



Universidad de
Oviedo



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

ÁREA DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA



Modelo AS-BUILT de un edificio mediante metodología BIM

D. Carlos ÁLVAREZ NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO GARCÍA
D. Rafael Pedro GARCÍA DÍAZ

FECHA: julio de 2023

Memoria

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. OBJETIVOS	12
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	13
3.1. ESTUDIOS PREVIOS	13
3.2. DESARROLLO DEL TRABAJO	13
3.3. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	14
4. CENTRO “ÓSCAR NIEMEYER” DE AVILÉS.....	15
5. METODOLOGÍA BIM.....	19
5.1. ¿QUÉ ES BIM?	19
5.2. ¿POR QUÉ USAR BIM?.....	23
5.3. DESAFÍOS DEL BIM.....	26
5.4. NIVELES DEL BIM	27
5.4.1. <i>BIM nivel 0:</i>	27
5.4.2. <i>BIM nivel 1:</i>	27
5.4.3. <i>BIM nivel 2:</i>	27
5.4.4. <i>BIM nivel 3:</i>	27
5.5. DIMENSIONES DEL BIM	28
5.6. BIBLIOTECAS BIM	30
5.7. GENERACIÓN DE MODELOS: ARQUITECTURA Y BIM MEP	32
5.7.1. <i>Modelo arquitectónico</i>	32
5.7.2. <i>Recomendaciones</i>	32
5.7.3. <i>Sistemas mecánicos de fluidos</i>	34
5.8. IFC.....	37
5.8.1. <i>¿Qué es?</i>	37
5.8.2. <i>¿Cómo se usa?</i>	37
5.8.3. <i>Factores a tener en cuenta</i>	38
5.8.4. <i>Visores de archivos IFC</i>	39
5.9. BIM EN EL MUNDO	42
5.9.1. <i>Situación actual del BIM a nivel global</i>	42
5.9.2. <i>Situación actual del BIM en España</i>	43
5.10. IMPLANTACIÓN LEGISLATIVA DE BIM EN LAS DISTINTAS REGIONES DE ESPAÑA	47
5.11. PLAN BIM	48
5.12. TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN BIM	49

5.12.1.	<i>BIM en la nube</i>	49
5.12.2.	<i>Los gemelos digitales</i>	50
5.12.3.	<i>BIM y prefabricación</i>	50
5.12.4.	<i>Internet de las cosas</i>	51
5.12.5.	<i>Realidad virtual y aumentada</i>	51
5.13.	GESTIÓN DEL CAMBIO	51
5.14.	FUTURO DEL BIM	52
6.	PROYECTOS AS-BUILT	54
6.1.	¿QUÉ ES UN MODELO BIM AS-BUILT?.....	54
6.2.	DIFERENCIAS ENTRE PROYECTOS DE OBRA NUEVA Y AS-BUILT.....	55
6.3.	BENEFICIOS DE PROYECTOS AS-BUILT	56
6.4.	NORMATIVA INTERNACIONAL	57
7.	CASO PRÁCTICO	58
7.1.	ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PARTIDA.....	58
7.2.	MODELADO DEL EDIFICIO	59
7.2.1.	<i>Importación de planos de AutoCAD a Revit</i>	59
7.2.2.	<i>Modelado de la escalera principal</i>	61
7.2.3.	<i>Modelado planta nivel subsuelo</i>	64
7.2.4.	<i>Modelado planta nivel mirador</i>	71
7.3.	MODELADO DE LAS INSTALACIONES DE FONTANERÍA	77
7.3.1.	<i>Instalaciones de saneamiento</i>	78
7.3.2.	<i>Instalaciones de agua fría y agua caliente sanitaria</i>	81
7.4.	MODELADO DE LAS INSTALACIONES DE VENTILACIÓN MECÁNICA.....	85
7.4.1.	<i>Suministro de aire</i>	86
7.4.2.	<i>Aire de retorno</i>	88
7.4.3.	<i>Extracción de aire</i>	89
7.4.4.	<i>Aire primario</i>	90
7.5.	MODELADO DEL ENTORNO PRÓXIMO Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	93
7.6.	VISUALIZACIÓN EN VISORES DE ARCHIVOS IFC.....	99
8.	PLANIFICACIÓN TEMPORAL	102
8.1.	DIAGRAMA DE GANTT	104
9.	PRESUPUESTO	105
9.1.	COSTE DEL SOFTWARE Y HARDWARE UTILIZADO.....	105
9.2.	COSTE DEL PERSONAL	105
9.3.	COSTE FINAL	106
10.	CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS	107



11. BIBLIOGRAFÍA109

Índice de figuras

ILUSTRACIÓN 1.1 DEL PAPEL AL BIM	11
ILUSTRACIÓN 3.1 IMAGEN RENDERIZADA EN ENSCAPE.....	14
ILUSTRACIÓN 4.1 DISTRIBUCIÓN DEL COMPLEJO	15
ILUSTRACIÓN 4.2 CENTRO NIEMEYER EN FASE DE CONSTRUCCIÓN	16
ILUSTRACIÓN 4.3 CENTRO NIEMEYER EN LA ACTUALIDAD	17
ILUSTRACIÓN 4.4 EDIFICIO “TORRE-MIRADOR” DEL CENTRO ÓSCAR NIEMEYER.....	17
ILUSTRACIÓN 4.5 INTERIOR DEL EDIFICIO “TORRE-MIRADOR”	18
ILUSTRACIÓN 5.1 CICLO DE VIDA DEL MODELO BIM	19
ILUSTRACIÓN 5.2 ¿QUÉ ES Y QUÉ NO ES BIM?	20
ILUSTRACIÓN 5.3 MODELO BIM DE UN AEROPUERTO	21
ILUSTRACIÓN 5.4 BENEFICIOS DEL BIM	24
ILUSTRACIÓN 5.5 NIVELES EN BIM	28
ILUSTRACIÓN 5.6 ESQUEMA DE DIMENSIONES BIM	30
ILUSTRACIÓN 5.7 PÁGINA WEB DE LA BIBLIOTECA BIMOBJECT	31
ILUSTRACIÓN 5.8 ORGANIZACIÓN DE PLANTAS EN UN MODELO ARQUITECTÓNICO EN FORMATO IFC	32
ILUSTRACIÓN 5.9 ATRIBUTO DE CLASIFICACIÓN DE UN PILAR EN FORMATO IFC	34
ILUSTRACIÓN 5.10 EJEMPLO DE TUBERÍAS QUE CONECTAN RADIADORES QUE SE CRUZAN DE MANERA PERMITIDA	35
ILUSTRACIÓN 5.11 EJEMPLOS DE SISTEMAS DE TUBERÍAS DONDE LOS TUBOS DE DISTRIBUCIÓN EMPIEZAN COMO DEBEN, DESDE EL TRONCO, EVITANDO OTRAS TUBERÍAS	36
ILUSTRACIÓN 5.12 FORMATO IFC	37
ILUSTRACIÓN 5.13 MÉTODO TRADICIONAL VS IFC	38
ILUSTRACIÓN 5.14 VISTA DE SECCIÓN DE UN EDIFICIO EN BIMVISION	40
ILUSTRACIÓN 5.15 INFLUENCIA DEL BIM A NIVEL GLOBAL	42
ILUSTRACIÓN 5.16 EMPRESAS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO SEGÚN SU TIPOLOGÍA	44
ILUSTRACIÓN 5.17 PORCENTAJE DE PROYECTOS QUE REALIZAN EN BIM	45
ILUSTRACIÓN 5.18 PORCENTAJE DE LA PLANTILLA QUE TRABAJA CON PROYECTOS BIM	46
ILUSTRACIÓN 5.19 CRECIMIENTO DE PROYECTOS BIM	47
ILUSTRACIÓN 5.20 NÚMERO DE LEYES Y NORMAS QUE INCLUYEN BIM POR CCAA.....	48
ILUSTRACIÓN 5.21 TABLA PARA LA APLICACIÓN GRADUAL DEL BIM	49
ILUSTRACIÓN 5.22 BIM EN LA NUBE	50
ILUSTRACIÓN 6.1 MODELO AS-BUILT DEL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA DE GUATEMALA	54
ILUSTRACIÓN 6.2 MODELO AS-BUILT DE LA CATEDRAL DE NOTRE DAME.....	55
ILUSTRACIÓN 7.1 PLANO DE PLANTAS (CAPTURA DE LOS PLANOS ORIGINALES EN AUTOCAD)	58
ILUSTRACIÓN 7.2 UNIDADES DEL PROYECTO	59
ILUSTRACIÓN 7.3 DIFERENTES NIVELES DEL EDIFICIO	60
ILUSTRACIÓN 7.4 PLANO DE AUTOCAD IMPORTADO A REVIT (NIVEL PLANTA).....	60
ILUSTRACIÓN 7.5 TODOS LOS PLANOS DE PLANTA Y ALZADO IMPORTADOS EN REVIT (VISTA 3D)	61
ILUSTRACIÓN 7.6 TIPOS DE ESCALERA DUPLICADOS.....	61
ILUSTRACIÓN 7.7 PRIMER TRAMO DE LA ESCALERA (VISTA DE PLANTA NIVEL PLAZA)	62
ILUSTRACIÓN 7.8 SEGUNDO TRAMO DE LA ESCALERA (VISTA DE PLANTA NIVEL 2)	63
ILUSTRACIÓN 7.9 TERCER TRAMO DE LA ESCALERA (VISTA DE PLANTA NIVEL 3)	63
ILUSTRACIÓN 7.10 PARÁMETROS DEL SOPORTE DE LA ESCALERA PRINCIPAL	64

ILUSTRACIÓN 7.11 ESCALERA PRINCIPAL COMPLETA (VISTA 3D).....	64
ILUSTRACIÓN 7.12 ESCALERA QUE COMUNICA EL NIVEL SUBSUELO CON EL NIVEL PLANTA (VISTA ESTE).....	65
ILUSTRACIÓN 7.13 LOSA NIVEL PLAZA (VISTA 3D).....	65
ILUSTRACIÓN 7.14 PARÁMETROS DEL NUEVO COMPONENTE MODELADO IN SITU	66
ILUSTRACIÓN 7.15 BOCETO DE LA EXTRUSIÓN DEL MÁSTIL.....	66
ILUSTRACIÓN 7.16 FORMAS QUE SE PUEDEN GENERAR CON LA HERRAMIENTA DE MODELADO	66
ILUSTRACIÓN 7.17 NÚCLEO DEL ASCENSOR (VISTA 3D).....	67
ILUSTRACIÓN 7.18 VISTA DE DETALLE DEL ASCENSOR	67
ILUSTRACIÓN 7.19 COLOCACIÓN DE MUROS EN NIVEL SUBSUELO (VISTA DE PLANTA DEL NIVEL SUBSUELO)	68
ILUSTRACIÓN 7.20 VISTA 3D DEL NIVEL SUBSUELO.....	68
ILUSTRACIÓN 7.21 LOSA PILOTADA (VISTA 3D).....	69
ILUSTRACIÓN 7.22 LOSA DE CIMENTACIÓN PILOTADA (MODELO REALIZADO EN EL EDITOR DE FAMILIAS)	69
ILUSTRACIÓN 7.23 PARÁMETROS MODIFICABLES DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN.....	70
ILUSTRACIÓN 7.24 CRISTALERA DE SEGURIDAD (VISTA 3D)	71
ILUSTRACIÓN 7.25 SUELO NIVEL MIRADOR (VISTA 3D)	72
ILUSTRACIÓN 7.26 MURO CORTINA DEL MIRADOR (VISTA 3D).....	72
ILUSTRACIÓN 7.27 CUBIERTA DEL NIVEL SUPERIOR (VISTA 3D).....	73
ILUSTRACIÓN 7.28 PARTICIONES DE LA PLANTA NIVEL MIRADOR (VISTA DE PLANTA NIVEL MIRADOR)	74
ILUSTRACIÓN 7.29 PUERTA CORREDERA CURVA (MODELO REALIZADO EN EL EDITOR DE FAMILIAS)	74
ILUSTRACIÓN 7.30 CONFIGURACIÓN DE LAS REJILLAS Y MONTANTES DEL MURO CORTINA	75
ILUSTRACIÓN 7.31 VENTANAS OSCIOBATIENTES DEL NIVEL MIRADOR (VISTA DE ALZADO ESTE).....	75
ILUSTRACIÓN 7.32 COLOCACIÓN DEL PERFIL PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN (VISTA 3D SECCIONADA DEL EDIFICIO)	76
ILUSTRACIÓN 7.33 ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA DEL EDIFICIO (VISTA 3D)	76
ILUSTRACIÓN 7.34 MODELO SECCIONADO DE LA TORRE EN EL VISOR GRATUITO DE AUTODESK	77
ILUSTRACIÓN 7.35 COLOCACIÓN DE APARATOS SANITARIOS (VISTA 3D)	78
ILUSTRACIÓN 7.36 INSTALACIÓN DE DESAGÜE DE PLUVIALES (VISTA DE PLANTA NIVEL MIRADOR).....	79
ILUSTRACIÓN 7.37 INSTALACIÓN DESAGÜE DE PLUVIALES (VISTA 3D)	79
ILUSTRACIÓN 7.38 BOMBA PARA AGUAS RESIDUALES	80
ILUSTRACIÓN 7.39 INSTALACIÓN DE AGUAS RESIDUALES (VISTA DE PLANTA NIVEL SUBSUELO).....	80
ILUSTRACIÓN 7.40 INSTALACIÓN DE AGUAS RESIDUALES (VISTA 3D).....	81
ILUSTRACIÓN 7.41 EQUIPOS DE FONTANERÍA (CALENTADORES DE AGUA DE 30L Y 100L)	81
ILUSTRACIÓN 7.42 ACCESO DE LAS INSTALACIONES AL EDIFICIO DESDE EL SUBSUELO A TRAVÉS DE LAS CANALIZACIONES DEL NÚCLEO DEL ASCENSOR (VISTA 3D).....	82
ILUSTRACIÓN 7.43 INSTALACIONES DE AGUA FRÍA, AGUA FRÍA FLUXÓMETROS Y AGUA CALIENTE SANITARIA (VISTA DE PLANTA NIVEL MIRADOR)	83
ILUSTRACIÓN 7.44 INSTALACIONES COMPLETAS DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO (RENDERIZADO EN ENSCAPE)	84
ILUSTRACIÓN 7.45 NIVELES DEL PROYECTO DE VENTILACIÓN MECÁNICA.....	85
ILUSTRACIÓN 7.46 EQUIPOS MECÁNICOS DESCARGADOS EN BIBLIOTECA DE CONTENIDO MEP	86
ILUSTRACIÓN 7.47 TERMINALES DE AIRE PARA EL SUMINISTRO DE AIRE (VISTA DE PLANTA)	87
ILUSTRACIÓN 7.48 TERMINALES DE AIRE COLOCADOS EN EL FALSO TECHO (VISTA 3D).....	87
ILUSTRACIÓN 7.49 SUMINISTRO DE AIRE DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DEL RESTAURANTE (VISTA DE PLANTA)	88
ILUSTRACIÓN 7.50 SUMINISTRO Y RETORNO DE AIRE DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DEL RESTAURANTE (VISTA DE PLANTA).....	89
ILUSTRACIÓN 7.51 SUMINISTRO Y RETORNO DE AIRE DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DEL RESTAURANTE (VISTA 3D).....	89
ILUSTRACIÓN 7.52 CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN DE AIRE DEL RESTAURANTE Y LOS BAÑOS (VISTAS DE PLANTA)	90

ILUSTRACIÓN 7.53 CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN DE AIRE DEL RESTAURANTE Y LOS BAÑOS (VISTA 3D)	90
ILUSTRACIÓN 7.54 SISTEMA DE AIRE PRIMARIO (VISTAS DE PLANTA).....	91
ILUSTRACIÓN 7.55 SISTEMA DE AIRE PRIMARIO (VISTA 3D).....	91
ILUSTRACIÓN 7.56 INSTALACIONES COMPLETAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA (RENDERIZADO CON ENSCAPE)	92
ILUSTRACIÓN 7.57 IMAGEN RENDERIZADA CON ENSCAPE (1).....	94
ILUSTRACIÓN 7.58 IMAGEN RENDERIZADA CON TWINMOTION (1)	94
ILUSTRACIÓN 7.59 IMAGEN RENDERIZADA CON ENSCAPE (2).....	95
ILUSTRACIÓN 7.60 IMAGEN RENDERIZADA CON TWINMOTION (2)	95
ILUSTRACIÓN 7.61 IMAGEN RENDERIZADA CON ENSCAPE (3).....	96
ILUSTRACIÓN 7.62 IMAGEN RENDERIZADA CON TWINMOTION (3)	96
ILUSTRACIÓN 7.63 MODELO DEL TERRENO EN QGIS	97
ILUSTRACIÓN 7.64 MODELO DEL TERRENO IMPORTADO EN REVIT	98
ILUSTRACIÓN 7.65 MODELO DEL ENTORNO EN INFRAWORKS	99
ILUSTRACIÓN 7.66 MODELO DE LA TORRE EN EL VISOR BIMVISION	99
ILUSTRACIÓN 7.67 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA LOSA DE PILOTADA EN BIMVISION.....	100
ILUSTRACIÓN 7.68 MODELO DE LA TORRE EN EL VISOR OPEN IFC VIEWER	101
ILUSTRACIÓN 8.1 GRÁFICO Y TABLA DE LA PLANIFICACIÓN TEMPORAL.....	103
ILUSTRACIÓN 8.2 DIAGRAMA GANTT DE PLANIFICACIÓN	104

Índice de tablas

TABLA 1 UNIDADES RECOMENDABLES Y ALTERNATIVAS	33
TABLA 2 COSTE DE LOS PROGRAMAS UTILIZADOS	105
TABLA 3 COSTE DE SOFTWARE Y HARDWARE	105
TABLA 4 COSTE DEL PERSONAL	106
TABLA 5 COSTES TOTALES DEL PROYECTO	106

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción ha mostrado una lenta adopción de la innovación a lo largo de los años. Durante mucho tiempo, los dibujos han sido el único medio de comunicación utilizado. Estos dibujos representan la información espacial de los activos (edificios e infraestructuras) en dos dimensiones (2D) y pueden contener notas escritas y especificaciones, como dimensiones y tipo de materiales. Inicialmente, los dibujos se grababan en materiales naturales como piedra o madera, y más tarde se comenzaron a representar en papel mediante dibujos hechos a mano o impresiones. A pesar del avance tecnológico, el papel todavía se utiliza ampliamente en la mayoría de las escuelas, universidades y algunas empresas, especialmente para realizar bocetos iniciales y en el lugar de trabajo. Sin embargo, este enfoque basado en papel resulta lento y propenso a errores e inexactitudes.

Con la llegada de las computadoras, Patrick J. Hanratty introdujo un nuevo enfoque para el diseño en la década de 1950: el Diseño Asistido por Computadora (CAD). Si bien este enfoque eliminó la necesidad de realizar dibujos manualmente, simplemente permitía realizar las mismas tareas utilizando herramientas digitales, como dibujar líneas y círculos. Inicialmente, el CAD solo permitía crear representaciones en 2D, pero ya en la década de 1960 se lograron las primeras representaciones tridimensionales (3D) en las industrias de fabricación y cine. Hoy en día, el CAD se utiliza ampliamente en los sectores de arquitectura, ingeniería, construcción y operación (AECO, por sus siglas en inglés), y el formato ".dwg", desarrollado por Autodesk AutoCAD, se ha convertido en un estándar común en las actividades profesionales.

No obstante, para manejar la complejidad del entorno construido se requería un enfoque más avanzado. Fue así como en 1974 Charles Eastman sentó las bases de lo que hoy conocemos como Modelado de Información de Construcción (BIM, por sus siglas en inglés). Se hizo evidente que el CAD no era suficiente y se necesitaba un modelo basado en objetos en 3D vinculado a una base de datos. Esto permite representar los objetos mediante parámetros (como altura y profundidad) y reglas (por ejemplo, si se reduce la altura de una pared, automáticamente se ajusta la posición del techo), generando así geometría junto con atributos (como material, rendimiento térmico y costo).

A partir de la década de 1980, el concepto originalmente planteado por Charles Eastman se ha desarrollado en diversas herramientas, entre las cuales se incluyen ArchiCAD, Allplan y Vectorworks (actualmente todas forman parte del Grupo Nemetschek), así como MicroStation (perteneciente a Bentley Systems). Posteriormente, en la década de 1990, se crearon otras herramientas como

Rhinoceros y Revit. Revit (anteriormente conocido como Charles River Software) introdujo la posibilidad de crear componentes paramétricos en un "editor de familias" gráfico en lugar de utilizar un lenguaje de programación, lo cual permitió capturar relaciones entre componentes, vistas y anotaciones para garantizar la consistencia durante los cambios. En años posteriores, Autodesk adquirió Revit, y las herramientas mencionadas anteriormente evolucionaron en funcionalidades, convirtiéndose en "herramientas de software BIM". Además, han surgido nuevas herramientas en el mercado como SketchUp y Tekla (actualmente parte de Trimble). Para identificar si una aplicación es considerada "BIM" o no, se puede verificar si está basada en tecnología orientada a objetos, donde los elementos comunes (como ventanas, puertas, losas, paredes y sanitarios) dentro de una instalación (por ejemplo, un edificio) forman una base de datos. Cuando los objetos son paramétricos, su geometría puede modificarse siguiendo reglas específicas, y se les pueden agregar atributos. Por lo tanto, los objetos son persistentes y se pueden realizar diversas actividades, como consultas, conteos y la adición de especificaciones.

La Ilustración 1.1 resume la evolución desde los dibujos en papel hasta el BIM.

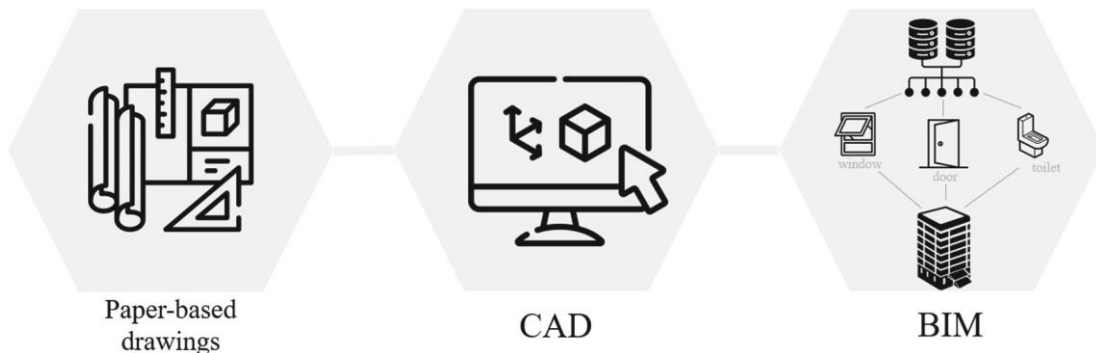


Ilustración 1.1 Del papel al BIM

Conforme surgían más herramientas, en 1994 se formó un consorcio conformado por doce empresas con sede en Estados Unidos con el objetivo de trabajar en la interoperabilidad entre aplicaciones de software. Este grupo, conocido actualmente como buildingSMART International (bSI), es una comunidad internacional cuyo propósito es promover estándares digitales abiertos. Además, diferentes países o regiones cuentan con sus propios capítulos que desarrollan iniciativas locales.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es realizar un estudio sobre la metodología BIM (Building Information Modeling) y su implementación en un caso práctico.

Los objetivos concretos de este trabajo son los siguientes:

- Realizar un estudio que se centre en explorar y conocer la metodología BIM. Se examinará su enfoque colaborativo, sus principios fundamentales y su capacidad para integrar datos en un modelo digital tridimensional.
- Se creará un modelo digital del edificio "Torre-Mirador", ubicado en el complejo Niemeyer de Avilés, utilizando la metodología BIM.
- Se modelarán también las instalaciones de fontanería y climatización del edificio.
- Se realizará el modelado del entorno próximo del edificio con diferentes aplicaciones especializadas con el fin de comparar los resultados. Además, se generarán diferentes imágenes renderizadas con estos mismos programas.

En primer lugar, me gustaría expresar mi agradecimiento al arquitecto D. Roberto Alonso Martínez por su valiosa colaboración al proporcionar los planos del edificio. También quiero agradecer al Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Oviedo por facilitar tanto el hardware como el software necesario para llevar a cabo este proyecto.

Los planos del edificio suministrados por el arquitecto se adjuntan en el capítulo de Anexos. Estos planos incluyen diversas representaciones de planta y alzado para la envolvente arquitectónica, así como planos detallados de fontanería, climatización y electricidad.

A partir de este modelo BIM, se discutirán las ventajas de esta metodología en comparación con el método tradicional utilizado por el arquitecto, así como los posibles inconvenientes que puedan surgir.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este apartado se detallará la metodología de trabajo empleada para el correcto desarrollo del modelo BIM.

Primero se detallará la elección de los programas a utilizar durante este proyecto, así como los pasos a seguir hasta la obtención de los resultados finales.

3.1. Estudios previos

Lo primero antes de empezar el desarrollo del proyecto fue analizar los datos de partida proporcionados por el arquitecto.

Cabe destacar que esta fase de análisis de los datos de partida se repetirá de nuevo durante el desarrollo del presente trabajo, ya que una vez modelada la envuelta arquitectónica se contactó de nuevo con el arquitecto para presentarle los resultados y que nos proporcionase el resto de la documentación necesaria para finalizar el proyecto.

Además, para el correcto uso del programa Revit y poder explorar al máximo las posibilidades que ofrece, se realizaron diferentes cursos diseñados por la propia compañía Autodesk, de los cuales se adjuntan los certificados de superación de estos en el apartado de Anexos.

3.2. Desarrollo del trabajo

Una vez analizados los datos de partida y conociendo el software a utilizar en el proyecto, se comenzó con el desarrollo de este. Esta fase se divide en diferentes etapas:

Modelado del edificio: En esta etapa se modeló la envuelta arquitectónica del edificio en Revit, dado que se disponía de los planos en formato DWG se importaron estos en el programa y se comenzó modelando la escalera principal del edificio para luego modelar la planta del nivel subsuelo y la planta del nivel restaurante-mirador.

Modelado de las instalaciones de fontanería: A partir del modelo arquitectónico se modelaron las instalaciones de fontanería, para ello en una nueva plantilla se vinculó el modelo creado en la anterior etapa. Estas instalaciones constan de los sistemas de desagüe sanitario y desagüe de pluviales, y de los sistemas de suministro de agua (agua fría sanitaria, agua caliente sanitaria y las tuberías de fluxómetros).

Modelado de las instalaciones de ventilación mecánica: Al igual que en las instalaciones de fontanería se creó una nueva plantilla para estas instalaciones en concreto, y se vinculó el modelo

de la primera etapa. Esta instalación consta de los sistemas de suministro, retorno y extracción de aire.

3.3. Presentación de los resultados

En este apartado se exponen los resultados obtenidos en las anteriores etapas mediante diferentes documentos gráficos.



Ilustración 3.1 Imagen renderizada en Enscape¹

Para ello se hará uso de programas complementarios, como son Enscape o Twinmotion. Estos programas permitirán generar imágenes renderizadas del modelo y un vídeo haciendo un recorrido virtual por el edificio. La Ilustración 3.1 es una imagen renderizada de un modelo haciendo uso de uno de estos programas, concretamente con Enscape.

¹ Fuente (<https://enscape3d.com/es/>)

4. CENTRO “ÓSCAR NIEMEYER” DE AVILÉS

El Centro Niemeyer, ubicado en la Isla de la Innovación en Avilés (Asturias, España), es una destacada creación del célebre arquitecto brasileño Oscar Niemeyer. Representa su obra más significativa en Europa y constituye un espacio cultural compuesto por cinco edificios: el Auditorio, el Museo, la Torre-Mirador, el Aparcamiento y el Edificio Polivalente, los cuales están conectados por una elegante marquesina.

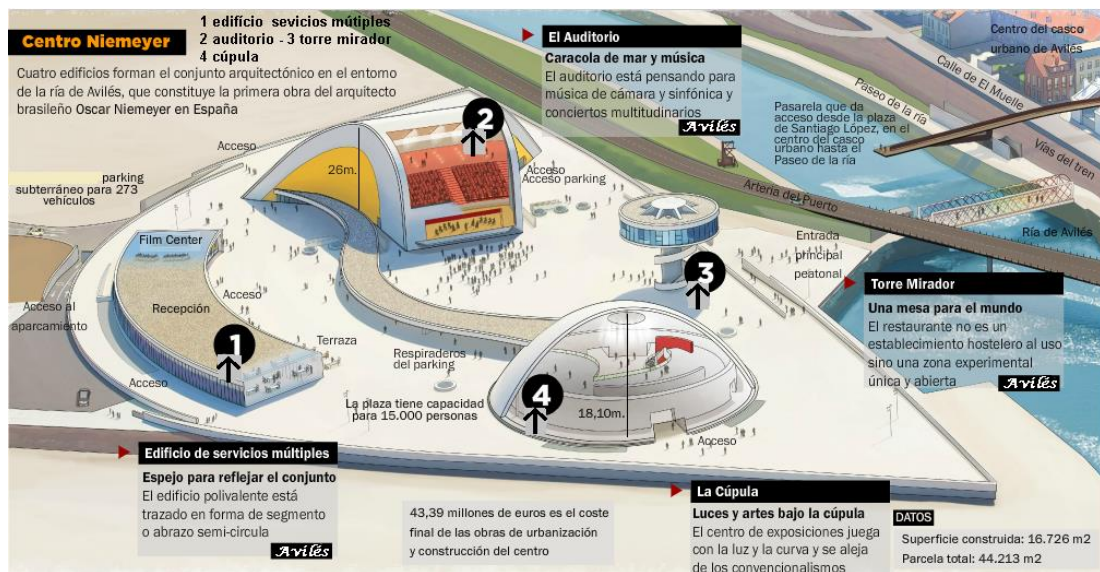


Ilustración 4.1 Distribución del complejo²

En 1989, el arquitecto recibió el distinguido Premio Príncipe de Asturias. Conmemorando el vigésimo quinto aniversario de este premio, el arquitecto obsequió al Principado un proyecto que ha adquirido renombre a nivel internacional y que lleva su nombre. Esta obra, dedicada a la educación, la cultura y la paz, se destaca como el único legado de Niemeyer en España.

La programación cultural, de carácter multidisciplinar, se enfoca en la música, el cine, el teatro, la danza, las exposiciones, la gastronomía y la palabra, todos ellos representantes de la excelencia. La construcción finalizó el 14 de marzo de 2011, y su inauguración tuvo lugar el 26 de mayo del mismo año.

² Fuente (<http://jasp-asturias-aviles.blogspot.com/2015/11/aviles-asturias-centro-cultural-niemeyer.html>)



Ilustración 4.2 Centro Niemeyer en fase de construcción³

La construcción de este lugar es el resultado de la fusión entre un complejo cultural diseñado por Oscar Niemeyer y un proyecto de carácter internacional. La obra se caracteriza por su distintivo juego de curvas y colores, donde predominan el rojo, el blanco, el amarillo y el azul, lo cual le confiere visibilidad desde múltiples puntos y destaca en el paisaje de la localidad.

En total, se ha edificado una superficie de 16.624,81 m², distribuidos en 14.320,40 m² sobre el nivel del suelo y 2.304,41 m² bajo tierra. La plaza central abarca una extensión urbanizable de 35.613,33 m².

La construcción inició con la cúpula como primer edificio, seguido por la construcción simultánea del edificio polivalente y el auditorio. Posteriormente, se empezaron los cimientos de la futura torre, aunque su construcción no se inició hasta que los edificios anteriores estuvieron casi terminados. Al mismo tiempo se añadió el parking subterráneo y finalmente se terminó la plaza que congrega todo el conjunto.

³ Imagen obtenida de Google Imágenes

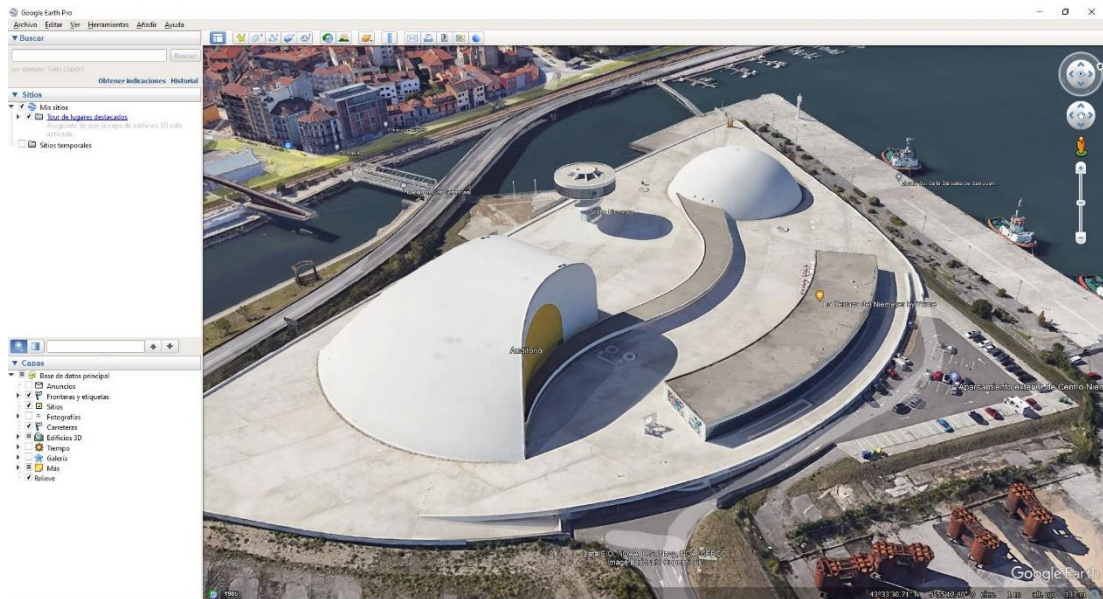


Ilustración 4.3 Centro Niemeyer en la actualidad⁴

Edificio “Torre-Mirador”

La Torre-Mirador brinda la oportunidad de contemplar el entorno magnífico de las creaciones arquitectónicas diseñadas por Oscar Niemeyer. Esta estructura se alza sobre la plaza central, alcanzando una altura de 20 metros a través de un fuste circular de hormigón armado con un diámetro de 4.70 metros.



Ilustración 4.4 Edificio “Torre-Mirador” del centro Óscar Niemeyer⁵

⁴ Imagen tomada desde Google Earth Pro.

⁵ Imagen obtenida de Google Imágenes

En su nivel inferior, de 400 metros cuadrados de superficie construida y una planta circular, se encuentran un restaurante y un aula de cocina. Para acceder a este nivel, se dispone de un ascensor en el núcleo de hormigón y una escalera exterior helicoidal también de hormigón armado. Por otro lado, el nivel superior, o cubierta, solo está destinado a mantenimiento y alberga las instalaciones y equipos de extracción de aire.

En términos estructurales, el forjado del nivel inferior está construido con losa maciza de hormigón armado de 30 centímetros de espesor y se suspende de la cubierta mediante 22 travesaños de acero de alta resistencia.

La cubierta en sí está compuesta por un entramado de cuatro vigas diagonales de hormigón armado con un ancho de 0.70 metros y un espesor variable, que va desde 0.80 metros en los extremos hasta 2.75 metros en el centro. Estas vigas se apoyan en el núcleo central y cuentan con una losa maciza de 20 centímetros de espesor.



Ilustración 4.5 Interior del edificio “Torre-Mirador”⁶

En la Ilustración 4.5 se puede ver una fotografía tomada en el interior de este edificio desde la zona del restaurante.

⁶ Imagen obtenida de Google Imágenes

5. METODOLOGÍA BIM

5.1. ¿Qué es BIM?

BIM son las siglas de "Building Information Modeling", en español, "Modelado de Información de la Construcción". Es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de proyectos de construcción que utiliza modelos digitales tridimensionales para integrar la información y documentación del proyecto.

BIM permite que todos los profesionales involucrados en la construcción (arquitectos, ingenieros, contratistas, etc.) trabajen en una plataforma común, compartiendo información en tiempo real, reduciendo los errores y minimizando los costos y el tiempo de construcción.

Además, BIM no solo se enfoca en la parte constructiva del proyecto, sino que también se puede utilizar para la gestión de la construcción, el mantenimiento y la operación del edificio a lo largo de su vida útil.

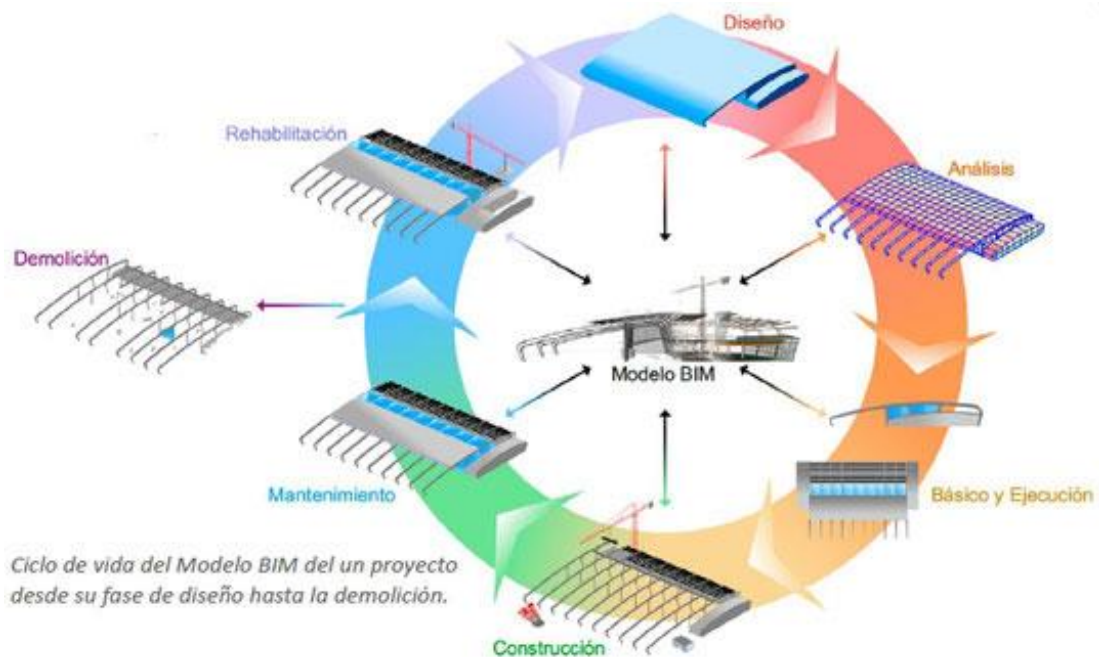


Ilustración 5.1 Ciclo de vida del modelo BIM⁷

⁷ Fuente (<https://www.buildingsmart.es/bim/>)

Es una metodología que va más allá de la simple creación de modelos 3D. Es un enfoque integral que implica la gestión de información de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción, desde la planificación y diseño hasta la construcción y mantenimiento.

Una de las principales ventajas de BIM es que permite una mayor colaboración y coordinación entre las distintas partes del proyecto. Todos los profesionales involucrados en la construcción, incluyendo arquitectos, ingenieros, contratistas y subcontratistas, pueden trabajar en la misma plataforma y compartir información en tiempo real. Esto permite reducir los errores y los conflictos entre las distintas disciplinas, y garantizar que todos los elementos estén integrados correctamente.

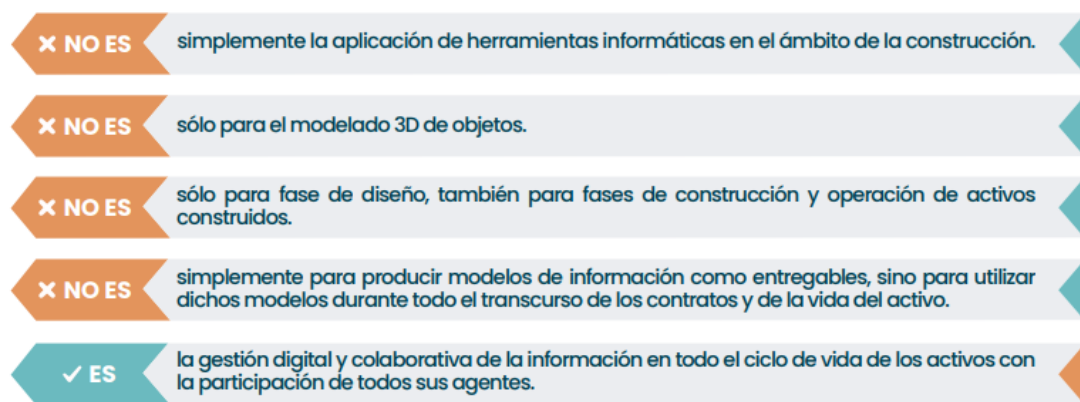


Ilustración 5.2 ¿Qué es y qué no es BIM?⁸

El modelo digital

El modelo digital representa un sólido fundamento de conocimiento confiable que posibilita la colaboración entre todos los actores involucrados en el ciclo de vida de la construcción, en aras del beneficio mutuo. En este sentido, el término Building Information Modeling (BIM) engloba tanto la metodología como el modelo en sí mismo, que desempeñan un papel crucial.

El Modelo BIM se presenta como un prototipo virtual que replica de manera digital lo que se tiene previsto construir o desarrollar en el mundo real. Constituye una base de datos orientada a objetos que representa tridimensionalmente los distintos elementos constructivos. Estos componentes encapsulan información detallada relacionada con la construcción y permiten una visualización interactiva, facilitando así la comunicación entre los distintos actores involucrados. Al mismo tiempo, contribuyen a centralizar el conocimiento que estos poseen acerca de lo que se está diseñando, construyendo o desarrollando.

⁸ Fuente (<https://cibim.mitma.es/>)

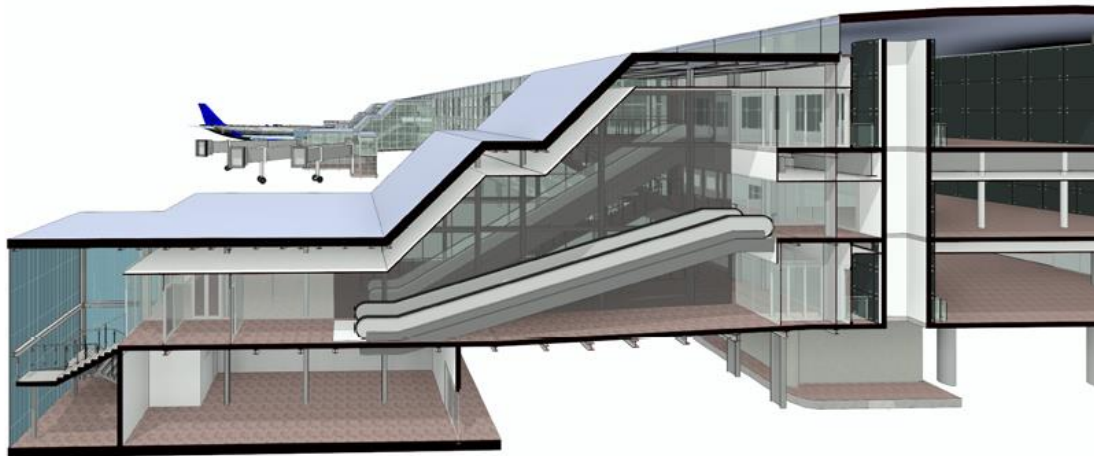


Ilustración 5.3 Modelo BIM de un aeropuerto⁹

Además, se ofrece la posibilidad de establecer conexiones entre entidades del entorno BIM y datos externos, permitiendo la integración de información proveniente de otros sistemas de gestión de datos, como los sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAOs) o las herramientas de planificación y control de costos. Esto resulta altamente beneficioso, ya que se logra una trazabilidad eficiente de dicha información y su correcta interpretación por parte de todos los actores involucrados.

El modelo BIM almacena la información de manera estructurada, y a partir de él es posible generar cualquier documentación de construcción necesaria. Entre los recursos disponibles se encuentran los planos en formato 2D, las vistas en 3D, los listados exhaustivos y parciales que contienen mediciones, características, entre otros detalles relevantes. Asimismo, se posibilita la visualización de distintas opciones de diseño en base a la información enriquecida en el modelo.

La información incorporada en el modelo posibilita llevar a cabo pruebas virtuales, también conocidas como simulaciones, para verificar el funcionamiento de las instalaciones, evaluar el comportamiento energético, analizar la evacuación, analizar los flujos, coordinar las tareas en la obra, evaluar la eficiencia de las medidas de seguridad, abordar la seguridad vial, optimizar las operaciones, entre otros aspectos relevantes.

El modelo puede contener tanto datos preexistentes de la construcción a gestionar como información relacionada con las diversas etapas en las que se llevará a cabo dicha gestión. Por lo

⁹ Fuente (<https://cibim.mitma.es/>)

tanto, permite analizar los distintos estados sucesivos de la construcción, así como programar las acciones a ejecutar sobre la misma.

Aunque el concepto del BIM se basa en un modelo centralizado, es común que se componga de múltiples submodelos que describen segmentos específicos del edificio o infraestructura de manera precisa y detallada.

La información

El modelo BIM tiene la capacidad de albergar de manera exhaustiva toda la información pertinente a la construcción, ya sea a través de metadatos incorporados o mediante enlaces a documentos externos, tales como la página web del fabricante, catálogos digitales, o archivos alojados en plataformas en la nube, entre otros recursos. Esta información abarca una amplia gama de aspectos, que van desde la geometría del objeto hasta los datos físicos, las características de eficiencia, los estudios geotécnicos, los costos asociados, los plazos de ejecución, los procedimientos de mantenimiento, los registros de compras y resúmenes detallados de las labores de mantenimiento y reparación, entre otros elementos cruciales.

Es importante destacar que el BIM ha sido concebido para permitir que esta información pueda ser gestionada por diferentes herramientas informáticas, las cuales se encargan de extraer los datos necesarios del modelo, gestionarlos y luego reintegrarlos a dicho modelo. Es fundamental que este proceso se desarrolle de manera eficiente y segura, lo cual se logra a través de una mayor automatización de las tareas involucradas. La interoperabilidad entre las distintas herramientas garantiza la correcta comunicación y flujo de datos, asegurando así una gestión integral y fluida de la información en todo el ciclo de vida del proyecto.

