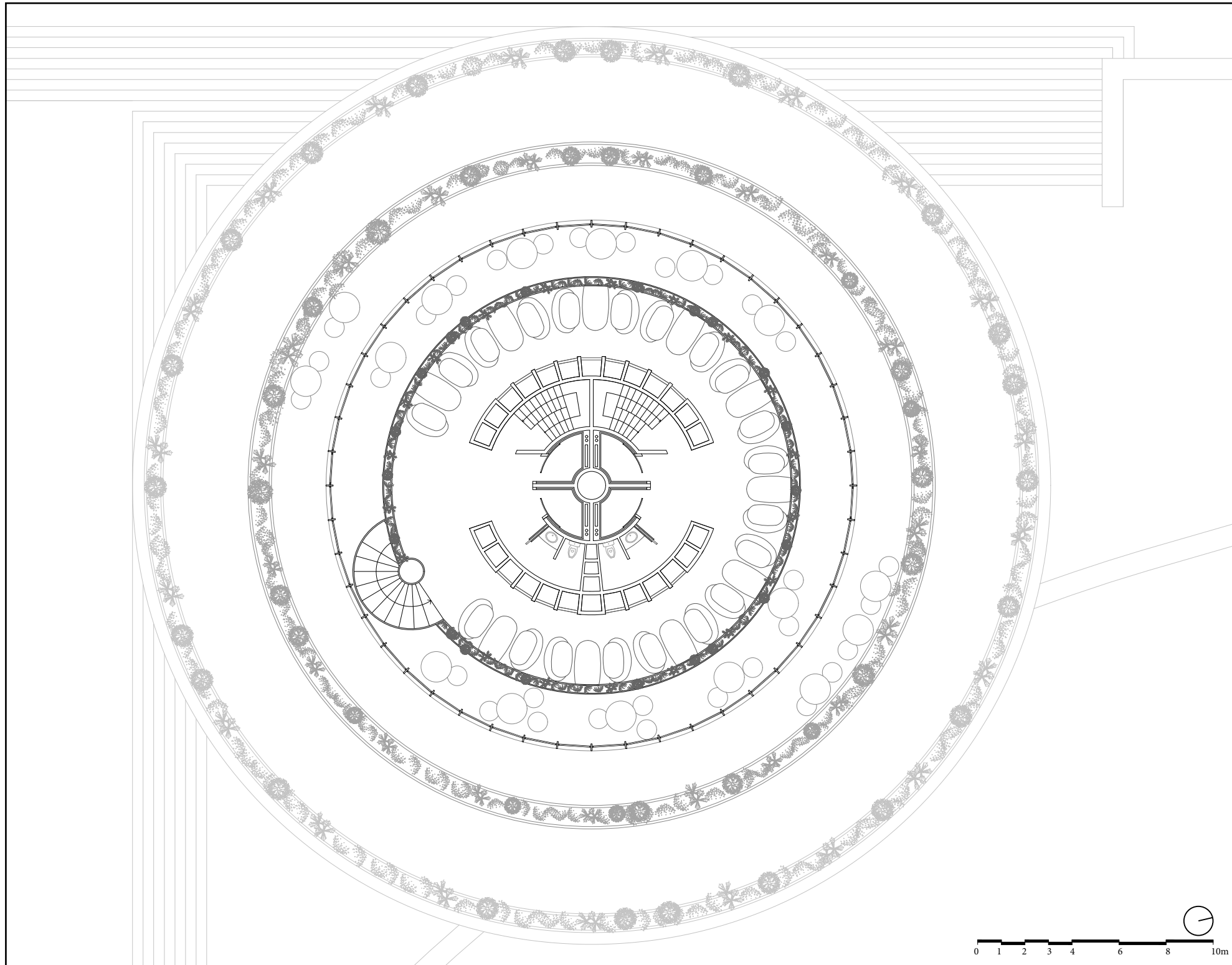


Fig. 2.18: Séptima Planta. Bar. [Fuente: Autor]
Escala 1:200.

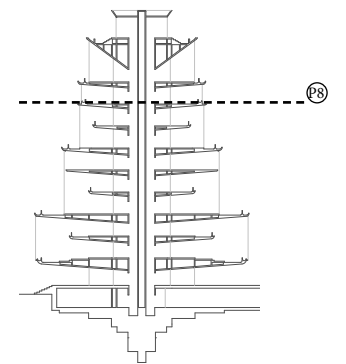
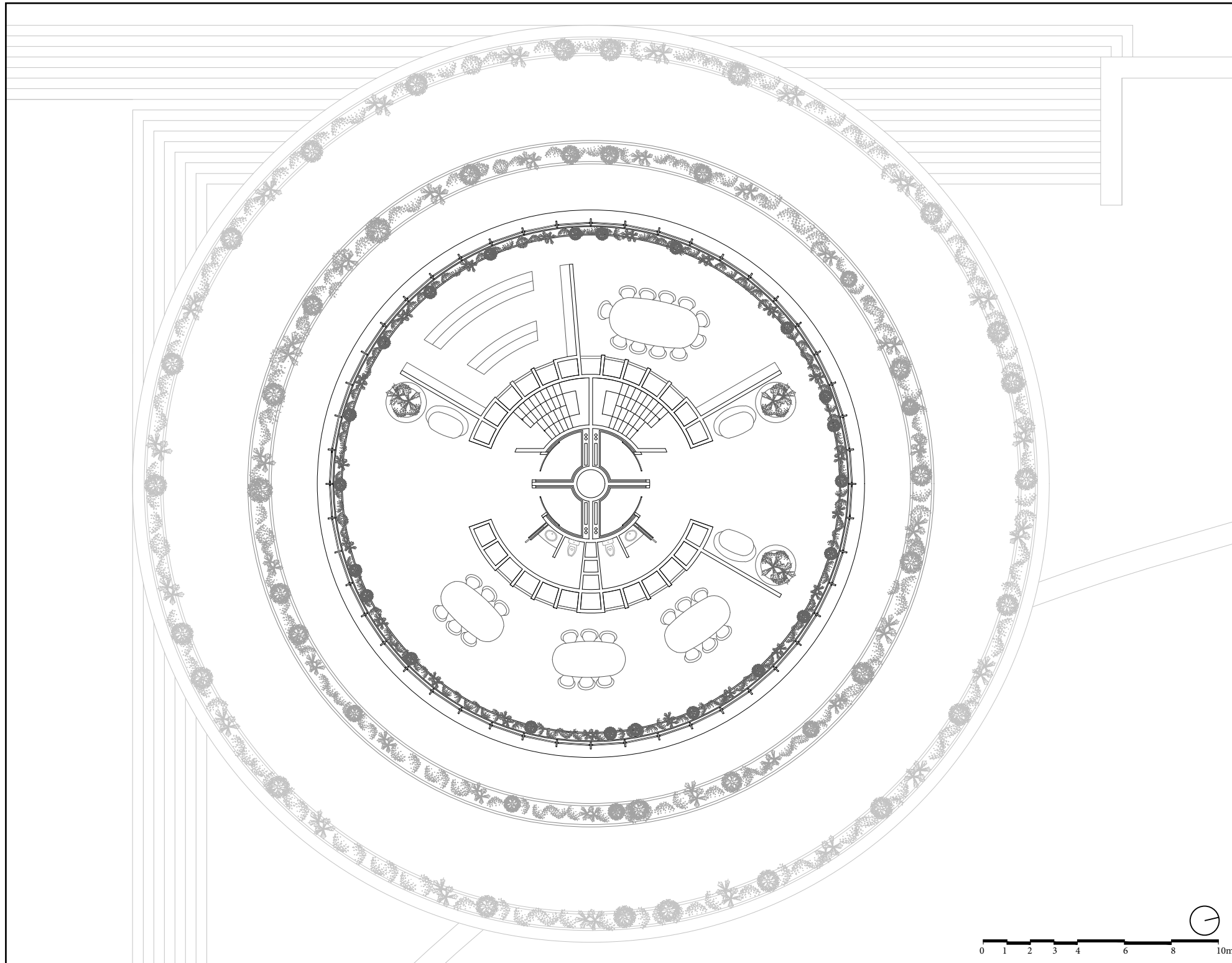


Fig. 2.19: Octava Planta. Oficinas.
 [Fuente: Autor]
 Escala 1:200.

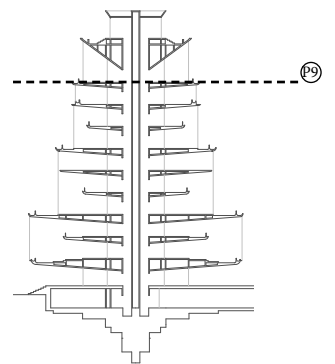
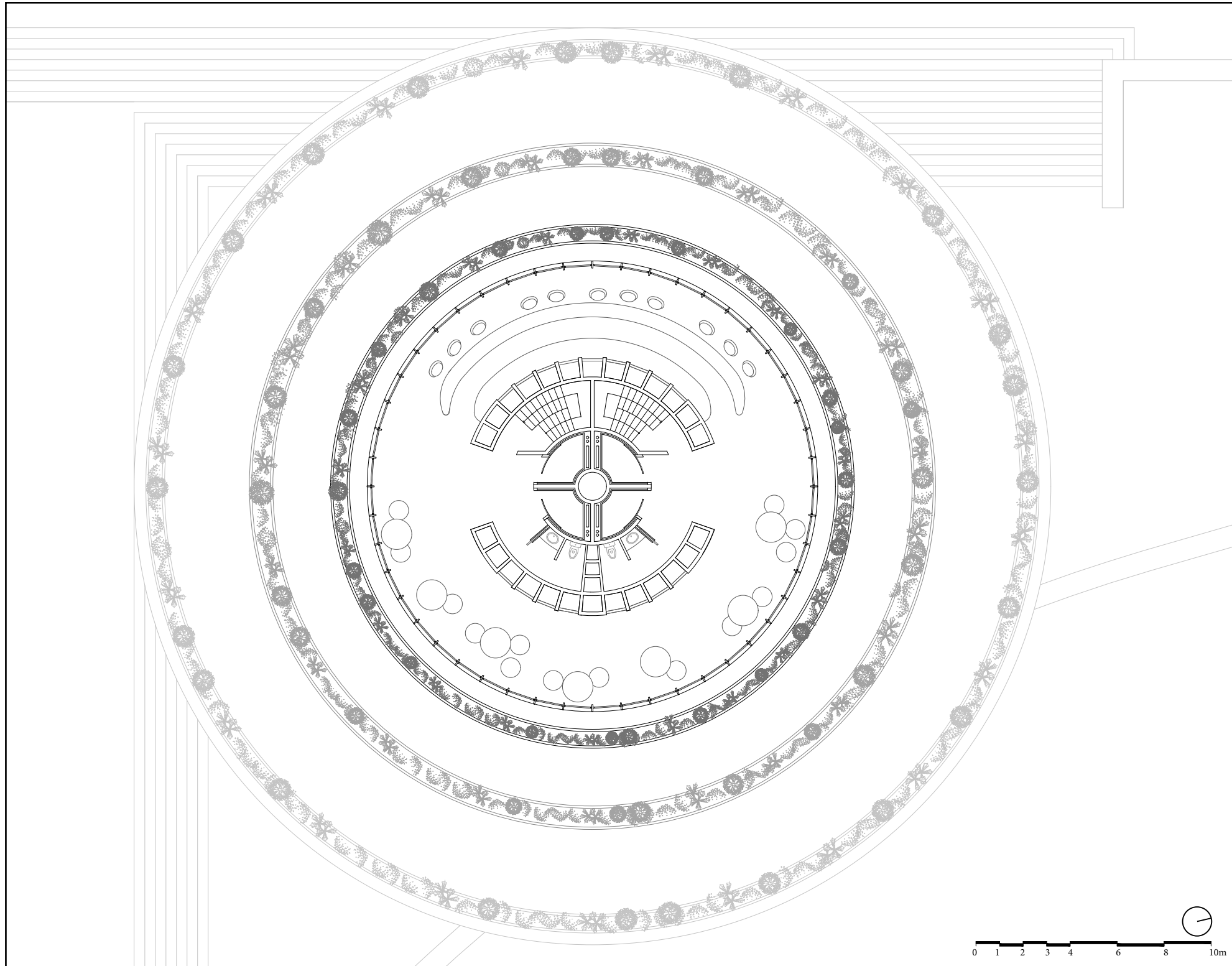


Fig. 2.20: Novena Planta. Bar privado.
 [Fuente: Autor]
 Escala 1:200.

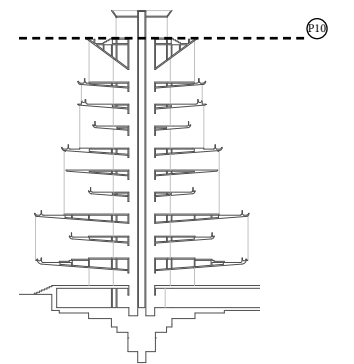
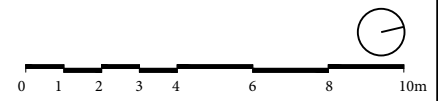
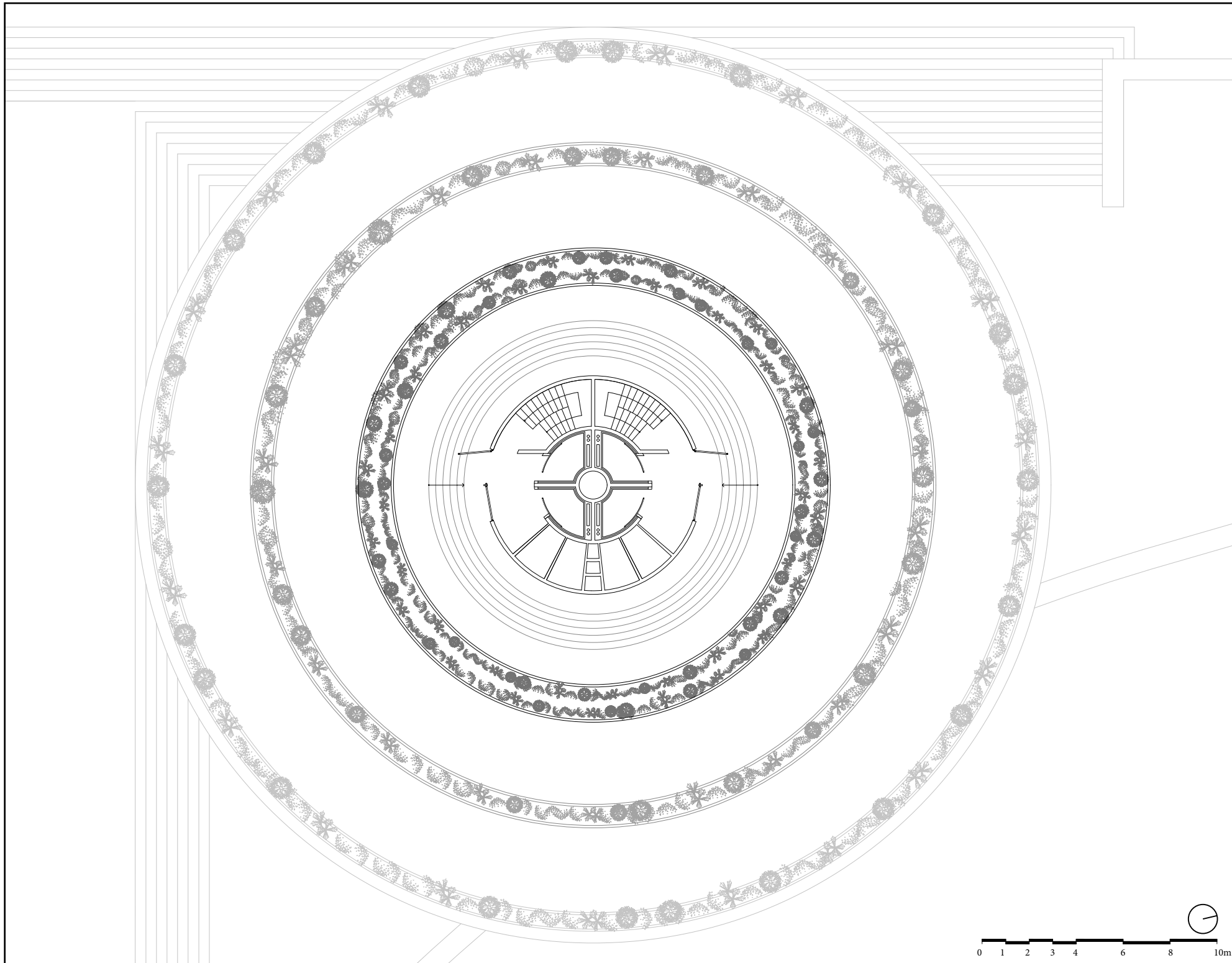


Fig. 2.21: Décima Planta. Terraza mirador. [Fuente: Autor]
Escala 1:200.

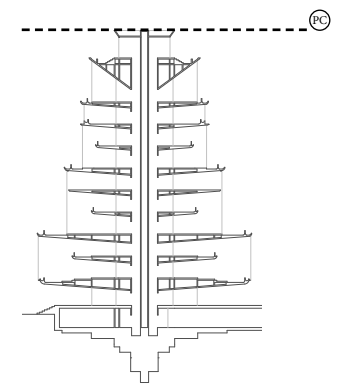
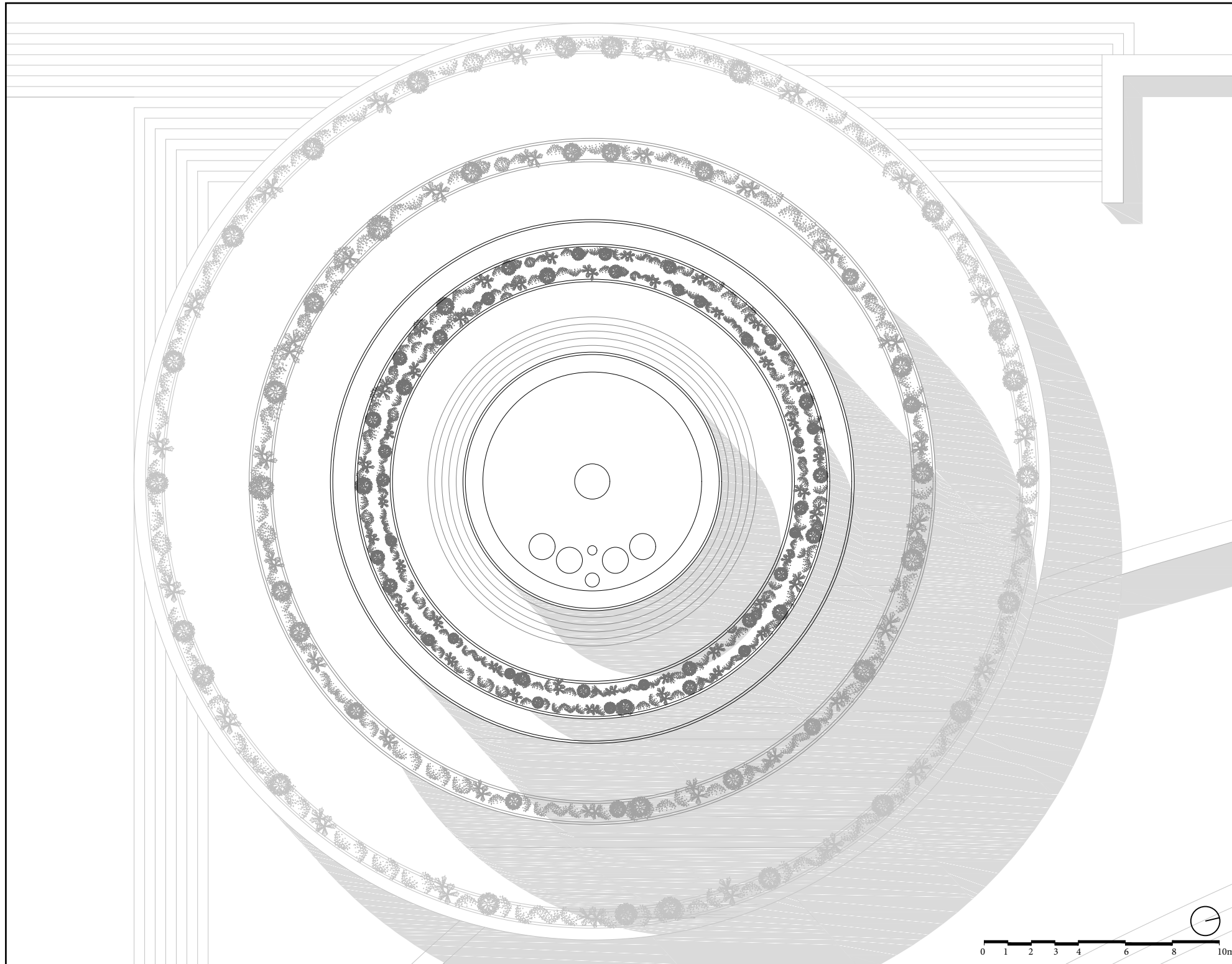


Fig. 2.22: Planta Cubierta. [Fuente: Autor]
Escala 1:200.