Es fundamental que la información se incorpore al modelo de manera estructurada, siguiendo los estándares nacionales e internacionales correspondientes. Esto es esencial para asegurar la interoperabilidad y el intercambio fluido de información entre el modelo en su conjunto y sus diferentes partes.

Los formatos Open BIM y la estructuración adecuada de la información desempeñan un papel clave como garantía en el proceso de transmisión de datos. Su utilización proporciona una base sólida para el intercambio de información entre diferentes sistemas y herramientas.

La combinación del enfoque BIM con sistemas de información y comunicación aporta transparencia, trazabilidad y claridad a la comunicación entre los diversos agentes que participan en el proceso constructivo. Asimismo, brinda una garantía de certidumbre en la toma de decisiones,

ya que se dispone de datos confiables y actualizados que respaldan la toma de decisiones informada y fundamentada.

La colaboración

Es fundamental establecer los flujos de información y coordinación necesarios que permitan una colaboración fluida en el proyecto.

El empleo de una metodología colaborativa implica definir y asignar claramente las responsabilidades y roles de gestión de la información. Esto implica establecer una nomenclatura y estructura coherente para la información, lo cual resulta esencial para garantizar la consistencia y la comprensión compartida de los datos en todo el equipo.

Asimismo, es necesario promover una cultura de colaboración entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, fomentando la comunicación abierta, la transparencia y el intercambio constante de información. Esta colaboración estrecha y efectiva es fundamental para maximizar los beneficios del BIM y lograr resultados exitosos en el proyecto.

5.2. ¿Por qué usar BIM?

En un proceso de construcción convencional cada agente participante tiene poca interacción con el resto de los agentes. Teniendo en cuenta que en este proceso tradicional los resultados obtenidos en las fases de diseño suelen ser planos en 2D esto conlleva a posibles incoherencias debido a la falta de coordinación que son difíciles de identificar, y pudiendo replicarse estas incoherencias en fases posteriores del proyecto. Esto llevaría a tener que hacer modificaciones ya en fase de construcción, retrasando el tiempo y aumentando los costes. Además, la información final generada en el método tradicional no se suele utilizar para operaciones futuras como en el caso del BIM, por ejemplo, para su uso en Sistemas de Gestión del Mantenimiento de Activos.

BIM presenta entonces una serie de beneficios sobre el proceso de construcción convencional que se comentarán a continuación:

- Proporciona una fuente única de información, a la que tienen acceso los múltiples agentes implicados en el ciclo de vida del proyecto pudiendo trabajar sobre ella, evitando descoordinaciones y pérdida de información.
- Implica una mayor trazabilidad, fiabilidad y transparencia.
- Permite una mejor colaboración, comprensión y comunicación a lo largo del ciclo de vida de un activo.

- Facilita la generación de la documentación del proyecto y mejora la planificación y la seguridad de las obras.
- Optimiza la gestión de activos, poniendo a disposición de los gestores información actualizada y precisa.
- Reduce el impacto ambiental derivado de la actividad del sector de la construcción.

De los puntos mencionados podemos sacar conclusiones sobre los beneficios derivados de estos. Como son la mejora de la comunicación entre cliente y agentes intervinientes, visualización del proyecto desde fases tempranas pudiendo anticiparse a posibles errores y reducción de plazos y costes.

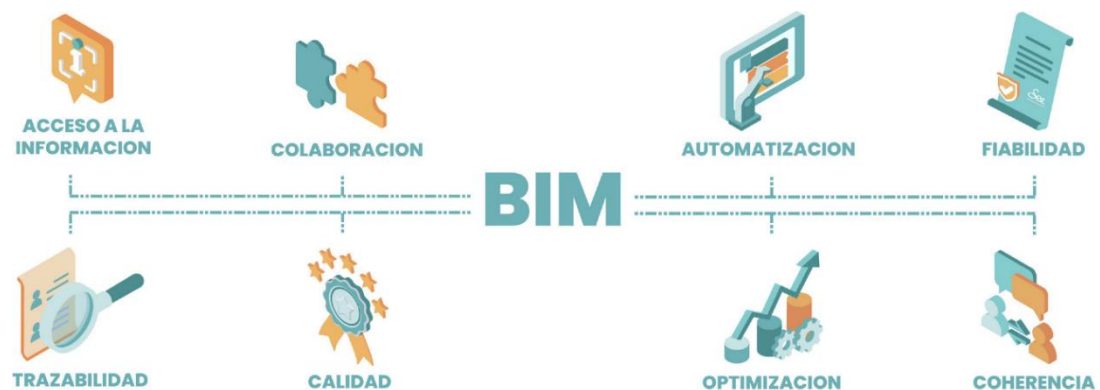


Ilustración 5.4 Beneficios del BIM¹⁰

La digitalización y la estructuración de la información permitirán una mayor industrialización del sector de la construcción con la consiguiente mejora de eficiencia y calidad.

Las ventajas de uso del BIM son apreciables en todas las fases del ciclo de vida del edificio. Se incluyen algunas de estas ventajas en cada una de estas fases a continuación:

Planificación

El empleo de BIM juega un papel fundamental en simplificar la definición de los requisitos del proyecto y su posterior aceptación como fundamentos del diseño, ejecución y explotación por parte de los diversos participantes involucrados.

¹⁰ Fuente (<https://cibim.mitma.es/>)

BIM puede ser utilizado en etapas iniciales de planificación, a través de modelos volumétricos que posibilitan evaluar la viabilidad de los proyectos al combinar información relativa al programa funcional, los sistemas constructivos, el coste y el análisis exhaustivo de su ciclo de vida.

Diseño

La implementación de BIM optimiza la comunicación entre los diversos actores involucrados (incluyendo diferentes disciplinas de diseño, clientes y otras partes interesadas), logrando que la información sea más accesible, transparente y siempre actualizada.

BIM posibilita y agiliza la toma anticipada de decisiones, priorizándolas en función de su valor agregado o las restricciones de diseño del proyecto. Esta toma temprana de decisiones conlleva una disminución de esfuerzos en retrabajos y, por consiguiente, una optimización en términos de costos.

Asimismo, BIM facilita la participación de los responsables de las fases posteriores, como construcción, mantenimiento y operación, durante la etapa de diseño, lo que resulta en una mejora en su futura intervención. La incorporación de estos agentes permite la toma de decisiones en la fase de diseño, momento en el cual es posible controlar de manera más eficiente los costos de las etapas subsiguientes.

Además, BIM mejora la comunicación entre los agentes y reduce las inconsistencias entre disciplinas, lo que se traduce en una mayor calidad del producto final.

Por último, BIM contribuye a la automatización de procesos, incluyendo la generación de entregables, lo que resulta en una reducción significativa de los tiempos requeridos para llevar a cabo el diseño.

Construcción

Posibilita llevar a cabo una auditoría del proyecto con mayor seguridad y eficiencia.

Garantiza a todos los participantes un control mejorado de la documentación del proyecto y su constante actualización.

Facilita la realización de una planificación y un control de costos más efectivos, al permitir la simulación de las diversas tareas a realizar, lo que reduce los errores de planificación que afectan los plazos de ejecución. De esta manera, se logra acortar los plazos de ejecución y se obtiene un ahorro de costos.

Mejora el seguimiento de la ejecución al brindar una visualización más clara del progreso y las posibles desviaciones con respecto a lo planeado.

Permite reducir los riesgos en materia de seguridad y salud al simular las actividades críticas, eliminar las innecesarias claramente identificadas y proponer alternativas que minimicen el riesgo.

Explotación

El modelo de una construcción recopila toda la información necesaria para su uso y mantenimiento. Los modelos generados pueden integrarse en cualquier sistema de gestión de mantenimiento, proporcionando la información necesaria en el formato establecido.

La actualización constante del modelo permite la identificación y definición de los trabajos de mantenimiento requeridos, facilitando su planificación.

El modelo se convierte en la única fuente de información actualizada y confiable, eliminando la necesidad de verificar el estado actual cada vez que se realice una operación de mantenimiento, actualización o modificación en el edificio o infraestructura.

BIM permite la evolución hacia nuevos sistemas de contratación que optimizan los recursos y reducen las ineficiencias presentes en los métodos tradicionales de contratación.

La gestión eficiente de cualquier construcción ya sea un solo inmueble o grandes conjuntos residenciales, oficinas, hoteles, hospitales, centros educativos, infraestructuras, entre otros, se beneficiará del uso de esta metodología.

5.3. Desafíos del BIM

Aunque el BIM tiene muchas ventajas y beneficios para la industria de la construcción, también presenta algunos desafíos. Algunos de los desafíos más comunes del BIM son los siguientes:

- **Costo y accesibilidad de la tecnología:** La implementación del BIM puede ser costosa para algunas empresas y, en ciertos casos, la tecnología puede no estar al alcance de todos los miembros del equipo de proyecto.
- **Cambio de cultura y resistencia al cambio:** La implementación del BIM también requiere un cambio de cultura en la industria de la construcción. Algunos miembros del equipo de proyecto pueden resistirse al cambio y pueden necesitar capacitación y apoyo adicional para adaptarse al nuevo proceso.
- **Falta de estándares y protocolos:** Aunque el BIM está en proceso de estandarización, todavía hay una falta de protocolos y estándares universales en la industria. Esto puede dificultar la colaboración debido a la incompatibilidad que pueda haber entre los diferentes modelos BIM

- **Problemas de interoperabilidad y coordinación:** Aunque el BIM está diseñado para mejorar la coordinación y la colaboración entre los diferentes miembros del equipo de proyecto, todavía pueden surgir problemas de interoperabilidad y coordinación. Los modelos BIM pueden no estar sincronizados o actualizados, lo que puede llevar a errores y conflictos durante la construcción.
- **Privacidad y seguridad de datos:** Como el BIM implica el uso y la gestión de grandes cantidades de datos, puede haber preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos. La información confidencial y valiosa puede ser vulnerable a robos y filtraciones, lo que puede tener consecuencias graves para el proyecto y las partes involucradas.

5.4. Niveles del BIM

Existen diferentes niveles de BIM, que se refieren al grado de detalle y precisión que se espera de un modelo BIM en cada etapa del proyecto. Los niveles de BIM se definen por el Reino Unido BIM Task Group y se utilizan ampliamente en la industria de la construcción. Estos son los cuatro niveles principales de BIM:

5.4.1. BIM nivel 0:

Este nivel se caracteriza por no comprender ningún nivel de cooperación ni coordinación en el proyecto.

No se utiliza BIM y la información se comparte en papel o en formato electrónico no estructurado.

5.4.2. BIM nivel 1:

En este nivel, se utiliza BIM para producir dibujos 2D y 3D, pero los modelos no están necesariamente coordinados entre los diferentes miembros del equipo de proyecto. La información se comparte en formato electrónico, pero no necesariamente en un formato estructurado.

5.4.3. BIM nivel 2:

En este nivel, se utiliza BIM para crear modelos 3D coordinados y compatibles entre los diferentes miembros del equipo de proyecto. La información se comparte en un formato estructurado y se utiliza un proceso de colaboración para asegurar la precisión y la coherencia del modelo.

5.4.4. BIM nivel 3:

Este nivel se refiere a la integración total del BIM en el proceso de construcción. Se utilizan tecnologías avanzadas, como la nube y la realidad virtual, para colaborar en el modelo BIM y para gestionar la información de construcción de forma integrada.

Los diferentes niveles de BIM permiten una mayor colaboración, eficiencia y precisión en el proceso de construcción. Además, los niveles de BIM pueden ayudar a los propietarios de edificios y a los gestores de instalaciones a mantener y operar el edificio de manera más eficiente a lo largo de su ciclo de vida.

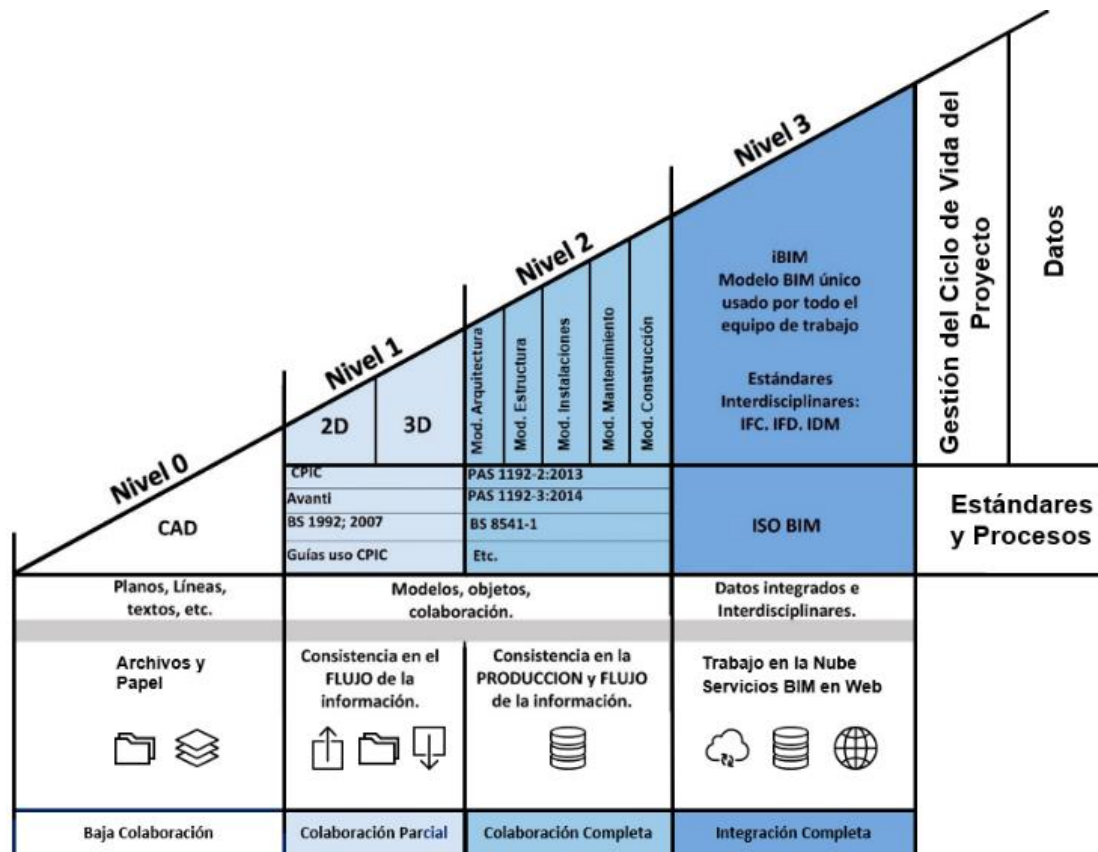


Ilustración 5.5 Niveles en BIM¹¹

5.5. Dimensiones del BIM

El BIM ofrece la posibilidad de analizar un proyecto desde diversas perspectivas. A nivel internacional, se reconocen cinco dimensiones principales: 3D, 4D, 5D, 6D y 7D. A continuación, se expone una descripción detallada de cada una de ellas.

BIM 3D

La dimensión 3D se refiere al contenido estrictamente tridimensional, el cual es ampliamente conocido por todos. Consiste en la representación virtual de la realidad, incluyendo edificios, infraestructuras y terrenos. Opcionalmente, se pueden utilizar herramientas avanzadas como

¹¹ Fuente (<https://revitenmexico.blogspot.com/2020/03/el-nivel-1-de-bim.html>)

escáneres láser o georradars para reconocer la realidad de manera más precisa. La representación virtual permite realizar animaciones gráficas de la construcción, las cuales se utilizan para visualizar procesos constructivos o para experimentar con la realidad virtual.

Es importante destacar que a esta dimensión se le llama "BIM 3D" y no simplemente "3D". Esta distinción nos recuerda que la representación tridimensional de la realidad por sí sola no hace que un proyecto sea considerado BIM. En realidad, la representación tridimensional que utiliza herramientas no digitales ha sido ampliamente utilizada en diferentes épocas, dependiendo de las herramientas disponibles en ese momento.

BIM 4D

La dimensión 4D se enfoca en la planificación en su sentido más amplio, entendido como una aproximación a características temporales que afectan a los procesos constructivos. Como resultado, se aborda la planificación de obras simulando fases de esta. La progresión temporal también está relacionada con aspectos como la certificación basada en la obra ejecutada y el análisis de las condiciones de seguridad en la construcción.

BIM 5D

La dimensión 5D se centra en aspectos relacionados con la estimación de costes y la valoración económica de un proyecto. En esta dimensión se lleva a cabo la extracción de datos para la medición, determinación de costes, simulación de diferentes soluciones para su análisis económico, así como la evaluación de costes de subsistemas individuales o proyectos parciales desarrollados por diferentes disciplinas.

Es importante destacar que, al realizar mediciones y presupuestos, los datos del modelo BIM deben complementarse con información proveniente de representaciones 2D y los pliegos de condiciones. Actualmente, es difícil, por no decir imposible, representar en el modelo todos los aspectos de una construcción con la tecnología disponible. La maqueta virtual es una simplificación de la realidad, que a menudo es mucho más compleja en su totalidad.

BIM 6D

Esta dimensión es la de la sostenibilidad. Se tienen en cuenta aspectos como la eficiencia energética, los análisis de impacto ambiental o el ecodiseño. Los análisis que se realizan pretenden optimizar las prestaciones del edificio y así aportar valor al conjunto del proyecto.

BIM 7D

La dimensión 7D abarca los aspectos relacionados con la explotación y la vida útil de un edificio o infraestructura, y se enfoca en la gestión de activos (Facility Management). En esta dimensión se incluyen el estado "As Built" del proyecto, así como la operación, el mantenimiento y la gestión de espacios, junto con toda la información asociada.

Durante la fase de operación y mantenimiento, parte de la información necesaria se puede obtener del modelo BIM. Además, es posible vincular el modelo con software específico, como sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) u otras herramientas propias de la gestión de activos. Esta integración permite una gestión más eficiente y precisa de los activos durante su ciclo de vida.



Ilustración 5.6 Esquema de Dimensiones BIM¹²

5.6. Bibliotecas BIM

Las bibliotecas BIM son repositorios de objetos y componentes predefinidos que se pueden utilizar en proyectos de modelado de información de construcción (BIM). Estos objetos BIM son elementos 3D inteligentes que contienen información detallada sobre las propiedades y las características de cada componente del objeto, lo que permite una mejor planificación, diseño y construcción del proyecto.

¹² Fuente (<https://www.linkedin.com/pulse/las-dimensiones-bim-roberto-perez/?originalSubdomain=es>)

Las bibliotecas BIM pueden incluir elementos tales como muebles, equipos, accesorios de iluminación, materiales de construcción y otros componentes que se utilizan comúnmente en la industria de la construcción. Estos objetos BIM se pueden descargar de las bibliotecas y luego ser insertados en el modelo de construcción para su uso en el diseño y la planificación.

La ventaja de utilizar bibliotecas BIM es que se puede ahorrar tiempo y esfuerzo en la creación de nuevos objetos 3D desde cero, y se puede confiar en la precisión y la calidad de los objetos predefinidos que ya han sido probados y validados. Además, las bibliotecas BIM pueden actualizarse con frecuencia para incluir nuevos objetos y componentes que se han desarrollado recientemente en la industria.

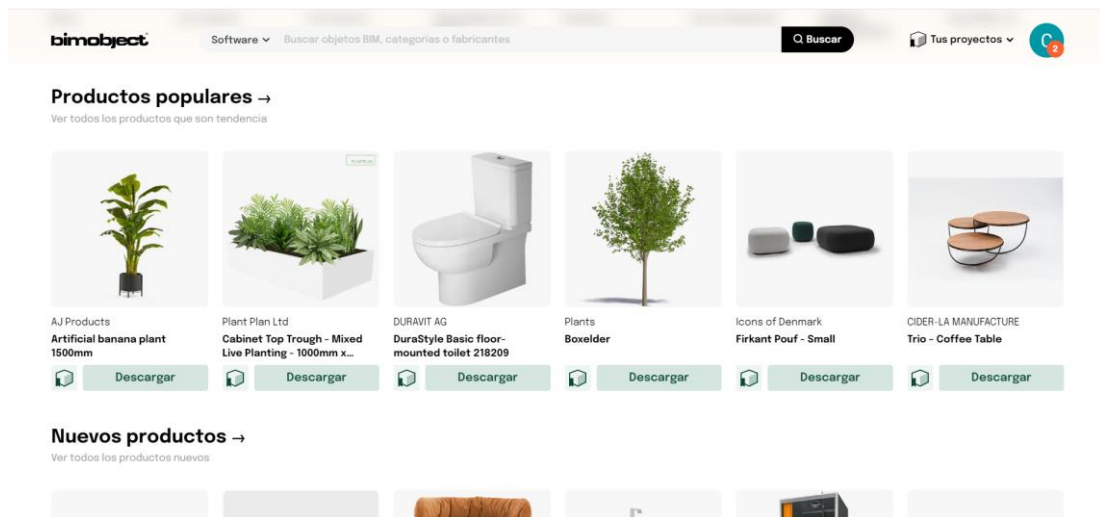


Ilustración 5.7 Página web de la biblioteca Bimobject¹³

Algunos ejemplos de bibliotecas BIM incluyen la Biblioteca de contenido de Autodesk Revit, la biblioteca BIM de la BuildingSMART Alliance, la biblioteca de objetos BIM de ArchiCAD y la biblioteca de contenido de Bimobject. Cada biblioteca BIM puede tener su propia estructura de organización y sus propios requisitos de descarga, pero todas tienen en común el objetivo de proporcionar objetos 3D predefinidos que se pueden utilizar para acelerar y mejorar el proceso de modelado de construcción BIM.

¹³ Fuente (<https://www.bimobject.com/es>)

5.7. Generación de modelos: Arquitectura y BIM MEP

5.7.1. Modelo arquitectónico

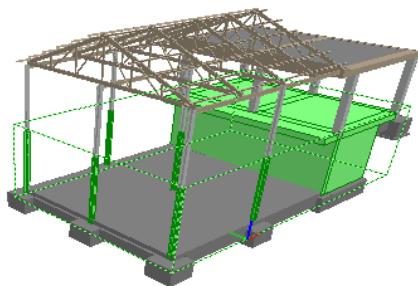
En BIM se considera un 'modelo' como la representación digital de un inmueble mediante software informático. Este modelo engloba información gráfica, no gráfica y documental relacionada con el inmueble en cuestión.

El modelo puede limitarse únicamente a las disciplinas técnicas más pertinentes del proyecto (arquitectura, estructura, instalaciones, etc..) o integrarlas en un único documento.

En etapas iniciales del proyecto, esta representación digital puede ser bastante básica, pero a medida que avanza, puede abarcar toda la información necesaria para la gestión y explotación completa del activo. Es decir, el modelo BIM evoluciona desde una representación simplificada hasta una descripción exhaustiva del inmueble en todas sus dimensiones.

Por tanto, el 'modelo arquitectónico' incluye los elementos arquitectónicos del mismo, como son:

- Muros
- Ventanas y puertas
- Espacios
- Acabados
- Escaleras
- Etc.



Estructura IFC			
Activo	Tipo	Nombre	Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>	Proyecto	EGEO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ubicación	Parcela 155	
<input checked="" type="checkbox"/>	Edificio	Vivienda Tipo C	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Cimentacion	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Nivel 1	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Nivel 2	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Cubierta	

Ilustración 5.8 Organización de plantas en un modelo arquitectónico en formato IFC¹⁴

5.7.2. Recomendaciones

Se comenzarán citando las recomendaciones generales para la creación del modelo arquitectónico:

- Es recomendable que los modelos arquitectónicos se organicen en plantas o niveles.

¹⁴ Fuente (<https://cibim.mitma.es/>)

- También es recomendable que los elementos que se modelen tengan relación con las especificaciones de cuantificación del proyecto.
- Se aconseja que el modelado se realice usando las herramientas pertinentes para cada elemento del edificio, es decir, los muros con herramientas para hacer muros, escaleras con herramientas para hacer escaleras, etc...
- Es recomendable usar el formato de intercambio IFC y que la persona encargada de realizar la exportación compruebe que el resultado sea satisfactorio usando un visualizador de los archivos exportados en ese formato.

Unidades

Se recomienda usar el Sistema Internacional de Unidades para las unidades de medición.

Dimensión	Unidad recomendable	Unidad alternativa
Longitud	m	mm
Superficie	m ²	
Volumen	m ³	
Ángulo	°	rad
Masa	Kg	
Densidad	Kg/ m ³	
Fuerza	N	

Tabla 1 Unidades recomendables y alternativas

Punto base de coordinación y orientación del proyecto

Se aconseja que para todos los modelos del proyecto se utilice un punto de origen común o punto base de coordinación del proyecto.

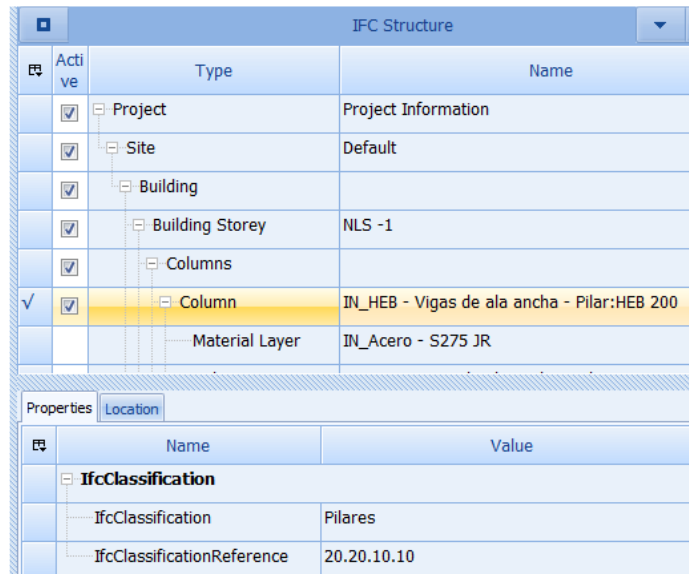
La orientación debe referirse al norte del sistema de coordenadas utilizado.

Organización del modelo

La información contenida en el modelo debe estar estructurada para poder trabajar de forma efectiva en un entorno colaborativo, reflejando al mismo tiempo la estructura básica de un proyecto de construcción. Par ello, el edificio seguirá una estructura jerárquica y lógica que contemple la organización de un edificio real. Esta estructura jerárquica será la siguiente:

- Proyecto
- Parcela
- Edificio
- Nivel

Es importante mantener esta estructura, aunque se esté trabajando con una sola parcela, un solo edificio y una sola planta. Sin embargo, habiendo múltiples edificios, es recomendable desarrollarlos en archivos por separado y autónomos. De esta forma, se consigue la coherencia y organización adecuada en el modelo, independientemente de la complejidad y el alcance del proyecto.



Activa	Type	Name
<input checked="" type="checkbox"/>	Project	Project Information
<input checked="" type="checkbox"/>	Site	Default
<input checked="" type="checkbox"/>	Building	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	NLS -1
<input checked="" type="checkbox"/>	Columns	
<input checked="" type="checkbox"/>	Column	IN_HEB - Vigas de ala ancha - Pilar:HEB 200
	Material Layer	IN_Acero - S275 JR

Properties Location	
Name	Value
IfcClassification	
IfcClassification	Pilares
IfcClassificationReference	20.20.10.10

Ilustración 5.9 Atributo de clasificación de un pilar en formato IFC¹⁵

Clasificación

Se sugiere utilizar un estándar de clasificación de elementos constructivos que defina de forma precisa todos los elementos presentes en cada modelo del proyecto. Es recomendable evaluar las capacidades de la herramienta de modelado que se esté usando para exportar los parámetros al estándar IFC. De esta forma, se asegura una clasificación correcta de los elementos constructivos y una mejor interoperabilidad en el intercambio de información.

5.7.3. Sistemas mecánicos de fluidos

Cada sistema principal debe ser modelado como un modelo BIM por separado.

Estos sistemas deben de ser modelados de forma funcional de modo que las funciones de cálculo y de análisis del software de diseño se puedan utilizar. Todos los componentes significativos en términos de funcionamiento deben ser modelados.

¹⁵ Fuente (<https://cibim.mitma.es/>)

Las partes de las redes ubicadas en diferentes instalaciones deben conectarse para formar sistemas coherentes.

Se recomienda que las funciones de análisis y cálculo del software se utilicen para los sistemas cuando sea posible. Este cálculo genera contenido adicional de información esencial en el modelo original y sirve como parte de la garantía de calidad del diseño.

Los sistemas principales deben dividirse en subsistemas (por ejemplo, el sistema de alcantarillado sería el sistema principal y la red de alcantarillado de aguas pluviales un subsistema de este). Se recomienda que los componentes del subsistema indiquen el subsistema al que pertenecen, y para mayor claridad, los diferentes subsistemas se deben de mostrar en el BIM utilizando diferentes colores.

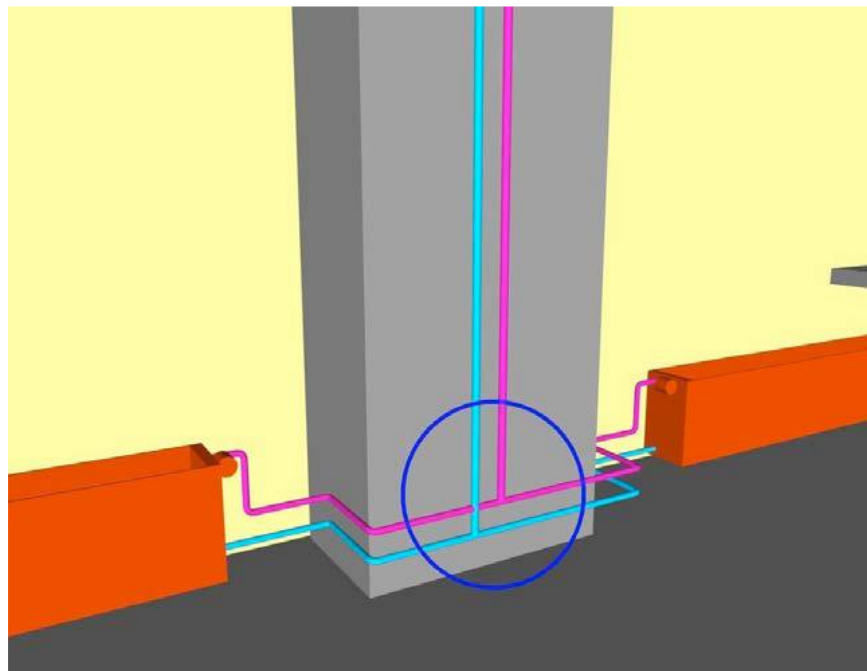


Ilustración 5.10 Ejemplo de tuberías que conectan radiadores que se cruzan de manera permitida¹⁶

Además, los componentes deben modelarse utilizando los objetos correspondientes a los objetos reales (tuberías de plástico con un objeto de tubos de plástico, tubos de cobre con un objeto de tubos de cobre, etc.)

El aislamiento de tuberías y conductos han de modelarse mediante métodos que se ajusten a los programas de aplicación BIM, para la detección de interferencias y listados de materiales. Y a de

¹⁶ Fuente(<https://www.buildingsmart.es/recursos/gu%C3%ADas-ubim/>)

codificarse indicando su propósito de uso (aislamiento acústico, aislamiento térmico, protección contra incendios, etc.)

Las anteriores directrices incluyen todos los requisitos requeridos para el modelado de este tipo de instalaciones y algunas recomendaciones.

Los sistemas de agua y saneamiento doméstico, de ventilación, de calefacción y refrigeración, y los sistemas de extinción contra incendios se modelan teniendo en cuenta las directrices mencionadas anteriormente en este apartado.

En la Ilustración 5.10 se ilustra una intersección entre tuberías permitida, ya que está permitida la intersección entre tuberías para diámetros nominales de 10 milímetros a 25 milímetros. Entre las que encontramos tuberías de conexión para radiadores, accesorios de agua, columnas de refrigeración, etc.

En la Ilustración 5.11 se puede ver una instalación de sistemas mecánicos de fluidos modelada correctamente, donde los tubos de distribución empiezan desde el tronco y evitando otras tuberías.

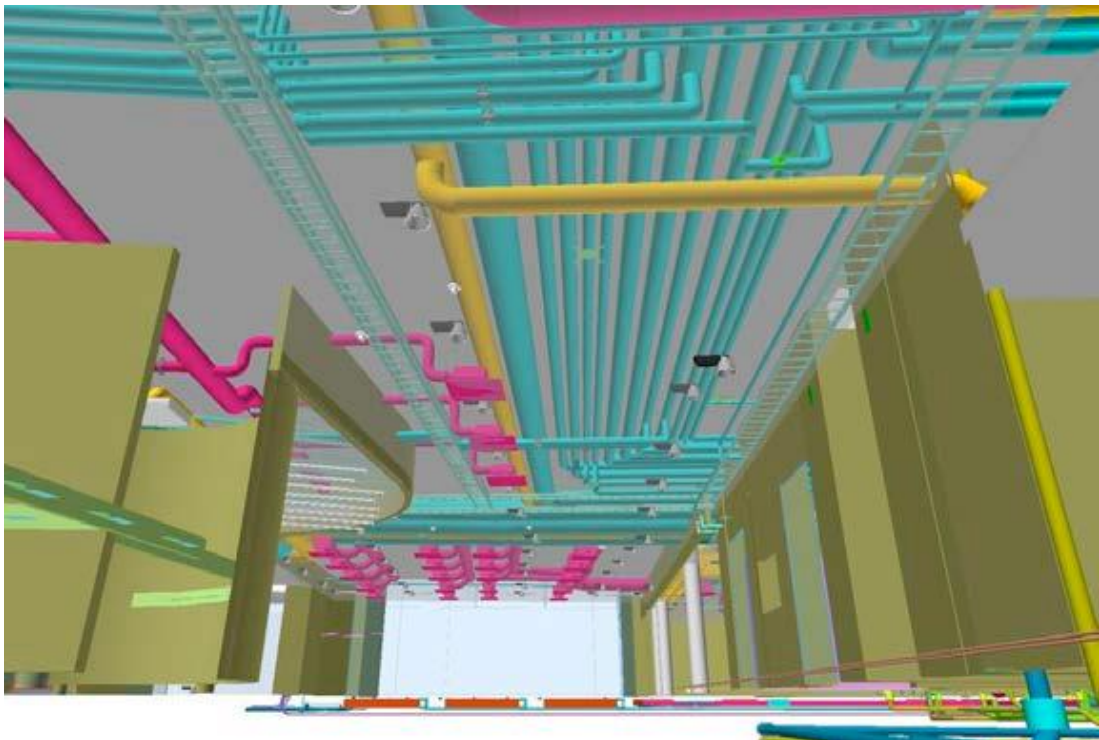


Ilustración 5.11 Ejemplos de sistemas de tuberías donde los tubos de distribución empiezan como deben, desde el tronco, evitando otras tuberías¹⁷

¹⁷ Fuente(<https://www.buildingsmart.es/recursos/gu%C3%ADas-ubim/>)

5.8. IFC

5.8.1. ¿Qué es?

El formato IFC es una representación digital estandarizada del entorno construido, incluyendo edificios e infraestructura civil. Se trata de un estándar abierto internacional ([ISO 16739-1:2018](https://www.iso.org/standard/62411.html)) diseñado para ser independiente de los proveedores y compatible con diferentes dispositivos de hardware, plataformas de software e interfaces para diferentes casos de uso.

Este formato está desarrollado por buildingSMART International. BuildingSMART se dedica a promocionar estándares abiertos y neutrales para la interoperabilidad en la industria de la construcción. Su objetivo es mejorar la colaboración y la eficiencia en esta industria

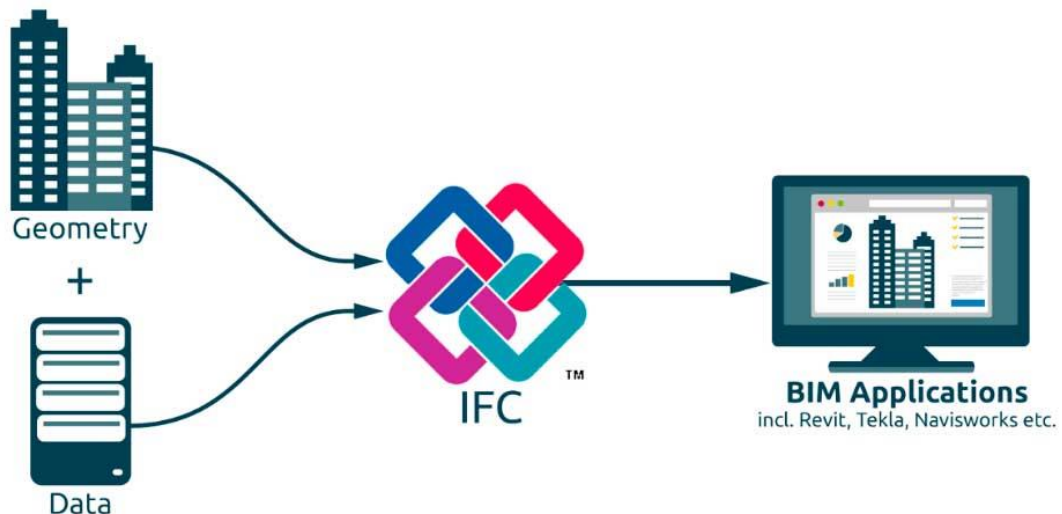


Ilustración 5.12 Formato IFC¹⁸

5.8.2. ¿Cómo se usa?

La mayoría de los softwares BIM (ArchiCAD, Revit, AECOSim o Allplan) generan o exportan tus modelos a IFC. Para abrir un IFC lo único que se necesita es un visor que procese, entienda y exponga toda la información del modelo en 3D. Para ello hay multitud de visores gratuitos y no gratuitos para visualizar las creaciones artísticas en BIM. Entre algunos de los visores más conocidos están Navisworks de Autodesk o Synchro de Bentley.

¹⁸ Fuente (<https://www.buildbim.cl/2018/07/20/ifc-principios-usos-y-mal-entendimiento-de-su-aplicabilidad/>)

5.8.3. Factores a tener en cuenta

Diferenciar entre datos e información

El hecho de modelar miles de familias y elementos constructivos no significa que el modelo contenga información útil, más bien son datos amasados de forma desordenada.

Por tanto, el cambio de datos a información solo es posible mediante la estructuración de esos datos, organizándolos de forma que sean fácilmente accesibles. Y haciéndolos relevantes evitando el exceso de información.

Interoperabilidad IFC

IFC es un formato de archivo que obliga que los datos sean aprovechados como información. Lo que nos lleva a tener que estructurarlos según unos estándares. Los estándares IFC nos dice si ciertos datos son relevantes o no.

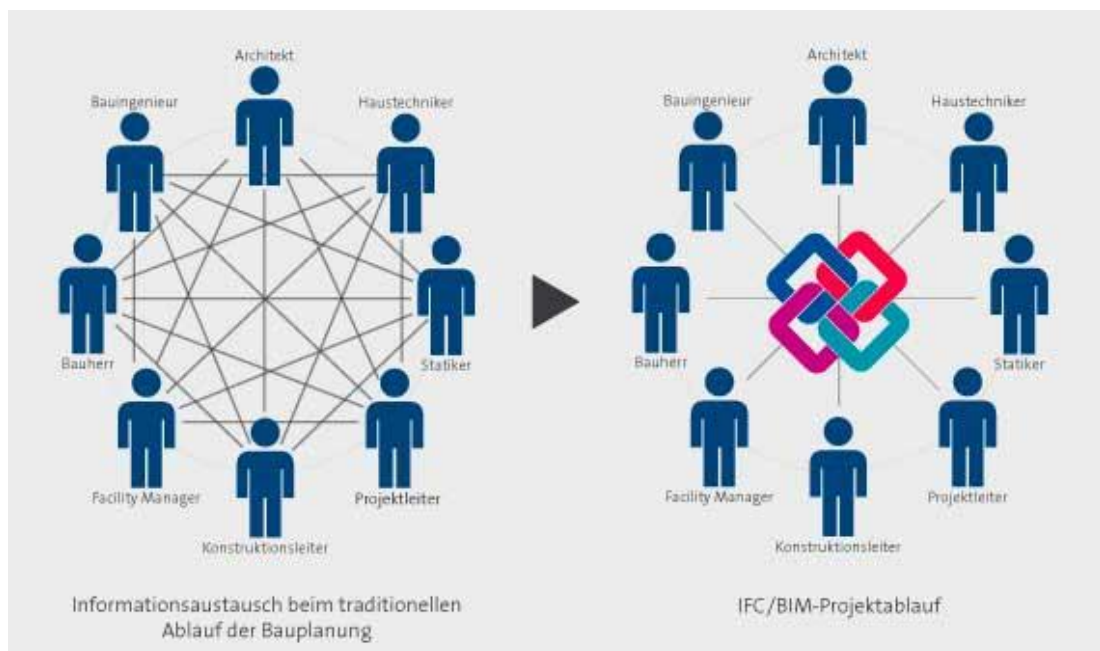


Ilustración 5.13 Método tradicional vs IFC¹⁹

MVD o “Model View Definitions”

Son un concepto que, incorporado en los estándares BIM y en los contratos, nos permiten filtrar la información que es de interés dentro de cada departamento de la construcción.

¹⁹ Fuente (<https://www.buildbim.cl/2018/07/20/ifc-principios-usos-y-mal-entendimiento-de-su-aplicabilidad/>)

¿Qué problemas tiene?

Teniendo en cuenta la cantidad de especialidades profesionales que hay en la construcción, la variedad de tipologías constructivas y que en cada país hay una forma diferente de trabajar, a esto hay que sumarle la complicación de aunar todo esto en un único estándar IFC.

Sin embargo, los estándares IFC no están cerrados exclusivamente a los que proponen las casas de software o las consultoras. Esto permite, a alguien que este familiarizado con la metodología BIM y su gestión, crear sus propios estándares para su proyecto. Eso sí, teniendo en cuenta la cantidad de conocimiento sobre los requerimientos del proyecto, de gestión BIM y de los softwares que puedan intervenir en el proyecto.

5.8.4. Visores de archivos IFC

Los visores de archivos IFC son herramientas que permiten el acceso a la información de los modelos BIM a los agentes que no están directamente vinculados a la fase de elaboración del proyecto.

Hay una gran cantidad de visores de archivos IFC que permiten el acceso a la información de los modelos facilitados en este formato. Se mencionarán algunos de estos visores gratuitos, concretamente los que se utilizarán para visualizar el proyecto realizado.

BIMvision

BIMvision permite visualizar los modelos BIM creados en formato IFC 2x3 y 4.0. Tiene muchas características integradas y es el primer visor con un interfaz para plugins.



Ilustración 5.14 Vista de sección de un edificio en BIMvision²⁰

El visualizador ofrece muchas formas de validar el modelo permitiendo comprobar si los elementos tienen correctamente definidos sus parámetros o la fase de implementación.

El visor tiene un módulo de medidas con gran número de opciones que permiten comprobar rápidamente las cantidades para uno o más elementos. Se puede averiguar el volumen de la cimentación de hormigón, el peso de los elementos de acero seleccionados o el área de una estancia.

Permite monitorizar los cambios en el proyecto mediante opciones para monitorizar y gestionar los cambios.

BIMvision ofrece distintas posibilidades de presentación del modelo: vistas, vistas de sección, presentación según las preferencias del usuario con transparencia total o parcial...

²⁰ Fuente (<https://bimvision.eu/es/sobre-bimvision/>)

Open IFC Viewer

El visor Open IFC Viewer es una herramienta de código abierto diseñada para visualizar y explorar modelos en formato IFC, utilizado en la industria de la construcción. Facilita la visualización en 3D, el acceso a propiedades y atributos, la medición y la colaboración en proyectos basados en IFC.

Open IFC Viewer permite acceder a las propiedades y atributos asociados con los elementos del modelo. Puedes seleccionar objetos individuales y obtener información detallada, como dimensiones, materiales, clasificaciones y más. Esto es útil para comprender y analizar los componentes del proyecto.

Al igual que BIMvision, tiene herramientas integradas que te permiten realizar mediciones sobre el modelo.

Visor de Autodesk

El Autodesk Viewer es una herramienta en línea proporcionada por Autodesk que permite cargar, visualizar y colaborar en archivos de diseño 2D y 3D de una amplia variedad de formatos. Es una solución conveniente para compartir diseños con personas que no tienen acceso a software de diseño especializado.

El visor es compatible con varios dispositivos y plataformas, lo que permite la visualización de un modelo desde el teléfono móvil. Además, proporciona una interfaz gráfica de usuario fácil de usar, que permite navegar y explorar los modelos del diseño.

También permite realizar anotaciones y marcados para resaltar zonas específicas y agregar comentarios.

El visor permite compartir enlaces de los modelos cargados para que otros usuarios puedan acceder a ellos y visualizarlos sin necesidad de tener una cuenta registrada en Autodesk.

5.9. BIM en el mundo

5.9.1. Situación actual del BIM a nivel global

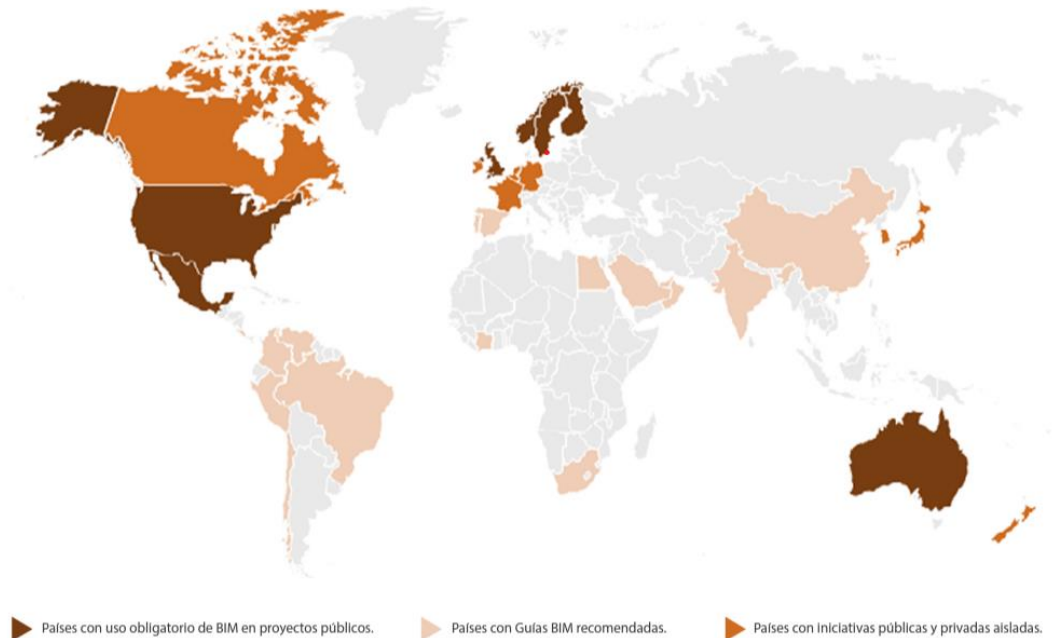


Ilustración 5.15 Influencia del BIM a nivel global²¹

En Europa

Son un referente en la implantación temprana del BIM los países escandinavos (Dinamarca, Noruega, Finlandia y Suecia). Estos países llevan haciendo uso del BIM años y creando guías de uso que otros países adoptan. Aunque sigue siendo Reino Unido el estándar en la búsqueda de referencias.

En Reino Unido es desde 2016, por mandato gubernamental, obligatorio el uso del BIM a nivel 2; es decir, modelar el edificio en BIM y generar la información y entregables desde ese modelo BIM.

En Francia han impulsado una plataforma de colaboración gratuita llamada KROQUI, para gestionar el ciclo de vida de un proyecto entre los diferentes agentes. Además, han marcado el año 2022 como la fecha para la adopción total del BIM.

En el caso de Alemania fue el año 2020 cuando se empezó a exigir el uso del BIM desde el Ministerio de Transporte e Infraestructuras.

En el caso de España se detallará la implementación del BIM en el siguiente apartado.

²¹ Fuente (<https://cibim.mitma.es/>)

En Asia

Podemos encontrar países que recomiendan el uso del BIM desde el año 2015 o 2016 como es el caso de Singapur o Corea del Sur. Y otros donde se recomienda su uso como es el caso de China, habiéndose utilizado esta metodología en los últimos grandes proyectos del país, como el Disneyland Shanghái, Phoenix Media Center en Pekín o la torre de Shanghái.

En América

Tanto en Estados Unidos como en Canadá el BIM no es obligatorio, pero es un estándar de facto entre profesionales y empresas del sector de la construcción.

En América del Sur se han ido generando diferentes iniciativas para la implantación progresiva del BIM. En Argentina mediante la iniciativa SIBIM (Sistema de Implantación del BIM) se establece el objetivo de implantar el BIM para el 2025. Parecido en Brasil, en donde el Comité Estratégico de Implementación del BIM estableció el objetivo de instaurarlo en 2021.

En África

En África una asociación llamada BIM África está impulsando y regulando el uso del BIM con el objetivo de conseguir una estandarización para 2025.

Se puede ver con esto una clara expansión del BIM en el mundo, y con la nueva norma ISO 19650 publicada puede suponer un fuerte adelanto en cuanto estandarización, y poco a poco imponerse en todas las regiones del mundo.

5.9.2. Situación actual del BIM en España

En 2018, la Ley de Contratos del Sector Público 9/2017 fue implementada, lo que permitió que los organismos públicos exigieran el uso de la metodología BIM en licitaciones públicas a través de su inclusión en el propio pliego.

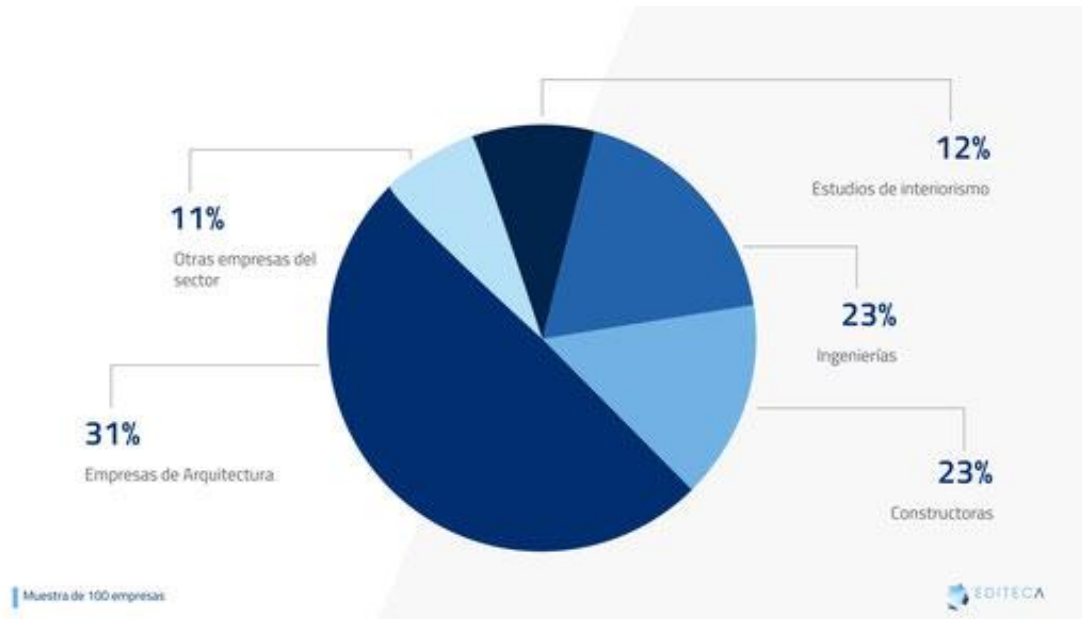


Ilustración 5.16 Empresas participantes en el estudio según su tipología²²

Editeca llevó a cabo un estudio en el que se entrevistó a más de 100 empresas españolas del sector para determinar el grado de implementación del BIM en España en la actualidad y hacia dónde se dirige el sector. En la Ilustración 5.16, se detallan las diferentes empresas participantes en el estudio según su tipología.

Según el estudio realizado, el 22,5% de las empresas emplean la metodología BIM en un rango del 20% al 50% de sus proyectos, mientras que el resto de sus trabajos se siguen realizando con metodologías tradicionales. Otro 22,5% de las empresas encuestadas afirmó que el uso de BIM se extiende entre el 50% y el 70% de sus proyectos. Solo un 10% de las empresas encuestadas reconocieron que más del 70% de sus proyectos se realizan con la metodología BIM.

²² Fuente(<https://www.buildingsmart.es/2021/05/31/grado-de-la-implantaci%C3%B3n-bim-en-la-empresa-espa%C3%B1ola/>)

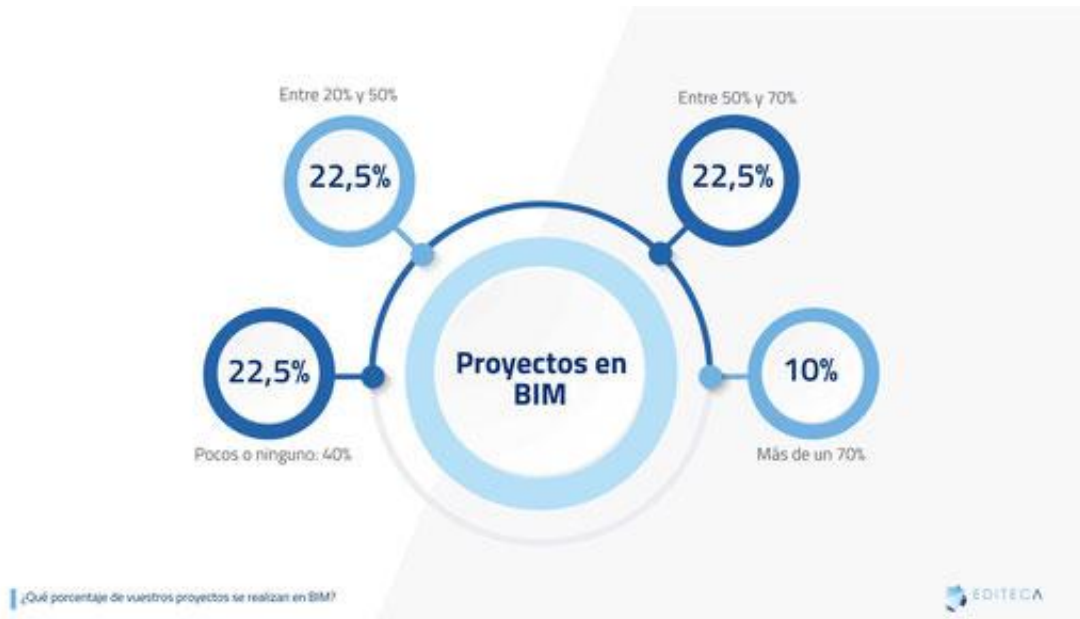


Ilustración 5.17 Porcentaje de proyectos que realizan en BIM²³

Aunque la transición del CAD al BIM en estas empresas no ha sido tan rápida e inminente como se esperaba, el estudio muestra que la implementación de BIM no ha dejado de crecer. Además, cada vez son más los profesionales que deciden formarse en BIM. La incorporación de estos nuevos talentos al mundo laboral aportará nuevas soluciones a las empresas, que también deben adaptarse a sus conocimientos.

En cuanto a la situación actual, según las empresas encuestadas, el 42,5% de sus empleados trabajan en pocos o ningún proyecto BIM. Por otro lado, un 27,5% de las empresas afirman que sus profesionales trabajan en un 20% de proyectos en BIM, mientras que un 15% de las empresas asegura que más del 50% de sus proyectos son en BIM. Por último, un 15% de las empresas encuestadas afirma que el 70% de sus empleados trabajan en proyectos con la metodología BIM.

²³ Fuente (<https://www.buildingsmart.es/2021/05/31/grado-de-la-implantaci%C3%B3n-bim-en-la-empresa-espa%C3%B1ola/>)

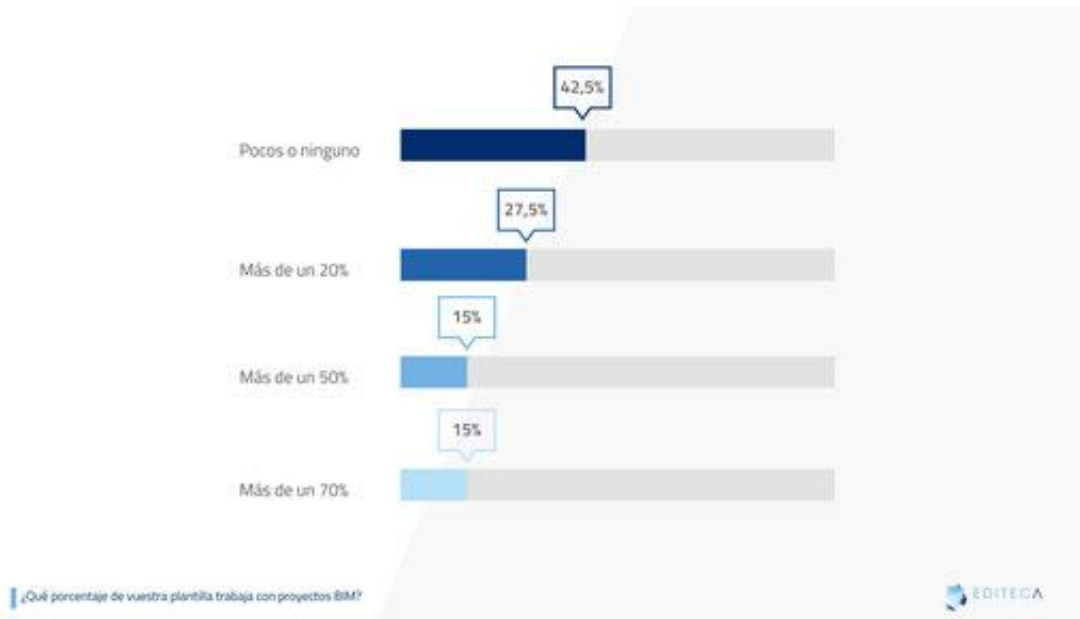


Ilustración 5.18 Porcentaje de la plantilla que trabaja con proyectos BIM²⁴

Hasta que la metodología BIM se asiente al 100% en el sector en España, todo indica que la demanda de profesionales seguirá en aumento, aunque quizás no al ritmo deseado. Las empresas tienen previsto trabajar en proyectos cada vez más complejos y diversos en BIM, lo que requerirá más profesionales con una formación adecuada. En consecuencia, se espera que la demanda de estos profesionales siga creciendo.

Según los resultados de las dos fases del estudio, uno de los principales obstáculos para la implementación de BIM en España es que el sector de la construcción está compuesto principalmente por pequeñas empresas, para las cuales el coste de implementar BIM puede ser a veces inasumible. Sin embargo, hay grandes multinacionales y empresas innovadoras que llevan años trabajando con BIM y aplicando nuevas tecnologías en sus proyectos.

²⁴ Fuente (<https://www.buildingsmart.es/2021/05/31/grado-de-la-implantaci%C3%B3n-bim-en-la-empresa-esp%C3%A1ola/>)



Ilustración 5.19 Crecimiento de proyectos BIM²⁵

5.10. Implantación legislativa de BIM en las distintas regiones de España

Si buscamos actualmente el término BIM en el Boletín Oficial del Estado (BOE), encontraremos más de 34 textos legales refiriéndose a este término. Entre estos textos podemos encontrar algunos ejemplos notables:

- “**Ley 9/2017**, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.”
- “**Real Decreto 1515/2018**, de 28 de diciembre, por el que se crea la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública.”
- “**Orden TMA/94/2021**, de 22 de enero, por la que se establecen las bases reguladoras para la concesión de subvenciones públicas para la formación en la metodología BIM aplicada a la contratación pública.”
- “**Real Decreto 263/2021**, de 13 de abril, por el que se establece el Curso de especialización en Modelado de la información de la construcción (BIM) y se fijan los aspectos básicos del currículo.”
- “**Ley 9/2022**, de 14 de junio, de Calidad de la Arquitectura.”

²⁵ Fuente(<https://www.buildingsmart.es/2021/05/31/grado-de-la-implantaci%C3%B3n-bim-en-la-empresa-esp%C3%B1ola/>)



Ilustración 5.20 Número de leyes y normas que incluyen BIM por CCAA²⁶

De entre todas las regiones, destaca principalmente la Comunidad Autónoma de Cataluña, que muestra un interés legislativo con relación al BIM. Cataluña lidera el avance en regulación en esta materia y se distingue por ser la región con la mayor cantidad de licitaciones públicas dedicadas al BIM.

5.11. PLAN BIM

El 27 de junio de 2023, la Comisión Interministerial BIM aprobó el Plan BIM para la Administración General del Estado. Este plan introduce un mandato BIM progresivo que estará en vigor desde el 1 de abril de 2024 hasta el 1 de abril de 2030, adaptándose a los requisitos exigidos por los clientes. Esto implica que, a partir de ahora, el uso del BIM será obligatorio en los proyectos de la Administración General del Estado, y el entregable final de cada fase será el formato IFC. Esto marca un gran avance en la estandarización y la colaboración dentro del sector de la construcción.

²⁶ Fuente (<https://bimlegal.net/mapa-legal-de-bim-en-espana/>)

El objetivo de este plan es impulsar la optimización del gasto público en contratos del sector público, al mismo tiempo que actúa como un catalizador para la transformación digital en el sector de la construcción.

El Plan BIM representa una herramienta integral que se alinea con los objetivos definidos en varios instrumentos estratégicos a nivel global, comunitario y nacional. Estos incluyen la Agenda 2030, el Pacto Verde europeo y la Estrategia Nacional de Economía Circular. Además, este Plan está estrechamente vinculado con la política de promover la innovación a través de la contratación pública estratégica, impulsada por la Comisión Europea, y se integra de manera coherente con la Estrategia Nacional de Contratación Pública.

Gradualmente, se implementará la solicitud de la metodología BIM en los nuevos procesos de contratación a partir de la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros que aprueba el Plan para la incorporación de BIM en la contratación pública en el BOE. Esto se realizará de acuerdo con los niveles BIM establecidos en el apartado 4.9 de dicho Plan, teniendo en cuenta el valor estimado del contrato y el cronograma especificado en la siguiente tabla.

A estos efectos, se considerará que el inicio del proceso de contratación se produce al publicarse la convocatoria del procedimiento de adjudicación.

La tabla para la aplicación gradual del BIM es la siguiente:

UMBRALES VALOR ESTIMADO	FECHA DE SOLICITUD OBLIGATORIA			
	1 ABRIL 2024	1 OCTUBRE 2025	1 OCTUBRE 2027	1 ABRIL 2030
IGUAL O SUPERIOR A 5.382.000€	NIVEL INICIAL	NIVEL MEDIO	NIVEL AVANZADO	NIVEL INTEGRADO
INFERIOR A 5.382.000€ E IGUAL O SUPERIOR A 2.000.000€	NIVEL RECOMENDADO INICIAL	NIVEL INICIAL	NIVEL MEDIO	NIVEL AVANZADO

Ilustración 5.21 Tabla para la aplicación gradual del BIM²⁷

5.12. Tendencias y tecnologías emergentes en BIM

5.12.1. BIM en la nube

Trabajar con BIM en la nube ofrece varias ventajas como una mayor colaboración, accesibilidad y actualizaciones en tiempo real. Los objetos BIM desempeñan un papel importante en la gestión de la información.

²⁷ Fuente (<https://cibim.mitma.es/>)

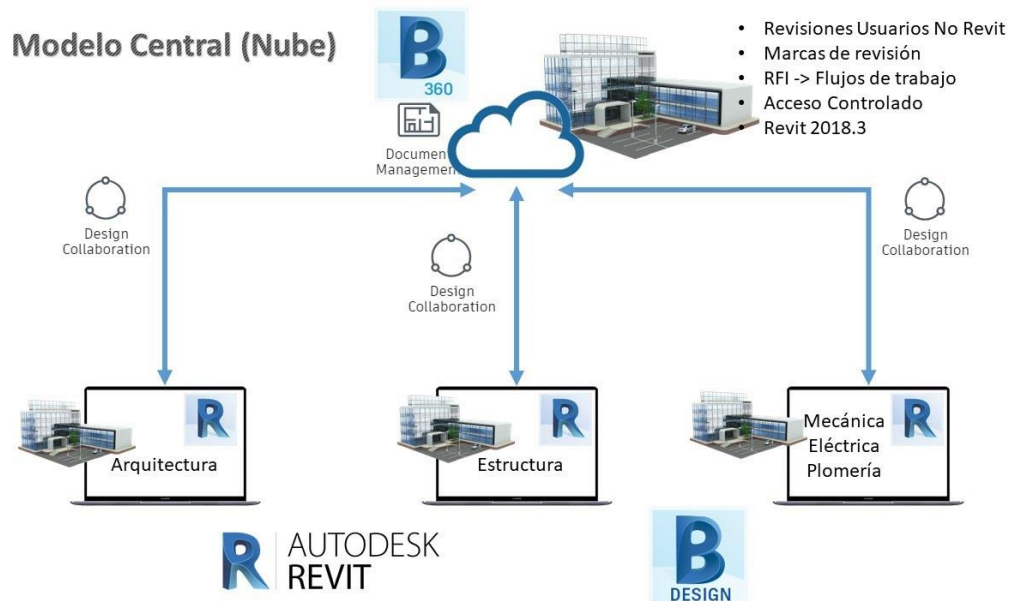


Ilustración 5.22 BIM en la nube²⁸

Los fabricantes pueden beneficiarse al tener sus productos en plataformas BIM basadas en la nube, lo que facilita la integración en modelos BIM. Trabajar en la nube permite a las partes interesadas acceder a la información actualizada y colaborar en tiempo real, evitando errores y retrasos.

Esta tendencia puede continuar en el futuro debido a que esta tecnología se está generalizando en todos los sectores.

5.12.2. Los gemelos digitales

Los gemelos digitales tienen la capacidad de predecir y poder simular con precisión los aspectos operativos y de comportamiento basándose en condiciones del mundo real. Estos gemelos digitales son copias de activos físicos como maquinaria o edificios que permiten comprobar cómo se comportan estos en diferentes escenarios.

Esto permitirá a los fabricantes tomar mejores decisiones, predecir las necesidades futuras de mantenimiento y optimizar el rendimiento.

5.12.3. BIM y prefabricación

La prefabricación es un proceso con una tendencia creciente que se basa en la construcción de los componentes de un edificio fuera de las instalaciones y ensamblarlos posteriormente.

²⁸Fuente (<https://www.youtube.com/watch?v=7phMfWBMhks>)

El uso del BIM tendrá entonces aplicaciones importantes, como una mayor precisión, eficiencia y colaboración entre las partes interesadas, ya que permite crear modelos digitales de los componentes del edificio que pueden integrarse fácilmente al modelo general del edificio.

5.12.4. Internet de las cosas

Gracias al IoT (Internet de las Cosas) y a diferentes sensores se puede obtener información valiosa en tiempo real sobre el funcionamiento de los proyectos de construcción, el rendimiento y las necesidades de mantenimiento. Estos datos pueden utilizarse para mejorar el diseño, optimizar el rendimiento y predecir las necesidades de conservación.

La representación y el uso de toda esta información se pueden realizar utilizando el concepto del gemelo digital de un edificio. La base para esto es la asignación espacial de los sensores de IoT en el modelo de datos BIM y la posibilidad de recuperar los datos del sensor a través del modelo BIM.

El IoT basado en un modelo digital de edificio y en combinación con datos externos puede aumentar significativamente la comodidad de los usuarios en el edificio y reducir los costos operativos del mismo.

Los datos pueden integrarse en el software BIM proporcionando información detallada sobre el rendimiento de los equipos que conforman las diferentes instalaciones.

Todo esto permite a los fabricantes crear mejores productos para satisfacer las necesidades de los clientes.

5.12.5. Realidad virtual y aumentada

Estas tecnologías forman parte de las nuevas formas de visualizar los datos BIM y poder interactuar con ellos, ya que pueden utilizarse para visualizar y simular proyectos de construcción. Esto permite a las diferentes partes interesadas comprender mejor estos proyectos antes de construirse.

Además, con la realidad aumentada se puede examinar rápida y fácilmente los modelos 3D a gran escala. Esto puede ser una buena forma de mostrar diseños a los clientes, pudiendo hacerse una mejor idea del producto que obtendrán antes de la compra. La realidad aumentada también permite evitar errores y mejorar la calidad del proyecto, ya que se pueden detectar estos problemas antes de que inicie la obra.

5.13. Gestión del cambio

Dadas las amplias oportunidades y la complejidad inherente a la metodología BIM, es importante seguir una implementación gradual, coordinada y ordenada. Para lograrlo, es necesario contar con pautas claras, como estándares, directrices, protocolos, instrucciones técnicas y fundamentos que

sirvan de apoyo. Estos recursos desempeñarán un papel fundamental para garantizar una implementación eficaz y eficiente de BIM. De hecho, el éxito de este proceso dependerá en gran medida de la correcta utilización de estos instrumentos, permitiendo así aprovechar al máximo las ventajas que BIM ofrece.

El desarrollo de habilidades y competencias en los profesionales que participan en el proceso es un desafío fundamental que deba abordarse. Esto implica establecer un plan de estudios adecuado para los estudiantes de carreras técnicas y ofrecer formación continua a los profesionales en ejercicio. Es esencial tener en cuenta la importancia estratégica de capacitar a formadores competentes para garantizar una formación efectiva y de calidad. Esto permitirá el desarrollo de las competencias específicas y transversales necesarias en el ámbito de BIM.

BIM introduce un enfoque de trabajo que difiere del enfoque tradicional, lo cual conlleva la necesidad de ajustar los procesos y las relaciones entre los diversos actores, tanto dentro como entre las organizaciones. Una planificación minuciosa de este cambio, respaldada por la publicación de una guía estructurada, posibilitará que todos los sectores involucrados tengan una visión integral y una comprensión profunda de todo el proceso. De esta manera, se facilitará la transición hacia una implementación efectiva de BIM en el sector, impulsando así su adopción y aprovechamiento de manera óptima.

5.14. Futuro del BIM

Es numerosa la cantidad de posibilidades que se abren en el desarrollo de la metodología BIM día a día. Por ello es previsible que continúen aumentando sus capacidades en el futuro.

Los fabricantes ahora disponen de una amplia gama de herramientas y tecnologías novedosas a su alcance. Sin embargo, para aprovechar al máximo estas oportunidades, es necesario por parte de las empresas a estar dispuestas a invertir en formación y en herramientas adecuadas, estando al tanto de las últimas novedades en este campo en constante evolución.

Hay grandes multinacionales y empresas innovadoras que son capaces de realizar sus modelos 3D por nube de puntos mediante el uso de drones, aplicar en sus proyectos programación o experiencias inmersivas, y utilizar BlockChain y SmartContracts para asegurar la trazabilidad en la obra. Estas tecnologías aumentan la eficacia de los equipos y disminuyen los costes de proyecto.

Es de prever también que la cantidad de información que se gestione mediante el BIM crecerá haciendo que cada vez sea más común implementar soluciones que permitan gestionar la información mediante herramientas especializadas en gestión y visualización de información.

La implementación del enfoque BIM en el ámbito de las infraestructuras está ganando terreno. Dado que la metodología ya ha sido exitosamente aplicada en el sector de la construcción, su adaptación al ámbito de las infraestructuras parece ser una transición ágil y veloz.

BIM representa una innovación con un enorme potencial transformador. Al convertir el conocimiento en una valiosa fuente de riqueza, abre nuevas posibilidades y horizontes para el sector.

Por tanto, es crucial por parte de los fabricantes estar preparados para estos cambios. Esto puede atraer nuevas oportunidades de crecimiento, eficiencia e innovación a las empresas que abracen estas tecnologías, abriendo un abanico posibilidades.

El modelo BIM AS-BUILT también puede ser utilizado para la planificación y ejecución de renovaciones, remodelaciones y expansiones, ya que proporciona una visión detallada de cómo se construyó originalmente el edificio y cómo se pueden realizar cambios y mejoras sin afectar a la integridad estructural o funcional del edificio.



Ilustración 6.2 Modelo AS-BUILT de la catedral de Notre Dame³⁰

6.2. Diferencias entre proyectos de obra nueva y AS-BUILT

- **Momento de creación:** Un proyecto BIM para obra nueva se crea antes o durante la construcción del edificio, mientras que un proyecto AS-BUILT se crea después de la finalización de la construcción.
- **Propósito:** El propósito principal de un proyecto BIM para obra nueva es la planificación, diseño y construcción del edificio, mientras que el propósito principal de un proyecto AS-BUILT es la gestión y mantenimiento del edificio durante su vida útil.
- **Información:** Un proyecto BIM para obra nueva contiene información sobre cómo se debe construir el edificio, mientras que un proyecto AS-BUILT contiene información sobre cómo se construyó el edificio.

³⁰ Fuente (<https://aecmag.com/bim/bim-and-the-notre-dame-resurrection-revit/>)

- **Precisión:** Un proyecto BIM para obra nueva es una representación teórica del edificio que se construirá, mientras que un proyecto AS-BUILT es una representación precisa y detallada de cómo se construyó el edificio en la realidad.
- **Nivel de detalle:** Un proyecto BIM para obra nueva puede contener diferentes niveles de detalle, desde modelos conceptuales hasta modelos detallados, mientras que un proyecto AS-BUILT es un modelo detallado que incluye información sobre cada componente y sistema de la construcción.
- **Colaboración:** Un proyecto BIM para obra nueva requiere una colaboración activa entre los diferentes actores del proyecto de construcción, mientras que un proyecto AS-BUILT se basa en la documentación y datos recopilados durante la construcción.

6.3. Beneficios de proyectos AS-BUILT

Un proyecto AS-BUILT proporciona varios beneficios importantes para el propietario, los contratistas, los ingenieros y otros profesionales involucrados en el proyecto de construcción. Algunos de los principales beneficios de un proyecto AS-BUILT son los siguientes:

- **Actualización precisa del proyecto:** Un proyecto AS-BUILT es una representación detallada y precisa de las condiciones reales de un proyecto de construcción después de su finalización. Esto permite actualizar y corregir cualquier discrepancia entre el diseño original y la construcción final del proyecto.
- **Ahorro de costos:** Al tener un registro preciso y detallado del proyecto de construcción, se pueden identificar problemas potenciales y evitar costosas correcciones y trabajos en el futuro.
- **Mayor eficiencia en futuras renovaciones y mejoras:** Al tener un registro detallado del proyecto, se pueden planificar y realizar futuras renovaciones y mejoras de manera más eficiente, lo que puede ahorrar tiempo y dinero.
- **Mayor seguridad y control de calidad:** Un proyecto AS-BUILT proporciona una vista completa y detallada de los sistemas y componentes del proyecto, lo que puede ayudar a garantizar la seguridad y el control de calidad del proyecto.
- **Registro histórico del proyecto:** Un proyecto AS-BUILT proporciona un registro preciso de la historia del proyecto, que puede ser utilizado como referencia en futuros proyectos similares.

6.4. Normativa internacional

Existen normas internacionales específicas para la creación de modelos BIM AS-BUILT. La norma **ISO 19650-3:2019** "Organización y digitación de información sobre obras de construcción utilizando modelos de información de construcción (BIM). Parte 3: Gestionar la información del ciclo de vida de la construcción utilizando un modelo de información de construcción. Principios y requisitos", establece los principios y requisitos para la gestión de información del ciclo de vida de la construcción utilizando modelos de información de construcción, incluidos los modelos BIM AS-BUILT. La norma establece los requisitos para la documentación as-built y la gestión de cambios, asegurando que el modelo BIM AS-BUILT refleje fielmente la construcción real.

La norma ISO 19650-3 se centra en la gestión de la información del ciclo de vida de la construcción, desde la planificación hasta el fin de la vida útil del edificio.

Otra norma internacional es la norma **ISO 29481** "Información de construcción de modelos (CIM) para la gestión de activos de construcción". Esta norma establece los requisitos para la creación de modelos BIM AS-BUILT que se utilizarán para la gestión de activos de construcción.

Es importante destacar que estas normas son voluntarias y no obligatorias. Sin embargo, seguir estas normas puede ayudar a asegurar la calidad y consistencia de los modelos BIM AS-BUILT y facilitar la colaboración y comunicación entre los diferentes actores del proyecto de construcción.

7. CASO PRÁCTICO

En este apartado se detallarán las diferentes fases del presente proyecto siguiendo las mismas pautas resumidas en el apartado 3.2, incluyendo ilustraciones para facilitar la comprensión de las explicaciones.

7.1. Análisis de los datos de partida

Durante la fase inicial del proyecto, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los datos proporcionados por el arquitecto. Estos datos consistían en diversos planos de planta y alzado de los edificios que conforman el complejo.

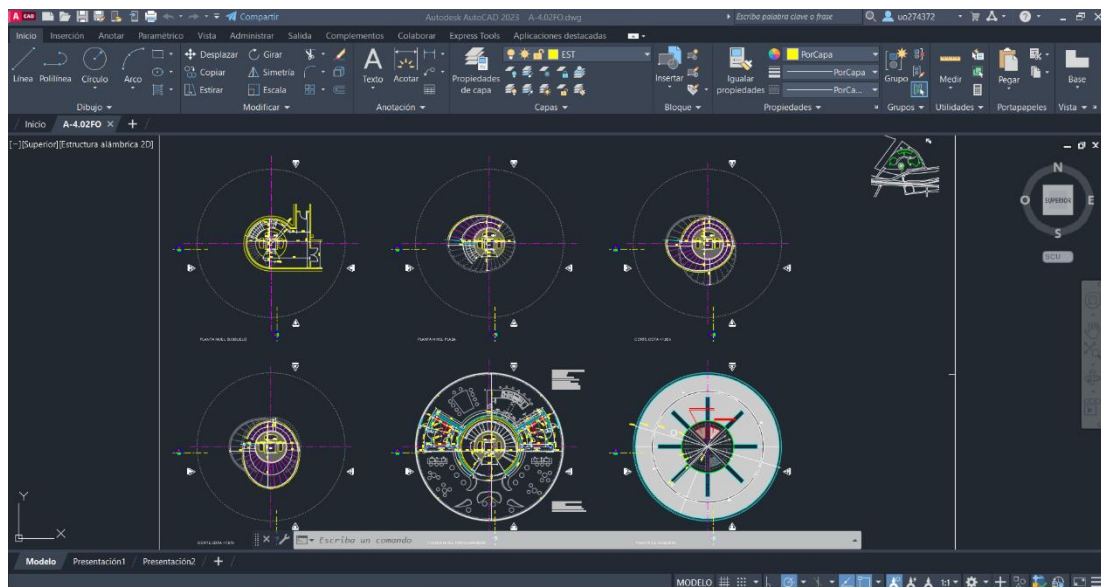


Ilustración 7.1 Plano de plantas (Captura de los planos originales en AutoCAD)

En el caso específico del edificio abordado en este trabajo, los planos de planta se dividían en seis secciones que proporcionaban información espacial detallada, centrándose especialmente en el tramo de la escalera principal. En cuanto a los planos de alzado, se incluían dos vistas: una representación completa del edificio y una sección que detallaba diversos parámetros de la escalera principal.

En estos planos (ver Anexos), además de las cotas, había detallada alguna información útil de cara a la generación del modelo final.

7.2. Modelado del edificio

En primer lugar, después de interpretar los datos de entrada, se procedió a crear una nueva plantilla. En este caso, se optó por utilizar la plantilla arquitectónica predeterminada del programa y luego se realizaron modificaciones en las unidades del proyecto.

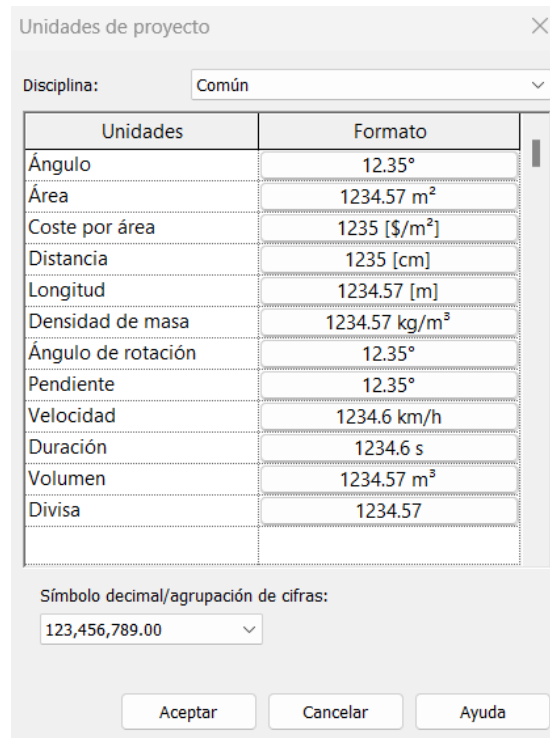


Ilustración 7.2 Unidades del proyecto

7.2.1. Importación de planos de AutoCAD a Revit

Antes de importar los planos desde AutoCAD se crearon en Revit los diferentes niveles de planta del proyecto, dado que se necesitarán para poder insertar los planos en las cotas que les corresponden.

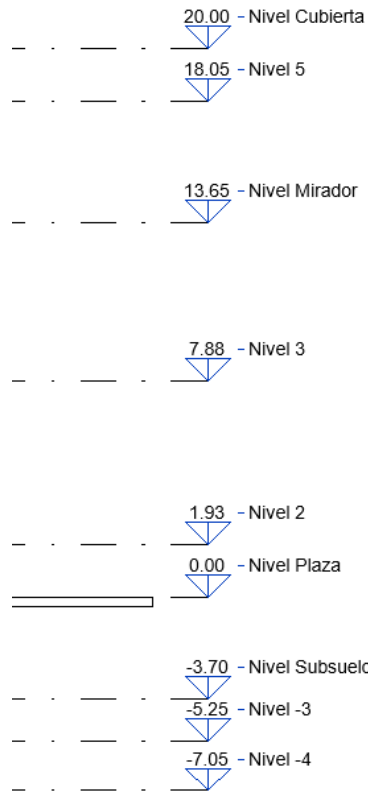


Ilustración 7.3 Diferentes niveles del edificio

Para ello se crearon nuevos archivos DWG donde se insertaron la planta o alzado correspondiente de los planos originales, copiando estos y ubicándolos en el origen de los nuevos archivos (en X igual a 0 e Y igual a 0), ya que al importarlos en Revit el programa nos ofrece la opción de ubicarlos automáticamente de origen a origen del proyecto.

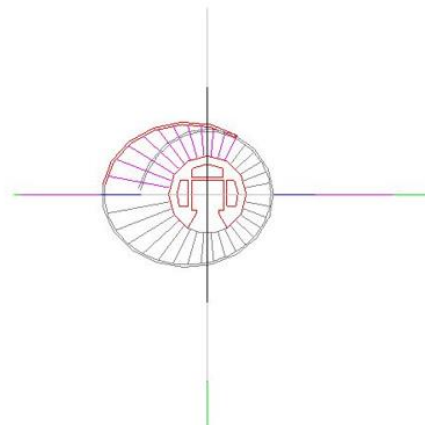


Ilustración 7.4 Plano de AutoCAD importado a Revit (Nivel Planta)

En la Ilustración 7.4 se puede ver una de las secciones de la escalera, y en la Ilustración 7.5 el conjunto total de todos los planos importados en Revit. Hacer esto ayudará en la comprobación a lo largo del proyecto de la correcta realización del modelo AS-BUILT, pudiendo comparar el modelo creado con los planos originales.

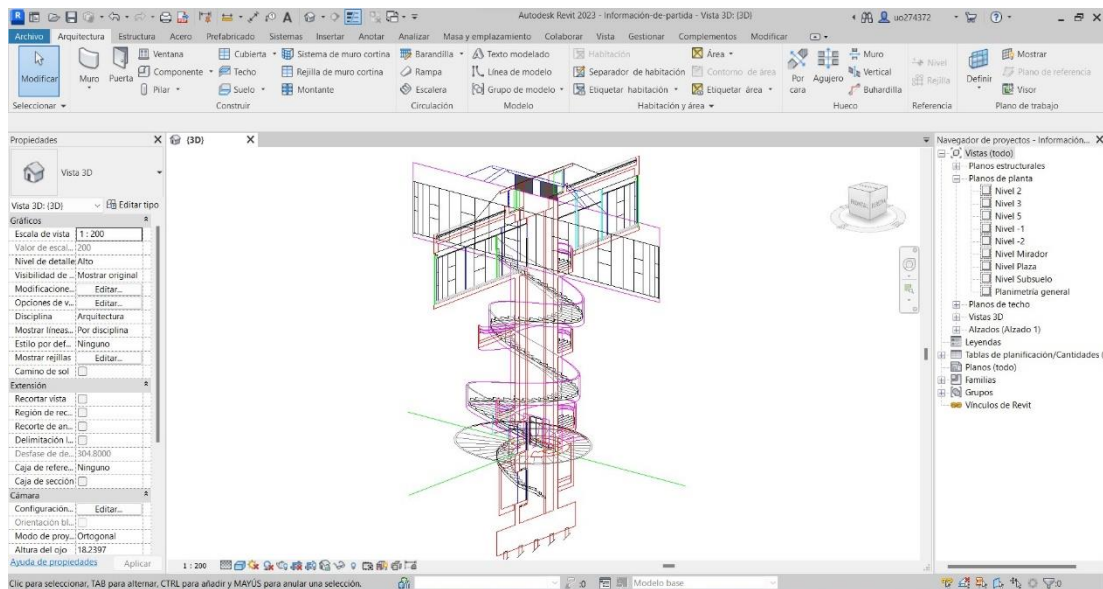


Ilustración 7.5 Todos los planos de planta y alzado importados en Revit (Vista 3D)

7.2.2. Modelado de la escalera principal

Se dio inicio al modelado de la escalera principal, la cual hubo que dividir en varios tramos. Esto fue necesario debido a que la herramienta de creación de escaleras en Revit no permitía generar tramos de más de 360 grados.

Se seleccionó la familia de escalera moldeada in situ, dentro de esta el tipo de escalera de losa de hormigón, y se duplicó el tipo de escalera para los diferentes tramos que se van a necesitar y poder modificar los parámetros en cada uno de ellos.

Escalera moldeada in situ
Losa de hormigón - C=17.5cm H=30cm-Tramo inferior
Losa de hormigón - C=17.5cm H=30cm-Tramo Medio
Losa de hormigón - C=17.5cm H=30cm-Tramo Subsuelo
Losa de hormigón - C=17cm H=30cm

Ilustración 7.6 Tipos de escalera duplicados

Se realizaron modificaciones en los parámetros de huella y contrahuella al editar el tipo de escalera. Se estableció que la huella sería de 30 centímetros y la contrahuella de 17,5 centímetros, tanto para los tramos de la escalera principal como para la escalera que conecta el nivel subsuelo con la plaza. Dada la complejidad de esta escalera hubo que dibujar el boceto de cada tramo manualmente. Esto se realizó con la ayuda de los planos de AutoCAD previamente insertados, utilizando estos planos como plantilla.

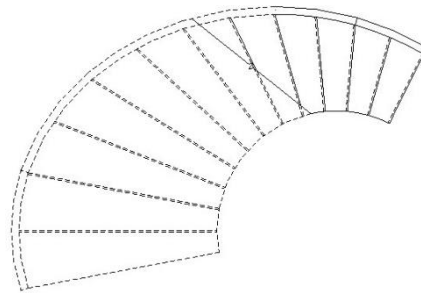


Ilustración 7.7 Primer tramo de la escalera (Vista de planta Nivel Plaza)

El primer tramo de la escalera se modeló con un total de 12 contrahuellas. Considerando que cada contrahuella tiene una altura de 17,5 centímetros, esto resulta en una altura total del tramo de 2,10 metros. Dado que la altura del Nivel 2 es de 1,925 metros, una de las contrahuellas quedará por encima de esta altura, convirtiéndose en la primera contrahuella del segundo tramo.

Esta estrategia se implementó debido a la limitación del programa que no permite generar tramos de escalera superiores a 360 grados. Por lo tanto, se agregaron más contrahuellas en este primer tramo corto de la escalera para poder alcanzar la altura final de la escalera en la planta del nivel mirador.

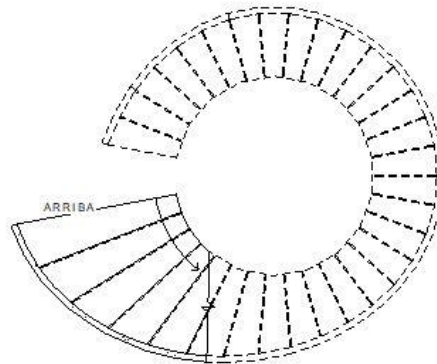


Ilustración 7.8 Segundo tramo de la escalera (Vista de planta Nivel 2)

El segundo tramo tiene un número total de 31 contrahuellas, que es el máximo posible para este tramo. Haciendo los mismos cálculos que para el primer tramo nos queda un desfase de 35 centímetros por debajo del Nivel 3, es decir, la altura de dos contrahuellas.

Por tanto, el tercer tramo comenzará desfasado 35 centímetros por debajo del Nivel 3.

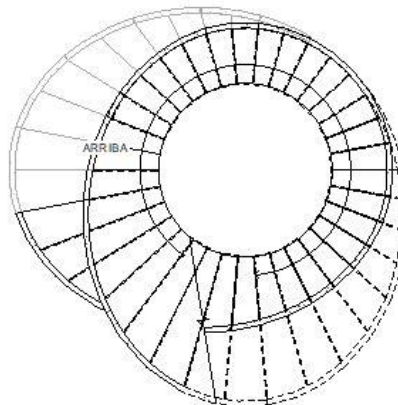


Ilustración 7.9 Tercer tramo de la escalera (Vista de planta Nivel 3)

Finalmente se terminaría el modelo de la escalera añadiendo el último tramo que termina comunicando con lo que más adelante será la planta del restaurante.

Además, se añadió el soporte exterior de la escalera con una opción que incluye la edición del tipo de escalera. Para ello dentro de los parámetros se incluyó una zanca con el ancho y la altura especificada en los planos.

Propiedades de tipo

Familia: Familia de sistema: Escalera moldeada in situ Cargar...

Tipo: Losa de hormigón - C=17.5cm H=30cm-Tramo Medio Duplicar...

Cambiar nombre...

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
Soportes	
Soporte derecho	Zanca (cerrada)
Tipo de soporte derecho	Zanca - Hormigón - Anchura 150 mm
Desfase lateral derecho	0.0000
Soporte izquierdo	Ninguno

Ilustración 7.10 Parámetros del soporte de la escalera principal

En la Ilustración 7.11 se puede ver la vista en 3D de la escalera completa, incluyendo el muro exterior.

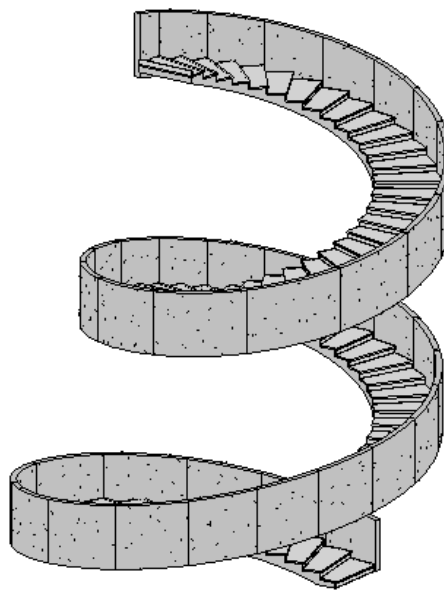


Ilustración 7.11 Escalera principal completa (Vista 3D)

7.2.3. Modelado planta nivel subsuelo

En la planta nivel subsuelo se comenzó modelando también la escalera, en este caso conecta la planta del subsuelo con la plaza. Esta escalera tenía, al igual que en la escalera principal, una longitud de huella de 30 centímetros y una altura de contrahuella de 17,5 centímetros.