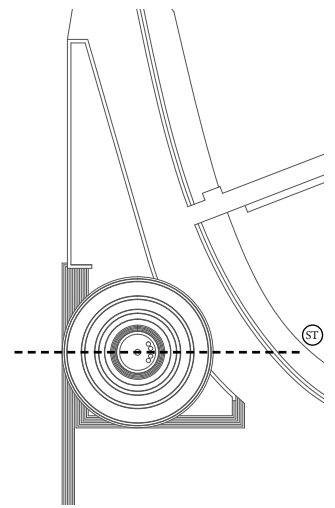
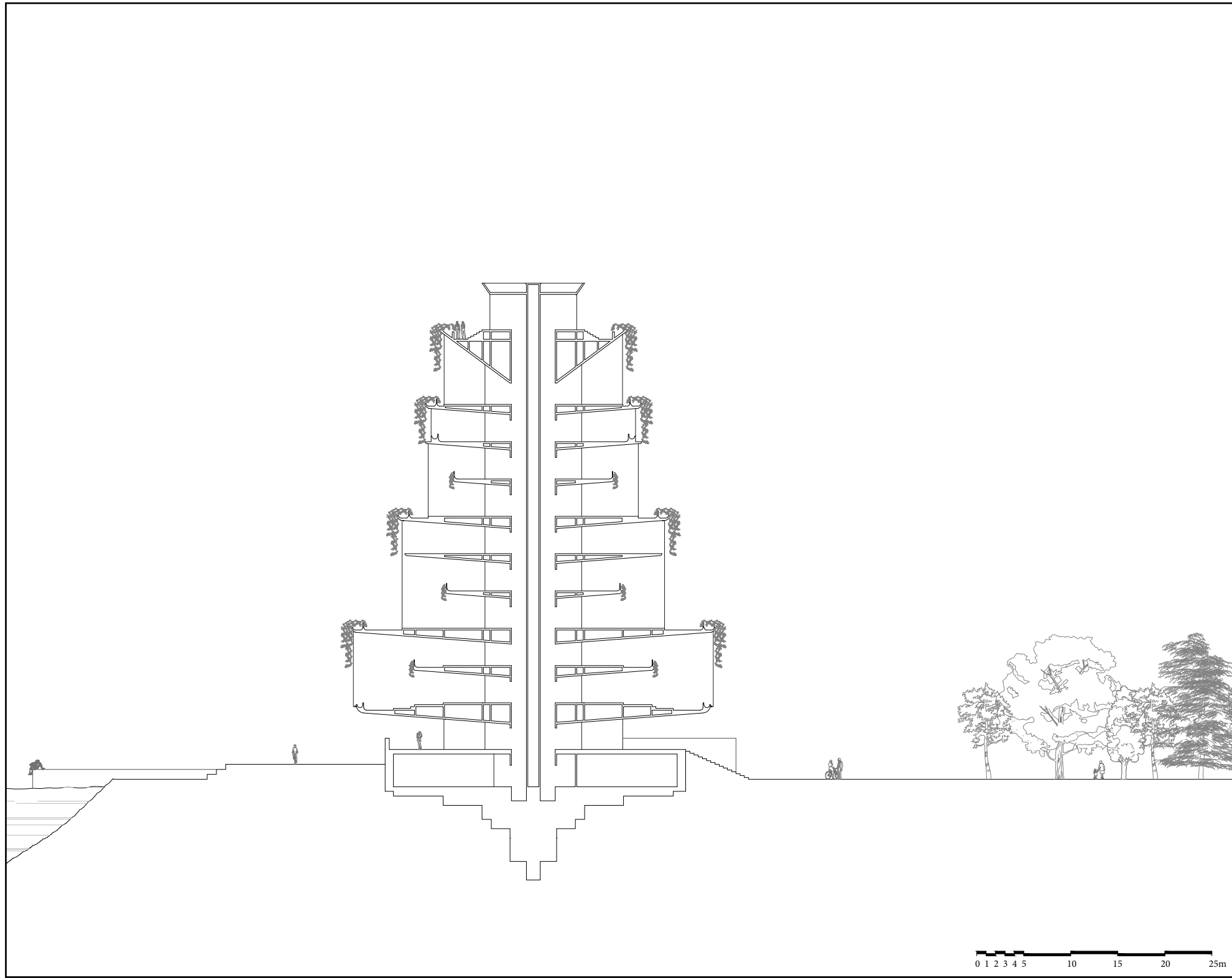


Fig. 2.23: Sección Transversal. [Fuente: Autor]
Escala 1:500.

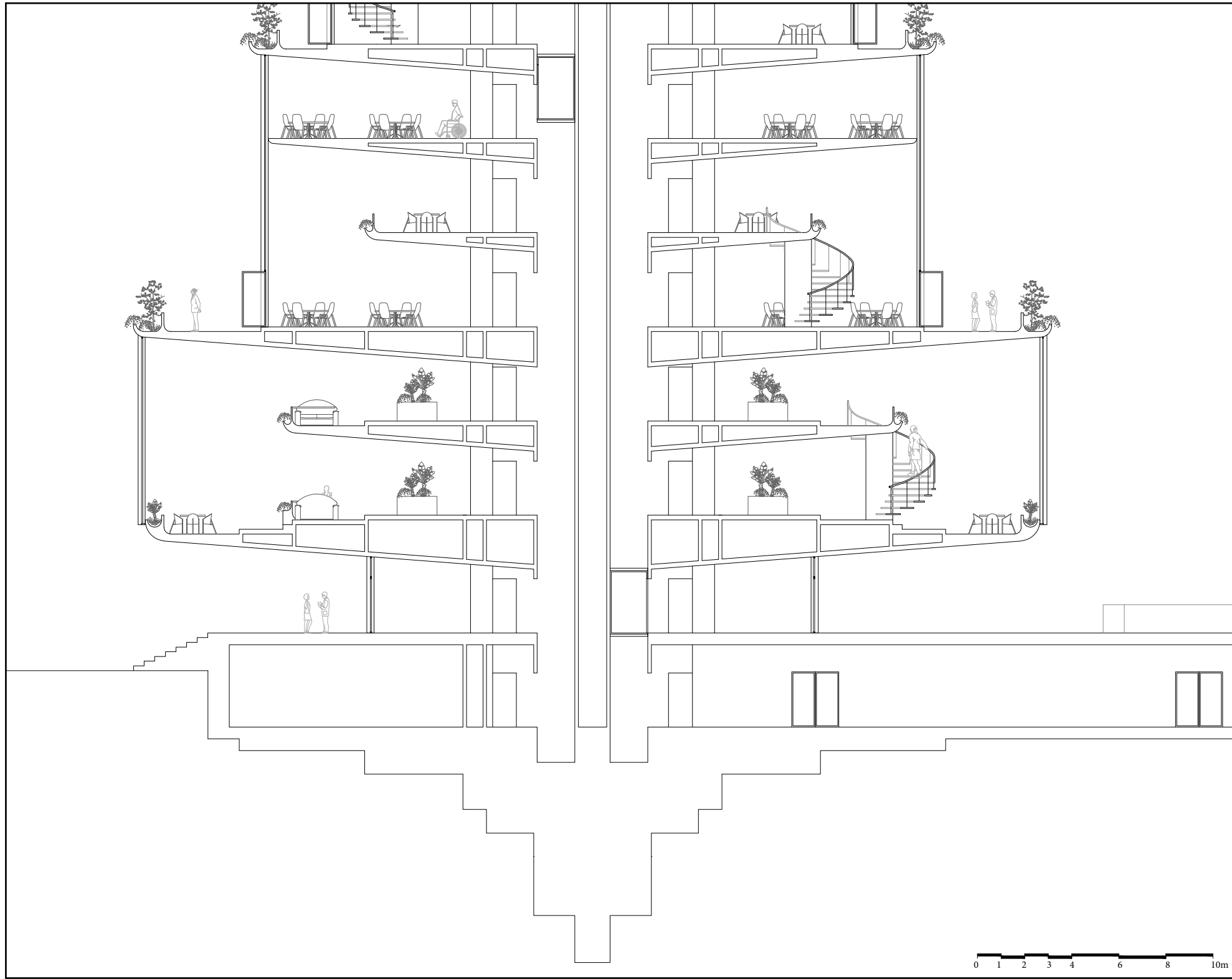


Fig. 2.24: Sección Longitudinal.
[Fuente: Autor]
Escala 1:200.

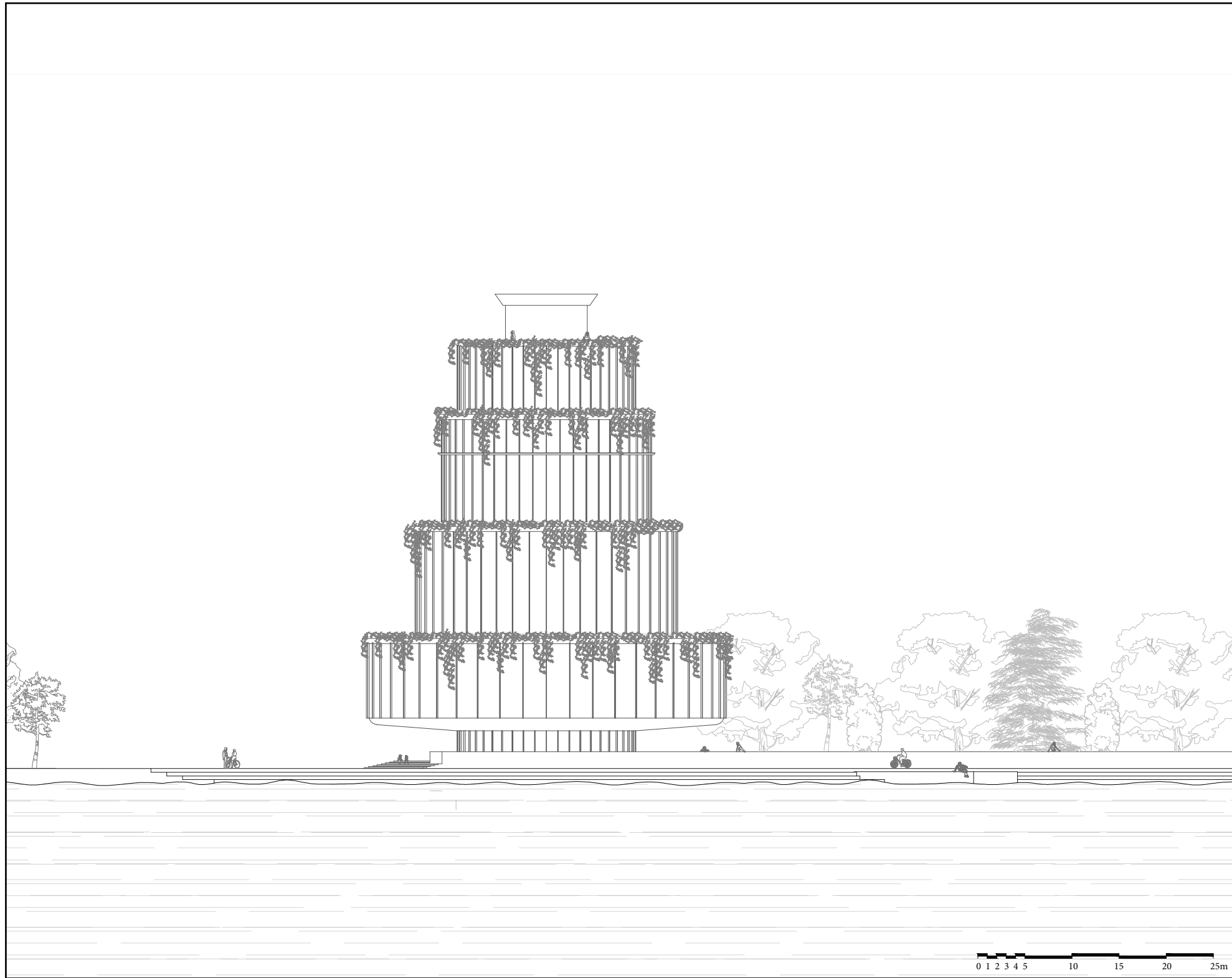


Fig. 2.25: Alzado Este. [Fuente: Autor]
Escala 1:500.

Una vez realizada la planimetría, se debe modelizar el edificio en 3D. Para este proceso existen programas, muchos de ellos especializados en este proceso, como: SketchUp, Rhinoceros3D o programas BIM (Building Information Modeling). Este último tipo de programas se caracteriza por extruir el edificio a la vez que se dibuja en planta, por lo tanto, su proceso de modelizado en 3D es más rentable en términos de tiempo. Sin embargo, para estructuras singulares, sobre todo con curvas el software más eficiente es Rhinoceros 3D. La modelización en AutoCAD se ve limitada a volúmenes simples, con poco detalle constructivo, que se puedan dibujar respondiendo a técnicas geométricas.

A pesar de estas ventajas, que a primera vista presentan estos programas frente a AutoCAD, se realiza en este el modelizado. ¿Porqué? La razón es la sección con varias alturas y las plantas circulares concéntricas. Tras analizar la documentación planimétrica del punto anterior se determina que todos los elementos constructivos circulares parten de un mismo centro, por lo que todos ellos pueden ser modelizados en 3D con el uso del comando “Revolución”.

Este edificio se puede modelar solo con la sección detallada. El primer paso es realizar una polilínea del contorno de hormigón, ya que se modeliza por materiales. Para crear la polilínea se puede usar el comando “Polcont”, crea una polilínea en el entorno cerrado por líneas o “Unir”, une varias líneas en una única polilínea. El segundo paso es extruir el volumen, para ello se utiliza el comando “Revolución”, seleccionando la mitad de la sección y tomando como eje la línea vertical que pasa por el punto central. Por último, se usa la herramienta corte para hacer los huecos de paso. Con esto se finaliza el modelado del hormigón y del resto de elementos circulares.

Para el modelado del muro cortina, se dibuja en planta una sección del vidrio con su carpintería, cada una en una capa distinta. Se realiza una polilínea de ambas

Fig. 2.26: Espacio de trabajo AutoCAD, comando “Revolución”. [Fuente: Autor]

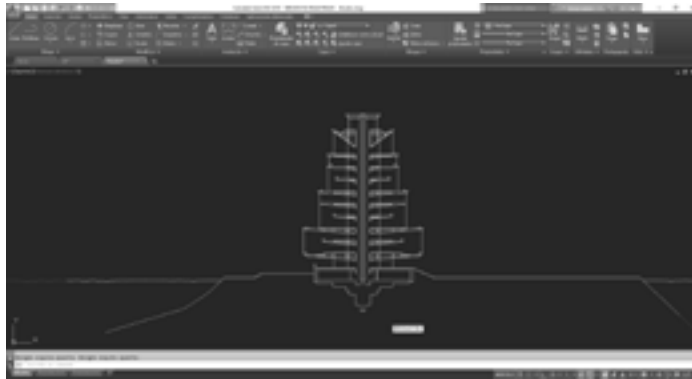


Fig. 2.27: Espacio de trabajo AutoCAD, Modelizado 3D, carpintería. [Fuente: Autor]

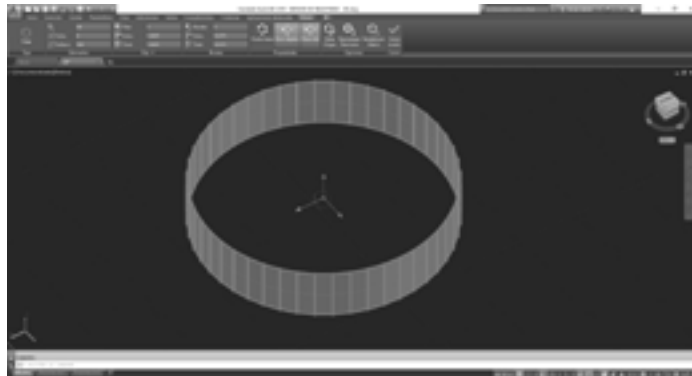
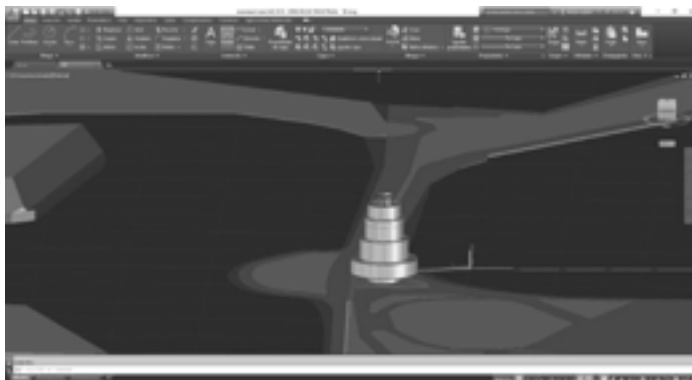


Fig. 2.28: Espacio de trabajo AutoCAD, Modelizado 3D, edificio con entorno. [Fuente: Autor]



piezas y estas se extruyen con el comando “Extrusión” ya que son piezas lineales. Una vez se tiene modelizada una de las secciones del muro cortina, se utiliza el comando “Matrizpolar”, tomando como punto de referencia el centro de la planta, se ordena en la opción “elemento” que dibuje 48 secciones para completar los 360°. Una vez completado el cerramiento, se eleva hasta la planta que corresponda. Para la modelización de la meseta se extruye cada muro y escalón hasta la altera que marca la sección. Con esto se acaba el modelizado del edificio.

Para el modelado del entorno se usa el plano de situación, extruyendo cada área, con los comandos citados previamente, hasta la altura que corresponda. Cabe diferenciar cada una de estas áreas en una capa según el material que representen.

Una vez modelizado todo el volumen con su entorno y diferenciado por capas, se importa a otro programa, únicamente para el renderizado, Lumion 8.

Este programa no permite el modelizado ni el cambio de elementos de una capa a la otra, por lo que no se puede cambiar el volumen. El primer paso es darle el material a cada una de las capas. Los materiales se pueden modificar ligeramente para personalizar alguna de sus características. Tras este paso se pueden colocar elementos no constructivos como vegetación, personas o mobiliario. Para finalizar, se modifica parámetros de la escena: la luz, cambiando la posición del sol, tanto en orientación y altura.

Una vez creada la escena, se coloca la cámara en la posición deseada y se pasa a la interfaz de renderizado. Ahí se puede modificar de forma más detallada los distintos parámetros que afectarán al render final, brillo, contraste, saturación, entre otros. Tras esto, se genera la imagen. Pero esta no es la imagen definitiva, puesto que aún queda el proceso de postproducción.

Fig. 2.29: Espacio de trabajo Lumion, edificio con entorno. [Fuente: Autor].

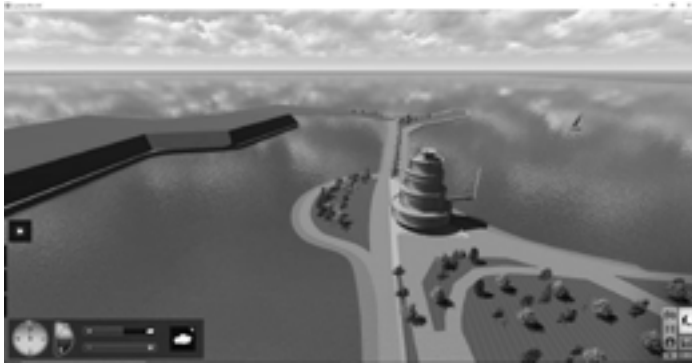


Fig. 2.30: Espacio de renderizado Lumion, vista exterior. [Fuente: Autor].



Fig. 2.31: Espacio de trabajo Photoshop. [Fuente: Autor].



La postproducción es un proceso de retoque de la imagen una vez generada. Esta se realiza en el programa de Adobe Photoshop, con la intención de dar mayor realismo a la imagen. En él se retocan de nuevo parámetros de brillo, saturación, contraste, etc, para potenciar las texturas. También se pueden colocar elementos como personas, objetos o vegetación. Por último, en este caso, se coloca una máscara de blanco y negro a la imagen, que responde a la tendencia compositiva del TFG.

“Reimagina la realidad: Lo que sea que sueñes, puedes hacerlo en Photoshop, el mejor software de imagen y diseño gráfico del mundo. Edite y mejore fotos, ilustraciones e ilustraciones en 3D. Edita videos y diseña sitios web. Es todo lo que necesita para hacer realidad cualquier idea, esté donde esté.” (Adobe, www.photoshop.com)

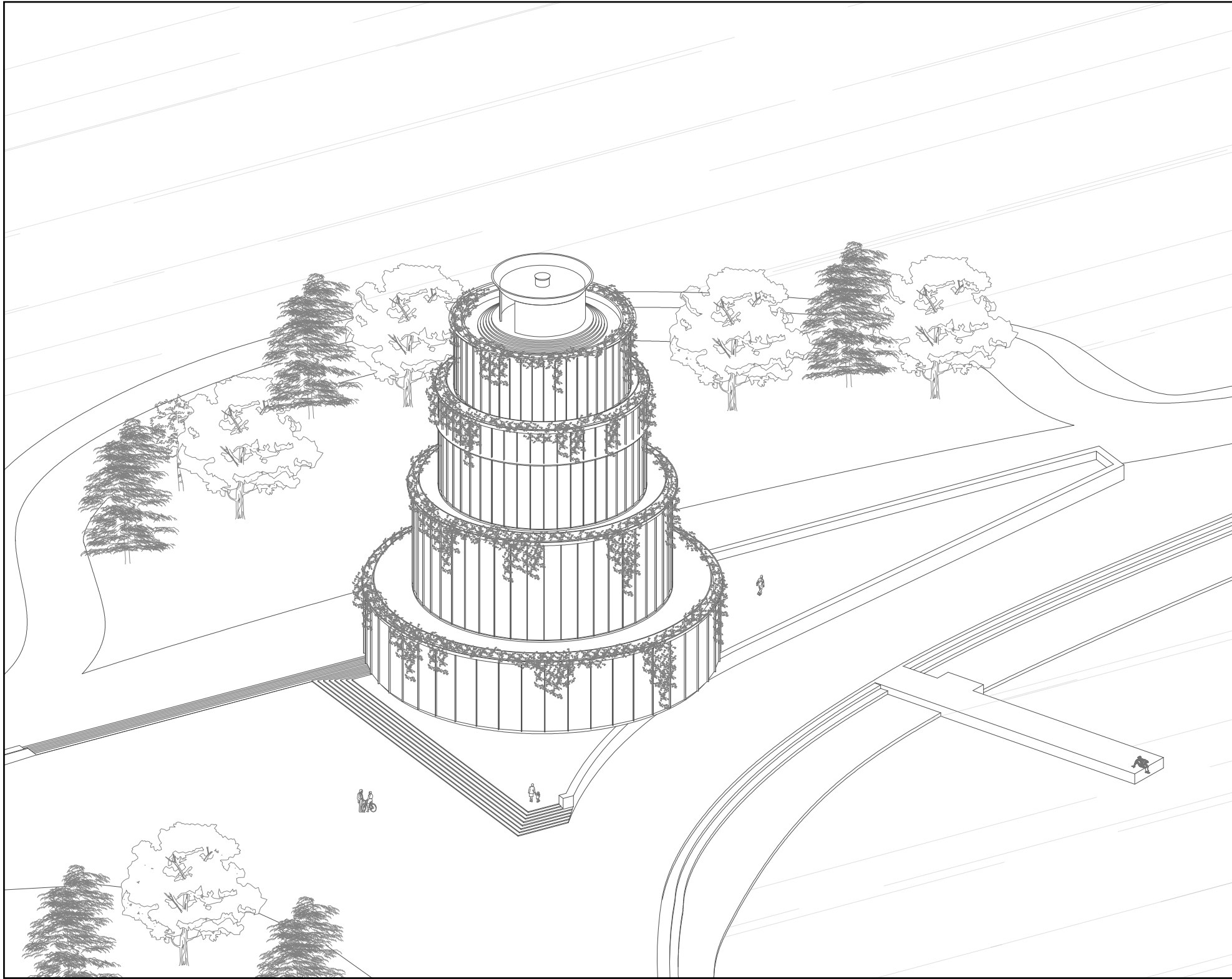


Fig. 2.32: Axonometría. [Fuente: Autor]



Fig. 2.33: Render interior restaurante.
[Fuente: Autor]



Fig. 2.34: Render exterior. [Fuente: Autor]



Fig. 2.35: Render Acceso. [Fuente: Autor]

El Objetivo de esta parte del trabajo es conocer el proceso de impresión 3D para la realización de maquetas de proyectos arquitectónicos. Se realizará el modelo 3D de la propuesta de Utzon con este método, y analizará si esta técnica es ventajosa con otros métodos de construcción de maquetas.