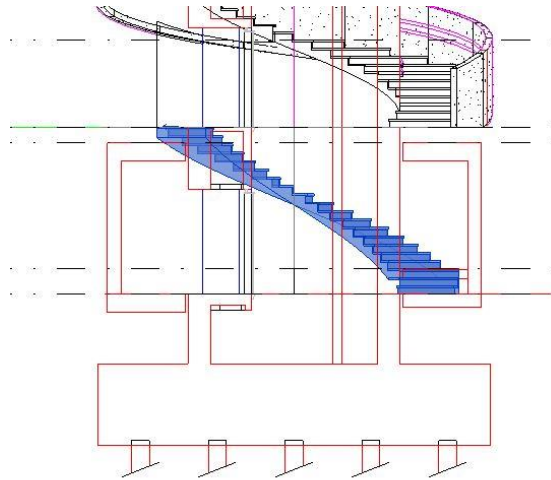


Ilustración 7.12 Escalera que comunica el nivel subsuelo con el nivel planta (Vista Este)

Se creó también la losa de la plaza. Considerando que esta losa representa una sección específica del complejo, se modeló una losa cuadrada de 25 metros.

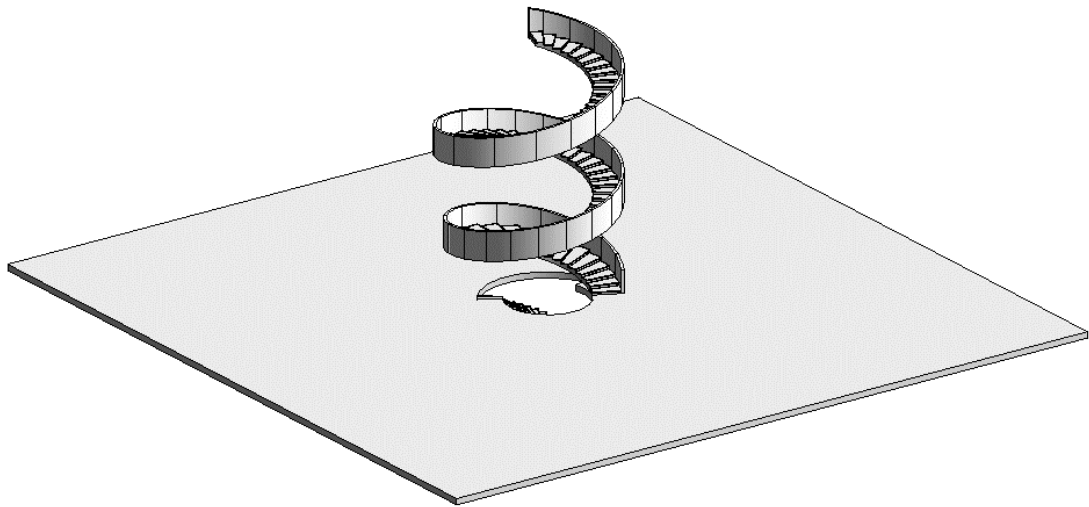


Ilustración 7.13 Losa nivel plaza (Vista 3D)

A continuación, se llevó a cabo el modelado del fuste de hormigón, el cual servirá como estructura de soporte para la planta del restaurante. Este fuste también albergará el espacio destinado al ascensor y las canalizaciones necesarias para la evacuación de las instalaciones que se modelarán posteriormente.

Dado que es un elemento complejo fue necesario crear un nuevo componente con la opción de modelado in situ. Dentro de los parámetros de tipo se especificó su función como núcleo de ascensores y el material como hormigón moldeado in situ.

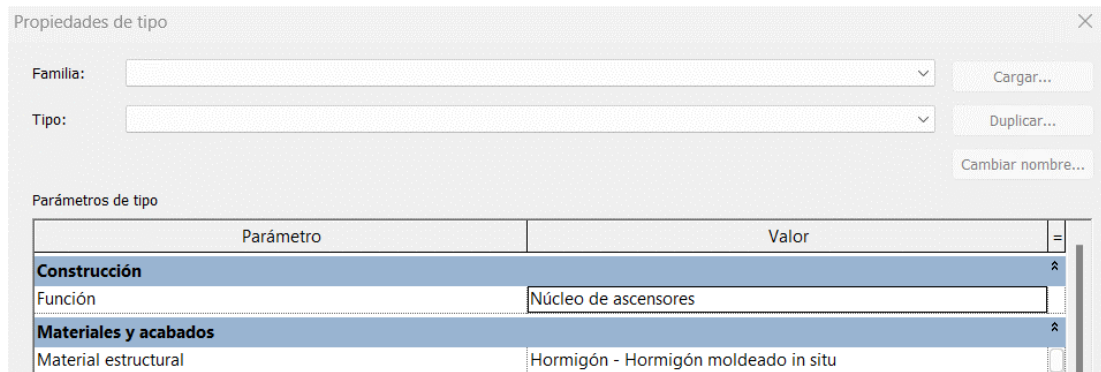


Ilustración 7.14 Parámetros del nuevo componente modelado in situ

Con la opción de extrusión se creó el boceto de la sección como se ve en la Ilustración 7.15, creando el hueco para el ascensor y las canalizaciones, y se extruyó desde el inicio en la losa de cimentación hasta la planta del restaurante, concretamente hasta la altura del nivel 4 especificado en los planos originales, ya que la sección de este cambia a partir de esta altura.

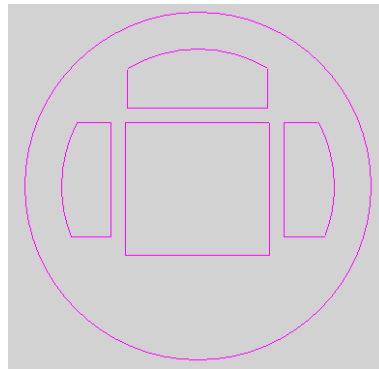


Ilustración 7.15 Boceto de la extrusión del mástil

Luego hubo que crear el acceso al ascensor en la planta baja, en la plaza y en el mirador. Para crear estos accesos se modificó la extrusión hecha generando una forma vacía y extruyendo esta hasta la altura especificada en los planos en cada planta, en el caso del acceso en la plaza esta altura es de 2,2 metros.

En la Ilustración 7.16 se pueden ver las diferentes formas que se pueden generar en el editor de familias o para una familia modelada in situ.

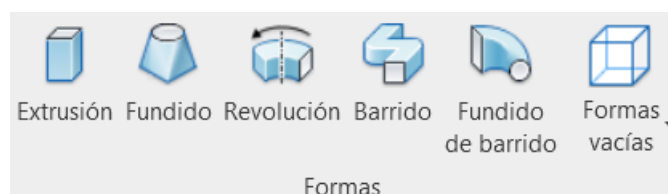


Ilustración 7.16 Formas que se pueden generar con la herramienta de modelado

Una vez hecho todo esto ya se puede visualizar el modelo generado in situ en la vista 3D para comprobar que se haya realizado la extrusión correctamente (ver Ilustración 7.17)

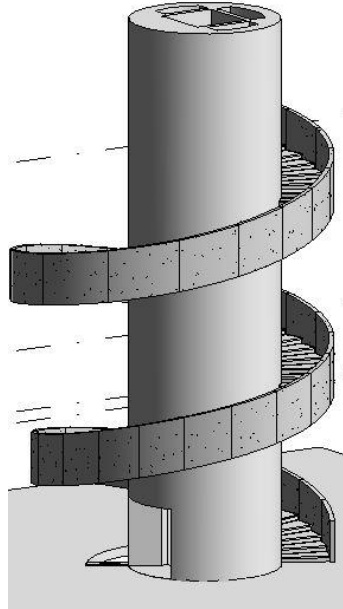


Ilustración 7.17 Núcleo del ascensor (Vista 3D)

A continuación, se colocó el ascensor. Para ello se cargó una familia de las bibliotecas del programa, y dentro de esta familia se escogió el tipo de ascensor eléctrico que cumplía con las características dimensionales (ver Ilustración 7.18).

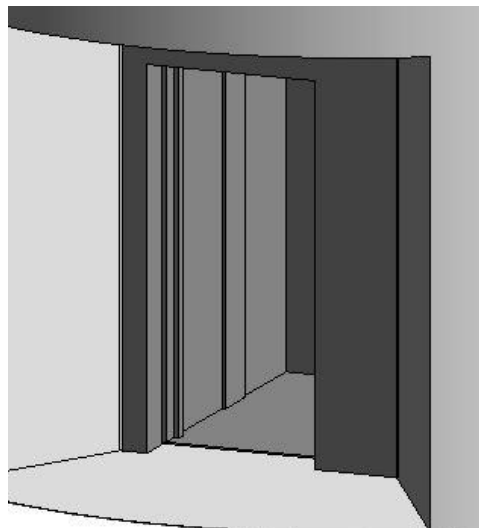


Ilustración 7.18 Vista de detalle del ascensor

Una vez creado el núcleo del ascensor se modeló el suelo de la planta -1 y se crearon los muros y particiones de esta misma planta. También se colocaron las puertas, que fueron descargadas de bibliotecas BIM e importadas al proyecto, ya que estos modelos tienen mayor nivel de detalle.

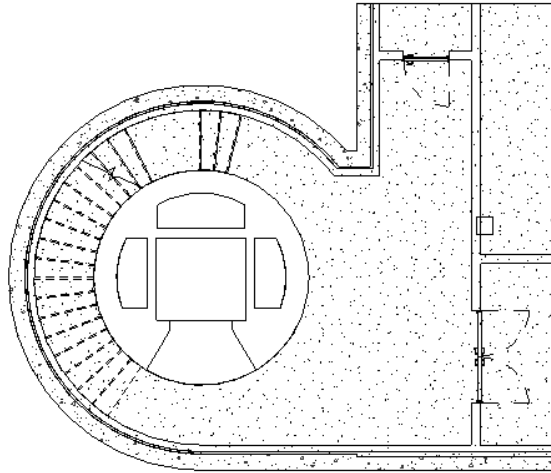


Ilustración 7.19 Colocación de muros en nivel subsuelo (Vista de planta del nivel subsuelo)

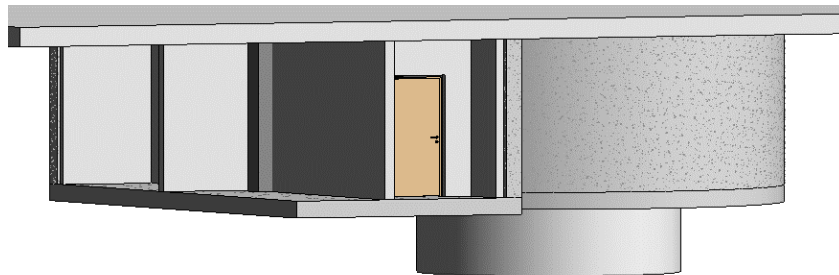


Ilustración 7.20 Vista 3D del nivel subsuelo

Dado que en las bibliotecas del programa no se encontraba el tipo de losa pilotada que se necesita en este proyecto, se creó una nueva familia para este tipo de losa. Esta se modeló en el editor de familias del programa y luego se importó en el proyecto.

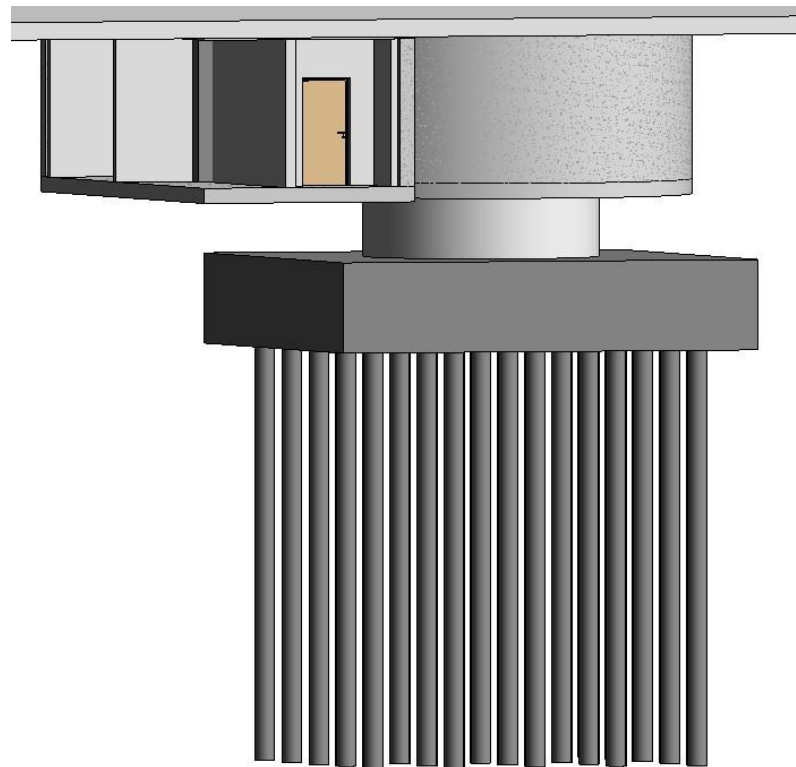


Ilustración 7.21 Losa pilotada (Vista 3D)

Para modelar esta losa cuadrada de 25 pilotes se creó primero una nueva familia de uno de estos 25 pilotes. Posteriormente, una vez creada una familia de pilotes, se creó la familia de la losa pilotada dentro de la categoría de cimentaciones estructurales.

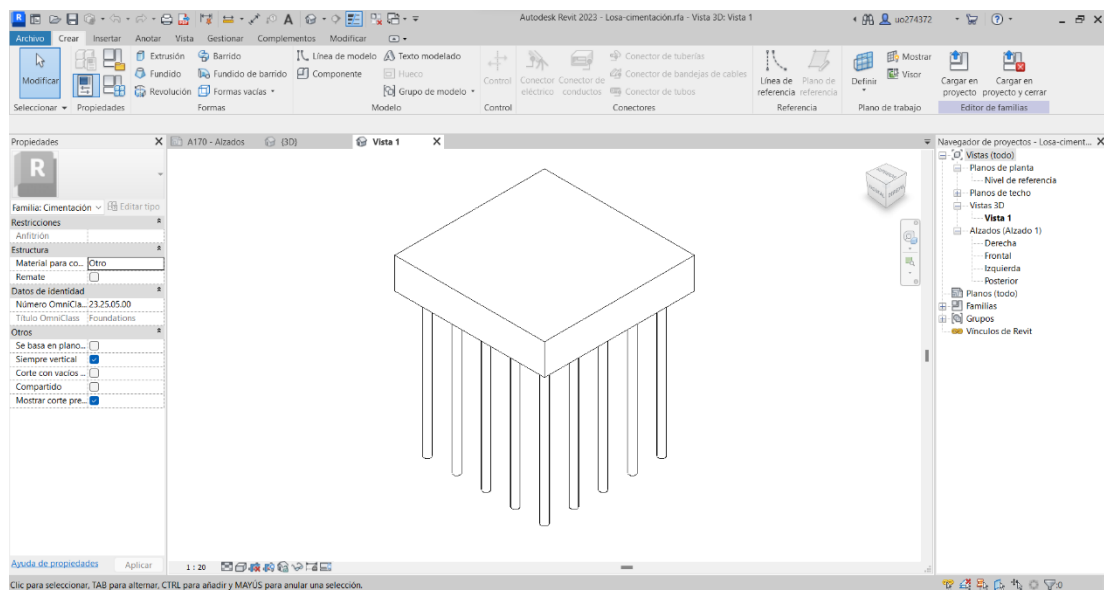
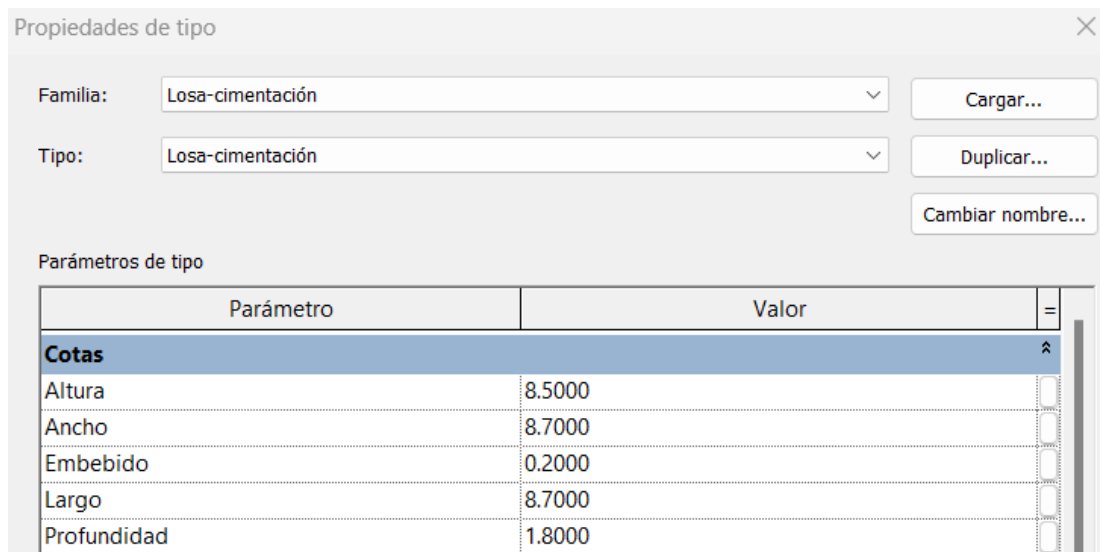


Ilustración 7.22 Losa de cimentación pilotada (Modelo realizado en el editor de familias)

Cabe destacar la importancia de realizar las familias de forma paramétrica, ya que en caso de necesitar esta familia en un nuevo proyecto futuro para otras de las edificaciones del complejo bastaría con modificar las dimensiones de esta en la paleta de propiedades de la familia. En el caso de esta losa se ha parametrizado de forma que se pueden modificar las dimensiones de la losa cuadrada modificando el ancho, la altura y la profundidad, y también la longitud de los pilotes y el embebido de estos respecto de la losa.



The screenshot shows a dialog box titled 'Propiedades de tipo' with a close button (X) in the top right corner. It contains two dropdown menus: 'Familia:' and 'Tipo:', both set to 'Losa-cimentación'. To the right of these are three buttons: 'Cargar...', 'Duplicar...', and 'Cambiar nombre...'. Below these is a section titled 'Parámetros de tipo' containing a table with two columns: 'Parámetro' and 'Valor'. The table has a header row with a '=' symbol in the right margin. The rows are: 'Cotas' (highlighted in blue), 'Altura' (8.5000), 'Ancho' (8.7000), 'Embebido' (0.2000), 'Largo' (8.7000), and 'Profundidad' (1.8000). Each row has a small icon in the right margin.

Parámetro	Valor	=
Cotas		^
Altura	8.5000	
Ancho	8.7000	
Embebido	0.2000	
Largo	8.7000	
Profundidad	1.8000	

Ilustración 7.23 Parámetros modificables de la losa de cimentación

Muchos de los componentes de este edificio tienen una geometría compleja por lo que es necesario crear nuevas familias o modelar in situ nuevos componentes, como ocurre con la cristalera de seguridad de la escalera del subsuelo.

La cristalera se modela in situ al igual que el núcleo del ascensor. Se escogió como categoría la familia de muro básico, y más adelante se cambió el material genérico por vidrio. Luego, dentro del entorno de creación se utilizó la herramienta de "Fundido de barrido" (ver Ilustración 7.24) para crear la cara lateral de la cristalera. Con esta herramienta primero se dibujó el boceto del recorrido de la cristalera en la vista de planta, y una vez hecho esto se creó el perfil inicial y final para que se pudiese realizar el "barrido". Evidentemente, el perfil inicial es un perfil rectangular con el espesor de la cristalera que se va a crear y de altura la que hay desde el suelo hasta a la escalera en ese punto inicial. El perfil final se haría de forma análoga al perfil inicial.

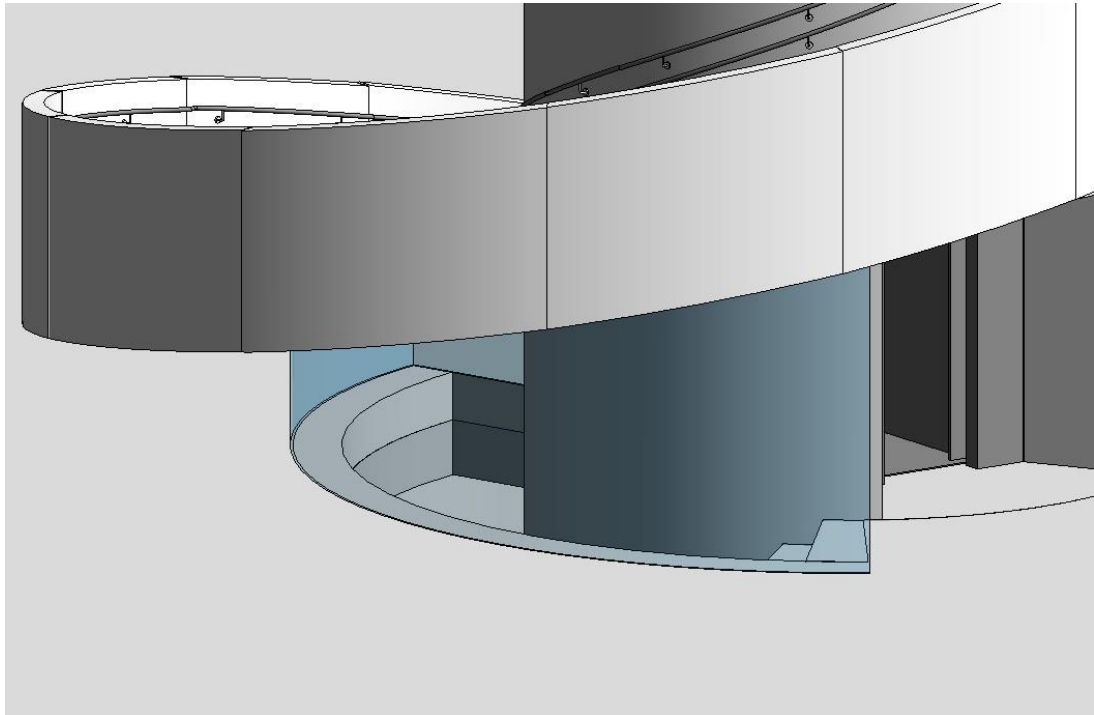


Ilustración 7.24 Cristalera de seguridad (Vista 3D)

7.2.4. Modelado planta nivel mirador

Se comenzó modelando el suelo circular de la planta del mirador con la abertura correspondiente para el acceso de la escalera. El grosor de este suelo se midió sobre la vista seccionada de los alzados siendo este de 52,5 centímetros, además en esta vista pudo conocerse el número de capas con la que está compuesta este suelo.

Se optó por duplicar el tipo de suelo de losa flotante y modificar el espesor y las capas de este, ya que por defecto el grosor de suelo predeterminado es de 32 centímetros. Una vez duplicado, dentro de las propiedades de tipo, se modificó la estructura del suelo cambiando y reordenando las diferentes capas: una capa de hormigón de 30 centímetros, una capa térmica de aire de 1,5 centímetros, un substrato de hormigón y arena de 13 centímetros, y una última capa de acabado de 8 centímetros.

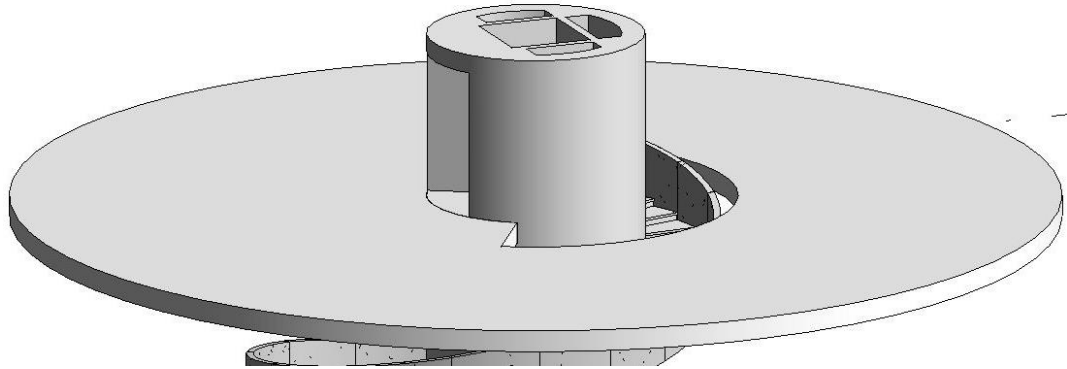


Ilustración 7.25 Suelo nivel mirador (Vista 3D)

Este suelo tiene además un saliente extra de menor grosor donde se asentará el muro cortina del mirador.

La forma correcta de proceder para crear el muro cortina curvo del mirador es creando un muro curvo genérico de un espesor determinado y luego crear el muro cortina superpuesto al genérico de forma que al usar la herramienta de “cortar geometría” del programa quedará una disposición como en la Ilustración 7.26. Más adelante se editará el muro cortina para colocar las ventanas y los montantes, modificando la disposición de las rejillas.

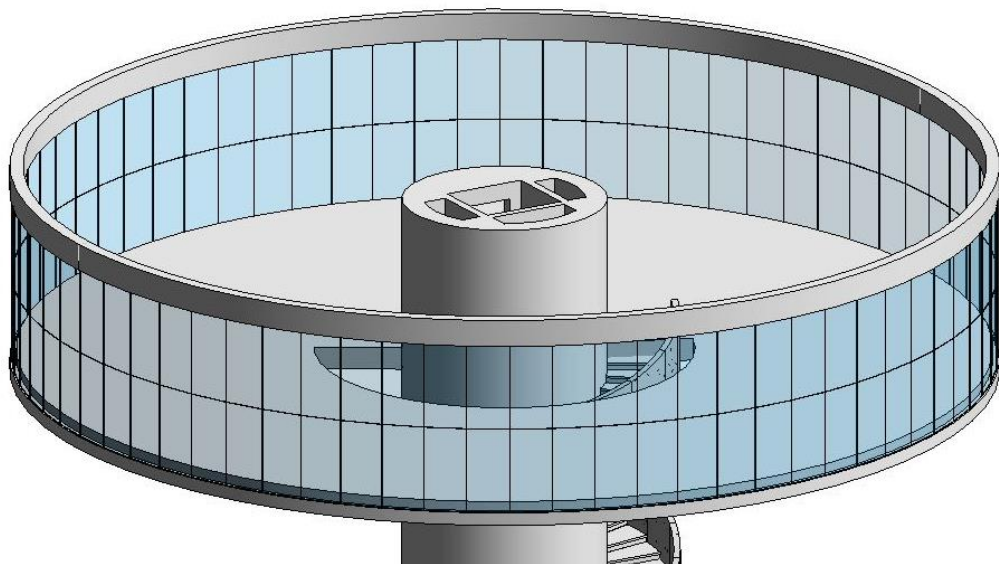


Ilustración 7.26 Muro cortina del mirador (Vista 3D)

Como se había mencionado antes la extrusión del núcleo del ascensor se extendía hasta la planta nivel 4 que corresponde con una altura de 17,25 metros con respecto al nivel 0 de la plaza, a partir de esta altura ya no está el hueco del ascensor y la sección cambia. Por tanto, se editará el componente in situ y se añadirá una extrusión hasta el nivel 5 de cota 18,05 metros. Como se ve en

la Ilustración 7.27 las canalizaciones sí que continúan hasta la cubierta, ya que aquí se encuentran algunos equipos de ventilación.

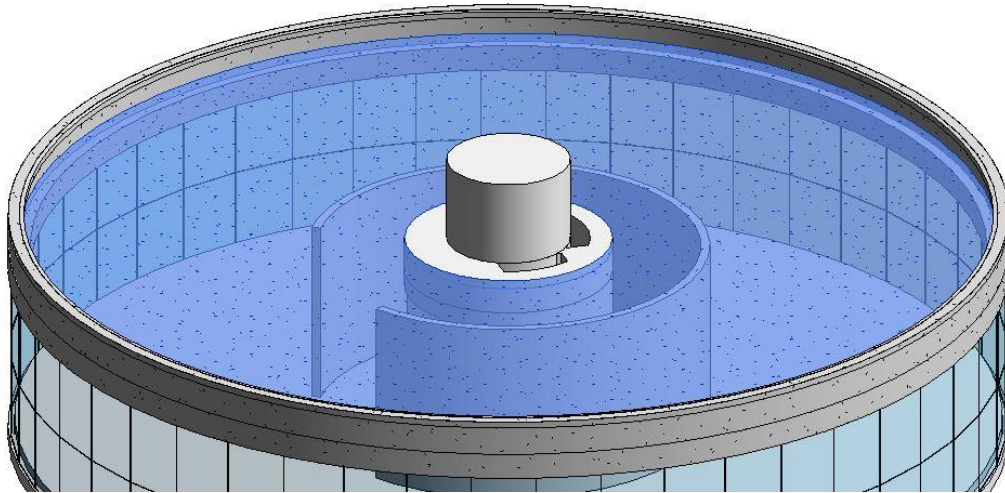


Ilustración 7.27 Cubierta del nivel superior (Vista 3D)

A continuación, se colocaron las particiones y puertas de esta planta. La distribución hubo que actualizarla a lo largo del proyecto, ya que en el proyecto original hicieron modificaciones y la disposición de las habitaciones de los planos arquitectónicos de esta planta eran diferentes de los planos de planta de las instalaciones. Es interesante destacar que, aunque en el momento de actualizar el modelo para hacer estos cambios ya se habían generado los planos, el programa actualiza los planos automáticamente en función de los cambios realizados en el modelo.

Para la colocación de los muros interiores se duplicó el tipo de muro de particiones con capa de yeso, para modificar el espesor y las capas de forma análoga a como se había hecho con el suelo de esta planta, para adecuarlos al espesor de los muros.

Se duplicaron también puertas de una hoja para cambiar el ancho de estas a 80 y 90 centímetros.

La distribución final queda como se muestra en la Ilustración 7.28.

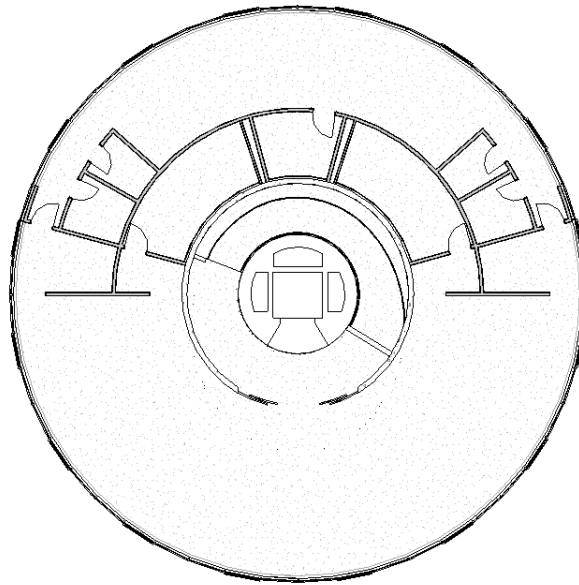


Ilustración 7.28 Particiones de la planta nivel mirador (Vista de planta Nivel Mirador)

Se creó también un nuevo tipo de puerta para la puerta principal dado que en Revit no viene por defecto ningún tipo de puerta corredera curva, y los pocos modelos encontrados en las bibliotecas BIM necesitaban demasiados cambios resultando más oportuno crear una nueva familia.

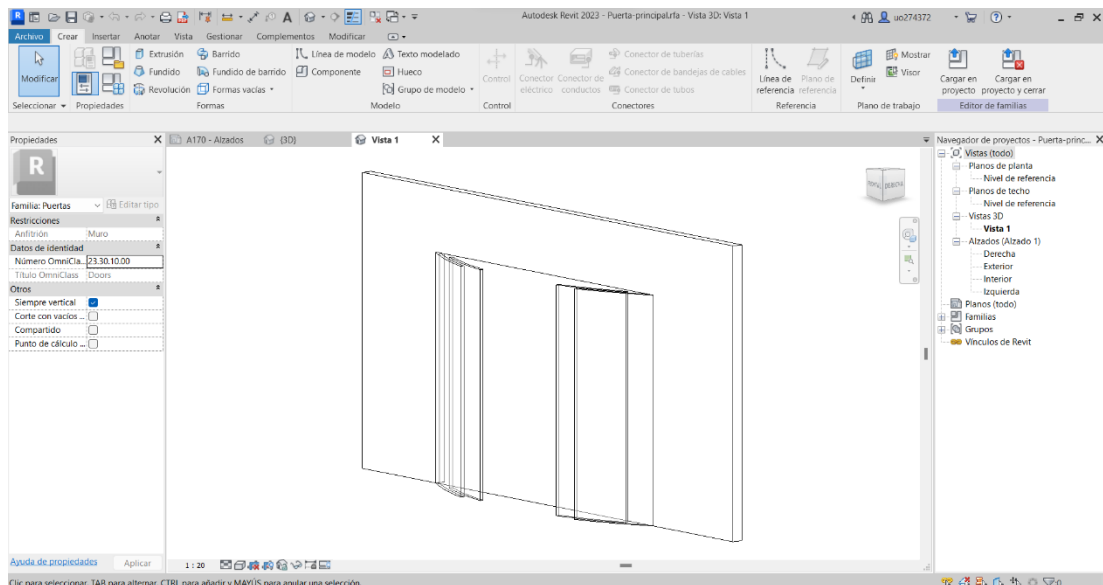


Ilustración 7.29 Puerta corredera curva (Modelo realizado en el editor de familias)

Más adelante se colocaron las ventanas oscilobatientes en el muro cortina, para ello hubo que modificar la distribución de las rejillas. Esto se puede hacer editando las propiedades de tipo, duplicando el muro cortina para no modificar los parámetros por defecto en caso de necesitarse de nuevo en un futuro, especificando el diseño de las rejillas verticales con un espaciado de 1,5 metros

y eliminando la única rejilla horizontal que viene por defecto. Además, hará falta crear dos rejillas horizontales en aquellos huecos donde se van a colocar las ventanas oscilobatientes.

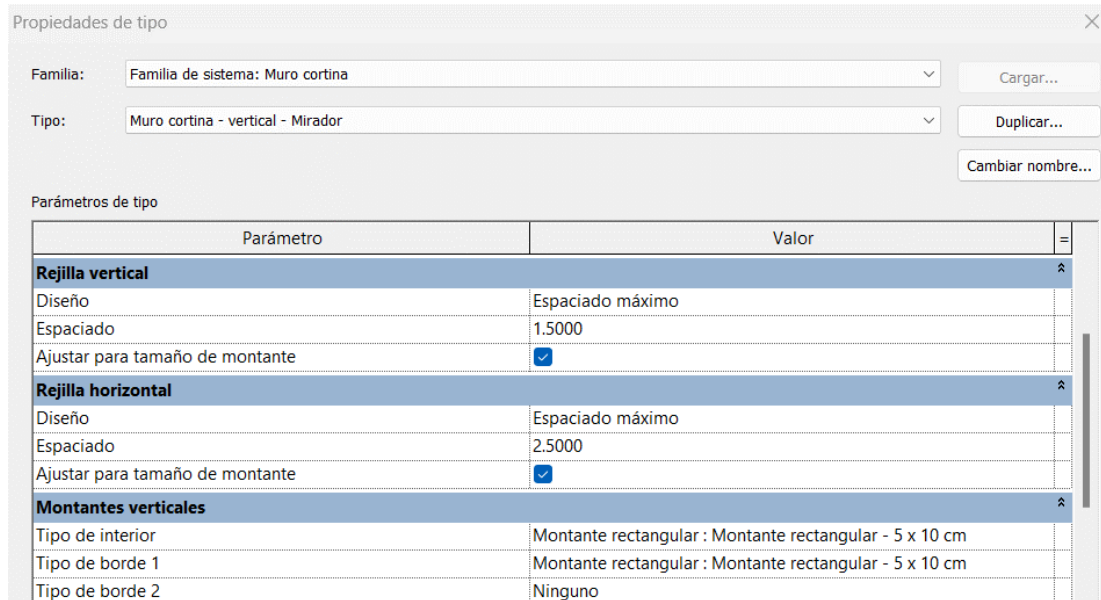


Ilustración 7.30 Configuración de las rejillas y montantes del muro cortina

Una vez hecho esto ya se pueden colocar las ventanas en el muro cortina sustituyendo los paneles acristalados por las ventanas. El programa trae por defecto este tipo de ventanas, pero se decidió importar la familia desde una biblioteca ya que modificando esta familia se puede cambiar en la paleta de propiedades el ángulo de apertura mejorando el aspecto final del modelo.

Los montantes del muro cortina se aplicaron dentro de las propiedades de tipo del muro cortina. Se colocaron montantes rectangulares de 5x10 centímetros.

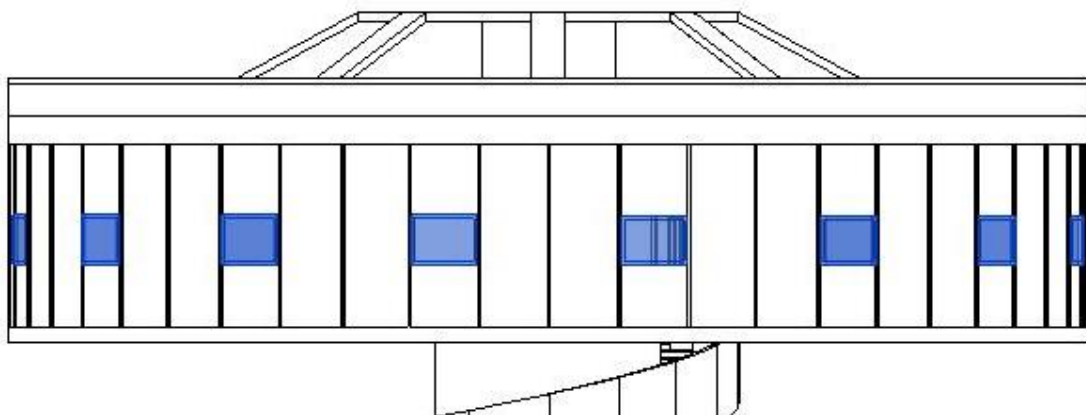


Ilustración 7.31 Ventanas oscilobatientes del nivel mirador (Vista de alzado Este)

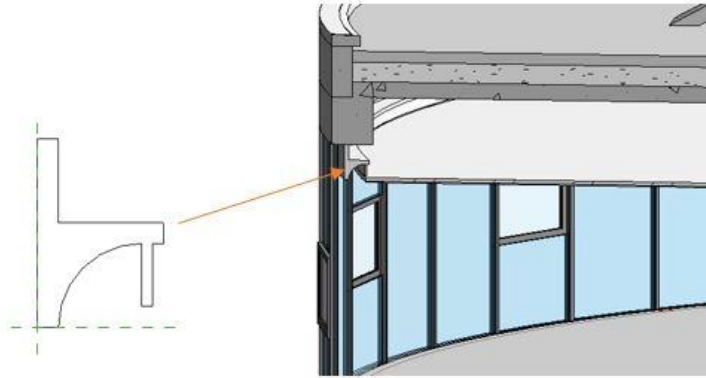


Ilustración 7.32 Colocación del perfil para el sistema de ventilación (Vista 3D seccionada del edificio)

Fue necesario colocar el perfil que se ve en la Ilustración 7.32, ya que a través de este se recoge el aire de retorno de las instalaciones de ventilación. Se creó una familia para este tipo de perfil en el editor de familias y se cargó en el proyecto. Una vez cargado con la herramienta de creación de muros “Muro: Barrido” se hizo un “barrido” de este perfil a lo largo del edificio.

La estructura de la cubierta del edificio se modeló en parte a partir de las imágenes del edificio real en fase de construcción, ya que no había mucha información en los planos de la cubierta del edificio.

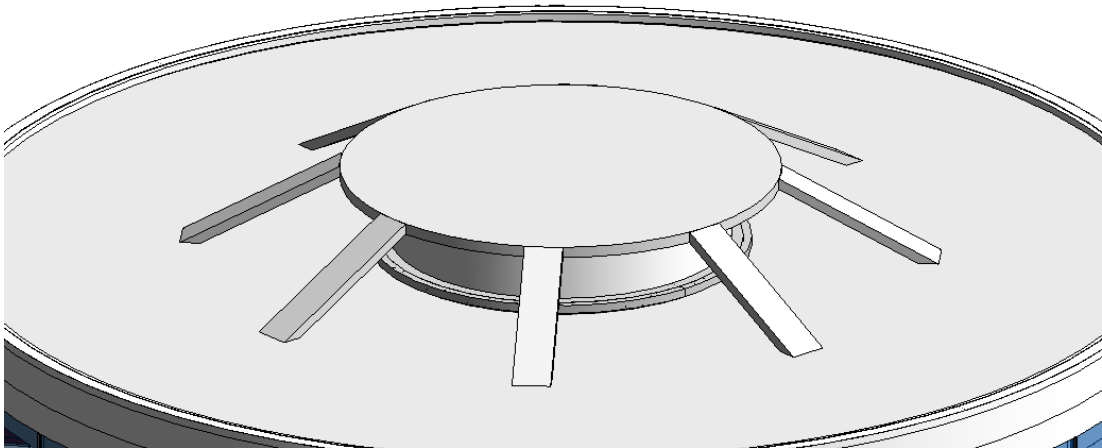


Ilustración 7.33 Estructura de la cubierta del edificio (Vista 3D)

Una vez realizado el modelado de la envuelta arquitectónica se cargó el modelo en el visor gratuito de Autodesk.

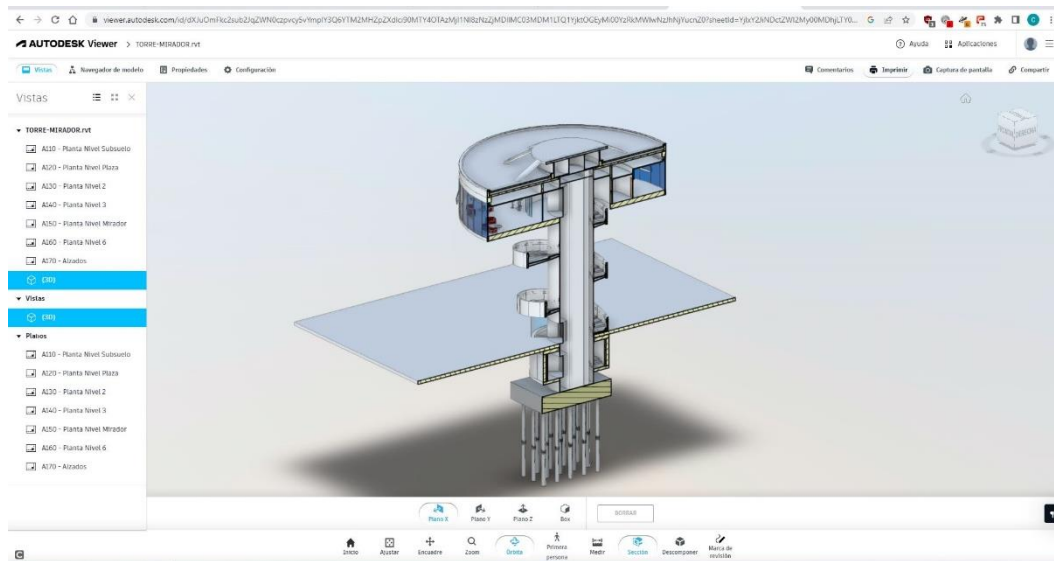


Ilustración 7.34 Modelo seccionado de la Torre en el visor gratuito de Autodesk

Una vez cargado en el visor se puede compartir el enlace con otras personas, aunque no tengan una cuenta registrada en Autodesk.

El enlace a este modelo cargado en el visor se compartió con el arquitecto Roberto Alonso Martínez para que pudiese visualizar el trabajo realizado antes de entregar el resto de los planos de las instalaciones.

7.3. Modelado de las instalaciones de fontanería

Para abordar la parte de instalaciones del proyecto, fue necesario analizar los nuevos datos proporcionados por el arquitecto. Durante este proceso, se descubrió que la distribución de las habitaciones en la planta del mirador difería de la distribución que se mostraba en los planos de arquitectura. Como resultado, se realizaron cambios en el modelo antes de comenzar con el modelado de las instalaciones.

Dentro de estas instalaciones de fontanería se incluyen los subsistemas de aguas pluviales, aguas residuales y las instalaciones de agua fría y agua caliente sanitaria. Vale la pena destacar la complejidad del modelado de estas instalaciones debido a la forma circular del edificio.

En primer lugar, se procedió a colocar todos los aparatos sanitarios que componen los diferentes subsistemas. Aunque la altura de elevación de estos aparatos en relación con el nivel del suelo no estaba especificada en los planos, se asignó una altura coherente teniendo en cuenta su función.

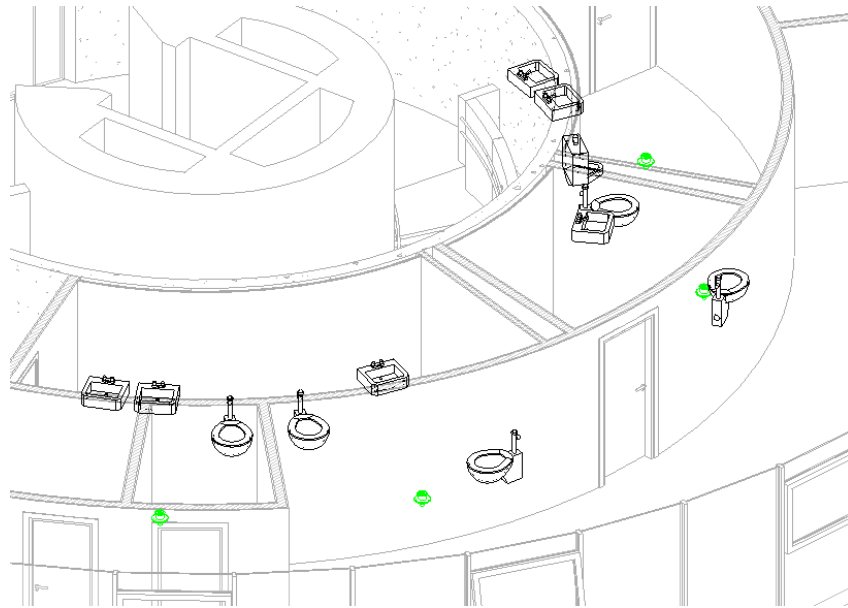


Ilustración 7.35 Colocación de aparatos sanitarios (Vista 3D)

Además, para poder modelar todas estas instalaciones se crearon nuevos tipos de sistemas de tuberías para cada subsistema que se va a modelar, usando para cada uno diferentes colores que los identifiquen.