Una vez realizado el modelado por el proceso descrito anteriormente, seleccionamos la parte que se representará en la maqueta, en este caso, será una maqueta conceptual del volumen de hormigón. Se fija la escala 1:250 para la maqueta, con la finalidad de que el volumen sea comprensible. La máquina que se utiliza para la impresión es la que pone a disposición, del alumnado, el Taller de Maquetas de la Escuela Superior de Arquitectura (UPV), una BQ Witbox, que cuenta con un área de impresión de 223 x 223 x 205 mm. Se escoge esta escala porque es la mayor en la que caben las piezas circulares de mayor tamaño sin cortarlas. Sin embargo, para la construcción de la “meseta” si es necesario dividirla en dos, puesto que su dimensión longitudinal excede la dimensión del espacio de impresión. A esta escala el volumen completo del edificio que se quiere imprimir no entra verticalmente en el espacio de trabajo, por lo que se opta por fragmentarlo. El corte se realiza por la altura de la cara superior del forjado de cada planta. Como la sección es irregular y tiene voladizo en su parte inferior, mientras que la cara superior es plana, se opta por girar las piezas 180 grados, dejando la cara lisa sobre la base. Con esto se elimina los voladizos evitando la necesidad de colocar un andamiaje auxiliar, reduciendo, con ello, el tiempo de impresión y los defectos producidos por el proceso de quitar estas piezas auxiliares. Es muy importante reducir los tiempos de impresión, puesto que la velocidad de impresión es reducida, para ello se pueden hacer huecas las partes que no vayan a soportar cargas, o reducir, lo que sea posible, la maya que el programa crea para hacer el interior de las piezas sólidas. Por otra parte, se puede aumentar el grosor del filamento, pero este cambio produce un empeoramiento del acabado exterior de la pieza.

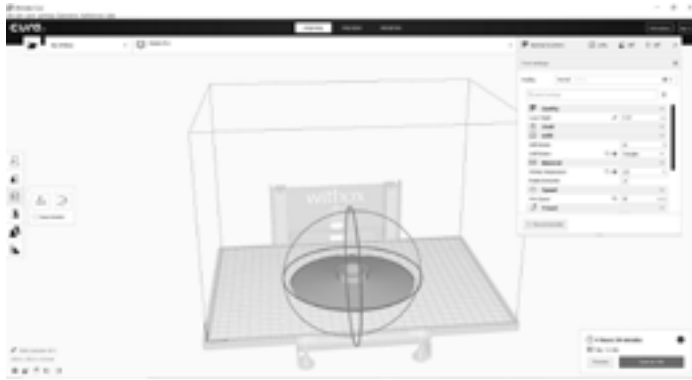


Fig. 2.36: Espacio de trabajo programa Ultimaker CURA. [Fuente: Autor].

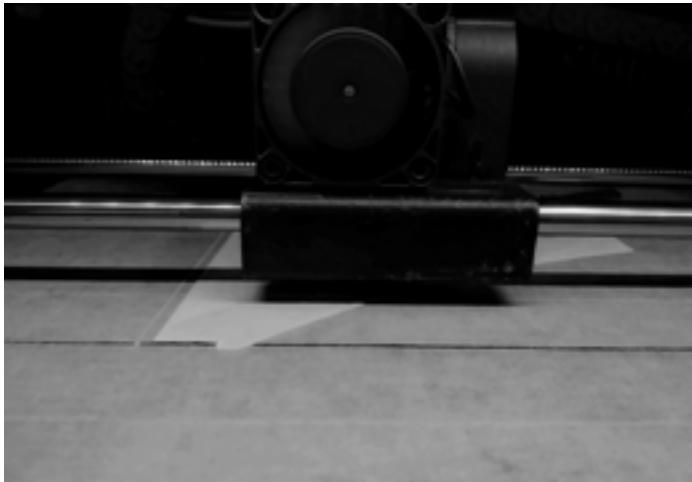


Fig. 2.37: Impresora 3D BQ Witbox imprimiendo una pieza de la “meseta”. [Fuente: Autor].

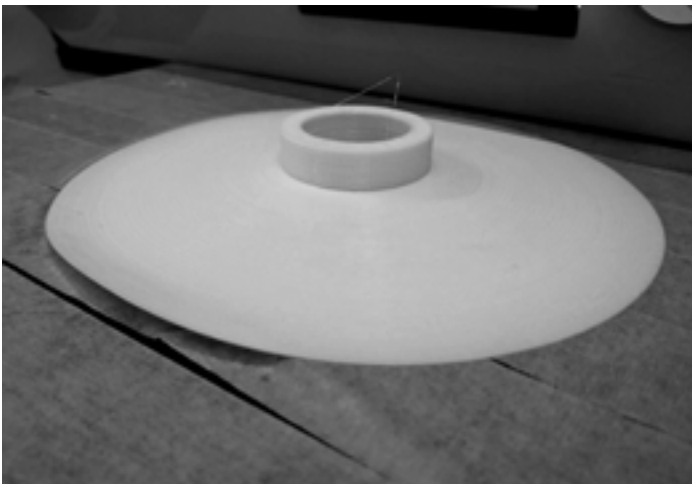


Fig. 2.38: Disco de la “planta 3” recién impresa. [Fuente: Autor].

Cuando ya están definidas las piezas y su escala se exportan con formato STL. El cual, con ayuda de un programa controlador de la impresora, “Ultimaker Cura”, se modifican los distintos parámetros de la impresión y crea el archivo de impresión que definitivamente se envía a la impresora para que comience el proceso de impresión en sí mismo.

En este programa se fijan los parámetros para conseguir el resultado deseado y optimizar el tiempo y material de impresión. Se quiere obtener una buena calidad del acabado exterior por lo que se escoge un bajo grosor de filamento (Quality = 0’15 mm). Como la pieza no debe resistir esfuerzos, se reduce el relleno de los sólidos y poniendo a la maya forma de triangular por ser la más óptima (Infill Density = 10%, Infill Pattern = Triangles). Se aumenta ligeramente la velocidad en 10 m/s (Print Speed = 50 m/s). Con esto se consigue una reducción del tiempo medio de impresión entorno al 30% sin verse perjudicado el resultado exterior. Finalmente, el tiempo de impresión de las 18 piezas (11 discos + 8 piezas que componen la “meseta”) es de 42 horas, que se traduce en unas 60 horas sumando los tiempos de cambio de extracción de las piezas, regulación de la plataforma de impresión y puesta en funcionamiento de la impresora.

Finalmente, una vez están todas las piezas impresas del edificio se puede pasar a montarla. El entorno es muy importante para Utzon y su obra, por lo que no se puede hacer una maqueta conceptual del edificio sin este. Para ello se usa otra técnica que consiste en el corte laser, principalmente, porque a esta escala realizar un entorno que hiciera comprensible el proyecto a impresión 3D supondría un derroche de tiempo y

Fig. 2.39: Todas las piezas una vez finalizada la fase de impresión. [Fuente: Autor].



Fig. 2.40: Montaje del edificio. [Fuente: Autor].

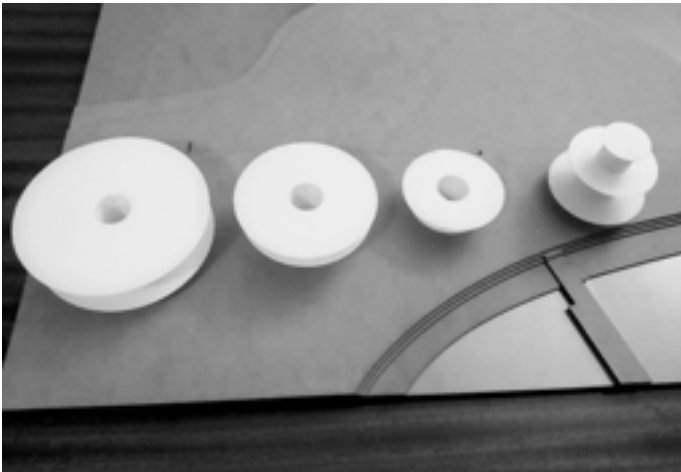


Fig. 2.41: Defecto en dos de las piezas de la "meseta". [Fuente: Autor].



material. Por tanto, se opta por realizarlo cortando varias tablas de DM (tablero de fibra de madera de Densidad Media), este da un acabado marrón al entorno lo que hace resaltar el edificio de impresión en plástico blanco. El corte se realiza en las máquinas del taller de maquetas de la ETSA, tras haber realizado un archivo AutoCAD dibujando todas las piezas con las indicaciones que tienen publicadas en su página Web.

Una vez están todas las piezas acabadas se procede con el montaje. Para la representación del agua se coloca una plancha de policarbonato transparente para conseguir reflejos, pero sin añadir un nuevo color, manteniendo la composición de marrón y blanco. Se colocan las diversas capas de DM para conseguir la diferencia de cotas del terreno, muy importantes, pues Utzon adapta la forma de la "meseta" al terreno.

El proceso para realizar una maqueta en impresión 3D es costoso en términos de tiempo. También produce problemas derivados de la impresión, en ocasiones, si la pieza cuenta con una de sus dimensiones estrechas, puede hacer que, debido al proceso de aplicación del plástico en caliente, estas se curven. Estos defectos se pueden solucionar de forma manual, aplicando calor a la pieza.

MAQUETA



Fig. 2.42: Foto maqueta finalizada.
[Fuente: Autor].



Fig. 2.43: Foto maqueta finalizada.
[Fuente: Autor].



Fig. 2.44: Foto maqueta finalizada.
[Fuente: Autor].



Fig. 2.45: Foto maqueta finalizada.
[Fuente: Autor].



Fig. 2.46: Foto maqueta finalizada.
[Fuente: Autor].

**CAPÍTULO 4:
Conclusiones**

Hablar de Jorn Utzon es hablar de una persona que entiende la arquitectura como una forma de vida, un constante aprendizaje para poco a poco romper los límites de lo imposible. Utzon no dejó un momento de su vida de nutrirse de conocimientos por medio de estudios, de viajes y de trabajar con los mejores arquitectos de su época. El viaje a México aprendió la utilización de la meseta, la figura de Wright es inspiradora de en sus estructuras orgánicas, la modulación de la arquitectura asiática, la importancia de humanizar la arquitectura de Aalto... Todos ellos se ven reflejados en su arquitectura, la cual está en constate evolución. En una capacidad única para proyectar, capaz de generar edificios públicos de carácter monumental, símbolos de todo un país, como de realizar una pequeña casa acogedora y sensible con los sentidos. Reconocido todo ello con el premio más prestigioso dentro del mundo de la arquitectura, el premio Pritzker que le fue otorgado en 2003.