Estas instalaciones se modelaron cumpliendo las directrices y recomendaciones expuestas en el apartado 5.7.3.

7.3.1. Instalaciones de saneamiento

Dentro de este sistema se comenzó modelando el subsistema de aguas pluviales. Este sistema tiene dos bajantes que se terminan conectando en el subsuelo para evacuar el agua del edificio. Cada una de estas bajantes parten de dos desagües situados en la cubierta del edificio.

Por tanto, para modelar estas instalaciones se colocaron primero los cuatro desagües con filtro en la cubierta del edificio, y de estos se modelaron las bajantes hasta su conexión en el subsuelo.

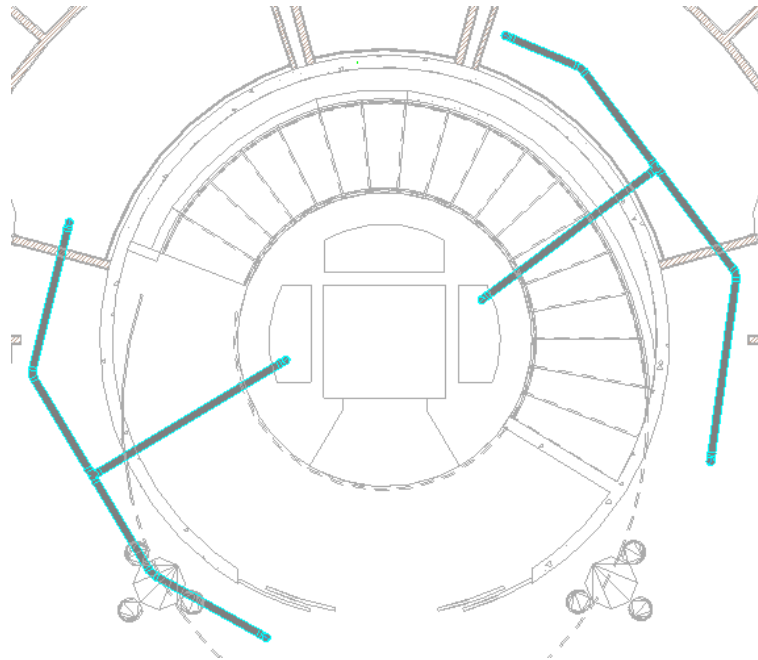


Ilustración 7.36 Instalación de desagüe de pluviales (Vista de planta Nivel Mirador)

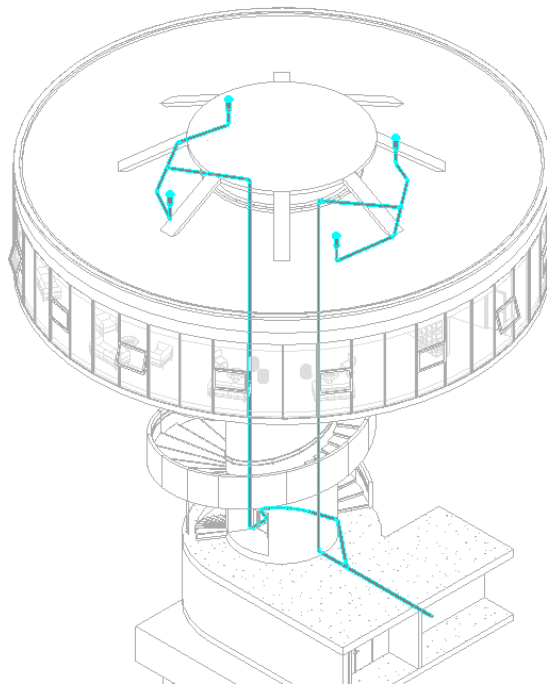


Ilustración 7.37 Instalación desagüe de pluviales (Vista 3D)

Dada la importancia arquitectónica de las escaleras de este edificio y teniendo en cuenta la ubicación de los baños es necesario incorporar una bomba para poder llevar estas instalaciones por encima del falso techo hasta las canalizaciones del núcleo del ascensor para poder finalmente

evacuar estas aguas, ya que de otra forma estas instalaciones atravesarían la escalera. Por tanto, se colocó una bomba para aguas residuales en el cuarto donde se colocaron las calderas.

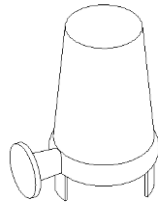


Ilustración 7.38 Bomba para aguas residuales

Teniendo en cuenta, como se mencionó anteriormente, la complejidad añadida debido a la forma circular del edificio se optó por colocar tuberías flexibles para llevar estas aguas hasta la bomba. Sin embargo, para comunicar los equipos sanitarios con las tuberías flexibles se utilizaron tuberías rígidas.

Las tuberías que comunican los aparatos sanitarios con la bomba se modelaron enterradas en el suelo de esta planta.

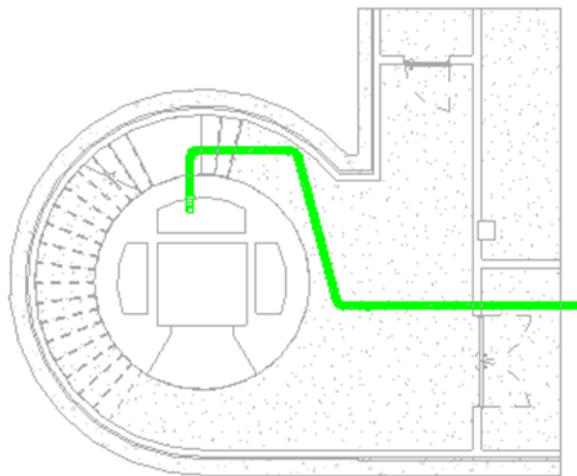


Ilustración 7.39 Instalación de aguas residuales (Vista de planta Nivel Subsuelo)

El tipo de tubería utilizada para estas instalaciones, pluviales y residuales, son tuberías de PVC de diferentes diámetros especificadas en los planos.

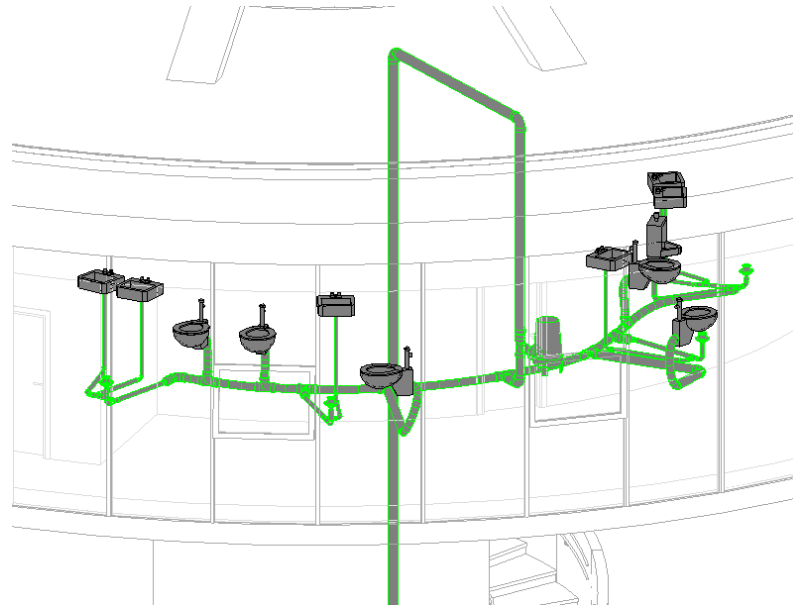


Ilustración 7.40 Instalación de aguas residuales (Vista 3D)

7.3.2. Instalaciones de agua fría y agua caliente sanitaria

Antes de modelar estas instalaciones se colocaron los calentadores de agua que suministran al sistema de agua caliente sanitaria, dos calentadores de 30 litros y un calentador de 100 litros.

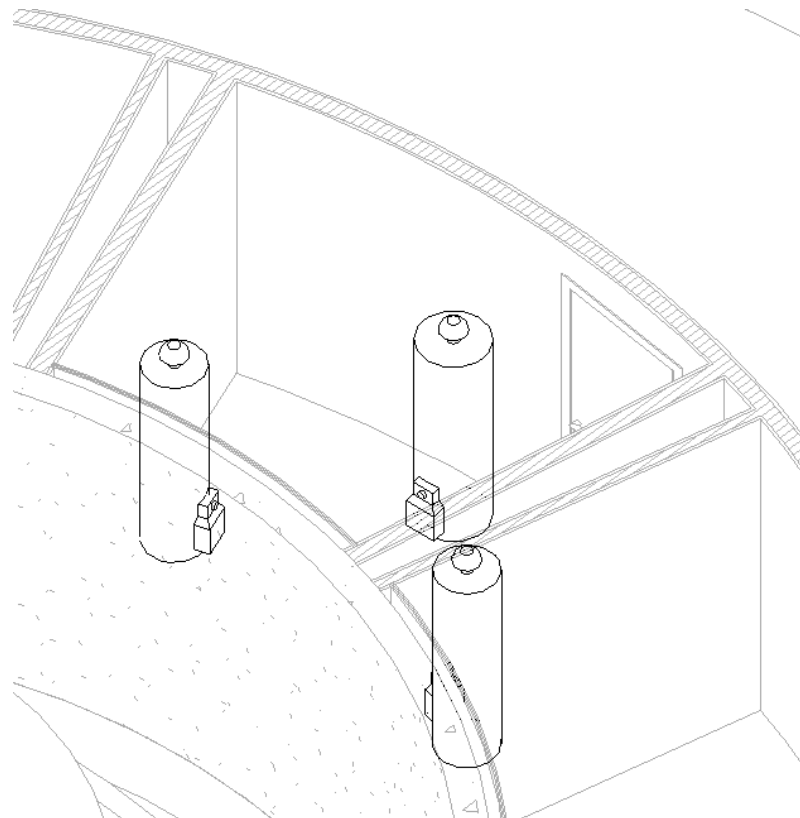


Ilustración 7.41 Equipos de fontanería (Calentadores de agua de 30L y 100L)

El suministro de agua de estas instalaciones viene por la galería desde el grupo de presión situado en el edificio de administración.

Estas instalaciones acceden a la planta del restaurante desde el subsuelo a través de las canalizaciones del edificio, tal como se ve en la Ilustración 7.42.

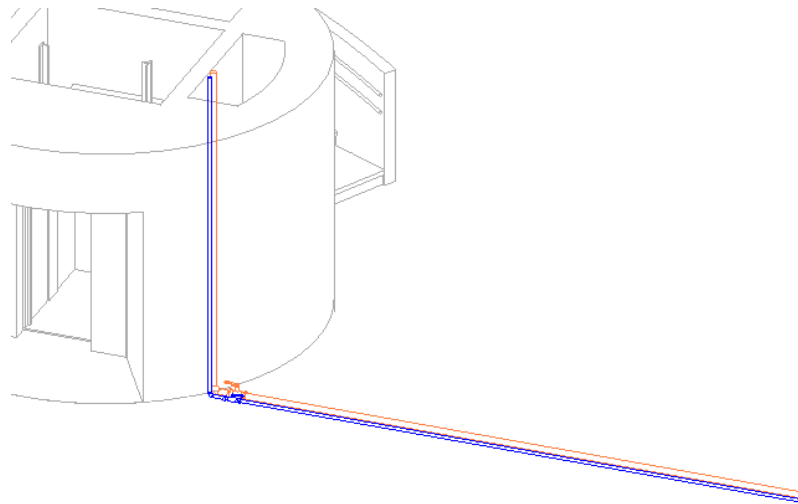


Ilustración 7.42 Acceso de las instalaciones al edificio desde el subsuelo a través de las canalizaciones del núcleo del ascensor (Vista 3D)

En la Ilustración 7.44 se puede ver el modelo completo de estas instalaciones.

Fue necesario adaptar las dimensiones de los tipos existentes de las válvulas de estas instalaciones al diámetro de las tuberías de cada uno de los sistemas.

Se utilizaron diferentes cotas de elevación para cada sistema de tuberías, y así evitar posibles solapamientos entre los diferentes sistemas modelados. Al asignar distintas cotas de elevación, se establece una jerarquía espacial en la representación de los sistemas de tuberías. Cada sistema se coloca a una altura específica en relación con los demás, asegurando que no se superpongan en el espacio tridimensional.

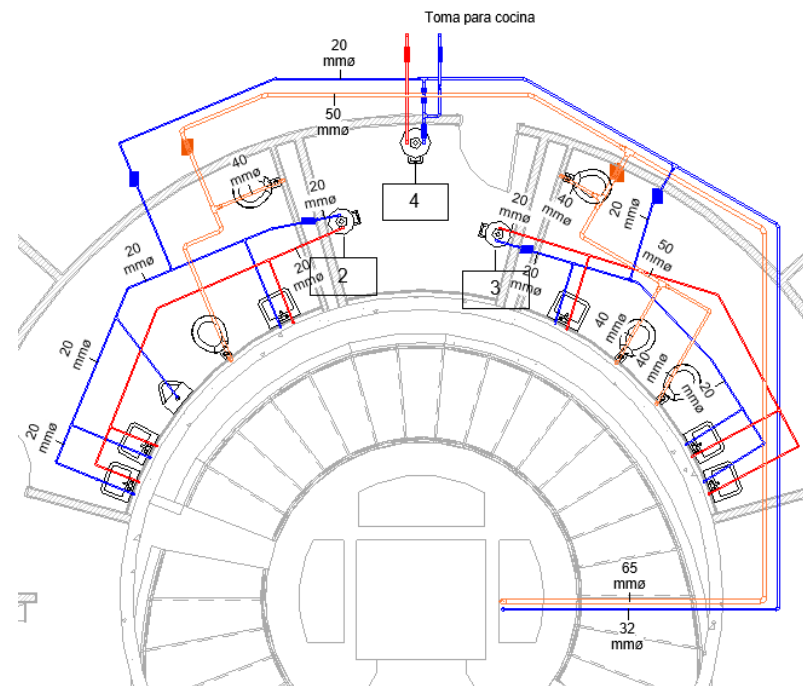


Ilustración 7.43 Instalaciones de agua fría, agua fría fluxómetros y agua caliente sanitaria (Vista de planta Nivel Mirador)

Fue necesario adaptar las dimensiones de los tipos existentes de las válvulas de estas instalaciones al diámetro de las tuberías de cada uno de los sistemas.

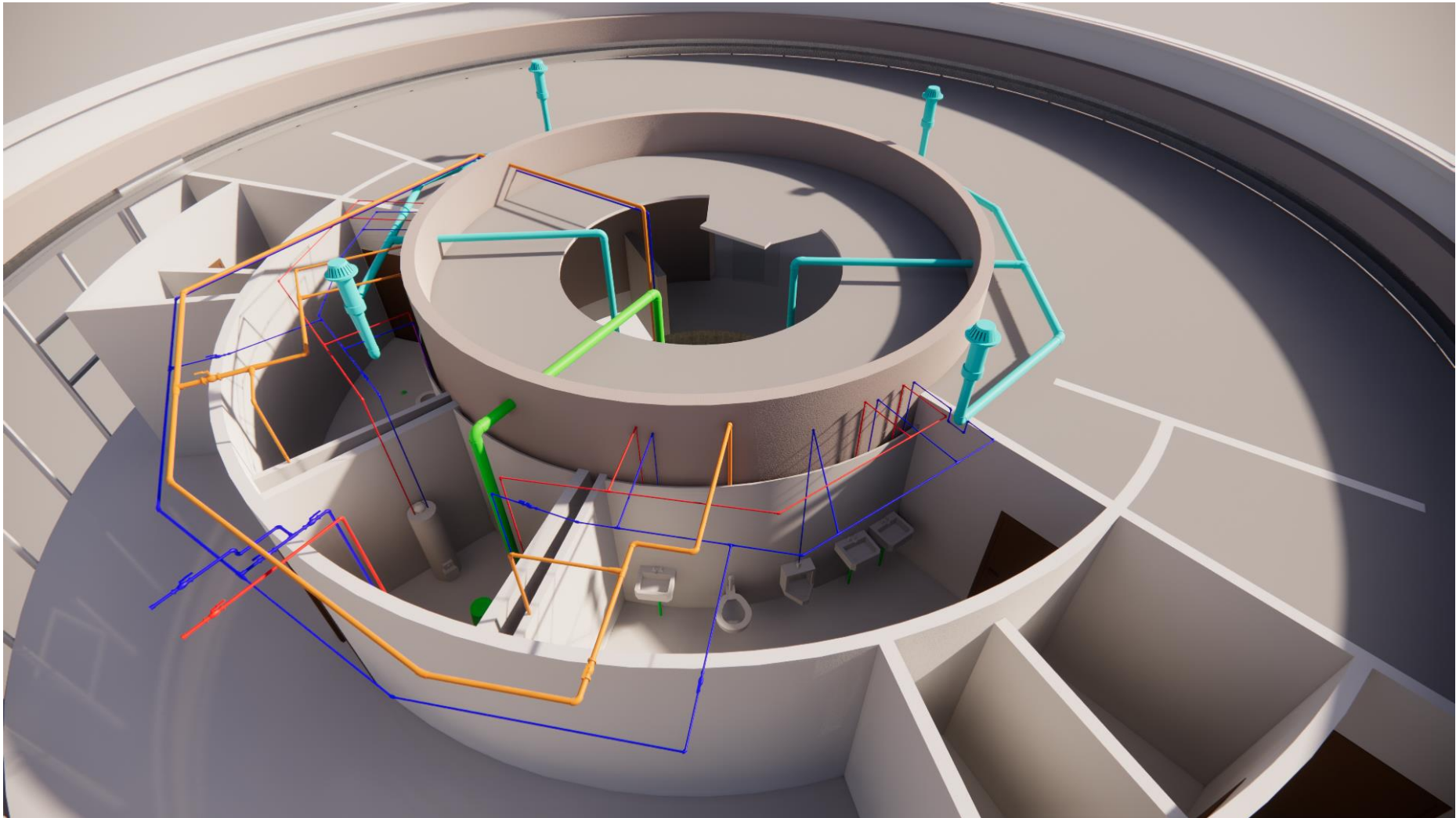


Ilustración 7.44 Instalaciones completas de fontanería y saneamiento (renderizado en Enscape)

7.4. Modelado de las instalaciones de ventilación mecánica

Para modelar estas instalaciones se creó un nuevo proyecto a partir de una plantilla de sistemas mecánicos de Revit, y de dentro de este nuevo proyecto se importó el modelo arquitectónico como vínculo.

Al igual que con el resto de las plantillas se modificaron las unidades del proyecto para que fuesen coherentes con el resto de las plantillas usadas en el proyecto.

Una vez vinculado el modelo arquitectónico se colocaron los niveles para el proyecto de ventilación mecánica.

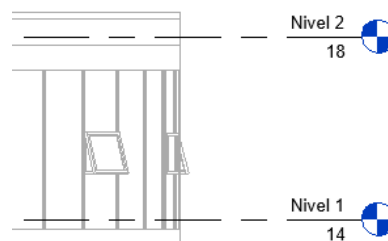


Ilustración 7.45 Niveles del proyecto de ventilación mecánica

Dado que estas instalaciones se ubican exclusivamente por encima del falso techo de la planta mirador y en la cubierta, se decidió establecer la referencia de altura en el nivel de la planta mirador, a una cota de 14 metros, en lugar de hacerlo en la plaza a nivel del suelo, a cota 0 metros. De esta manera, las alturas de los componentes y conductos de esta instalación se basarán en la elevación del suelo de la planta mirador.

En los planos de estas instalaciones (ver Anexo) proporcionados por el arquitecto, que constaban de un plano de la planta del mirador y un plano de la planta de la cubierta, había información sobre la denominación comercial de algunos de los equipos utilizados. Por tanto, haciendo búsqueda en bibliotecas de BIM de contenido MEP se descargaron las familias de estos equipos mecánicos.

Estos componentes eran dos bombas de calor y dos unidades de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Electric. Por tanto, solo fue necesario descargar dos familias, ya que dentro de cada familia hay diferentes tipos de modelo que cubren, en este caso, con los modelos requeridos. Cabe destacar la cantidad de información sobre los equipos que las familias de estas bibliotecas aportan reflejándose en etapas posteriores de documentación del proyecto, como en la generación de las tablas de planificación.

Para el resto de los equipos que no aparece su denominación en los planos se utilizaron familias de las bibliotecas que tiene el programa.

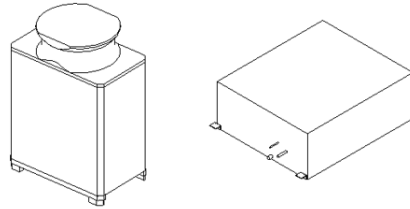


Ilustración 7.46 Equipos mecánicos descargados en biblioteca de contenido MEP

Posteriormente, se colocaron estos equipos en su ubicación correspondiente según los planos.

Al igual que con las instalaciones de saneamiento se crearon los nuevos tipos de sistemas de conductos que se van a usar en el proyecto. Estos son: suministro de aire, aire de retorno, aire viciado, aire primario, y toma de aire.

7.4.1. Suministro de aire

Se comenzó modelando los conductos de suministro de aire de la parte del restaurante. Para ello, se colocaron primero los terminales de aire.

Los terminales de aire consisten en rejillas de suministro con cuello y cara rectangular. Para abordar esta necesidad, se crearon nuevos tipos de rejillas de suministro dentro de una de las familias predefinidas proporcionadas por el programa. Para lograrlo, se duplicó uno de los tipos existentes, ya que las medidas requeridas para las rejillas no estaban disponibles de forma predeterminada.

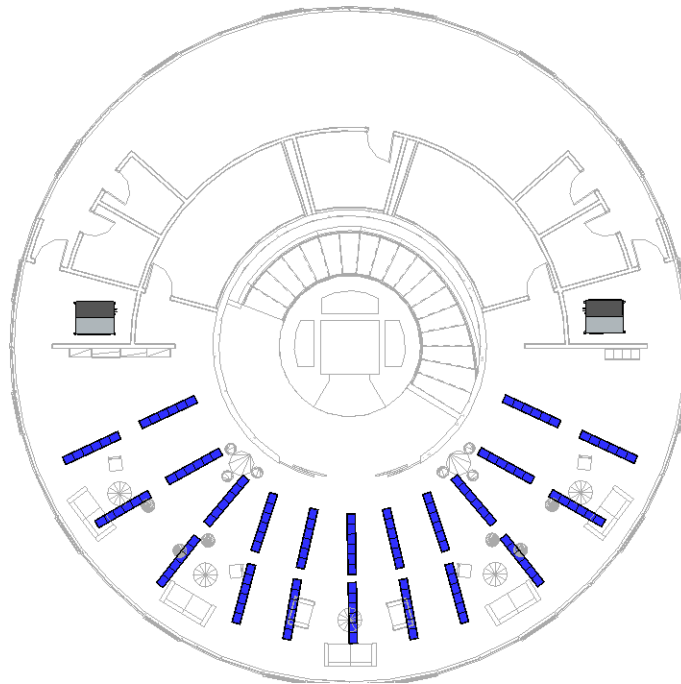


Ilustración 7.47 Terminales de aire para el suministro de aire (Vista de planta)

Modificando los parámetros de anchura y altura del nuevo tipo duplicado, se lograron las dimensiones deseadas para estas rejillas. Además, se creó una nueva familia a partir de esta, ya que algunas rejillas requieren dos desviaciones en lugar de una.

Los terminales de aire se colocaron a la altura del falso techo.

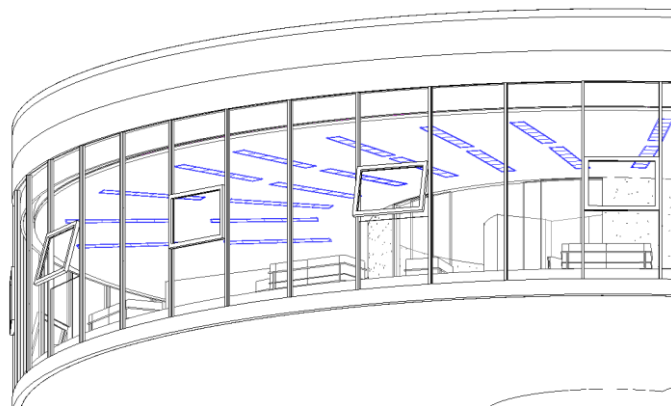


Ilustración 7.48 Terminales de aire colocados en el falso techo (Vista 3D)

Una vez colocados los terminales de aire se pueden generar los conductos que suministran el aire desde la unidad de aire acondicionado hasta estos terminales.

Como se puede ver en la Ilustración 7.49 las instalaciones para cada unidad de aire acondicionado son simétricas. Por tanto, modelando una de estas instalaciones se puede obtener la otra aplicando

simetría respecto a un eje de referencia. Para esto se puede usar la herramienta “Reflejar” del programa que permite invertir la posición de los elementos seleccionados, utilizando una línea o un borde existentes como eje de simetría, también se puede dibujar una línea temporal para utilizarla como eje para hacer el reflejo. De este modo podemos seleccionar todos los elementos modelados y hacer uso de esta herramienta usando como eje, aprovechando la forma circular del edificio, una línea que inicie en el centro y se prolongue hacia abajo formando 90 grados con la horizontal.

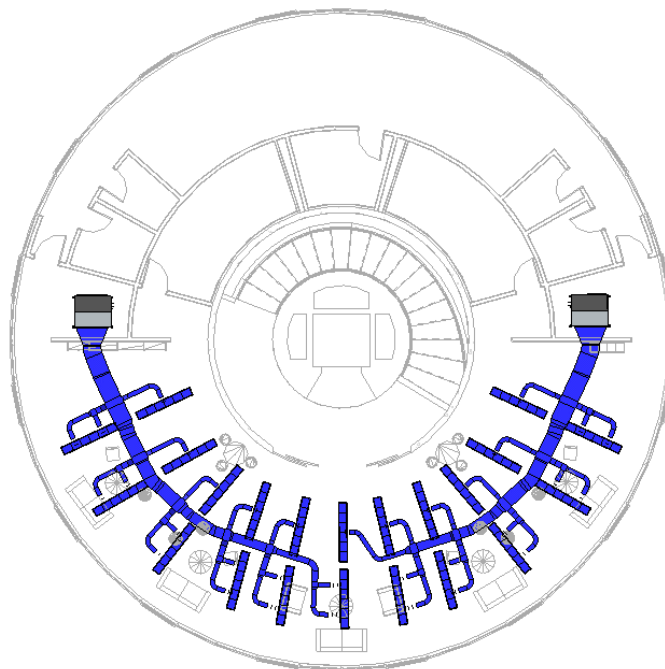


Ilustración 7.49 Suministro de aire de los sistemas de aire acondicionado del restaurante (Vista de planta)

7.4.2. Aire de retorno

Para completar las instalaciones modeladas hasta ahora es necesario colocar los conductos de retorno que recogen el aire de toda la estancia y lo llevan hasta la entrada en la unidad de aire acondicionado. Algunos de estos conductos llevan practicados huecos por donde se recogerá el aire de retorno.

Por tanto, se colocaron los conductos de ventilación para el retorno de aire de una de las unidades de aire acondicionado y luego, al igual que con los conductos de suministro de aire, se utilizó la herramienta “Reflejar” para crear los conductos en la otra unidad, tal como se ve en la Ilustración 7.50.

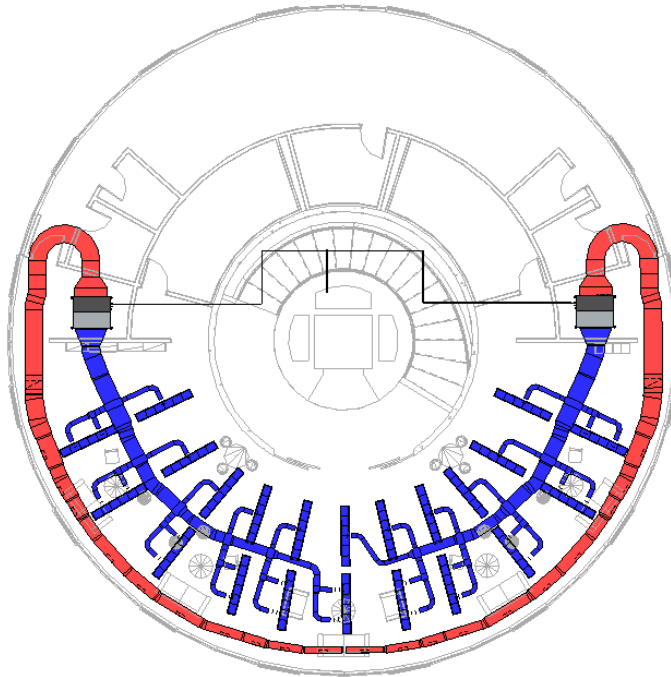


Ilustración 7.50 Suministro y retorno de aire de los sistemas de aire acondicionado del restaurante (Vista de planta)

Para mayor claridad se muestra una vista en 3D de estas instalaciones en la . Además, en esta vista se pueden apreciar los conductos de gas refrigerante que conectan las unidades de aire acondicionado con una de las bombas de calor.

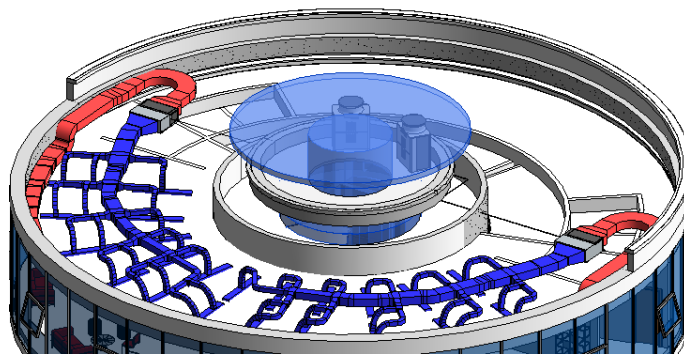


Ilustración 7.51 Suministro y retorno de aire de los sistemas de aire acondicionado del restaurante (Vista 3D)

7.4.3. Extracción de aire

Este sistema consta de dos partes, una de ellas para la extracción del aire en la zona del restaurante y otra para la extracción de aire viciado en los baños.

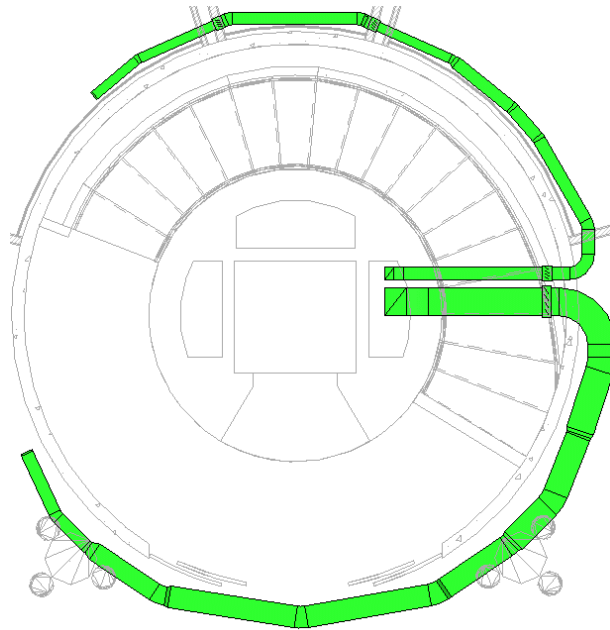


Ilustración 7.52 Conductos de extracción de aire del restaurante y los baños (Vistas de planta)

En la Ilustración 7.52 se pueden ver la vista de planta del Nivel 1 (imagen de la izquierda). Estas instalaciones se modelaron de forma análoga a las instalaciones de suministro de aire, se colocaron primero los equipos mecánicos y los terminales de aire y a partir de ahí se crearon los conductos de aire.

Los conductos de aire ascienden a la cubierta a través de las canalizaciones. En la Ilustración 7.53 se puede ver con más claridad la disposición de estas instalaciones.

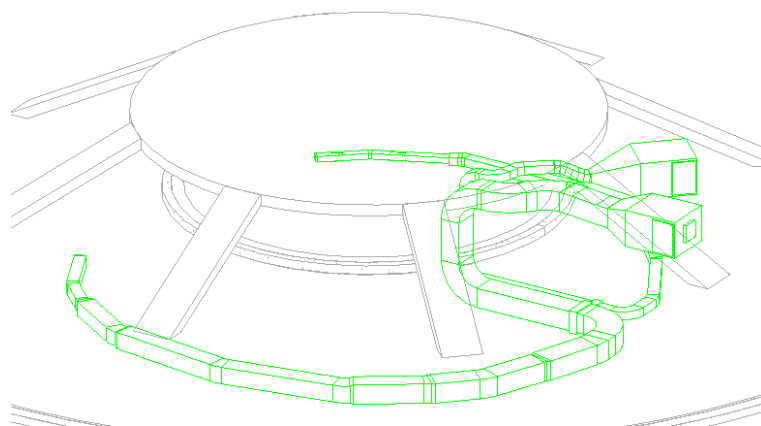


Ilustración 7.53 Conductos de extracción de aire del restaurante y los baños (Vista 3D)

7.4.4. Aire primario

Se entiende por aire primario al aire que se toma del exterior y se introduce en un sistema de climatización para su posterior tratamiento y distribución dentro del edificio. Generalmente, se

extrae del exterior mediante una entrada de aire y se introduce en el sistema de aire acondicionado a través de un equipo de tratamiento de aire, como un ventilador o una unidad de tratamiento de aire.

Por tanto, dentro de estas instalaciones se creó una entrada de aire ubicada en la cubierta del edificio, se colocó una unidad de tratamiento de aire y las rejillas de ventilación. A partir de aquí al igual que en los anteriores sistemas se crearon los conductos que conectan todos estos elementos.

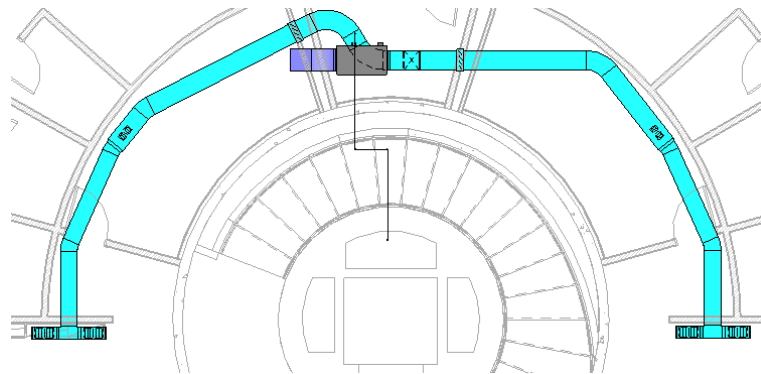


Ilustración 7.54 Sistema de aire primario (Vistas de planta)

Posteriormente, se conectó la unidad de tratamiento a la bomba de calor mediante una tubería de gas refrigerante.

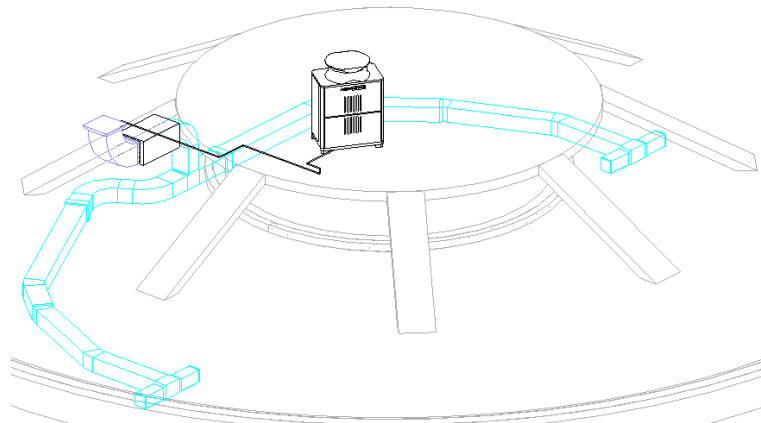


Ilustración 7.55 Sistema de aire primario (Vista 3D)

Finalizando el modelado de este sistema queda completo el modelo de las instalaciones de ventilación mecánica. Se muestra en la Ilustración 7.56 el modelo final de esta instalación.

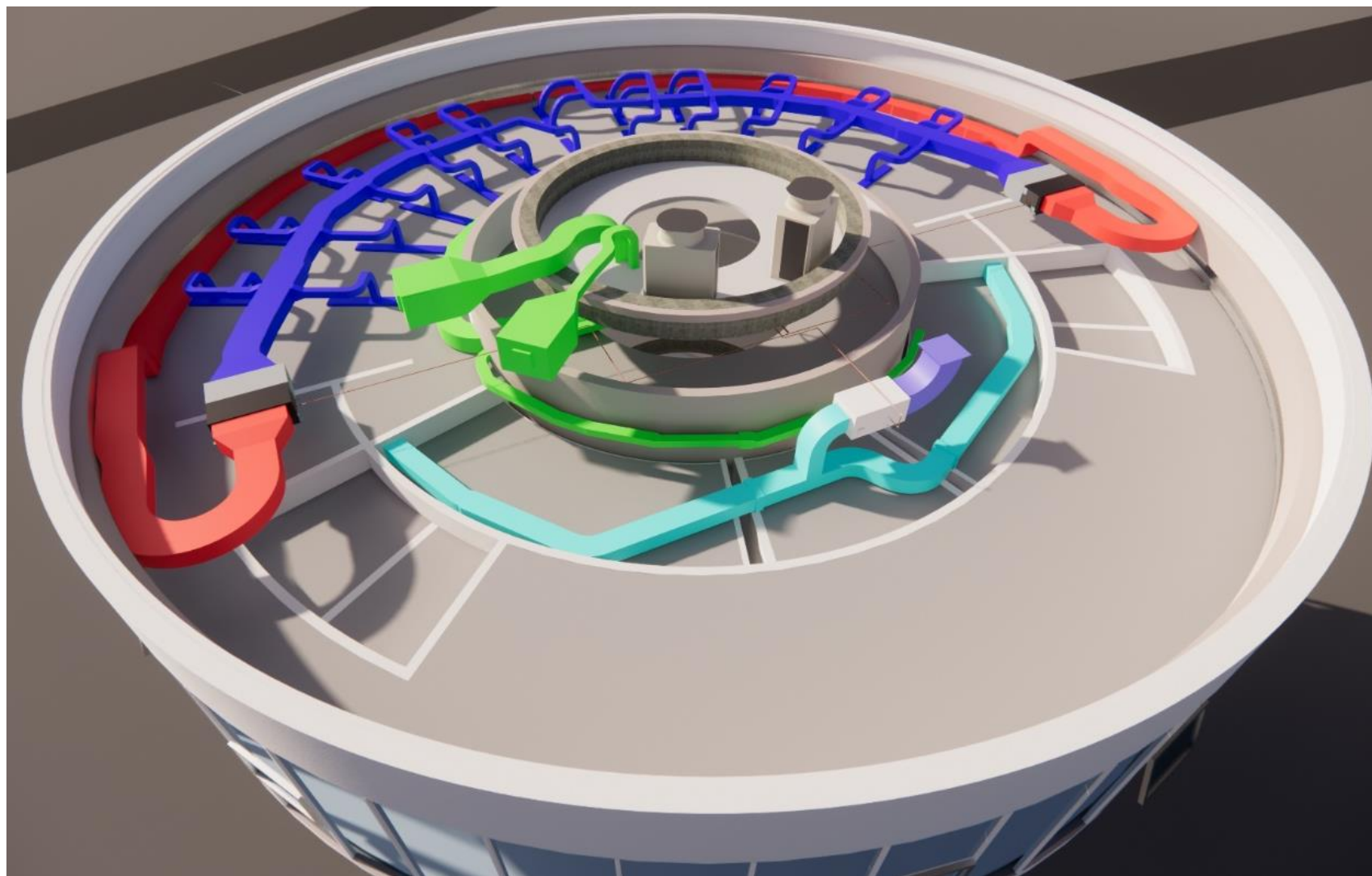


Ilustración 7.56 Instalaciones completas de ventilación mecánica (renderizado con Enscape)

7.5. Modelado del entorno próximo y presentación de resultados

Para este propósito se usaron diferentes programas para así comparar el resultado obtenido entre ellos como, por ejemplo, Enscape y Twinmotion. Ambos son herramientas de visualización arquitectónica en tiempo real que permiten crear recorridos virtuales y renderizaciones fotorrealistas. Una de las principales diferencias es el costo, mientras que Enscape es un software comercial que requiere de una licencia de pago para su uso, Twinmotion está disponible de forma gratuita para usuarios de Revit. A continuación, se muestra una comparativa entre las imágenes renderizadas con cada programa:

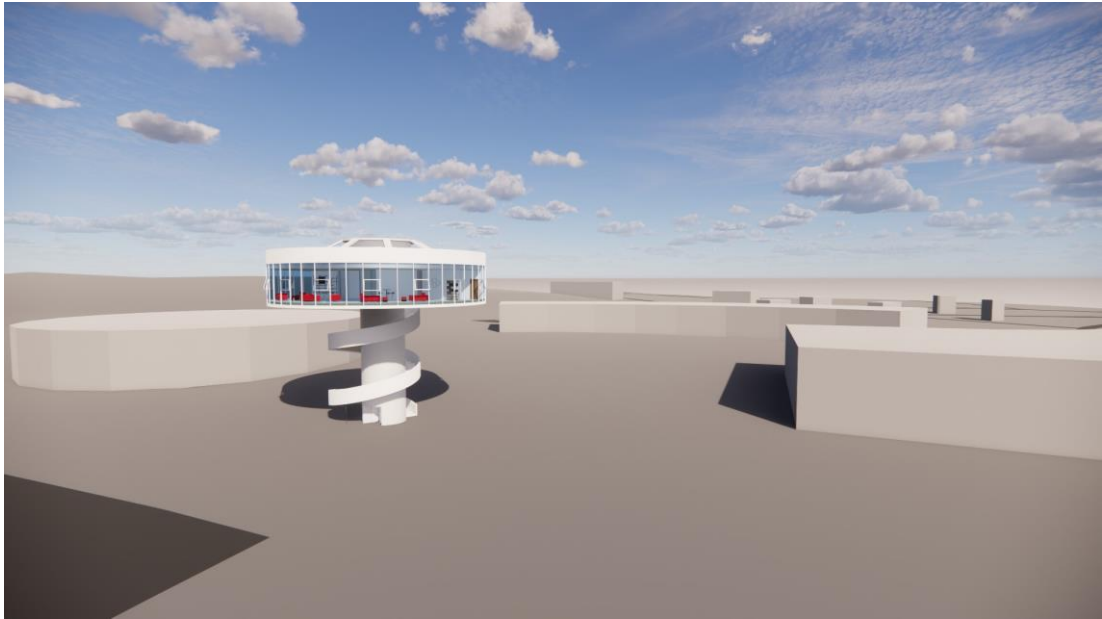


Ilustración 7.57 Imagen renderizada con Enscape (1)

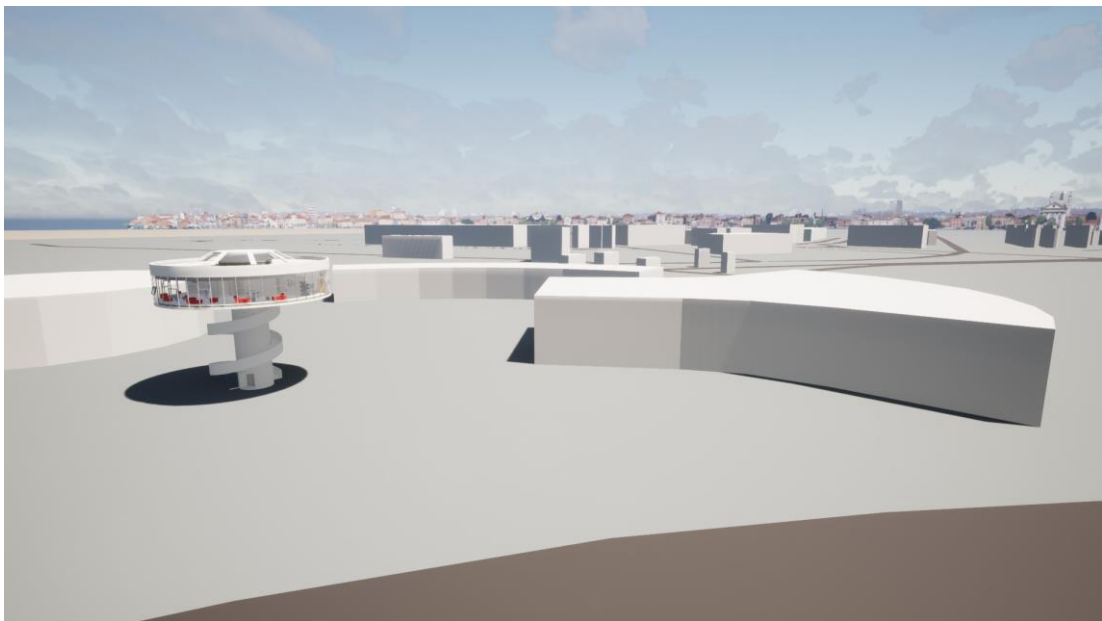


Ilustración 7.58 Imagen renderizada con Twinmotion (1)



Ilustración 7.59 Imagen renderizada con Enscape (2)



Ilustración 7.60 Imagen renderizada con Twinmotion (2)



Ilustración 7.61 Imagen renderizada con Enscape (3)



Ilustración 7.62 Imagen renderizada con Twinmotion (3)

Además, se descargó un modelo digital del terreno con paso de malla de dos metros (MDT02) desde el Instituto Geográfico Nacional³¹.

Una vez descargado se pueden componer el modelo digital del terreno y la ortoimagen de la zona para obtener un relieve coloreado que posteriormente se podrá importar en Revit como superficie topográfica.

QGIS es un sistema de información geográfica de código abierto (SIG) que permite visualizar mapas en diferentes formatos y proyecciones, crear y editar capas de datos, análisis espacial, manejo de bases de datos geográficas y publicar mapas en diferentes formatos.

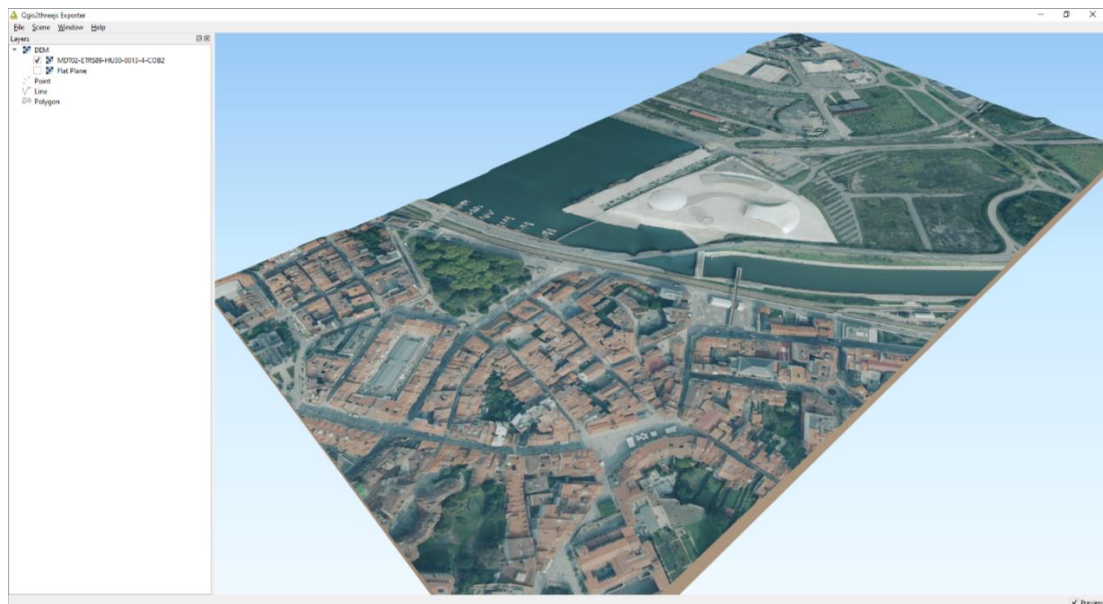


Ilustración 7.63 Modelo del terreno en QGIS

Los datos descargados del Instituto Geográfico Nacional en formato TXT se importaron en Revit para crear la superficie topográfica. Luego se creó un nuevo material para aplicar a la superficie y poder colocar la ortofoto sobre ella. El resultado se muestra en la Ilustración 7.64.

³¹ Fuente (<https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>)

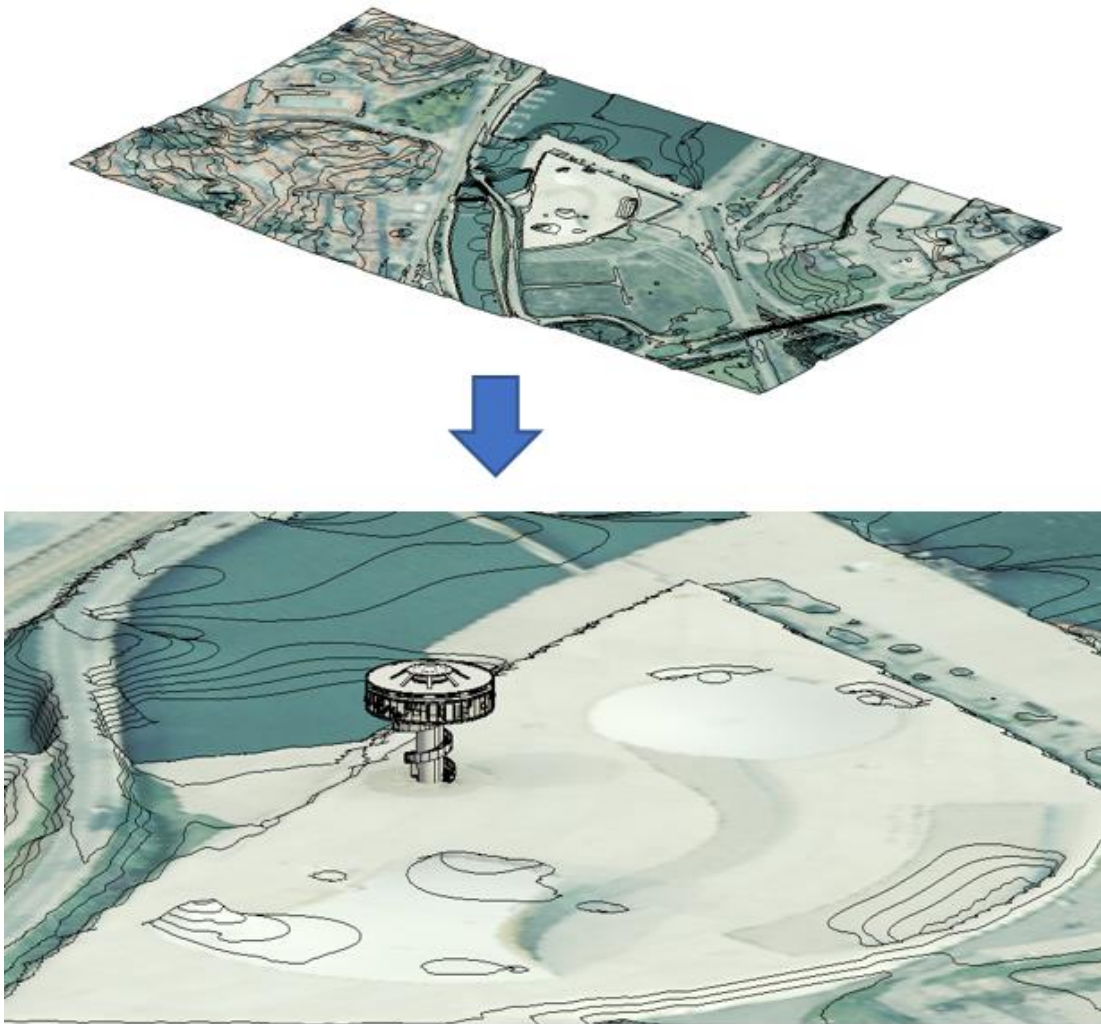


Ilustración 7.64 Modelo del terreno importado en Revit

También se generó el modelo del entorno mediante el uso de Autodesk InfraWorks. El generador de modelos de este programa permite seleccionar una zona delimitada del mapa y, a continuación, generar un modelo 3D. Utiliza datos que están disponibles de forma gratuita en Internet como OpenStreetMaps, Bing Maps o los servidores de la NASA.

Los datos que se generan incluyen información sobre el terreno, carreteras, zonas húmedas, ferrocarriles y edificios.

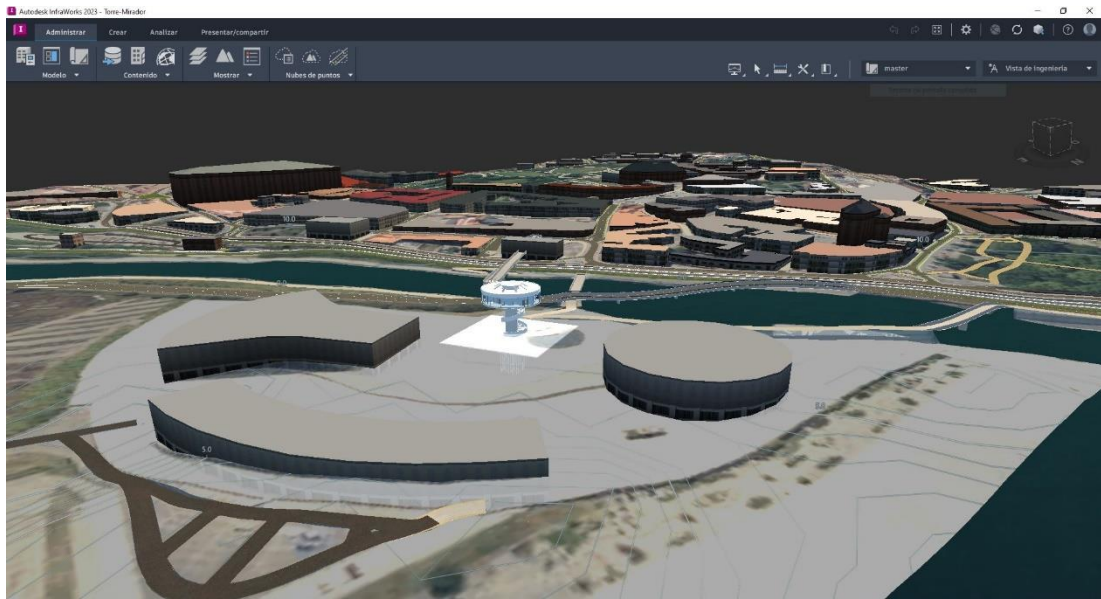


Ilustración 7.65 Modelo del entorno en InfraWorks

7.6. Visualización en visores de archivos IFC

Desde Revit se exportó el modelo del edificio en formato IFC y posteriormente se abrió este archivo desde los diferentes visores gratuitos. Concretamente, los visores BIMvision y Open IFC Viewer. También se subió este modelo al visor de Autodesk (ver Ilustración 7.34), aunque en este visor se cargó directamente el archivo en formato RVT.

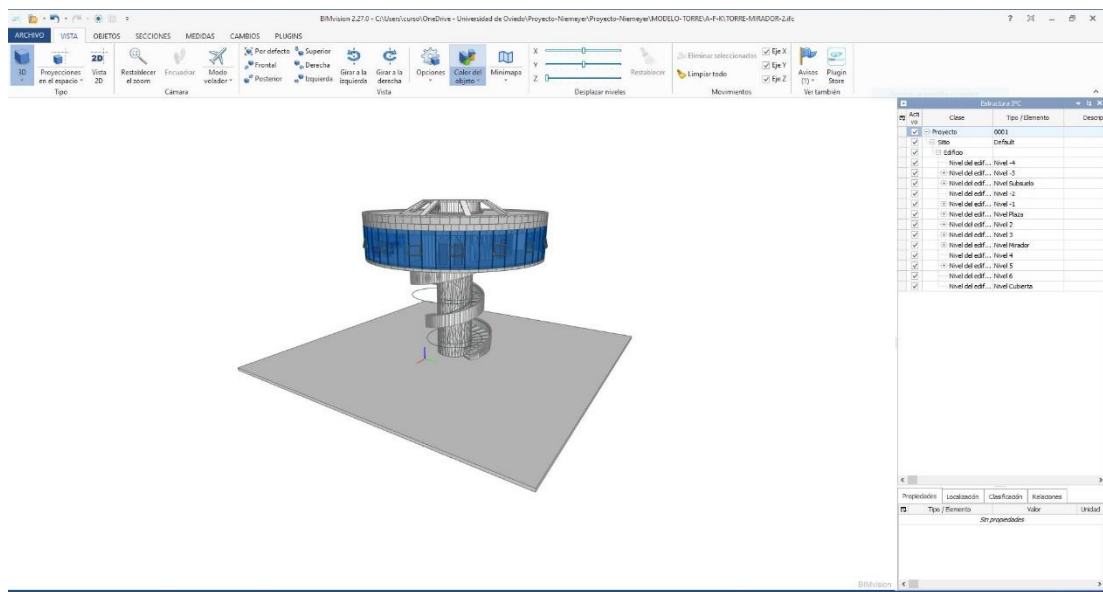


Ilustración 7.66 Modelo de la Torre en el visor BIMvision

Es interesante observar que estos visores tienen la capacidad de visualizar la estructura del árbol IFC, aunque existen diferencias en la forma en que se representan tanto el árbol como las propiedades de los objetos.

Se comprobó también las posibilidades que ofrecen estos visores de calcular el volumen de una cimentación de hormigón (ver Ilustración 7.67), el área de una estancia o la longitud de un elemento.

En cuanto a la visualización de planos 2D, los visores permiten mostrar los diseños en una vista bidimensional, lo que facilita la comprensión de la geometría compleja de este edificio.

Además, las cajas de sección permiten realizar cortes virtuales del edificio para poder explorar y examinar cada área con mayor detalle. Esto es de gran utilidad para examinar elementos ocultos o complejos dentro del edificio, ya que la sección transversal revela información más detallada de la composición de los elementos y su geometría.

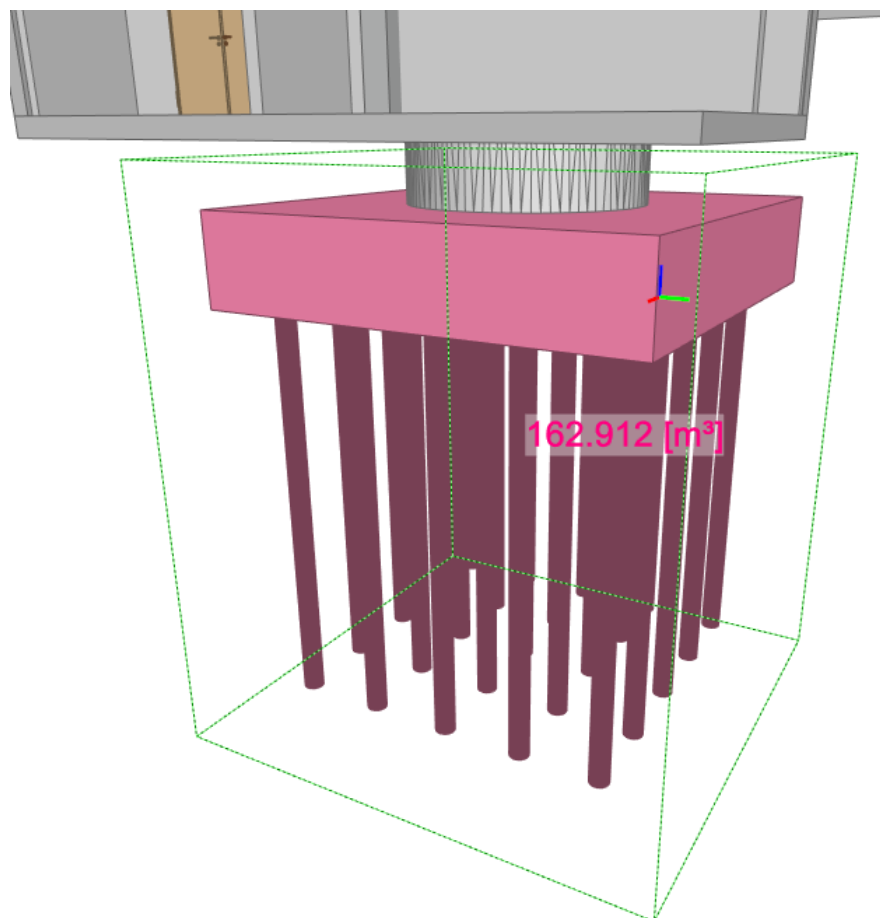


Ilustración 7.67 Cálculo del volumen de la losa de pilotada en BIMvision

Por otro lado, las herramientas de validación y comprobación fueron especialmente útiles para garantizar la calidad y la precisión del modelo del edificio. Estas funcionalidades permiten realizar verificaciones automáticas y análisis de consistencia en el modelo BIM, lo que ayuda a identificar posibles errores o inconsistencias en la información.

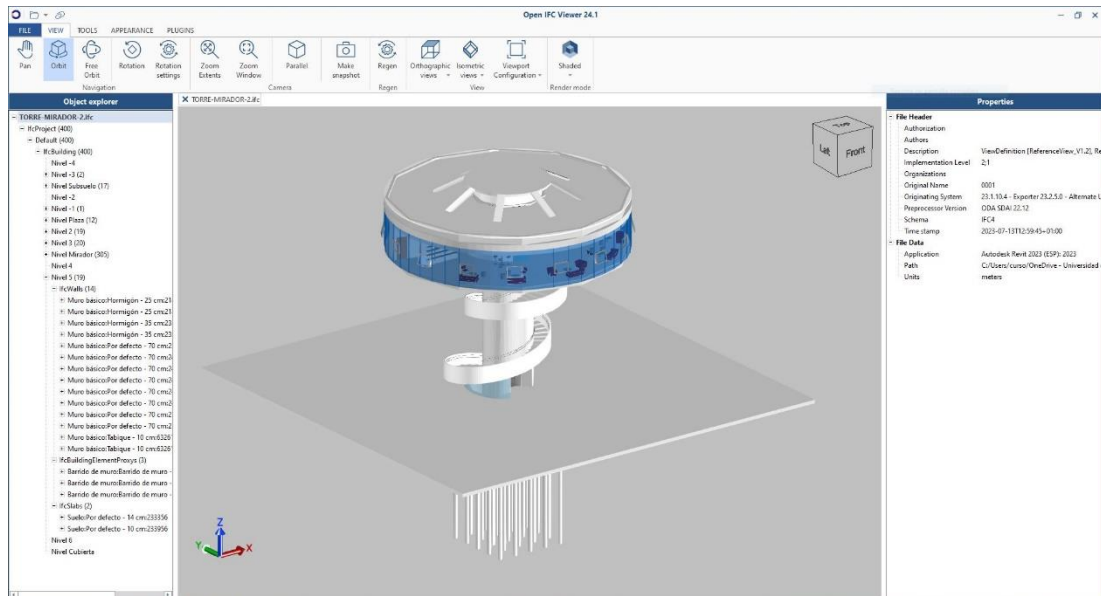


Ilustración 7.68 Modelo de la Torre en el visor Open IFC Viewer

8. PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Para realizar la planificación temporal de este proyecto se utilizó Microsoft Project³². Dentro de este programa se incluyeron todas las tareas con sus duraciones, las fechas de comienzo de estas y la dependencia que hay entre las tareas.

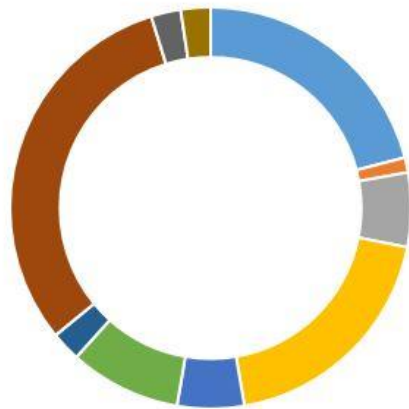
La primera tarea que se puede ver en el Diagrama Gantt es la realización de los cursos previos. Estos cursos, como ya se comentó se adjuntan sus certificados de superación en el apartado de Anexos. En total tres cursos, un curso introductorio y otro avanzado de modelado 3D para diseño arquitectónico, y un curso de técnicas de modelado y diseño de sistemas mecánicos.

Existen tareas que se llevan a cabo simultáneamente con otras, como la generación de documentos, que se inició una vez que se había completado una parte del modelo arquitectónico y continuó hasta la fase final del trabajo.

³² Programa de Microsoft Office que permite planear, gestionar, seguir y controlar cualquier tipo de proyecto en los plazos establecidos.

Planificación del TFG

Duración de las tareas



- Realización de cursos
- Análisis de los datos de partida
- Busqueda de información
- Modelado arquitectónico
- Modelado de instalaciones de saneamiento
- Modelado de instalaciones de ventilación mecánica
- Modelado del entorno próximo
- Generación de documentación
- Generación de planos y tablas de planificación
- Generación de renderizaciones

Nombre	Comienzo	Fin	Duración
Realización de cursos	mar 20/12/22	lun 06/02/23	35 días
Análisis de los datos de partida	mar 07/02/23	mié 08/02/23	2 días
Busqueda de información	mar 07/02/23	lun 20/02/23	10 días
Modelado arquitectónico	mar 21/02/23	mié 05/04/23	32 días
Modelado de instalaciones de saneamiento	jue 06/04/23	mar 18/04/23	9 días
Modelado de instalaciones de ventilación mecánica	mié 19/04/23	mar 09/05/23	15 días
Modelado del entorno próximo	mié 10/05/23	lun 15/05/23	4 días
Generación de documentación	mié 22/03/23	jue 01/06/23	52 días
Generación de planos y tablas de planificación	lun 22/05/23	jue 25/05/23	4 días
Generación de renderizaciones	lun 22/05/23	jue 25/05/23	4 días

Ilustración 8.1 Gráfico y tabla de la planificación temporal

8.1. Diagrama de Gantt

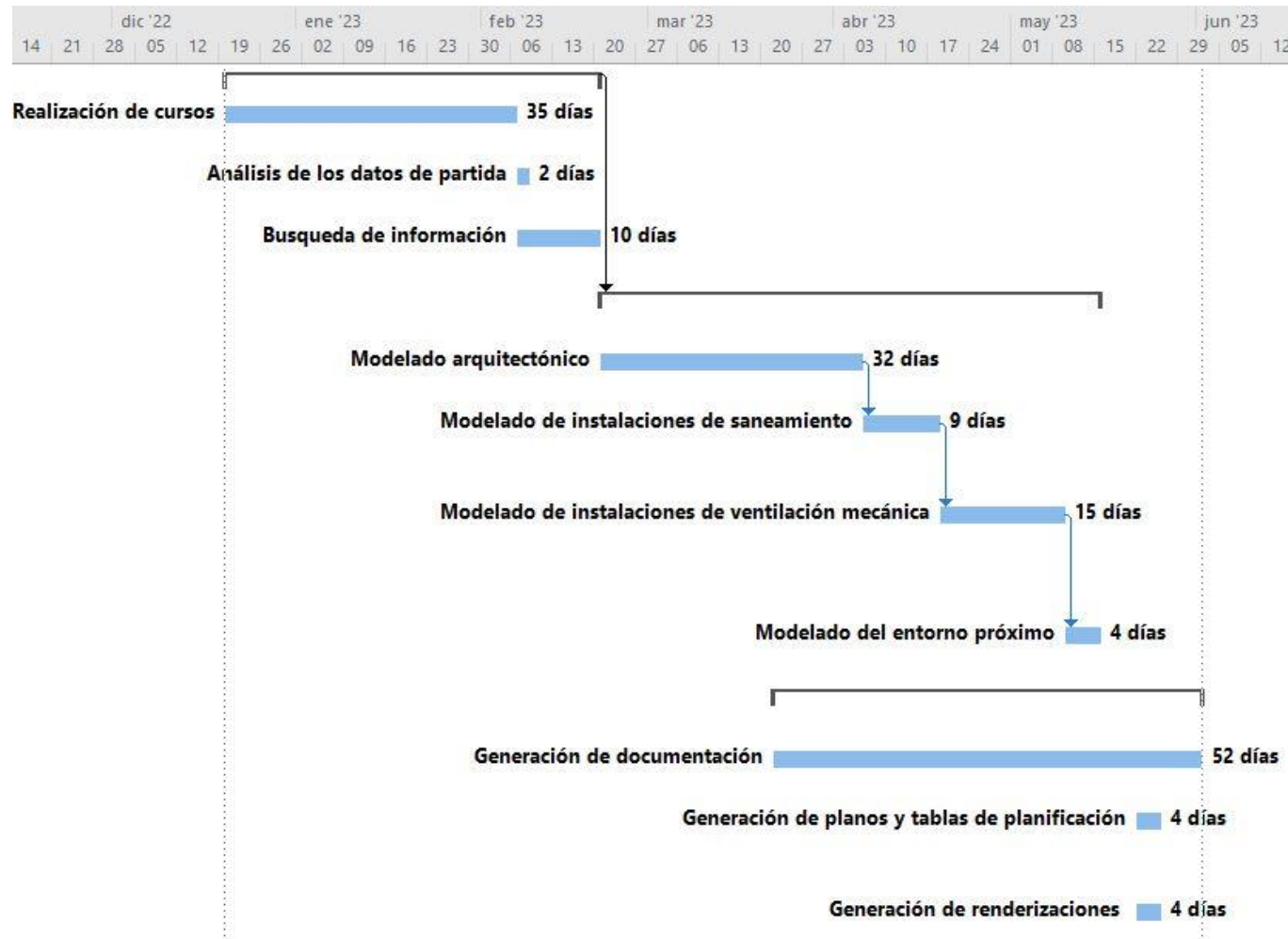


Ilustración 8.2 Diagrama Gantt de planificación

9. PRESUPUESTO

El presupuesto elaborado para este proyecto no se trata del presupuesto de construcción del edificio, sino del presupuesto asociado para la realización del modelo BIM, es decir, la parte correspondiente al presupuesto de ingeniería.

9.1. Coste del software y hardware utilizado

Aunque en este proyecto, gracias a las licencias educativas disponibles por pertenecer a la Universidad de Oviedo, el software es gratuito se tendrá en cuenta el precio oficial para la compra de estas licencias en el cálculo del presupuesto.

Licencia	Precio (€/mes)	Meses	Coste total (€)
AutoCAD	291	4	1.164
Revit	418	4	1.672
InfraWorks	303	1	303
Enscape	76,90	1	76,90

Tabla 2 Coste de los programas utilizados

El coste de los programas utilizados será de **3.215,9€**.

Tipo	Precio (€)	T_u (semanas)	T_a (semanas)	C_p (€)
Sistema Operativo	140	16	100	22,4
Equipo informático	700	16	100	112

Tabla 3 Coste de software y hardware

T_u : Tiempo de uso estimado en semanas

T_a : Tiempo de amortización estimado en semanas

C_p : Coste de amortización del proyecto en euros

El coste del software y el hardware utilizado será de **134,4€**.

9.2. Coste del personal

En este apartado se calculan los costes asociados a la mano de obra cualificada para la realización del trabajo.

Tarea	Duración (h)	Coste por hora (€/h)	Coste (€)
Estudios previos	180	25	4.500
Generación del modelo	240	30	7.200
Documentación y resultados	208	30	6.240
Total			17.940

Tabla 4 Coste del personal

El coste del personal para este proyecto es de **17.940€**

9.3. Coste final

Por último, se muestra el coste total del proyecto, para ello hay que incluir el porcentaje referido a los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA.

Cada uno de los porcentajes aplicados se muestran en la Tabla 5.

Concepto	Coste (€)
Software, hardware y programas utilizado	3.350,3
Personal	17.940
Total (sin %)	21.290,3
Gastos generales (13%)	2.767,7
Beneficio industrial (6%)	1.277,4
IVA (21%)	4.471
Total	29.806,4

Tabla 5 Costes totales del proyecto

Por tanto, el coste total del proyecto asciende a **29.806,4€**.

10.CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

En este capítulo se presentará un análisis sobre el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos en este proyecto. Además, se abordarán las motivaciones que impulsaron la realización de este trabajo y se compartirán las conclusiones obtenidas a través de la aplicación de la metodología BIM. También se explorarán las posibles áreas de desarrollo futuro que podrían surgir a partir de los resultados y hallazgos de este proyecto

Se cumplieron con los siguientes objetivos:

- Se creó un modelo BIM del edificio “Torre-Mirador” del complejo Niemeyer de Avilés.
- Se modelaron las instalaciones de fontanería y ventilación mecánica. Creando además las tablas de planificación que recogen toda la información importante de estas instalaciones, y que se pueden consultar en los planos de estas.
- Se creó el entorno próximo del edificio mediante Enscape y Twinmotion, y se generaron varias imágenes renderizadas a modo de comparativa entre ambos programas.
- Además, se creó la superficie topográfica en Revit a partir del modelo digital del terreno del Instituto Geográfico Nacional.

Hay varios motivos por los que elegí realizar este proyecto:

- Para profundizar en la metodología BIM más allá de lo visto en la carrera en la asignatura de Aplicaciones Industriales del CAD, aplicando el aprendizaje a un caso práctico, y a mi parecer llamativo, como es el modelado del edificio “Torre-Mirador” del complejo Niemeyer.
- Aprender sobre los diferentes procesos y flujos de trabajos relacionados con la gestión de proyectos, el diseño y la construcción. De manera que me llevase a tener una visión más amplia sobre cómo se llevan a cabo los proyectos de construcción.
- Dado que BIM, como se explicó en este trabajo, se está volviendo una práctica estándar en la industria de la construcción de muchos países y muchas empresas requieren conocimientos en esta metodología, conocer mejor BIM puede abrirme nuevas oportunidades de empleo y desarrollo profesional.
- Aprender también a trabajar de manera más eficiente y productiva, automatizando las tareas repetitivas y reduciendo los errores.
- El realizar este tipo de proyecto implica la mejora en habilidades técnicas dado que hay que utilizar diferentes herramientas y tipos de software.

En el proyecto se ha podido comprobar como el esfuerzo de más en la modelización del edificio y las instalaciones da sus frutos a la hora de generar la documentación, los planos y las tablas de planificación.

Una característica destacada es la notable flexibilidad de esta metodología ante los cambios. Durante el transcurso del proyecto, se llevaron a cabo diversas modificaciones, como la redistribución de las habitaciones, y estas actualizaciones se reflejaron automáticamente en todos los proyectos relacionados, así como en los documentos asociados a los modelos, tales como planos y tablas de planificación.

Por otro lado, se pudo comprobar la eficacia en la detección y resolución de conflictos entre las diferentes instalaciones, como algunas interferencias que había entre las instalaciones de saneamiento y de ventilación mecánica.

Sin embargo, también se encontraron algunos desafíos, como el nivel de conocimiento necesario para manejar los diversos programas, como en el caso de Revit. Este programa en particular es bastante denso y requiere un dominio profundo de sus funciones para poder aprovecharlo al máximo.

Se comentarán a continuación los posibles trabajos futuros que se podrían realizar:

- Se podría realizar el modelado del resto de edificios del complejo, y posteriormente importarlos en el modelo digital del terreno descargado desde el Instituto Geográfico Nacional para así componer el modelo completo del complejo.
- Dentro del edificio realizado en este trabajo se podrían modelar las instalaciones eléctricas del edificio. Pudiendo utilizarse como Trabajo Fin de Grado de un alumno de la especialidad de Ingeniería Eléctrica.
- Disponiendo de la memoria original del proyecto y, por tanto, la información relativa a todos los sistemas utilizados y los materiales, podrían realizarse simulaciones en las instalaciones ya modeladas o realizar un análisis energético del edificio.

11. BIBLIOGRAFÍA

En este apartado se incluyen todos los documentos, vídeos y páginas web que se consultaron como referencia. Se incluirán también las bibliotecas BIM que se utilizaron para descargar las familias que se necesitaron en el proyecto.

Documentos:

- Mitma, S., de Publicaciones, C., de Transportes, M., & Agenda Urbana, M. (s.f.). Fundamentos BIM para la contratación pública.
Obtenido de <https://mitma.gob.es/>
- BIM Documento 4 Diseño de Instalaciones MEP. (s.f.).
Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/gu%C3%ADas-ubim/>
- BIM Documento 8 Uso de modelos para la visualización. (s.f.).
Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/gu%C3%ADas-ubim/>
- De Usuarios, G., & Documento, B. (s.f.). Parte General.
Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/gu%C3%ADas-ubim/>
- De, G., & Documento, B. (s.f.). Mediciones en BIM.
Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/gu%C3%ADas-ubim/>
- May, M., Krämer, M., & Schlundt, M. (Eds.). (2023). BIM in Real Estate Operations. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
Obtenido de <https://link.springer.com/10.1007/978-3-658-40830-5>
- Mitma, S., de Publicaciones, C., de Transportes, M., & Agenda Urbana, M. (s.f.). Fundamentos BIM para la contratación pública.
Obtenido de <https://mitma.gob.es/>
- Generación de Modelos: Guía de Modelado de Arquitectura. (s.f.).
Obtenido de <https://mitma.gob.es/>
- Niemeyer, O. (s.f.). Centro Cultural Internacional.
Obtenido de www.niemeyercenter.org

Vídeos:

- (175) BIM ON 2023 – YouTube. Obtenido el 11 de mayo de 2023
<https://www.youtube.com/watch?v=WhL17LccpOg>

Páginas web:

- Industry Foundation Classes (IFC) – buildingSMART Technical. Obtenido el 3 de mayo de 2023.
<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>
- Familias BIM las mejores plataformas para conseguirlas-Editeca. Obtenido el 5 de mayo de 2023.
<https://editeca.com/plataformas-de-familias-bim/>
- Mapa legal de BIM en España – BIMlegal. Obtenido el 11 de mayo de 2023.
<https://bimlegal.net/mapa-legal-de-bim-en-espana/>
- El futuro de BIM: 9 tendencias emergentes – BIMobject. Obtenido el 11 de mayo de 2023.
<https://business.bimobject.com/es/blog/futuro-de-bim-tendencias-y-tecnologias/>
- ¿Qué es IFC? IFC y los Estándares BIM. Obtenido el 20 de mayo de 2023.
<https://especialista3d.com/navisworks-2/ifc/>
- Grado de implantación BIM en la empresa española – BuildingSMART Spanish Chapter. Obtenido el 13 de junio de 2023.
<https://www.buildingsmart.es/2021/05/31/grado-de-la-implantaci%C3%B3n-bim-en-la-empresa-espa%C3%B1ola/>
- ¿Qué son las familias en Revit y qué tipos existen? – Konstruedu. Obtenido el 25 de junio de 2023.
<https://konstruedu.com/es/blog/que-son-las-familias-en-revit-y-que-tipos-existen>
- BIM en el mundo hoy – LinkedIn. Obtenido el 3 de julio de 2023.
<https://es.linkedin.com/pulse/bim-en-el-mundo-hoy-salvador-moret-colomer>
- IFC principio, usos y mal entendimiento de su aplicabilidad – BuildBIM. Obtenido el 4 de julio de 2023
<https://www.buildbim.cl/2018/07/20/ifc-principios-usos-y-mal-entendimiento-de-su-aplicabilidad/>

- (11) Las dimensiones del BIM – LinkedIn. Obtenido el 5 de julio de 2023

<https://www.linkedin.com/pulse/las-dimensiones-bim-roberto-perez/?originalSubdomain=es>

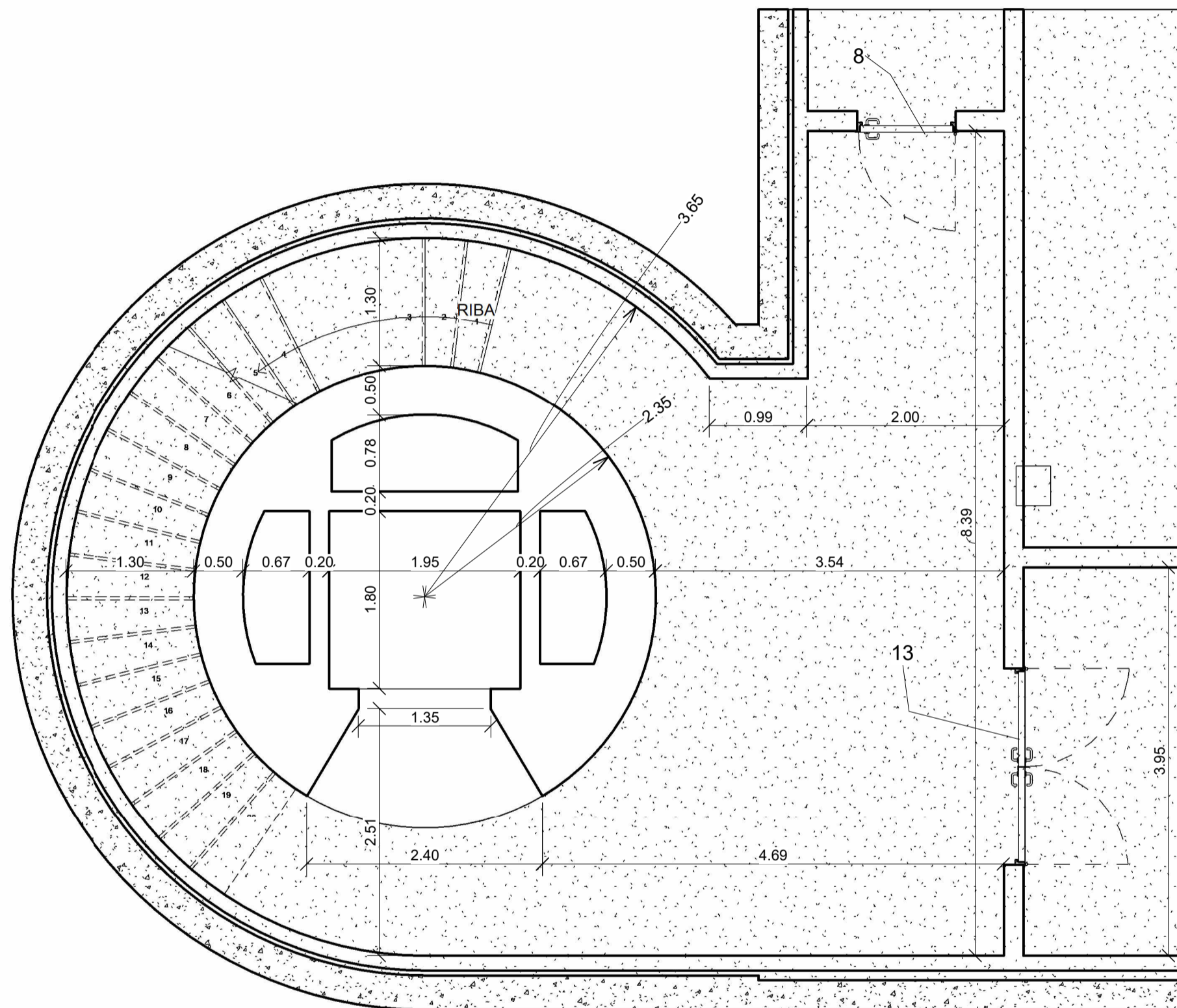
Bibliotecas BIM:

- www.bimobject.com
- <https://www.mepcontent.com/es/>
- <http://bimetica.com/>

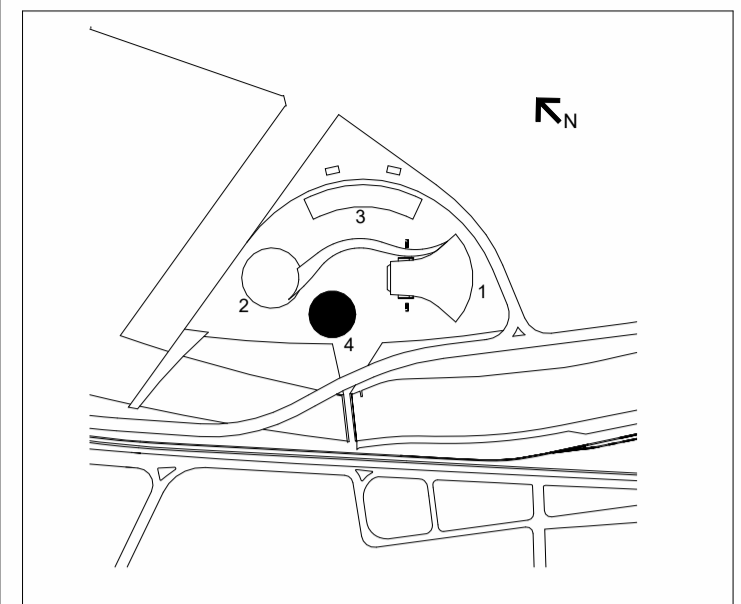
Planos

Índice de planos

1.	PLANO A110 – PLANTA NIVEL SUBSUELO	3
2.	PLANO A120 – PLANTA NIVEL PLAZA.....	4
3.	PLANO A130 – PLANTA NIVEL 2.....	5
4.	PLANO A140 – PLANTA NIVEL 3.....	6
5.	PLANO A150 – PLANTA NIVEL MIRADOR.....	7
6.	PLANO A160 – PLANTA NIVEL 6.....	8
7.	PLANO A170 – ALZADOS	9
8.	PLANO A210 – FONTANERÍA NIVEL -1	10
9.	PLANO A220 – FONTANERÍA MIRADOR.....	11
10.	PLANO A230 – FONTANERÍA ALZADOS.....	12
11.	PLANO A310 – SANEAMIENTO NIVEL -1	13
12.	PLANO A320 – SANEAMIENTO NIVEL 2	14
13.	PLANO A330 – SANEAMIENTO CUBIERTA.....	15
14.	PLANO A340 – SANEAMIENTO ALZADOS.....	16
15.	PLANO A410 – CLIMATIZACIÓN MIRADOR	17
16.	PLANO A420 – CLIMATIZACIÓN CUBIERTA	18
17.	PLANO A430 – CLIMATIZACIÓN VISTA 3D.....	19



1 Nivel Subsuelo
A110 1:50



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre-Mirador

Planta Nivel Subsuelo

Número de proyecto 0001

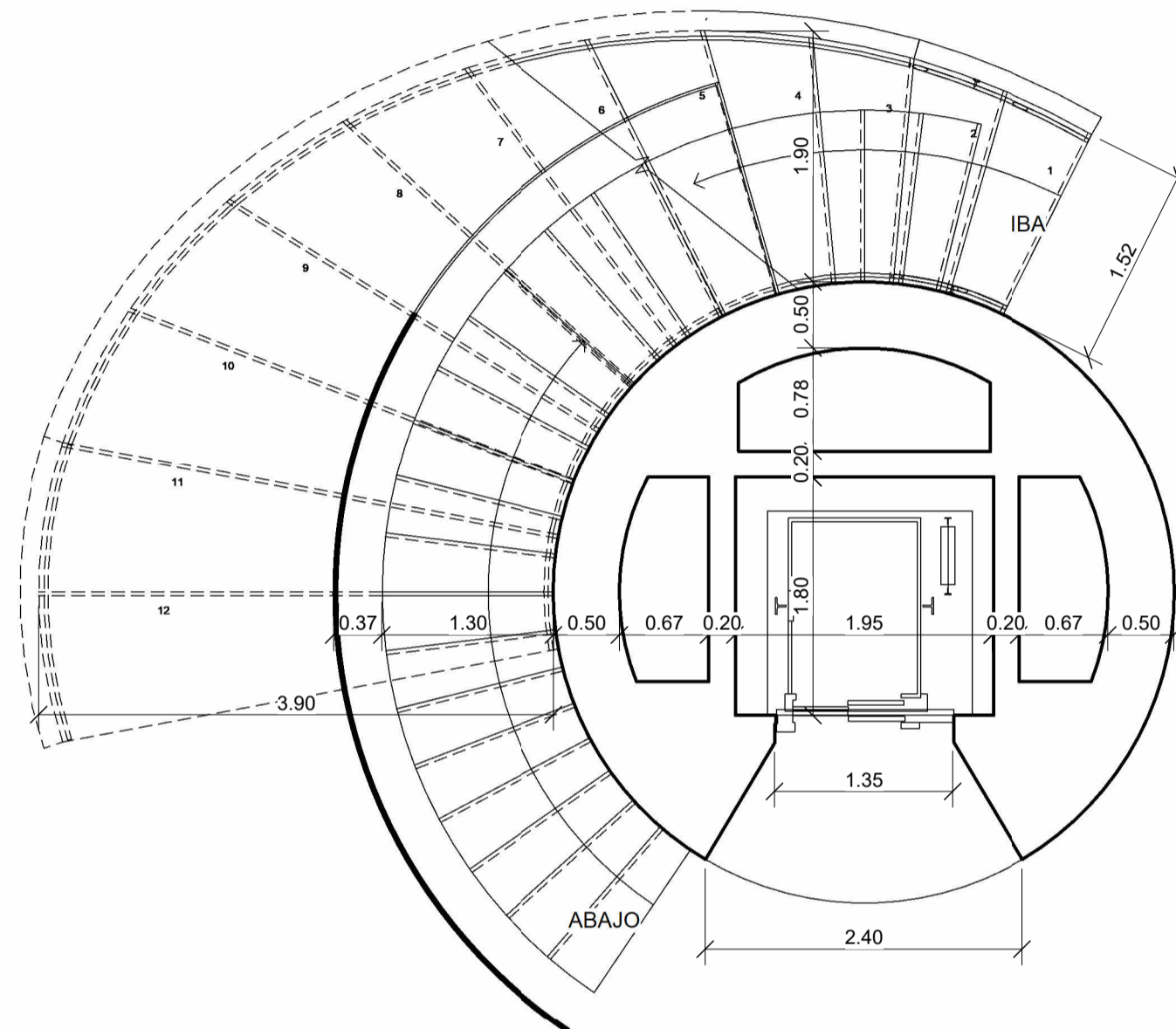
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