Para entender la arquitectura de Utzon es importante comprender la importancia del lugar dentro de cada proyecto. Cada proyecto es único, está diseñado para un lugar, de una forma y en un momento determinado, haciéndolo inservible para cualquier otro. Tanto es así, que las primeras líneas que delimitan su diseño son las de emplazamiento. Esta característica se ha podido observar a lo largo de este Trabajo de Fin de Grado, especialmente en el proyecto del Languelinie Pavilion. La “meseta” se define en planta por las mismas líneas de nivel que tiene el paseo portuario de Langelinie (Copenhague). Mientras que la forma del resto del edificio responde al carácter iconográfico de este lugar en el centro de la ciudad, así como las plantas con vistas 360° buscan deleitar el usuario con vistas sin límites hacia este precioso entorno.

CONCLUSIONES SOBRE JØRN UTZON Y EL LANGUELINIE PAVILION

CONCLUSIONES SOBRE RECONSTRUCCIÓN GRÁFICA

LA

Estudiar a Jørn Utzon y su proyecto por medio de la reconstrucción grafica y del modelado 3D a permitido comprender de una forma mas profunda cual era la intención del autor al proyectar este edificio, y con ello, aspectos arquitectónicos que no se podían captar solo con los planos o dibujos hechos a mano.

Este proceso da a conocer una posible versión de como seria todo el edificio proyectado por Utzon. Desde la planta sótano, la cual solo estaba descrita en las fuentes consultadas con una vaga descripción sobre su carácter servicial, como las ultimas plantas, no dibujadas en detalle por Utzon en la que se ha tenido en cuenta para dibujarlas: el uso, las proporciones, los conocimientos adquiridos con el trabajo y las interpretaciones de estos por el autor.

Tras esta reconstrucción gráfica no solo se ha generado planimetría que diera información clara sobre el proyecto de Utzon por medio de planos, secciones o alzados. Si no, que también se a generado un Modelado 3D, que permite conocer de mejor forma las proporciones, ya que los humanos estamos acostumbrados a percibir la información de lo que nos rodea en 3 dimensiones. Ello facilita la comprensión del proyecto a personas que no posean una formación técnica, las cuales no están acostumbradas a la información en planos de dos dimensiones. Para potenciar esta comprensión, se han creado imágenes a ordenador que sirven para observar como seria el edificio una vez construido, así como pasear por él. Aunque hay que ser consciente de que el resultado de la obra construida puede diferir del proyectado.

Esta parte de trabajo no tenía solo como objetivo la creación de un modelo 3D para que fuera más sencillo la comprensión del volumen y las proporciones del proyecto de forma fisica, sino que también pretende la investigación y comprensión de un nuevo método para realizarlos. La impresión 3D.

A lo largo de esta última parte del TFG se ha conocido el proceso de Impresión de modelos en 3D. Se ha llegado a la conclusión de que este método presenta pros y contras con respecto a otros métodos para la creación de maquetas como puede ser el corte laser o corte y montaje manual. La impresión en plástico resulta muy ventajosa en maquetas de pequeño tamaño, ya que la maquina puede estar imprimiendo mientras la persona se dedica a otra labor. También su gran precisión permite hacer detalles en escalas pequeñas. Es idónea para la creación de modelos con curvas. A pesar de sus ventajas, presenta tres grandes inconvenientes: el espacio de trabajo de la impresora limita el tamaño de las piezas, el coste de la maquina o la disponibilidad de ellas hace que se pueda pagar un alto precio por la impresión, por lo que no es accesible para todas las personas. Y, por último, el tiempo, la impresión de la maquina es considerablemente más costosa en términos temporales que cualquier otra técnica, por lo que si valoramos el tiempo como un recurso puede no ser rentable.

CONCLUSIONES SOBRE LA IMPRESIÓN 3D

CAPÍTULO 4:
Anexos

		ELENCO DE OBRAS Y PROYECTOS
1942	Viviendas en el terreno de la antigua fabrica de cerveza en Copenhague. (Dinamarca). Anteproyecto / No realizado.	
1944	Casa de Bruun, Snekkersten. Proyecto / No realizado. En colaboración con Berthel Mögelvang.	
1945	Academia Real Danesa de Música. Copenhague. (Dinamarca). Galardonado con la Medalla de Oro de la Academia / No realizado.	
1945	Plan de Ordenación en Bellahøj. Copenhague. (Dinamarca). Proyecto de concurso convocado por el Ayuntamiento de Copenhague. Elaborado conjuntamente con Tobias Faber.	
1945	Nuevo pabellón de Aalborg. (Dinamarca). Proyecto de concurso / No premido. En colaboración con Tobias Faber.	
1945	Crematorio. (Dinamarca). Anteproyecto / No realizado.	
1945	Viviendas provisionales en Holanda. Proyecto / No realizado. En colaboración con el delineante Volmer Sufzkyewicz.	
1946	Crystal Palace en Londres. (Gran Bretaña). Proyecto de concurso / 3er Premio. Elaborado junto a Tobias Faber y Mogens Irming.	
1946	Polideportivo de Næstved. (Dinamarca). Proyecto de concurso / 3er Premio. En colaboración con Tobias Faber.	
1946	Torre de agua en Svaneke. Bornholm. (Dinamarca). Construido en 1952	
1947	Fabrica de papel, Marruecos. Proyecto / No realizado.	
1947	Proyecto de viviendas, Marruecos. Proyecto / No realizado.	
1947	Ampliación del estadio de Aarhus. (Dinamarca). Proyecto de concurso / No premido.	

- 1948 Estación central de ferrocarriles, Oslo. (Noruega).**
Proyecto de concurso / No premido.
En colaboración con Arne Korsmo.
- 1948 Escuela de comercio, Goteburgo. (Suecia).**
Proyecto de concurso / No premido.
- 1948 Plan de ordenación de Vestre Vika, Oslo. (Noruega).**
Proyecto / No realizado.
En colaboración con Arne Korsmo.
- 1949 Vaso.**
En colaboración con Arne Korsmo.
- 1950 Silla**
Proyecto / No realizado.
En colaboración con Arne Korsmo.
- 1951 Logotipo**
Realizado para Torben Örskov (Form & Farve).
- 1952 Casa de Utzon en Hellebæk. (Dinamarca).**
Proyecto construido.
- 1952 Plan de ordenación Skoyen Uppsal, Oslo. (Noruega).**
Proyecto / No realizado.
En colaboración con Arne Korsmo.
- 1953 Pabellón Langelinie. Copenhague. (Dinamarca).**
Proyecto de concurso / 3er Premio.
- 1953 Casa Middelbo junto al lago Furesoen. (Dinamarca).**
Proyecto construido.
- 1953 Viviendas con patio, Privatliv. (Suecia).**
Concurso / 1er premio. Construido en 1953-1955.
- 1953 Villa Asnung, Nærum. (Dinamarca).**
Proyecto Construido.
- 1954 Conjunto de viviendas en Elineberg. (Suecia).**
Proyecto de concurso / 1er premio.
Construido en Elineberg, Helsinborg (Suecia). En colaboración con los arquitectos suecos Erik y Henning Andersson.
- 1954 Villa 1, Rungsted. (Dinamarca).**
Proyecto construido.



Fig. 4.1: Casa de Utzon en Hellebæk. [Fuente: Guide to Utzon].

- 1954 Villa 2, Rungsted. (Dinamarca).**
Anteproyecto / No realizado.
- 1955 Villa Lillesoe, Lago de Furesoen. (Dinamarca).**
Proyecto construido.
- 1955 Ayuntamiento y pabellón de deportes, Landskrona. (Suecia).**
Proyecto de concurso / No realizado.
- 1955 Villa Frank en Vedbæk. (Dinamarca).**
Proyecto construido para el escritor Hjalmer Frank, en colaboración con Alstrup.
- 1956 Villa Dalsgaard, Holte. (Dinamarca).**
Proyecto construido.
- 1957 Conjunto de viviendas Kingo, Elsinore. (Dinamarca).**
Proyecto construido en 1957-1959. Protegidas por el estado en 1987.
- 1957 Opera de Sydney. (Australia).**
Concurso internacional / 1er premio. Construido entre 1957 y 1973.
- 1958 Conjunto de viviendas Planetstaden en Lund (Suecia).**
Proyecto construido en 1958-1959.
- 1958 Escuela Hoejstrup en Elsinore. (Dinamarca).**
Concurso / 1er premio.
- 1959 Plan de urbanización, Frederiksberg, Copenhague. (Dinamarca).**
Proyecto de concurso / 1er premio.
- 1959 Exposición Universal en Amager, Copenhague. (Dinamarca).**
Concurso / No premiado.
- 1960 Urbanización Elviria, Malaga. (España)**
Proyecto no construido.
- 1960 Conjunto de viviendas Birkehøj en Elsinore. (Dinamarca).**
Proyecto / No realizado.
- 1961 Barco de vela.**
Prototipo construido.



Fig. 4.2: Dibujo de Utzon de la Opera de Sydney. [Fuente: Ministerio de vivienda]



Fig. 4.3: Plano de conjunto de Viviendas Planetstaden. [Fuente: Ministerio de vivienda]

- 1962 Villa Helsingborg. (Suecia).**
Proyecto construido.
- 1962 Palacio de la Opera en Madrid. (España).**
Proyecto de concurso / No realizado.
- 1963 Centro comercial, Sydney. (Australia).**
Proyecto / No realizado.
- 1963 Agrupación de viviendas en Fredensborg. (Dinamarca).**
Construidas entre 1963-65 por la Dansk Samvirke.
- 1963 Museo de Arte Asger Jorn en Silkenorg. (Dinamarca).**
Proyecto / No realizado.
- 1964 Teatro en Zurich. (Suiza).**
Concurso / 1er premio, no realizado.
- 1965 Teatro en Wolfsburg. (Republica Federal Alemana).**
Concurso / 4º premio.
- 1966 Centro urbano en Farum. (Dinamarca).**
Proyecto de concurso / No premiado.
- 1967 Centro universitario, Odense. (Dinamarca).**
Proyecto de concurso / No premiado. En colaboración con Peer Abben.
- 1967 Sistema de mobiliario, Fritz Hansen.**
Prototipo desarrollado.
- 1968 Mobiliario Utzep.**
Sistema aditivo de mobiliario para espacios públicos.
- 1969 Instalación deportiva en Jeddah, Arabia Saudí.**
Proyecto/No realizado.
- 1969 Palacio de exposiciones, Bornholm. (Dinamarca).**
Proyecto/No realizado.
- 1969 Sistema de construcción Expansiva.**
Sistema de construcción producido por Byg A/S.
- 1969 Escuela Superior de Exportación de Herning. (Dinamarca).**
Proyecto / Módulo piloto construido en 1976.