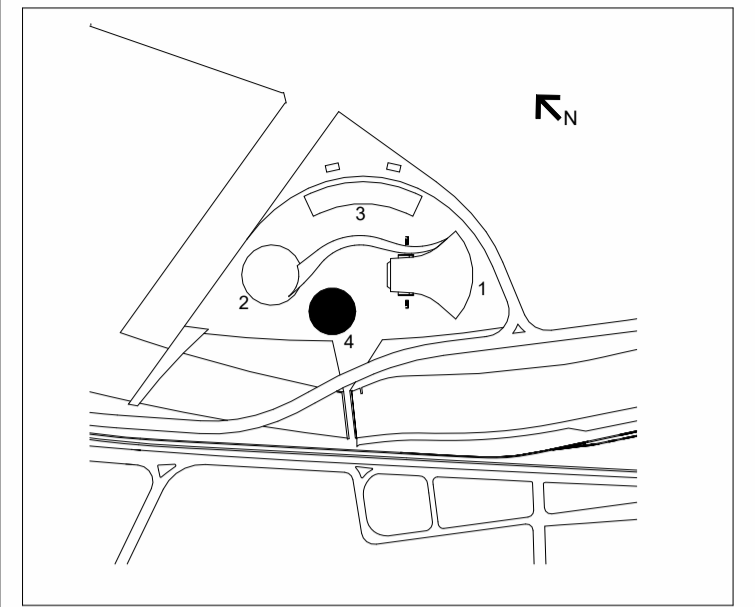
Comprobado por Antonio Bello García

A110

Escala 1:50



1 Nivel Plaza
A120 1 : 50



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre-Mirador

Planta Nivel Plaza

Número de proyecto 0001

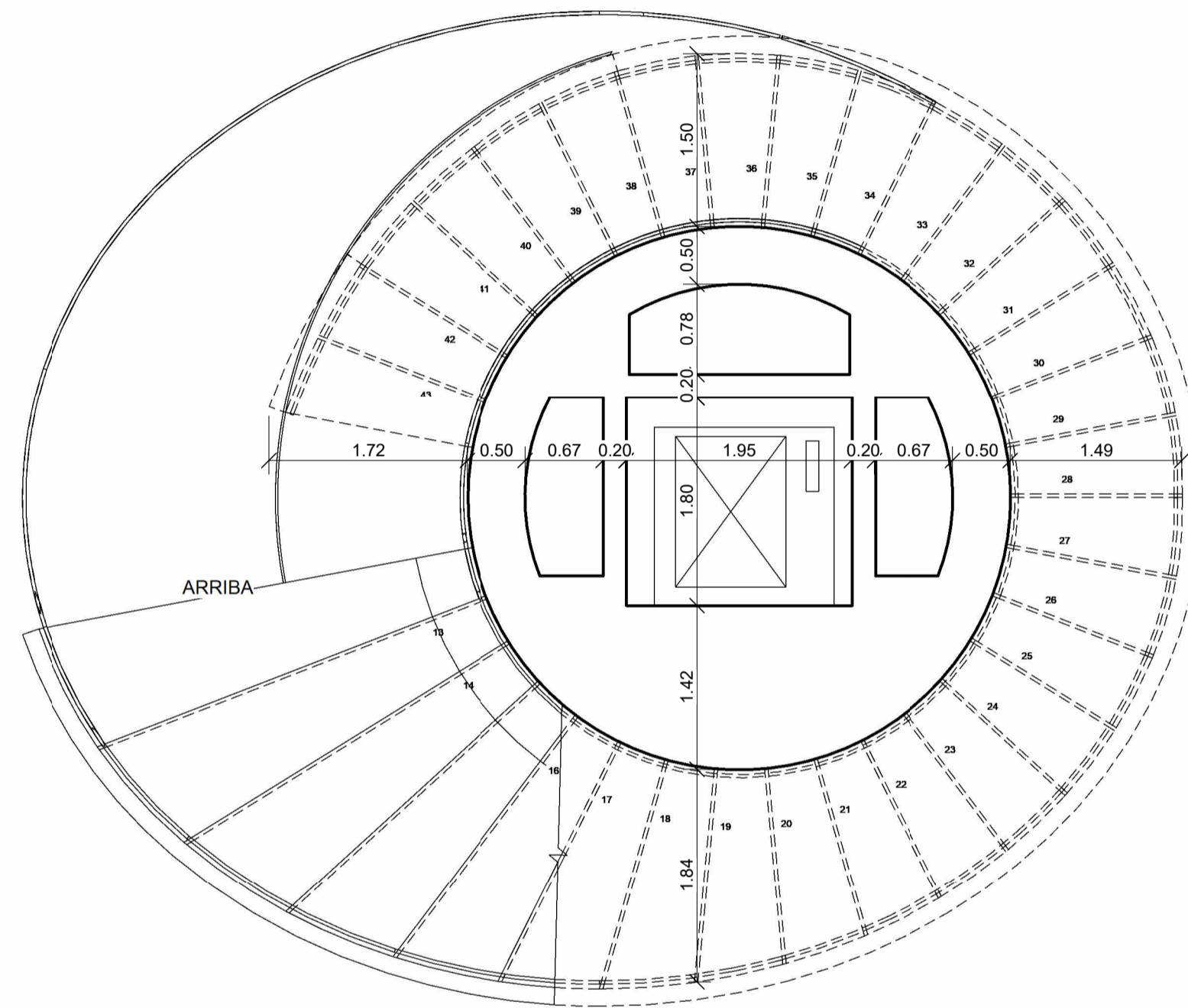
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

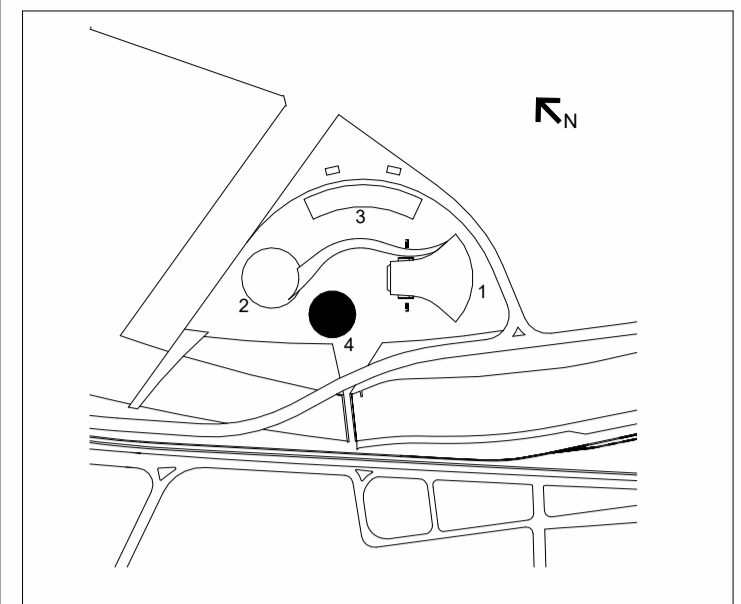
Comprobado por Antonio Bello García

A120

Escala 1 : 50



1 Nivel 2
A130 1 : 50



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón

Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre-Mirador

Planta Nivel 2

Número de proyecto 0001

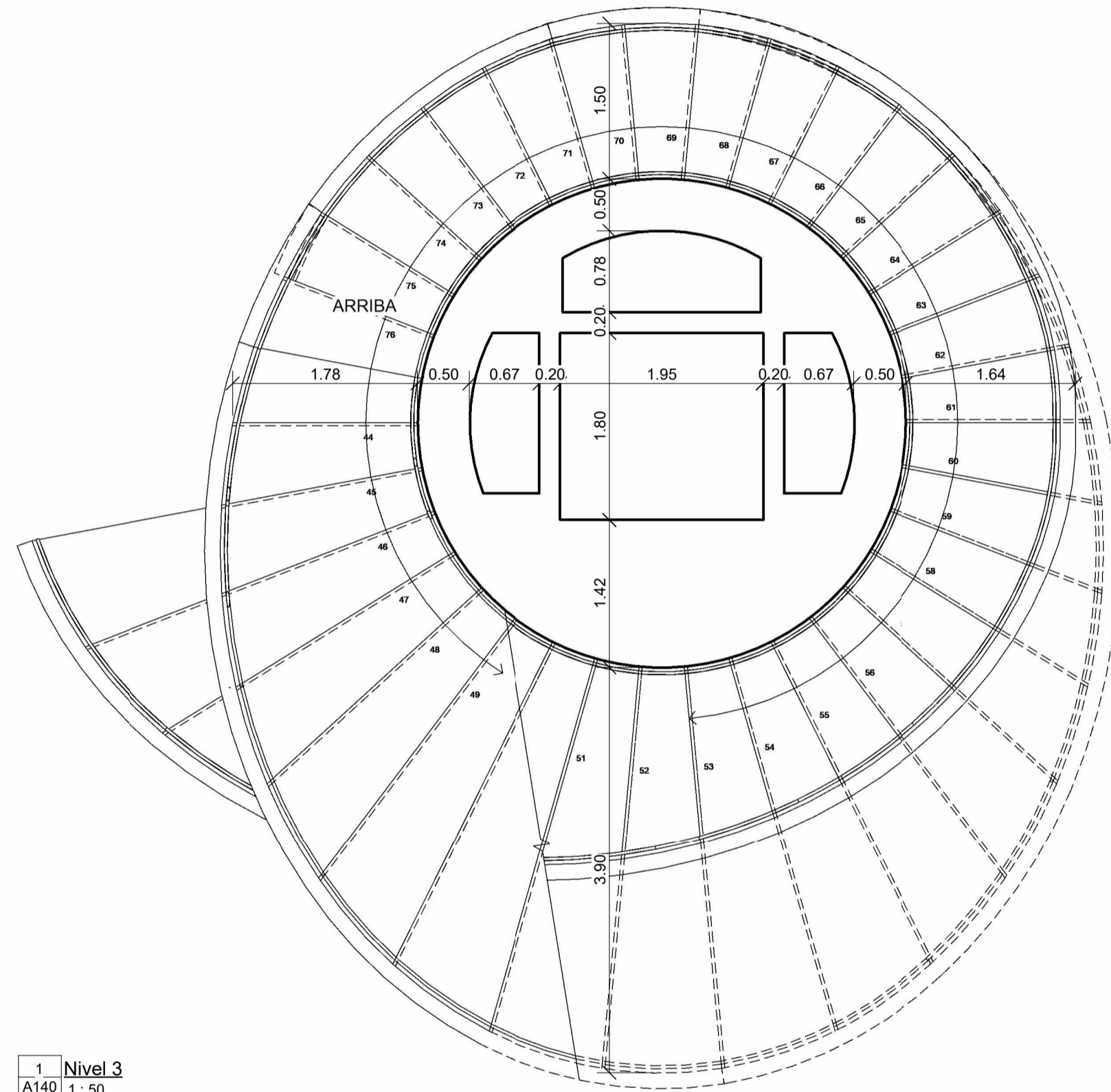
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

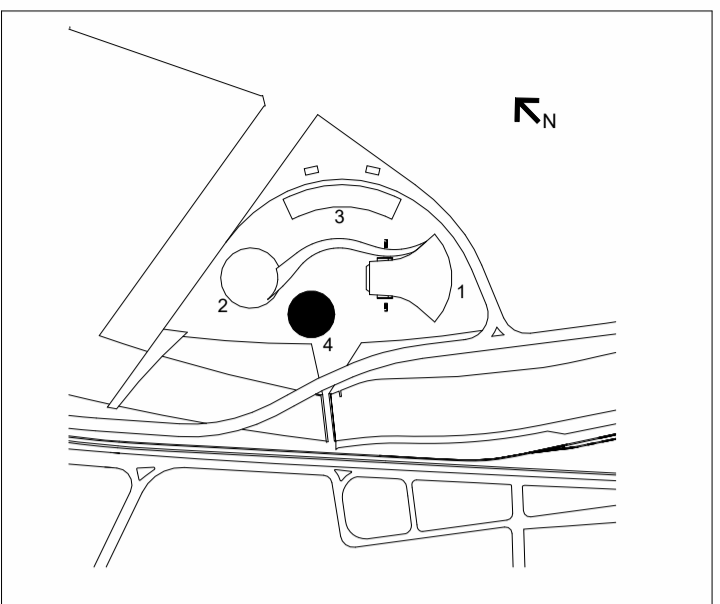
Comprobado por Antonio Bello García

A130

Escala 1 : 50



1 Nivel 3
A140 1:50



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre-Mirador

Planta Nivel 3

Número de proyecto 0001

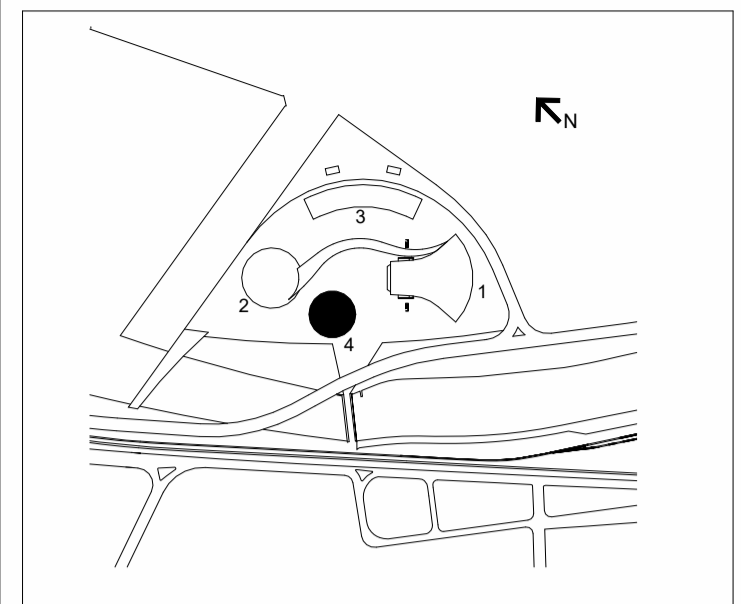
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

Comprobado por Antonio Bello García

A140

Escala 1:50



Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

Modelo AS-BUILT de un edificio mediante metodología BIM

D. Carlos ÁLVAREZ NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO GARCÍA

D. Rafael Pedro GARCÍA DÍAZ

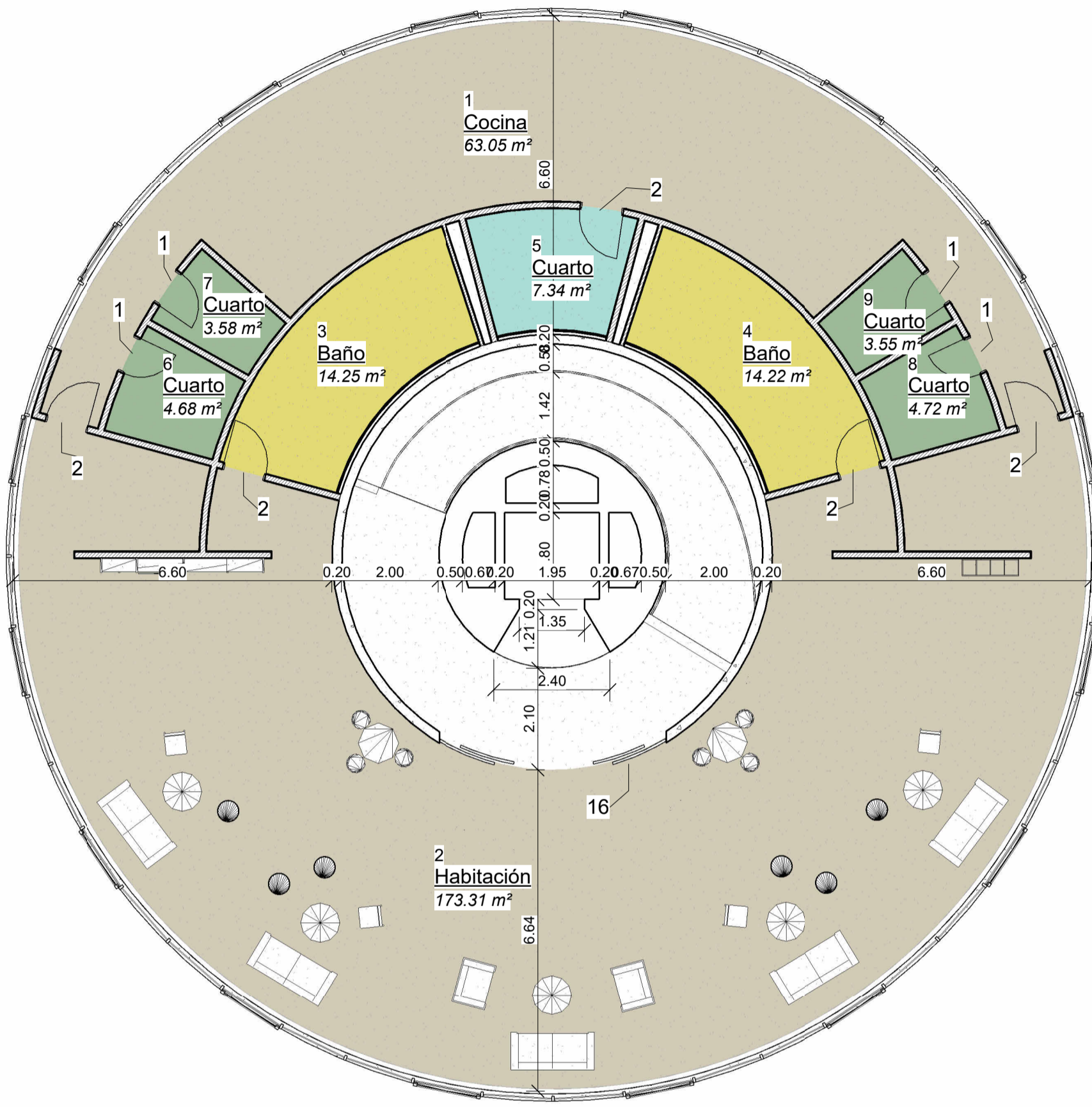
Torre-Mirador

Planta Nivel Mirador

Número de proyecto	0001
Fecha	14/06/2023
Dibujado por	Carlos Álvarez Naveda
Comprobado por	Antonio Bello García

A150

Escala	1 : 100
--------	---------



Legenda Superficie

- Menor que 6.00 m²
- 6.00 m² - 10.00 m²
- 10.00 m² - 14.00 m²
- 14.00 m² - 20.00 m²
- 20.00 m² - 30.00 m²
- 30.00 m² - 50.00 m²
- 50.00 m² o más

Tabla de planificación de habitaciones

Número	Nivel	Nombre	Área	Perímetro	Volumen
1	Nivel Mirador	Cocina	63.05 m ²	56.72	189.16 m ³
2	Nivel Mirador	Habitación	173.31 m ²	92.50	519.92 m ³
3	Nivel Mirador	Baño	14.25 m ²	16.46	37.63 m ³
4	Nivel Mirador	Baño	14.22 m ²	16.44	37.55 m ³
5	Nivel Mirador	Cuarto	7.34 m ²	10.90	19.38 m ³
6	Nivel Mirador	Cuarto	4.68 m ²	8.67	12.36 m ³
7	Nivel Mirador	Cuarto	3.58 m ²	7.71	9.44 m ³
8	Nivel Mirador	Cuarto	4.72 m ²	8.71	12.47 m ³
9	Nivel Mirador	Cuarto	3.55 m ²	7.69	9.37 m ³

Nivel Mirador: 9	288.71 m ²	225.80	847.28 m ³
Total general: 9	288.71 m ²	225.80	847.28 m ³

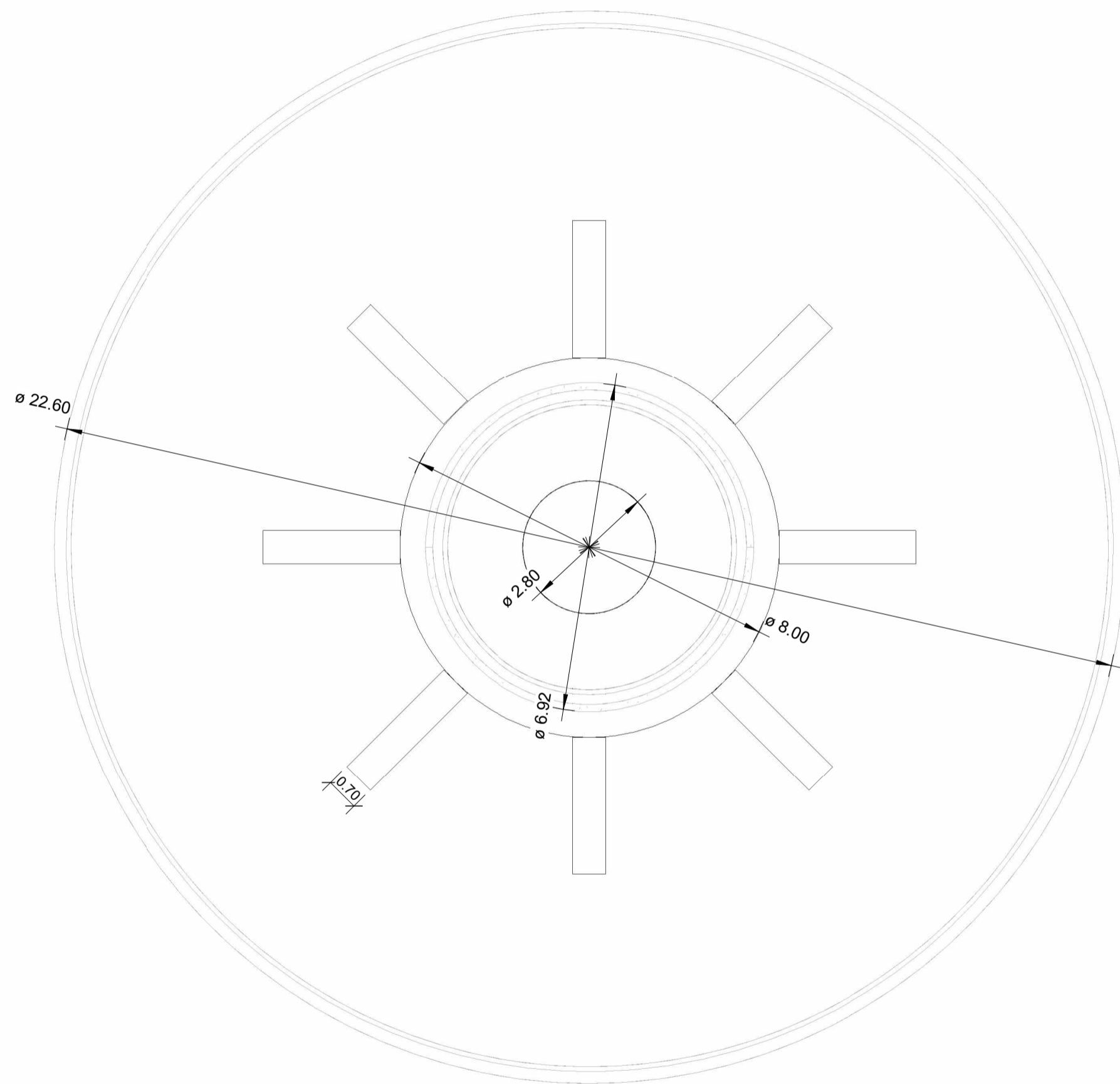
Tabla de planificación de puertas

Familia y tipo	Marca de tipo	Recuento
Puerta de 1 hoja: 80 x 210 cm	1	4
Puerta de 1 hoja: 90 x 210 cm	2	5
Puerta-Contraincendios-Doble: 1900mm W x 2100mm H	13	1
Puerta-Contraincendios: 900mm W x 2100mm H	8	1
Puerta-principal: Puerta-principal	16	1
Total general: 12		

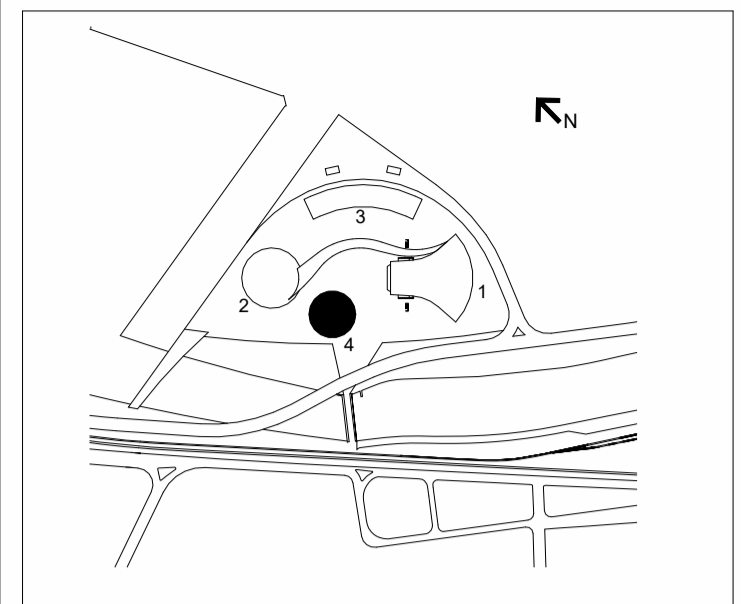
Tabla de planificación de ventanas

Familia	Marca de tipo	Recuento
X-Curtain Wall-Awning	20	16
Total general: 16		

1 Nivel Mirador
A150 1 : 100



1 Nivel 6
A160 1 : 100



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre-Mirador

Planta Nivel 6

Número de proyecto 0001

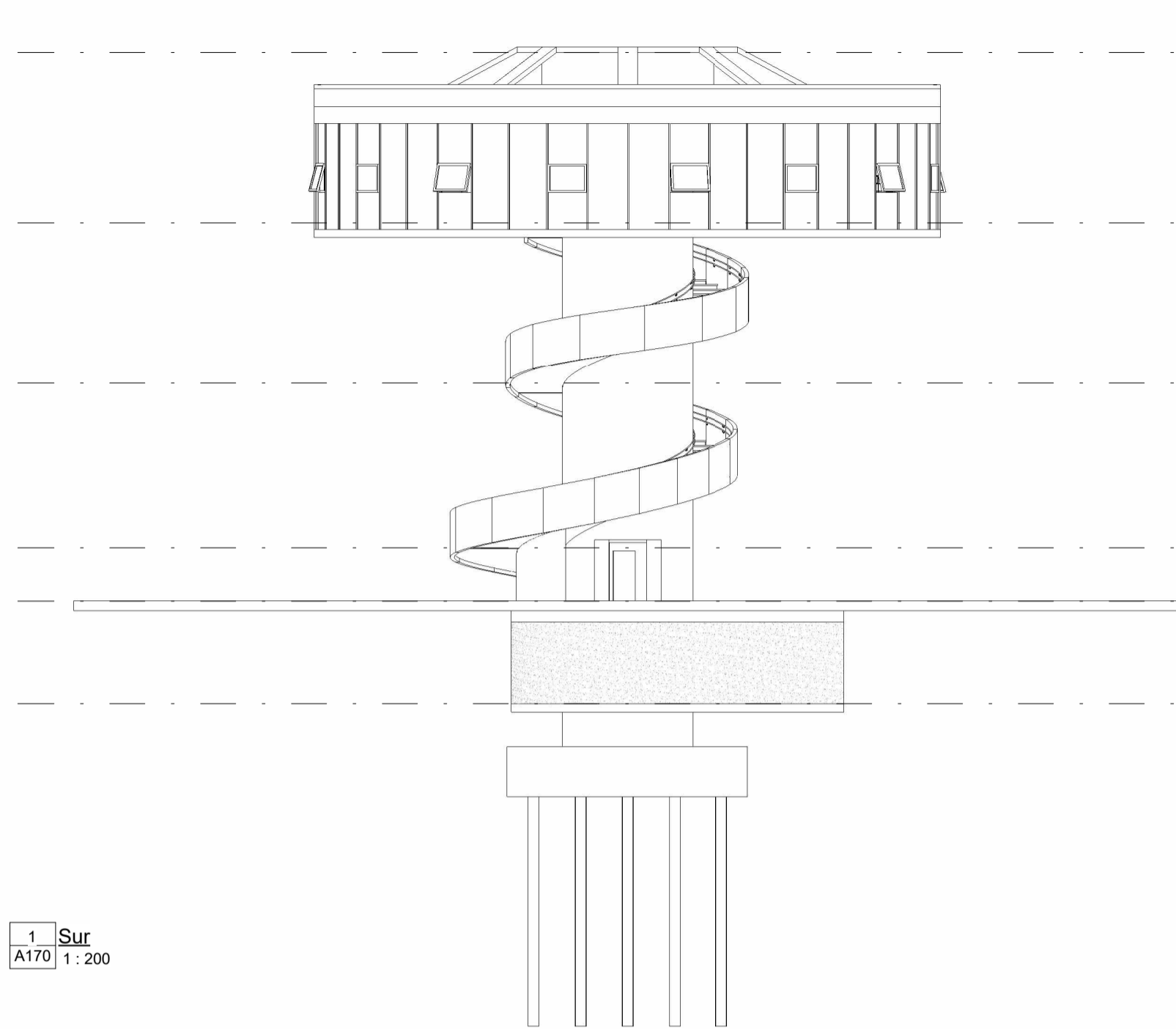
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

Comprobado por Antonio Bello García

A160

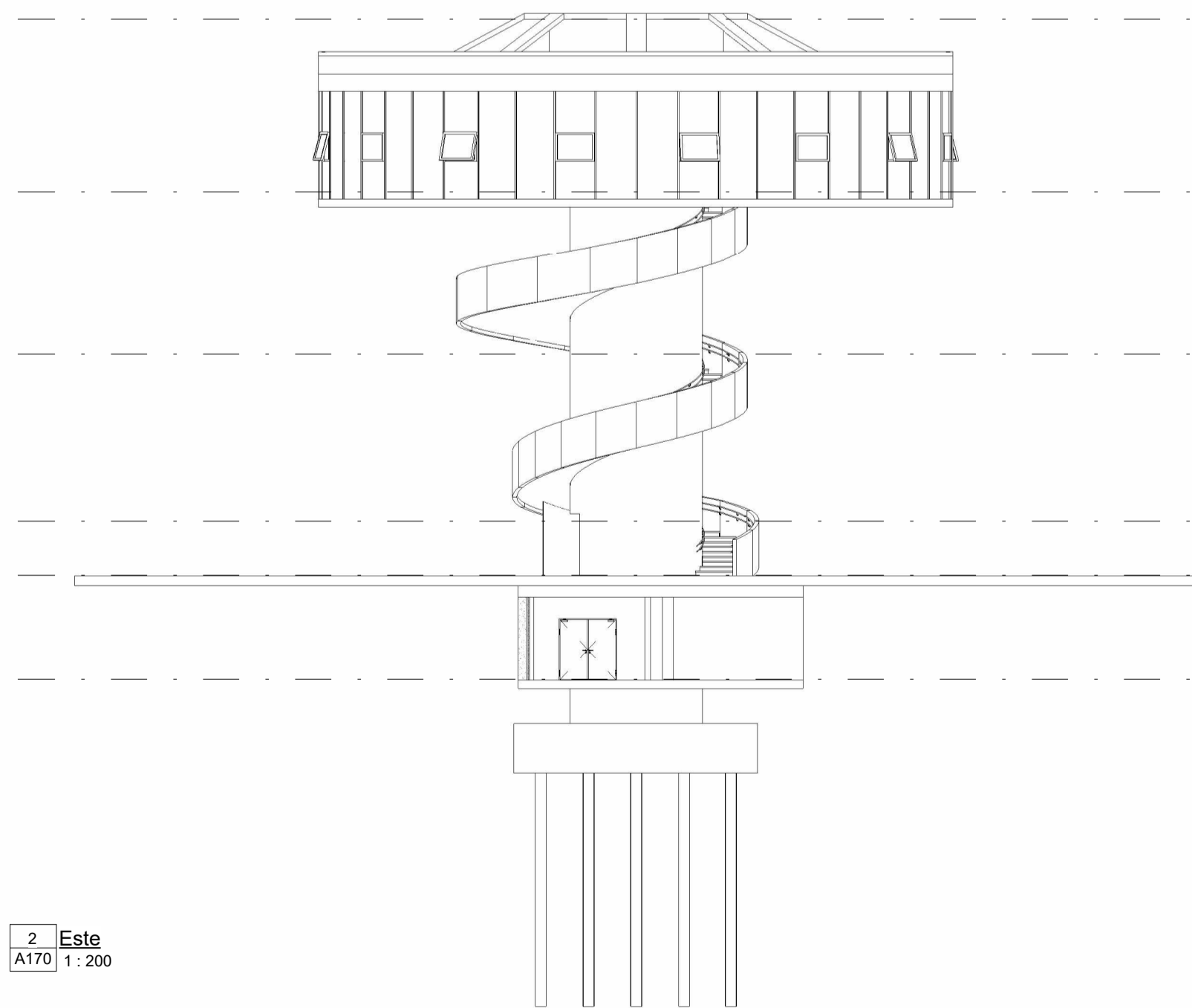
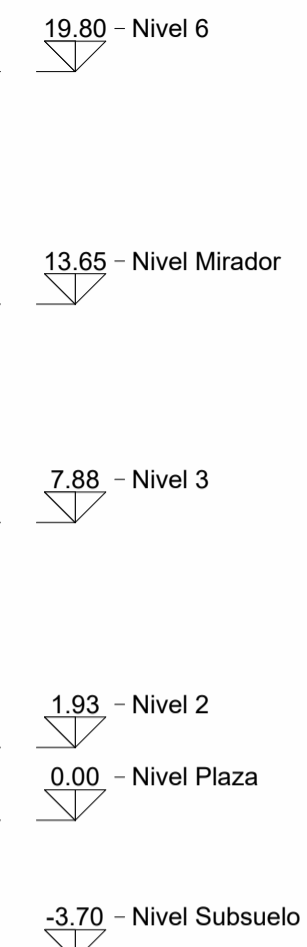
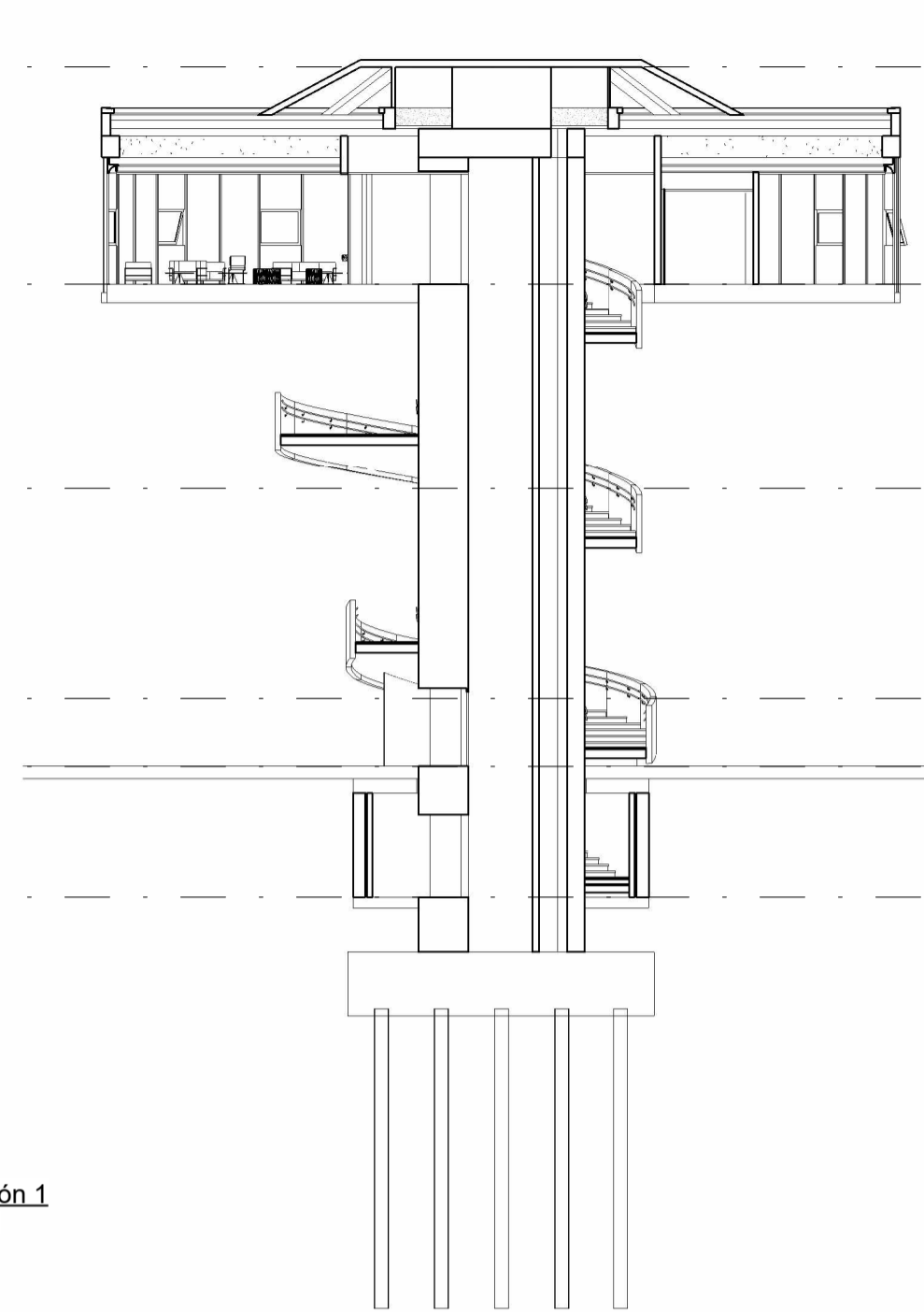
Escala 1 : 100



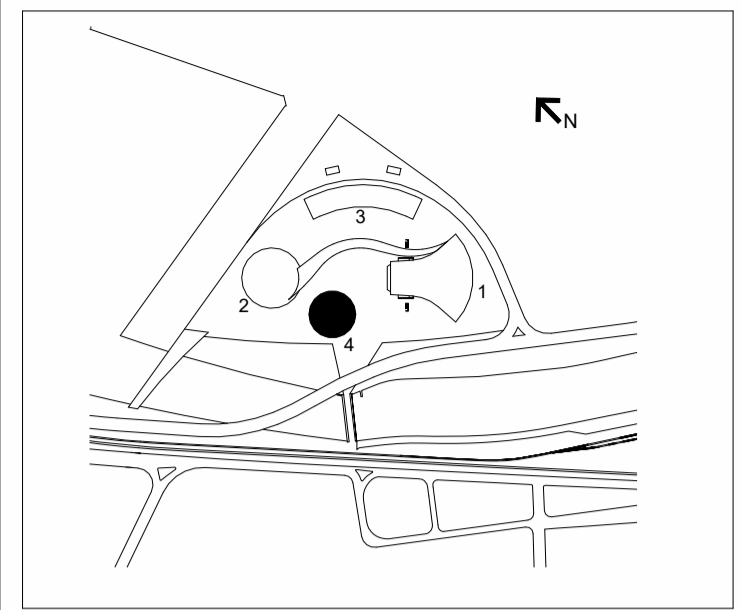
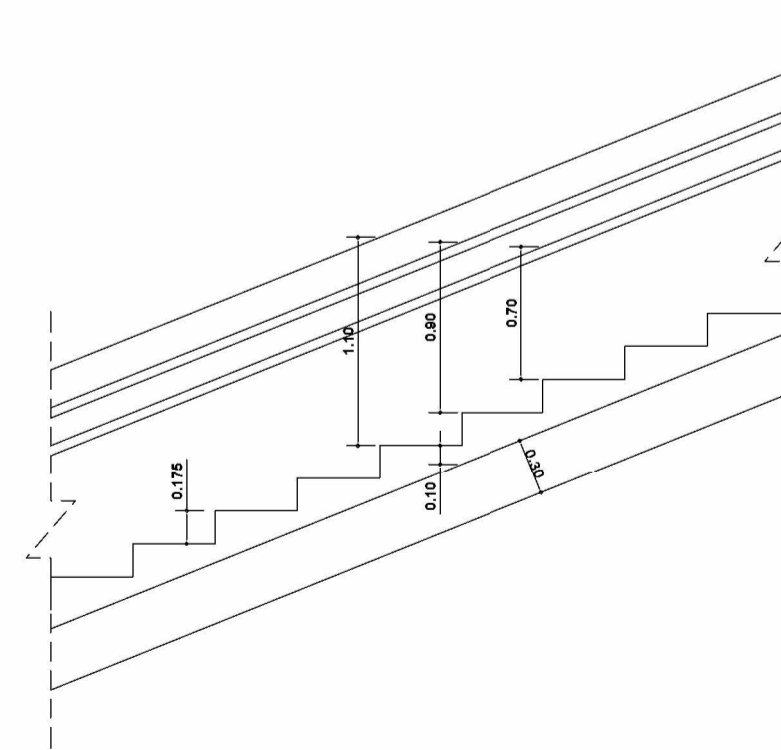
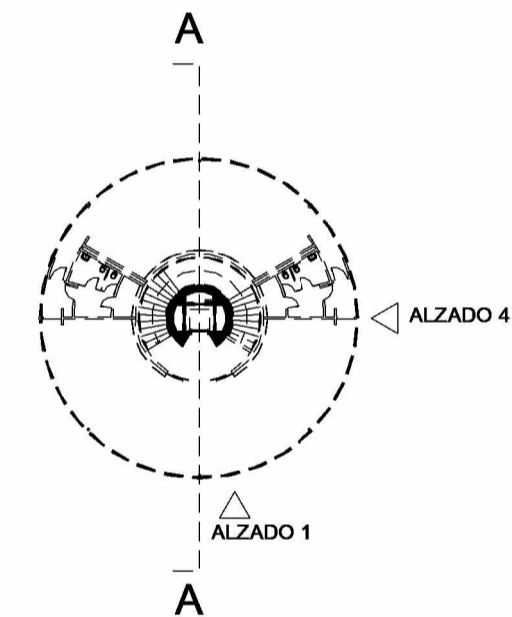
1 Sur
A170
1:200



3 Sección 1
A170
1:200



2 Este
A170
1:200



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA
D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

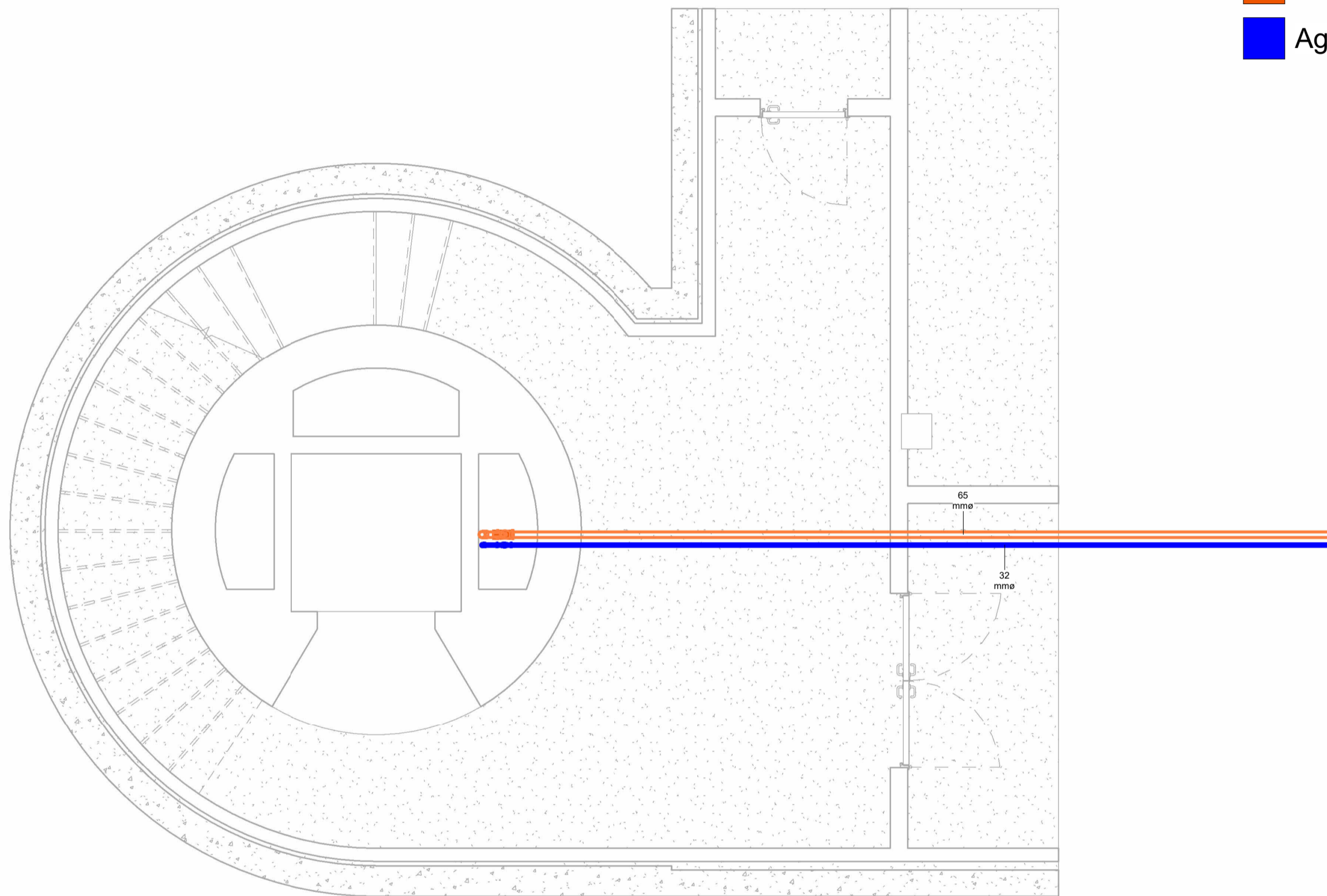
Torre-Mirador

Alzados

Número de proyecto	0001
Fecha	14/06/2023
Dibujado por	Carlos Álvarez Naveda
Comprobado por	Antonio Bello García