- 1970 Segunda versión del Museo de Arte Asger'Jorn, Silkenorg.**
Proyecto / No realizado.
- 1970 Teatro en el Líbano.**
Anteproyecto / No realizado.
- 1971 Can Lis. Casa Utzon en Porto Petro, Mallorca. (España).**
Proyecto construido entre 1971-1973
- 1972 Asamblea Nacional de Kuwait. (Kuwait).**
Concurso / 1er premio. Construido entre 1982-1984 en colaboración con Jan Utzon.
- 1973 Iglesia de Bagsværd. (Dinamarca).**
Proyecto construido entre 1974-1976.
- 1979 Piscina cubierta junto a los lagos de Copenhague. (Dinamarca).**
Proyecto / No realizado. En colaboración con Jan Utzon.
- 1979 Centro médico en Vendsyssel. (Dinamarca).**
Anteproyecto / No realizado. En colaboración con Jan Utzon.
- 1985 Edificio de exposición de mobiliario Paustian, Copenhague. (Dinamarca).**
Construido entre 1985-1987. Proyectado por Utzon Associates- Jørn Utzon en colaboración con sus hijos Jan y Kim.
- 1988 Museo de arte moderno, Fredensborg. (Dinamarca).**
Proyecto / No realizado. En colaboración con Jan y Kim Utzon.
- 1992 Teatro y sala de conciertos, Esbjerg. (Dinamarca).**
Construido entre 1992-1997.
- 1994 Vivienda de Utzon en Mallorca.**
Proyecto construido. En colaboración con Jan y Kim Utzon.
- 2008 Utzon Center, Aalborg. (Dinamarca)**
Construido. Último edificio diseñado por Jørn Utzon. En colaboración con Kim Utzon.



Fig. 4.4: Axonometría Sistema de Construcción Expansiva. [Fuente: Ministerio de vivienda]



Fig. 4.5: Sección Iglesia de Bagsværd. [Fuente: Ministerio de vivienda]

OPINIONES
Alberto Peñin Llobell

Alberto Peñin Llobell arquitecto valenciano, Catedrático de Proyectos Arquitectónicos de la UPC en la ETSAB. Profesor desde 1999 en grado, PFC y máster oficial. Coordinador del Máster habilitante y director del grupo de investigación AR.I.EN escribía sobre Utzon en su artículo “*Jørn Utzon (1928-2008), la lección de un maestro*”:

“uno de los últimos héroes de la arquitectura moderna. Su obra no es excesivamente extensa pero incluye interesantes proyectos de vivienda colectiva y unifamiliar como las Kingo Houses o sus casas en Mallorca y Halleboek, equipamientos religiosos como la iglesia de Bagesvaerd, sedes institucionales como el parlamento kuwaití y un gran número de concursos o proyectos no construidos.” [...]

“considerado el arquitecto más representativo de la llamada tercera generación del movimiento moderno, humaniza los preceptos de la primera modernidad acudiendo al arte, el paisaje y al espíritu libre y creativo del hombre como puntos de partida para sus propuestas.”

“Su realización más conocida, la Ópera de Sídney (1956-1973), puede considerarse como la primera obra global de la arquitectura, transformada no ya en el símbolo de una ciudad sino de todo un continente. Utzon planteó un problema sin solución con la tecnología y métodos de control geométrico y estructural de la época. Las dificultades en el proceso de definición de las célebres cubiertas blancas cerámicas y ligeras que levitan sobre un podio pétreo.” [...]

“Utzon identifica la obra como una extensión del proyecto donde “la vida en la obra era maravillosa. Ese es el tiempo del arquitecto”

“Utzon concibió este edificio para la bahía de Sídney y sólo para aquel lugar, erigió aquellas cáscaras para acoger aquel suntuoso recorrido ascendente por un hall, un escenario y un auditorio para la ópera que desemboca en un foyer



Fig. 4.6: Alberto Peñin Llobell arquitecto y Catedrático. [Fuente: Web Peñin Arquitectos]

inundado de luz y de mar, y construyó con esmero desde la estructura de sus triángulos esféricos, el gran hallazgo de la obra que resolvió las incertidumbres del concurso, hasta aquella delicada piel de porcelana china que tintinea de manera múltiple con el sol.”

“El compromiso de su trabajo con el lugar, con la función, con la construcción y su implicación personal, que incluyó el traslado de su familia y su despacho a pie de obra y por la que su carrera posterior pagó un altísimo precio, dibujan una actitud profesional que nos hace reflexionar en estos inicios del siglo XXI y permite reubicar no pocas realizaciones contemporáneas. Detrás del conflicto vivido en Sídney subyace además el delicado equilibrio entre la necesaria investigación arquitectónica para resolver nuevas situaciones y nuevos programas, la figura individual del arquitecto y la incontestable vinculación social de la arquitectura, deudora del cliente, en este caso instituciones y poderes públicos.”

“Por todo ello, la ópera de Sídney constituye hoy una mayúscula lección de arquitectura contemporánea que trasciende su reconocida iconografía y que viene dictada desde lo más profundo de su proceso constructivo. La obra de Jørn Utzon se agranda cuando la miramos desde nuestros días y obliga a reconocer su elegante figura y agradecer su generosa entrega, dibujando el perfil de uno de los últimos grandes maestros de la arquitectura.” (Peñin, 2008)



Fig. 4.7: Opera de Sídney, Jørn Utzon.
[Fuente: Web Opera de Sídney]

Peñin Llobell, Alberto, (2008, 6 de diciembre); *“Jørn Utzon (1928-2008), la lección de un maestro”*. Recuperado el 19 de junio de 2019 de <https://www.lasprovincias.es/valencia/20081206/opinion/utzon-1918-2008-leccion-20081206.html>

Tras consultar diversas fuentes hemos podido comprobar que todas ellas coincidían en mostrar la misma información gráfica, que a su vez es la que Utzon presentó en el concurso de 1953.

Esta se compone por varios dibujos de perspectivas exteriores hechos a mano alzada, perfectamente justificable por la técnica de dibujo del arquitecto y la importancia que tiene el entorno y el carácter iconográfico del edificio. También tenemos vistas interiores, puesto que la fachada se compone de un muro cortina de vidrio para ofrecer vistas panorámicas de 360 grados del entorno portuario de la ciudad de Copenhague.

También encontramos una planta detallada por sectores a escala 1:50 en la que detalla tanto la distribución del primer piso, como la del segundo, (en doble altura con la primera), ya la estructura. En este mismo plano encontramos una sección a escala 1:50 en la que se detalla mobiliario, el funcionamiento de los ascensores de bandejas y que con las personas dibujadas nos da una percepción visual de la escala.

Encontramos planos menos detallados del resto de las plantas que adjuntan una pequeña leyenda del uso, una sección completa en la que se observa la diferencia de tamaño entre plantas y las dobles alturas entre estas, y un plano de situación para ver la implantación del edificio en este.

Por último, entregó una maqueta de madera hecha en un torno con un poco de entorno inmediato para que se entendiera bien el volumen y su implantación.

Con este trabajo se ha intentado volver a representar este material, así como ampliar el detalle del resto de plantas no detalladas.

Fig. 4.8: Dibujo del exterior del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]



Fig. 4.9: Dibujo del interior del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]

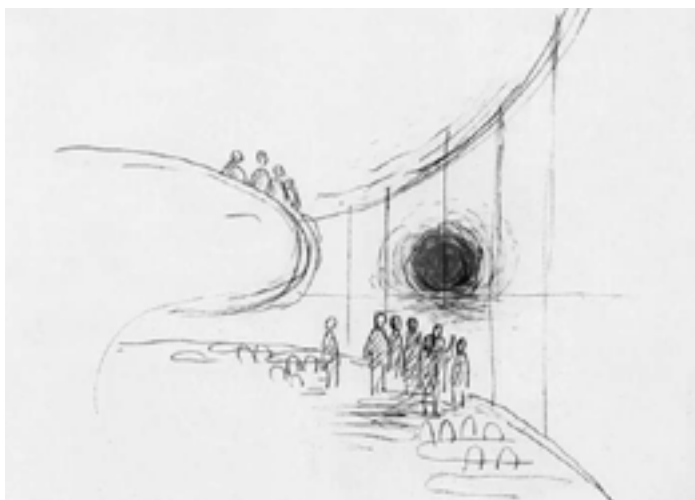


Fig. 4.10: Dibujo del interior del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]

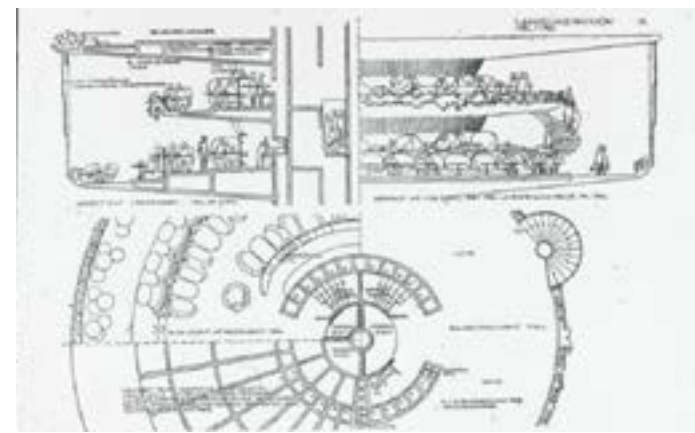
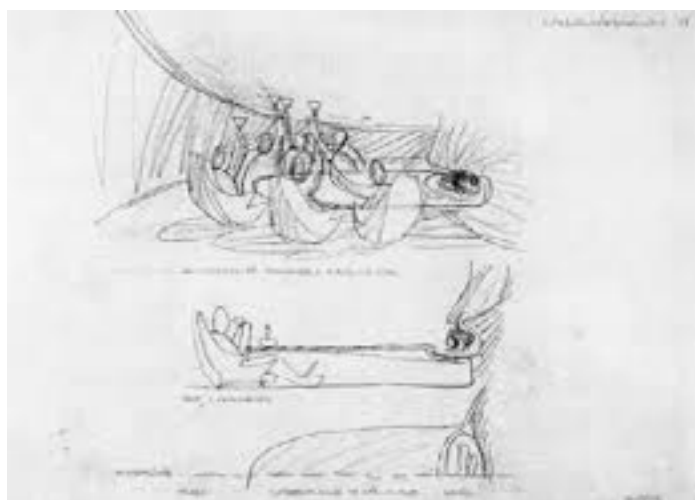


Fig. 4.11: Planta y sección de detalle. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]

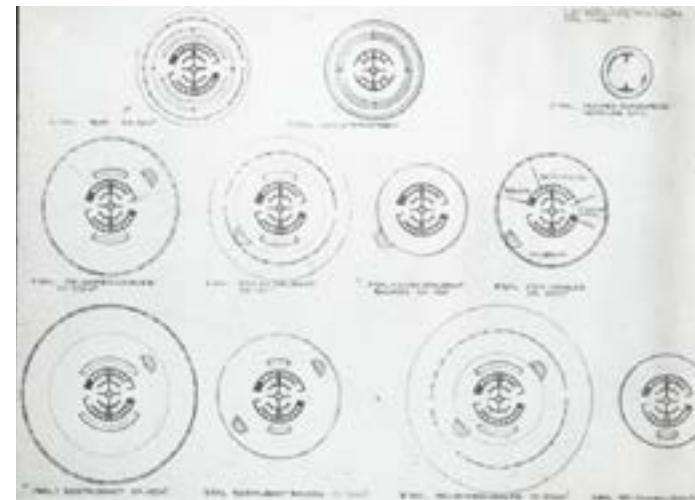


Fig. 4.12: Plantas Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]



Fig. 4.13: Alzado Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]

Fig. 4.14: Maqueta de madera del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon.
[Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]

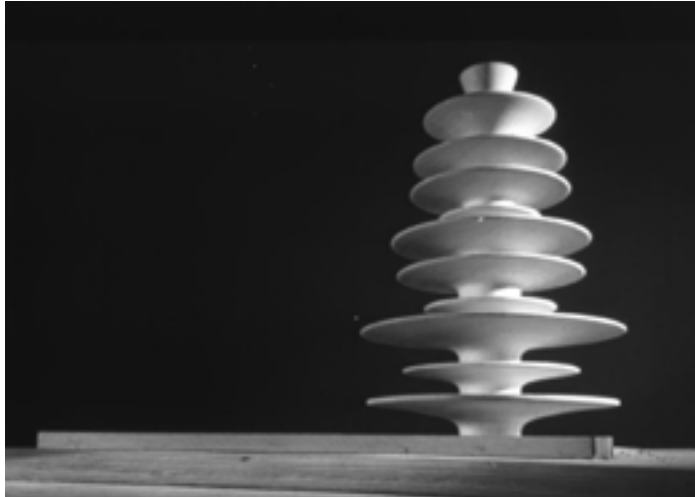


Fig. 4.15: Maqueta de madera del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon.
[Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]

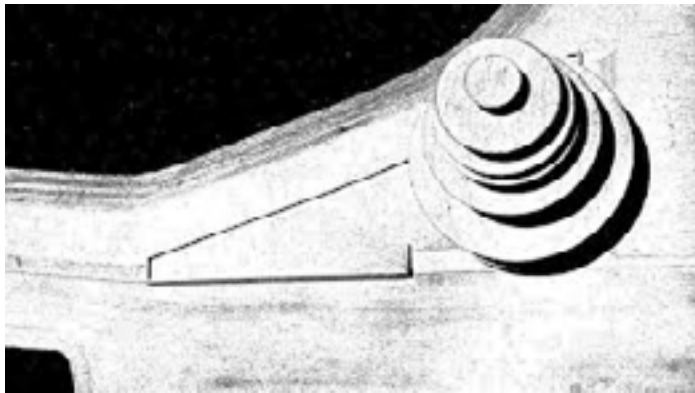


Fig. 4.16: Maqueta de madera del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon.
[Fuente: Ferrer Fores, Jaime.]

**CAPÍTULO 5:
Bibliografía y figuras**

CAPÍTULO 1

Fig. 1.1: Jørn Utzon de joven trabajando en su despacho. [Fuente: ABC, <https://abcblogs.abc.es/fahrenheit-451/arte/jorn-utzon-el-arquitecto-de-la-busqueda-paciente.html>]

Fig. 1.2: Jørn Utzon tomando el sol en la nieve. [Fuente: Web Arcspace, <https://arcspace.com/exhibition/dac-celebrates-jorn-utzons-100th-birthday/>]

Fig. 1.3: Sanatorio de Paimio, de Alvar Aalto. [Fuente: Web 20Minutos, <https://www.20minutos.es/fotos/cultura/el-arquitecto-y-disenador-humanista-alvar-aalto-11565/1/>]

Fig. 1.4: Sección Torre de Investigación SC Johnson, Wright. [Fuente: Web Plataforma Arquitectura, <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/755447/clasicos-de-arquitectura-torre-de-investigacion-sc-johnson-frank-lloyd-wright/53671a71c07a806dcb00009f>]

Fig. 1.5: Dibujo de Monte Albán, Jørn Utzon, 1949. [Fuente: "Jørn Utzon" (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura]

Fig. 1.6: Plataforma maya en Yucatán, Jørn Utzon, 1949. [Fuente: "Jørn Utzon" (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura]

Fig. 1.7: Rafael Moneo posando junto a la maqueta de su proyecto de rascacielos en Miami. [Fuente: Web Diario de Navarra, <https://www.diariodenavarra.es/noticias/cultura-ocio/cultura/2017/09/12/moneo-quiere-seguir-brecha-mientras-sienta-con-ganas-550618-1034.html>]

Fig. 1.8: Sala de estar de Can lis en Porto Petro (Mallorca). [Fuente: Web Can Lis, <http://canlis.dk/es/can-lis/fotos/>]

CAPÍTULO 2

Fig. 2.1: Dibujo Primer Langelinie. [Fuente: Alamy, <https://www.alamy.com/english-the-second-langelinie-pavilion-in-copenhagen-denmark-62-langelinie-pavillon-frederik-riise-image189296506.html>]

Fig. 2.2: Foto Segundo Langelinie. [Fuente: Alamy, <https://www.alamy.com/english-the-second-langelinie-pavilion-in-copenhagen-denmark-62-langelinie-pavillon-frederik-riise-image189296506.html>]

Fig. 2.3: Foto Tercer Langelinie. [Fuente: Web Langelinie, <https://langelinie.dk/en/architecture/>]

Fig. 2.4: Espacio de trabajo AutoCAD, líneas auxiliares para la construcción de la planta. [Fuente: Autor]

Fig. 2.5: Espacio de trabajo AutoCAD, construcción de la sección. [Fuente: Autor]

Fig. 2.6: Espacio de trabajo AutoCAD, todas las plantas acabadas. [Fuente: Autor]

Fig. 2.7: Plano Situación. Ciudad de Copenhague. Escala 1:10.000. [Fuente: Autor]

Fig. 2.8: Plano Situación. Ciudad de Copenhague. Escala 1:5.000. [Fuente: Autor]

Fig. 2.9: Planta implantación. Escala 1:500. [Fuente: Autor]

Fig. 2.10: Planta Sótano. Servicios. Escala 1:500. [Fuente: Autor]

Fig. 2.11: Planta Baja. Acceso. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.12: Primera Planta. Restaurante. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.13: Segunda Planta. Restaurante. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.14: Tercera Planta. Salón. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.15: Cuarta Planta. Bar. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.16: Quinta Planta. Salón. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.17: Sexta Planta. Bar. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.18: Séptima Planta. Bar. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.19: Octava Planta. Oficinas. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.20: Novena Planta. Bar privado. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.21: Décima Planta. Terraza mirador. Escala 1:200. [Fuente: Autor]

Fig. 2.22: Planta Cubierta. Escala 1:200. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.23: Sección Transversal. Escala 1:500. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.24: Sección Longitudinal. Escala 1:200.[Fuente: Autor]
 Fig. 2.25: Alzado Este. Escala 1:500. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.26: Espacio de trabajo AutoCAD, comando "Revolución". [Fuente: Autor]
 Fig. 2.27: Espacio de trabajo AutoCAD, Modelizado 3D, carpintería. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.28: Espacio de trabajo AutoCAD, Modelizado 3D, edificio con entorno. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.29: Espacio de trabajo Lumion, edificio con entorno. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.30: Espacio de renderizado Lumion, vista exterior. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.31: Espacio de trabajo Photoshop. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.32: Axonometría.[Fuente: Autor]
 Fig. 2.33: Render interior restaurante. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.34: Render exterior. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.35: Render acceso. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.36: Espacio de trabajo programa Ultimaker CURA. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.37: Impresora 3D BQ Witbox imprimiendo una pieza de la "meseta". [Fuente: Autor]
 Fig. 2.38: Disco de la "planta 3" recién impresa. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.39: Todas las piezas una vez finalizada la fase de impresión. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.40: Montaje del edificio. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.41: Defecto en dos de las piezas de la "meseta". [Fuente: Autor]
 Fig. 2.42: Foto maqueta finalizada. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.43: Foto maqueta finalizada. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.44: Foto maqueta finalizada. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.45: Foto maqueta finalizada. [Fuente: Autor]
 Fig. 2.46: Foto maqueta finalizada. [Fuente: Autor]

CAPÍTULO 4

Fig. 4.1: Casa de Utzon en Hellebæk. [Fuente: Guide to Utzon, <http://www.utzonphotos.com/guide-to-utzon/projects/jorn-utzons-house/>].
 Fig. 4.2: Dibujo de Utzon de la Opera de Sídney.[Fuente: "Jørn Utzon" (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura]
 Fig. 4.3: Plano de conjunto de Viviendas Planestaden.[Fuente: "Jørn Utzon" (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura]
 Fig. 4.4: Axonometría Sistema de Construcción Expansiva.[Fuente: "Jørn Utzon" (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura]
 Fig. 4.5: Sección Iglesia de Bagsværd.[Fuente: "Jørn Utzon" (1995); España Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura]
 Fig. 4.6: Alberto Peñin Llobell arquitecto y Catedrático. [Fuente: Web Peñin Arquitectos, <https://www.penin.es/>]
 Fig. 4.7: Opera de Sídney, Jørn Utzon. [Fuente: Web Opera de Sídney, <https://www.sydneyoperahouse.com/>]
 Fig. 4.8: Dibujo del exterior del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]
 Fig. 4.9: Dibujo del interior del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]
 Fig. 4.10: Dibujo del interior del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]
 Fig. 4.11: Planta y sección de detalle. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]

Fig. 4.12: Plantas Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]
 Fig. 4.13: Alzado Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]
 Fig. 4.14: Maqueta de madera del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]
 Fig. 4.15: Maqueta de madera del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]
 Fig. 4.16: Maqueta de madera del Langelinie Pavilion. Jørn Utzon. [Fuente: Ferrer Fores, Jaime. "Jørn Utzon. Obras y proyectos." (2006) Barcelona]

ANDERSEN, MICHAEL ASGAARD (2014). Jørn Utzon drawings and building: drawings and buildings. New York, Estados Unidos: Princeton Architectural Press, cop.

DELLORA, DARLY (2008). Jørn Utzon [Video-DVD]: el límite de lo posible. Barcelona, España: Fundación Caja de Arquitectos, D.L.

DIRECCIÓN GENERAL PARA LA VIVIENDA, EL URBANISMO Y LA ARQUITECTURA (1995). Jørn Utzon. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

FERRER FORES, JAIME, (2006). Jørn Utzon. Obras y proyectos. Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili D.L.

MÜRY-LEITNER, MONA (1999). Jørn Utzon. Salzburg, München: Anton Pustet.

PEÑIN LLOBELL, ALBERTO, (2008, 6 de diciembre); “Jørn Utzon (1928-2008), la lección de un maestro”. Recuperado el 19 de junio de 2019. <https://www.lasprovincias.es/valencia/20081206/opinion/utzon-1918-2008-leccion-20081206.html>

PIQUER CASES, JUAN CARLOS, (2008). “El modelo digital arquitectónico en el desarrollo gráfico del proyecto”. Valencia, España, Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Editorial:UPV

PUENTE, MOISÉS (2010). Jørn Utzon: conversaciones y otros escritos. Barcelona, España, Editorial: Gustavo Gili, D.L.

http://www.pritzkerprize.com/sites/default/files/file_fields/field_files_inline/2003_bio_0.pdf **PAGINAS WEB**

https://elpais.com/diario/2003/05/21/cultura/1053468002_850215.html

<http://www.utzonphotos.com/>

<https://www.lasprovincias.es/valencia/20081206/opinion/utzon-1918-2008-leccion-20081206.html>

<http://www.autodesk.es/products/autocad/overview>

<http://www.utzonphotos.com/about-utzon/about-jorn-utzon/>

<http://catalogo.artium.org/book/export/html/7747>

<http://canlis.dk/es/joern-utzon/>

<https://utzoncenter.dk/en/content/about-utzon-center-6071>

<https://langelinie.dk/en/architecture/>

<https://www.sydneyoperahouse.com/our-story/the-architect-jorn-utzon.html>