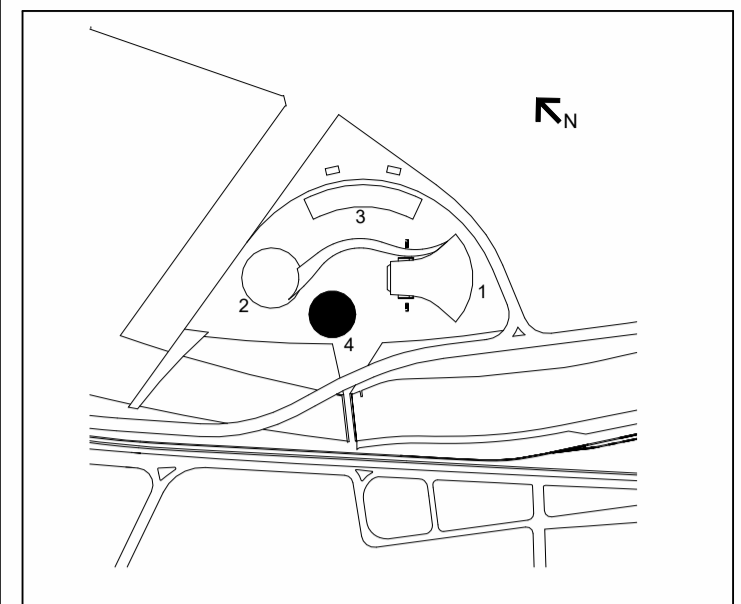
A170

Escala	1:200
--------	-------



- Agua fría fluxómetros
- Agua fría sanitaria

1 Nivel -1
1 : 50



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre Mirador

Fontanería Nivel -1

Número de proyecto 0001

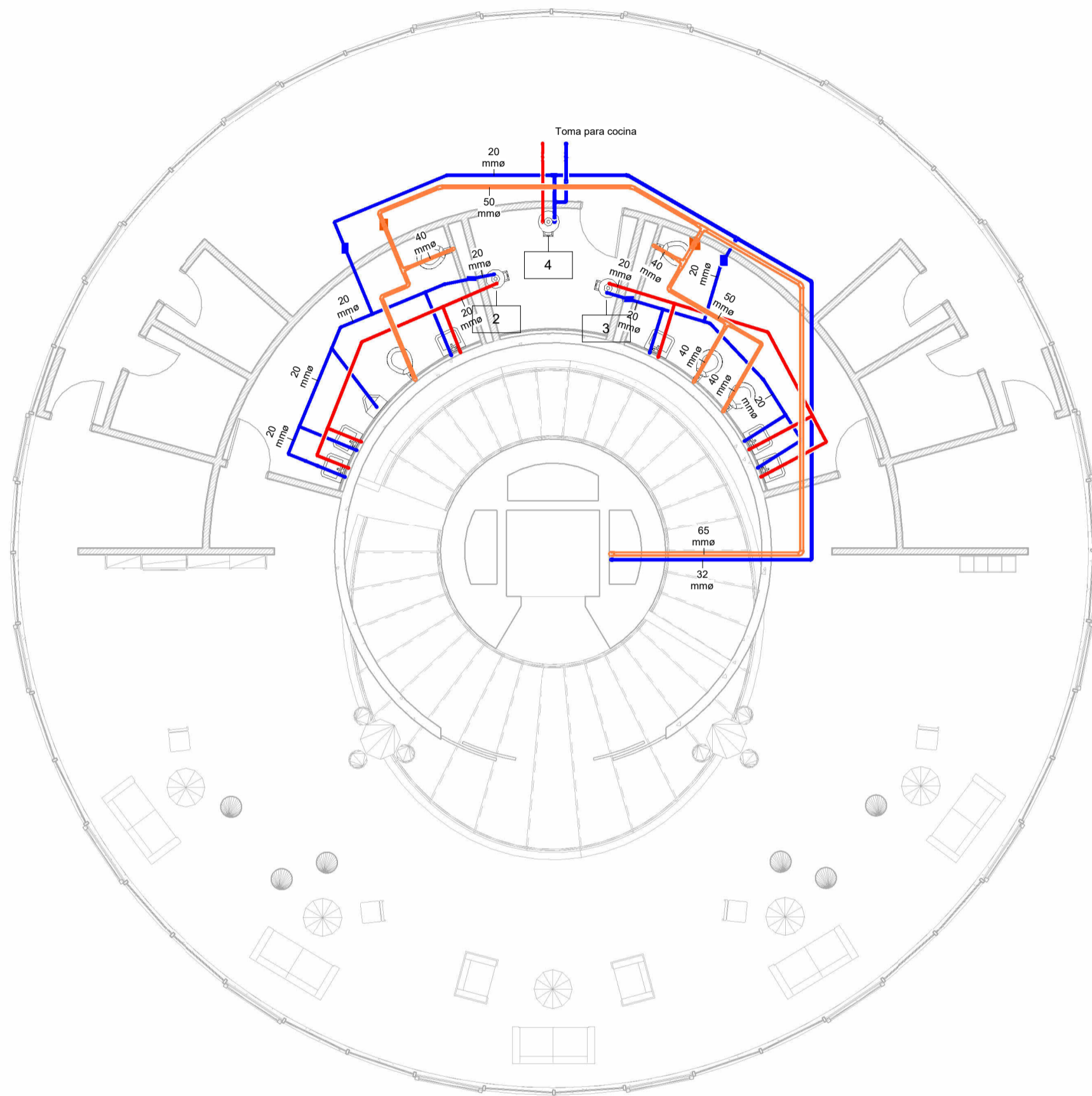
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

Comprobado por Antonio Bello García

A210

Escala 1 : 50



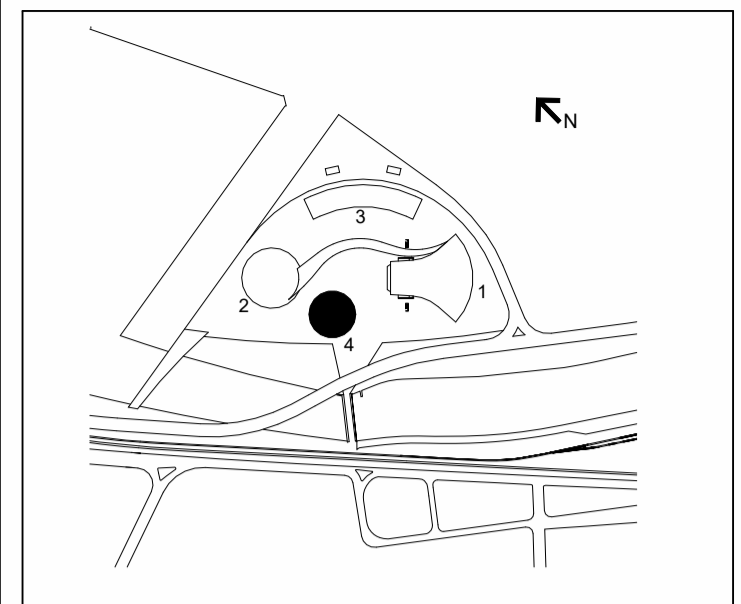
- Agua caliente sanitaria
- Agua fría fluxómetros
- Agua fría sanitaria

Tabla de planificación de accesorios de tuberías		
Clasificación de sistema	Familia y tipo	Recuento
Agua fría sanitaria	M_Válvula esférica - 20-150 mm: 20 mm	4
Agua caliente sanitaria	M_Válvula esférica - 20-150 mm: 32 mm	1
Agua fría sanitaria	M_Válvula esférica - 20-150 mm: 32 mm	4
Agua fría sanitaria	M_Válvula esférica - 20-150 mm: 50 mm	1
Agua fría sanitaria	M_Válvula esférica - 20-150 mm: 65 mm	2

Total general: 12

Tabla de planificación de equipos de fontanería		
Marca	Familia	Tipo
2	M_Calentador de agua	30 L
3	M_Calentador de agua	30 L
4	M_Calentador de agua	100 L
7	M_Bomba para aguas residuales - Descarga horizontal	41 LPS - 310 kPa de carga

Total general: 4



Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

Modelo AS-BUILT de un edificio mediante metodología BIM

D. Carlos ÁLVAREZ NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO GARCÍA

D. Rafael Pedro GARCÍA DÍAZ

1 2 - Fontanería-Mirador
1 : 100

Torre Mirador

Fontanería Mirador

Número de proyecto 0001

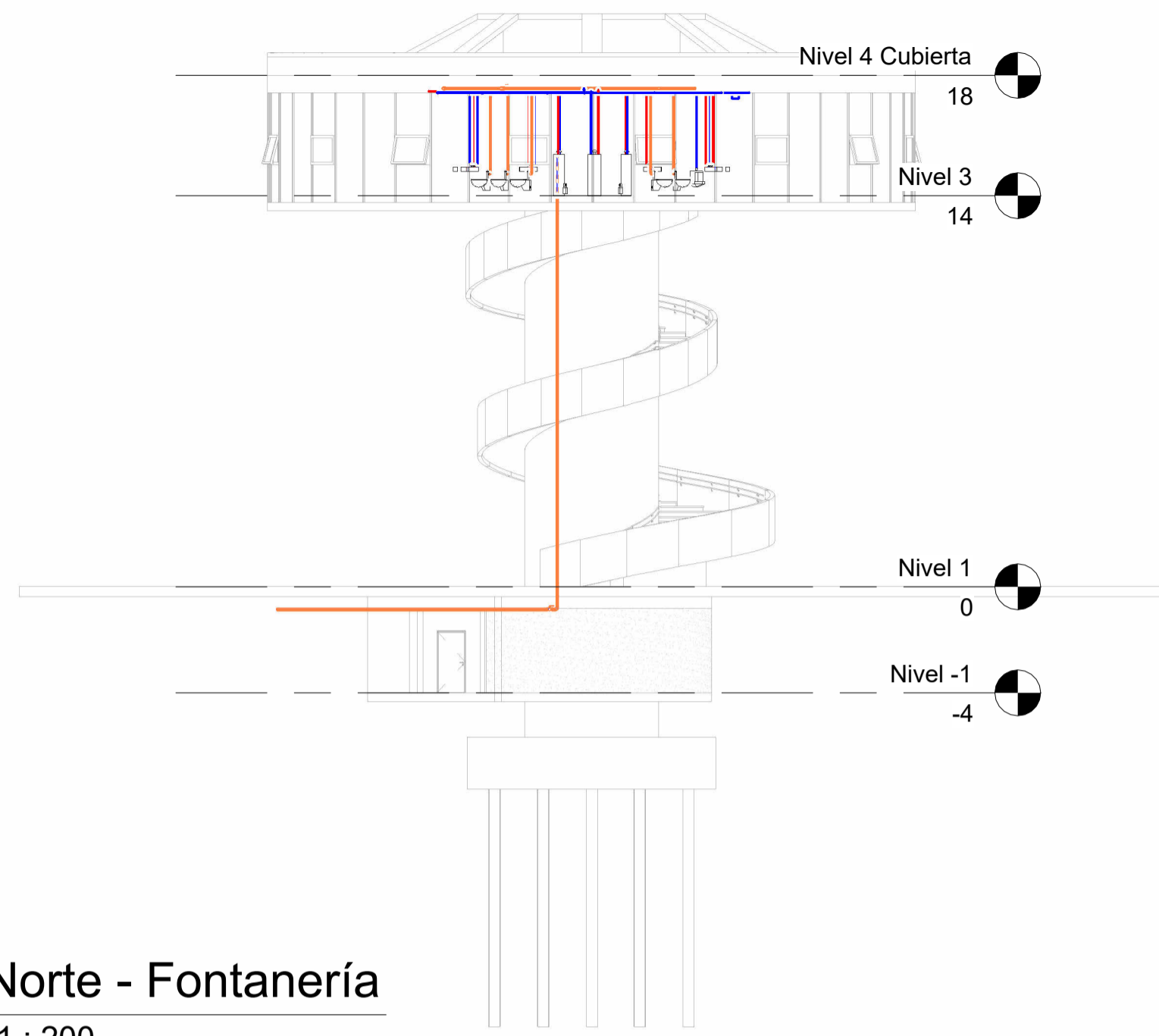
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

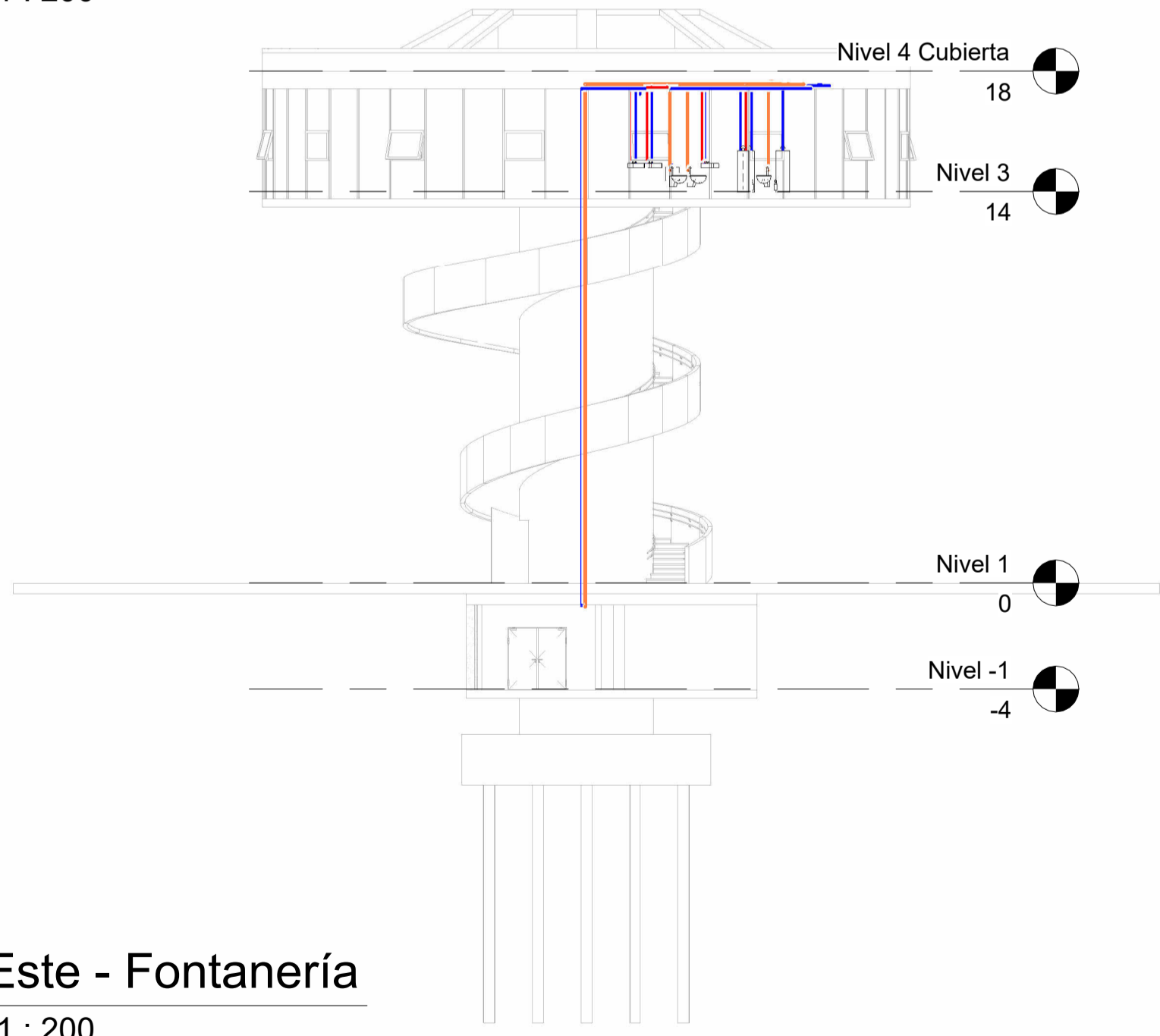
Comprobado por Antonio Bello García

A220

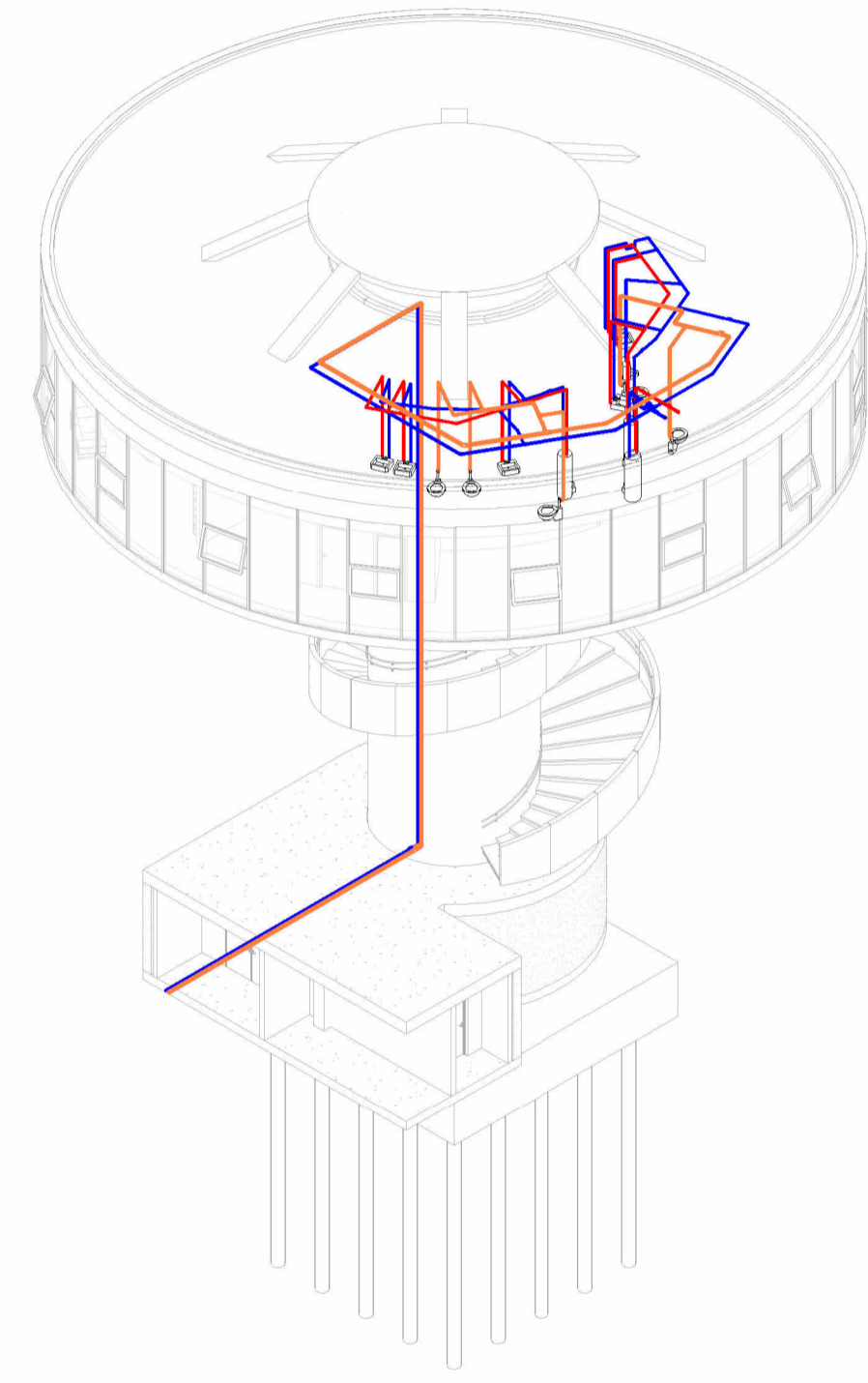
Escala 1 : 100



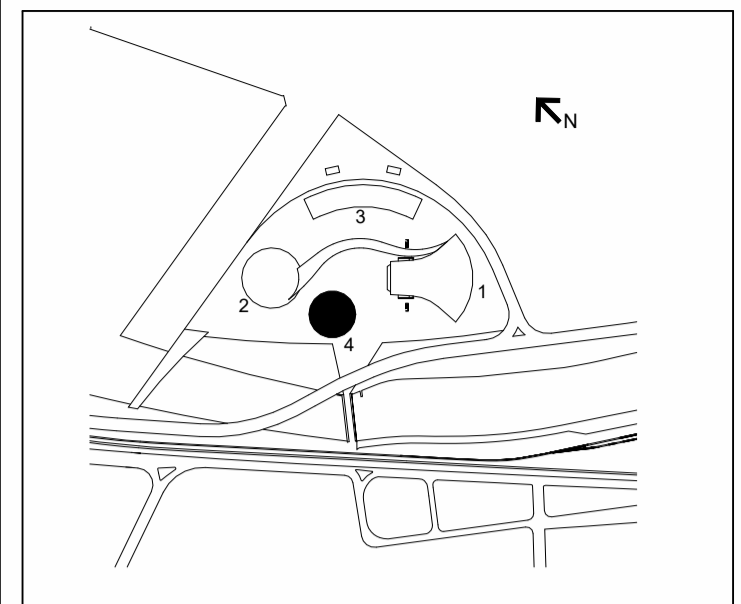
1 Norte - Fontanería
1 : 200



2 Este - Fontanería
1 : 200



3 3D - Fontanería



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre Mirador

Fontanería Alzados

Número de proyecto 0001

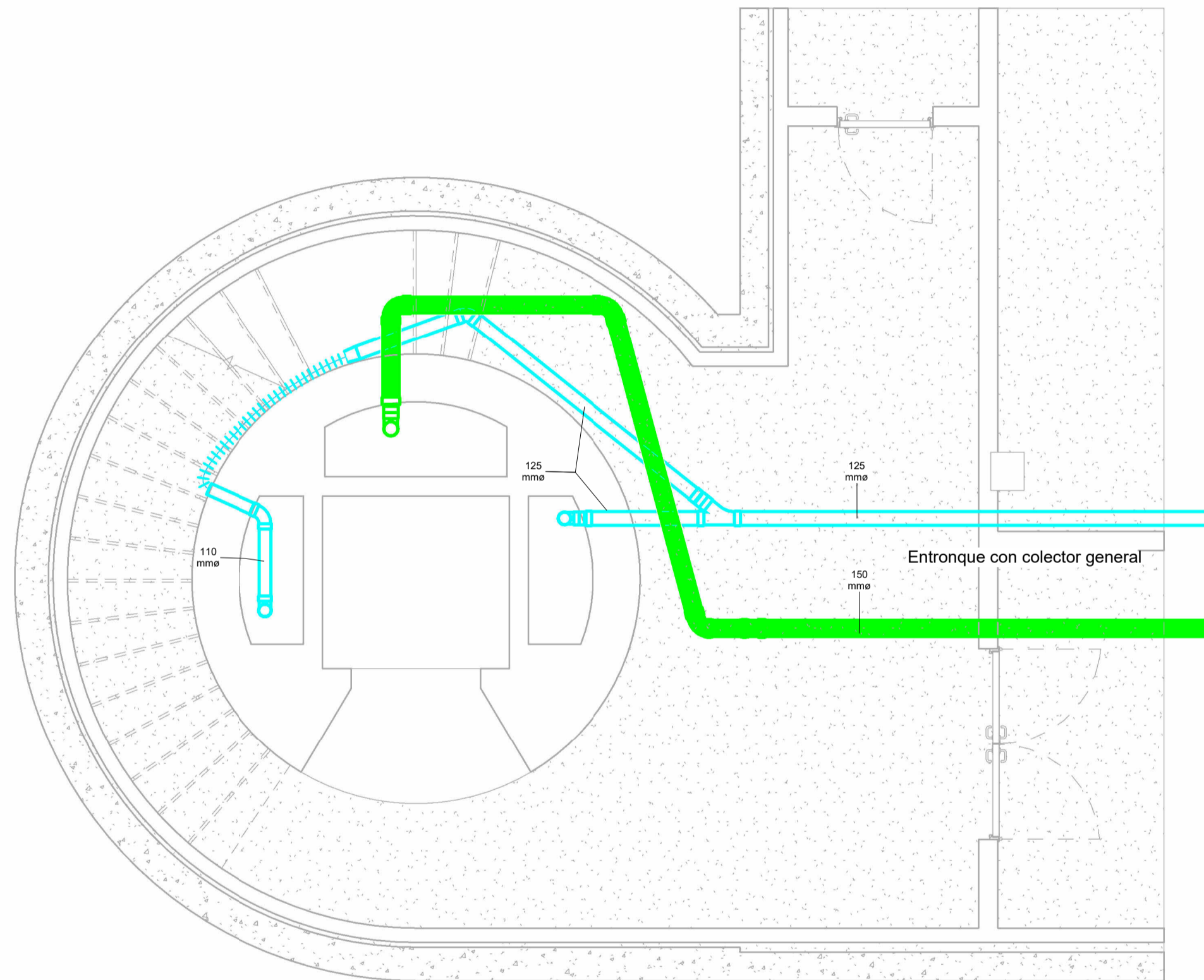
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

Comprobado por Antonio Bello García

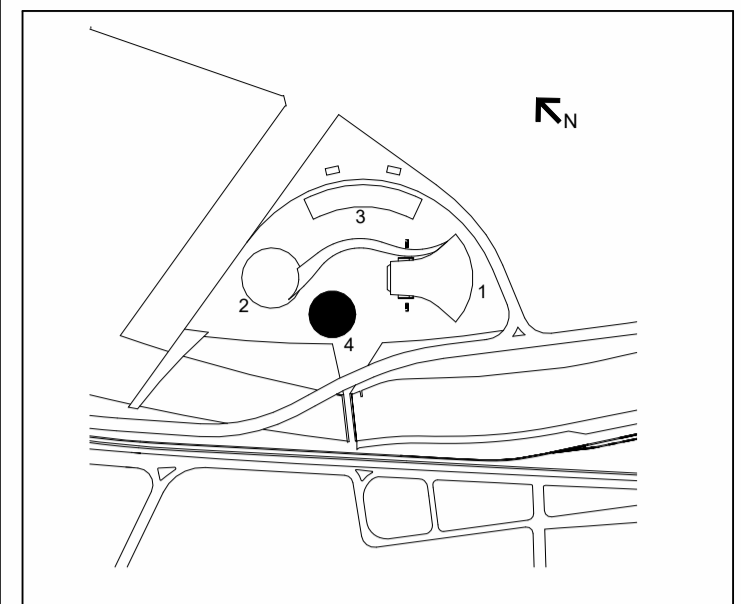
A230

Escala 1 : 200



- Desagüe pluviales
- Sanitario

1 Nivel -1 Saneamiento
1 : 50



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre Mirador

Saneamiento Nivel -1

Número de proyecto 0001

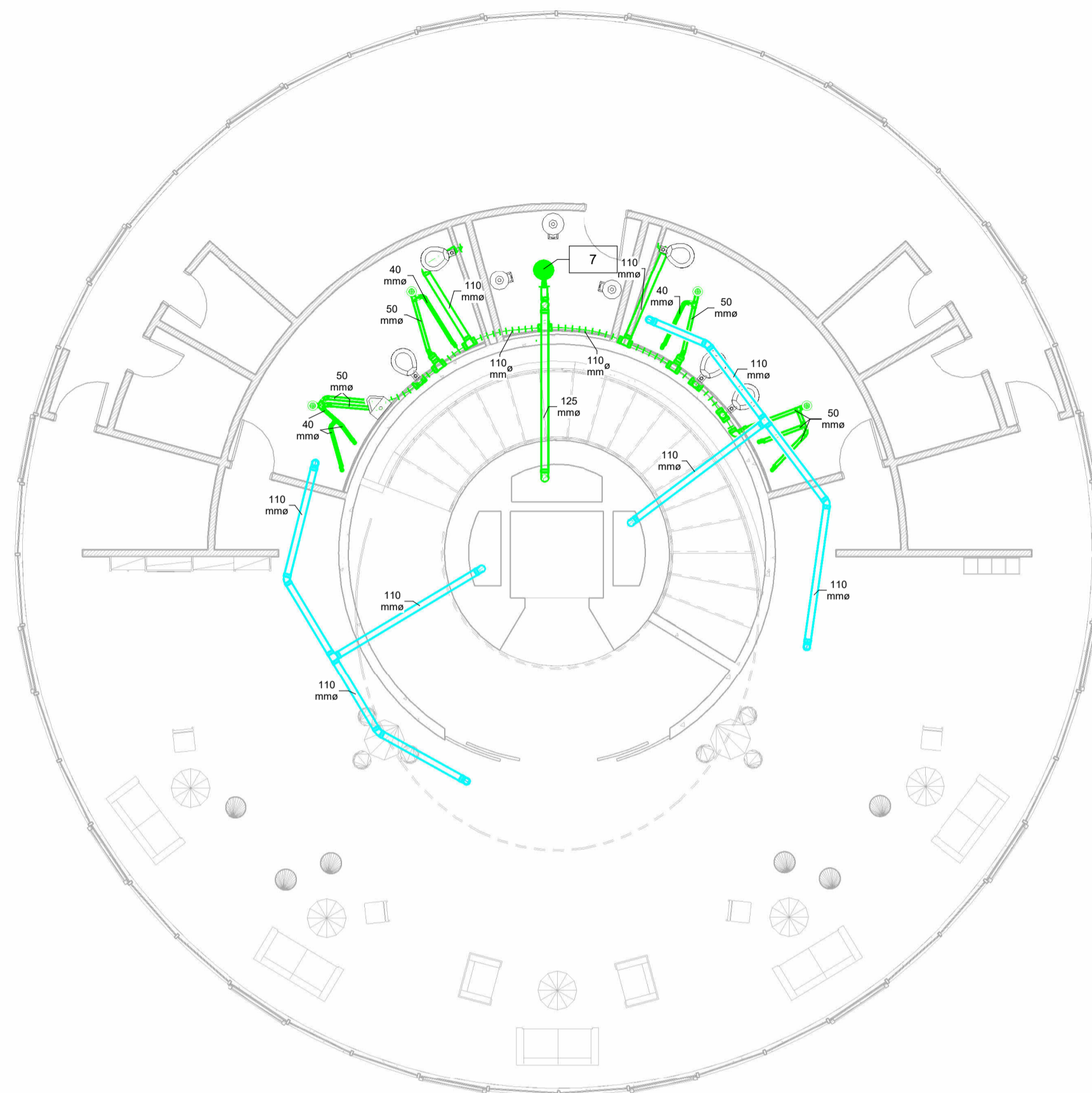
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

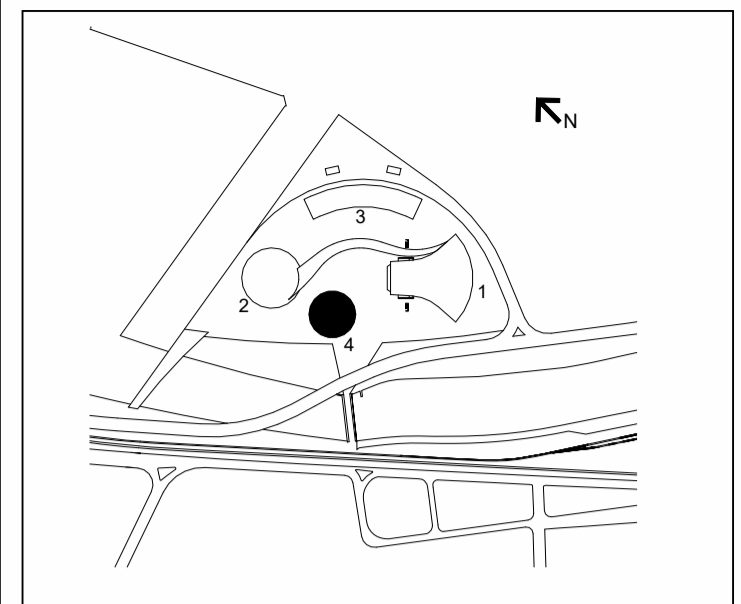
Comprobado por Antonio Bello García

A310

Escala 1 : 50



■ Desagüe pluviales
■ Sanitario



Escuela Politécnica de
 Ingeniería de Gijón
 Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
 edificio mediante
 metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
 NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
 GARCÍA
 D. Rafael Pedro
 GARCÍA DÍAZ

1 Nivel 2 Saneamiento
 1 : 100

Tabla de planificación de equipos de fontanería		
Marca	Familia	Tipo
2	M_Calentador de agua	30 L
3	M_Calentador de agua	30 L
4	M_Calentador de agua	100 L
7	M_Bomba para aguas residuales - Descarga horizontal	41 LPS - 310 kPa de carga

Total general: 4

Tabla de planificación de aparato sanitario		
Familia	Tipo	Recuento
M_Desagüe de suelo - Redondo	Filtro 125 mm - Desagüe 50 mm	4
M_Lavabo - Montado en muro	510 mm x 455 mm - Público	6
M_Sanitario - Válvula de descarga - Montado en muro	Público - Vaciado mayor que 6,1 Lpf	5
M_Urinario - De pared	Válvula de descarga 25 mm	1

Total general: 16

Torre Mirador

Saneamiento Nivel 2

Número de proyecto 0001

Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

Comprobado por Antonio Bello García

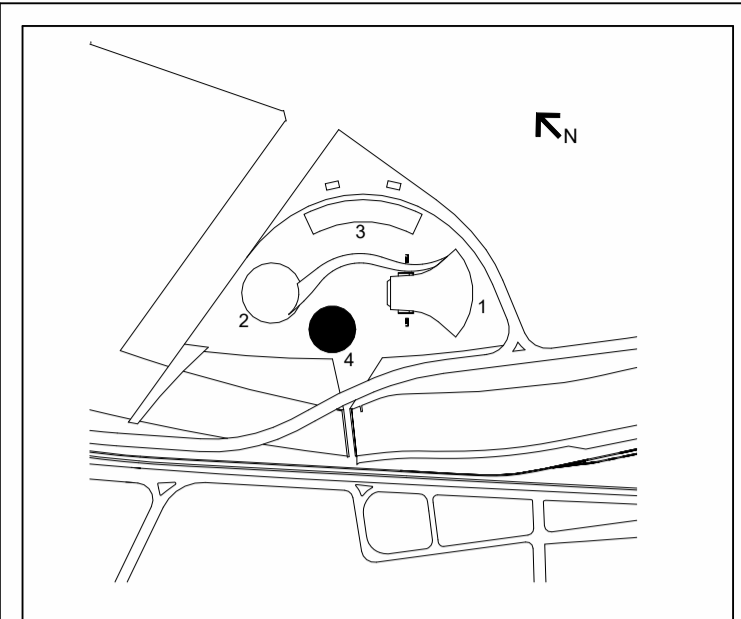
A320

Escala 1 : 100



1 Nivel 4 Cubierta
1 : 100

Tabla de planificación de equipos mecánicos		
Familia	Tipo	Recuento
M_Desagüe de cubiertas	Filtro 380 mm - Desagüe 200 mm	4
Total general: 4		



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

Modelo AS-BUILT de un edificio mediante metodología BIM

D. Carlos ÁLVAREZ NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO GARCÍA

D. Rafael Pedro GARCÍA DÍAZ

Torre Mirador

Saneamiento Cubierta

Número de proyecto 0001

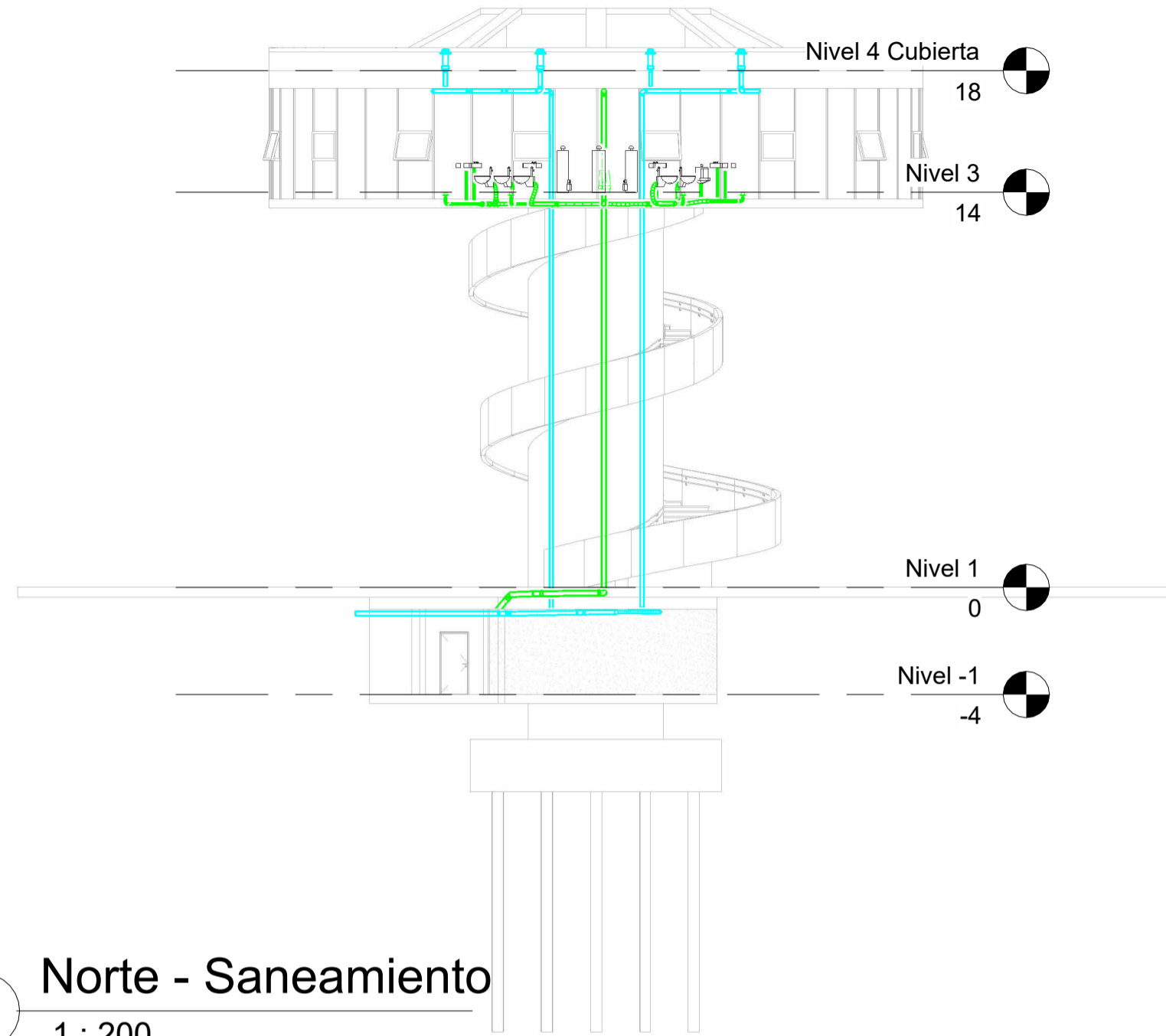
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

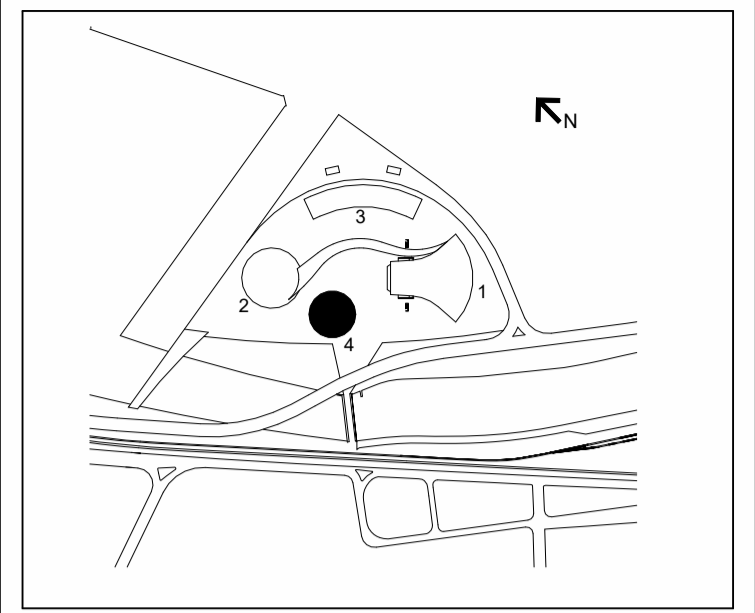
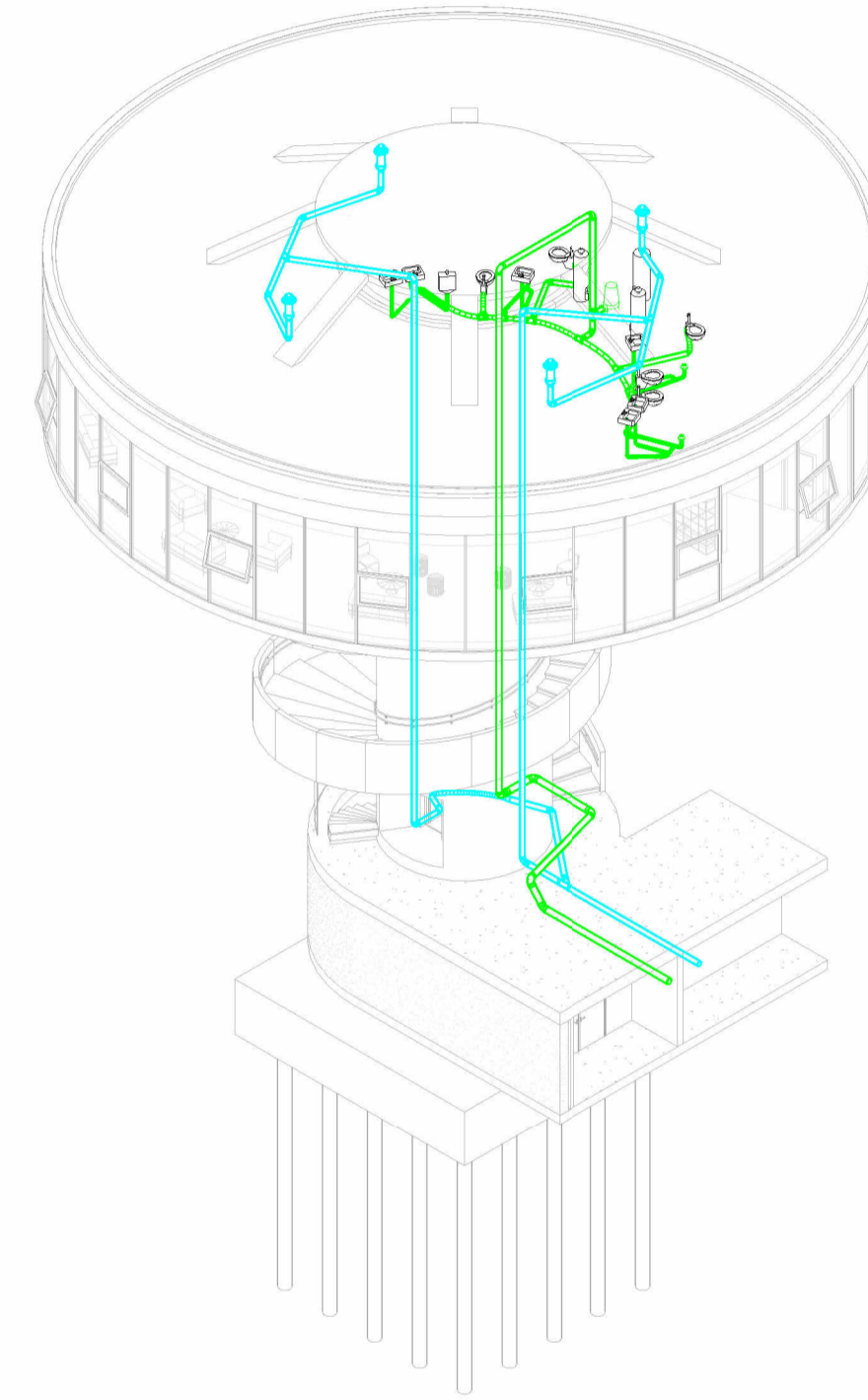
Comprobado por Antonio Bello García

A330

Escala 1 : 100



3 3D - Saneamiento



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre Mirador

Saneamiento Alzados

Número de proyecto 0001

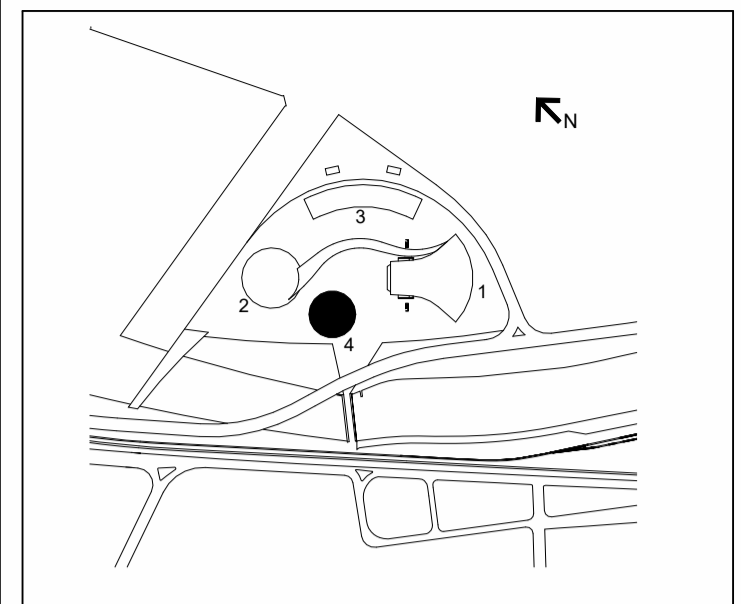
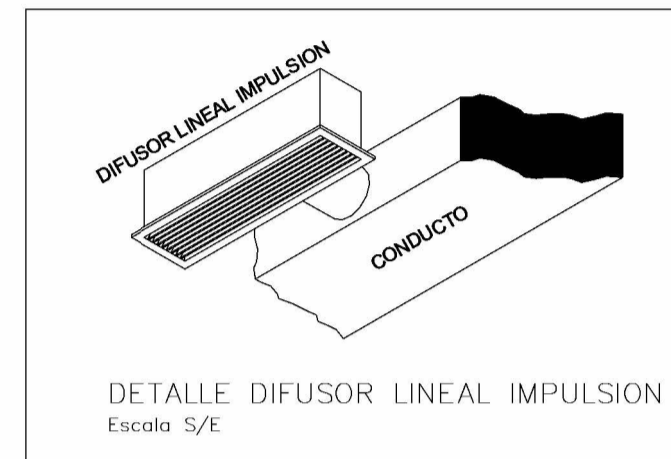
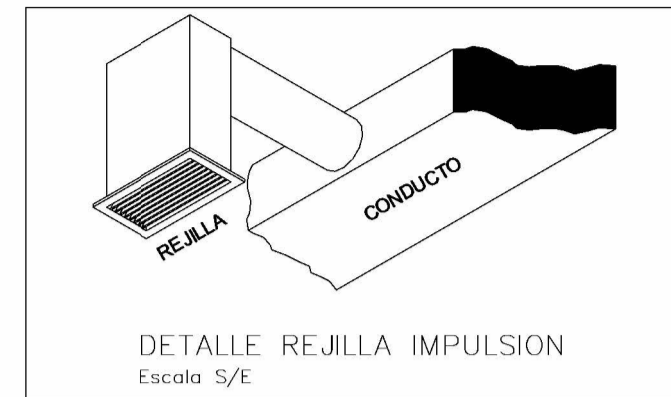
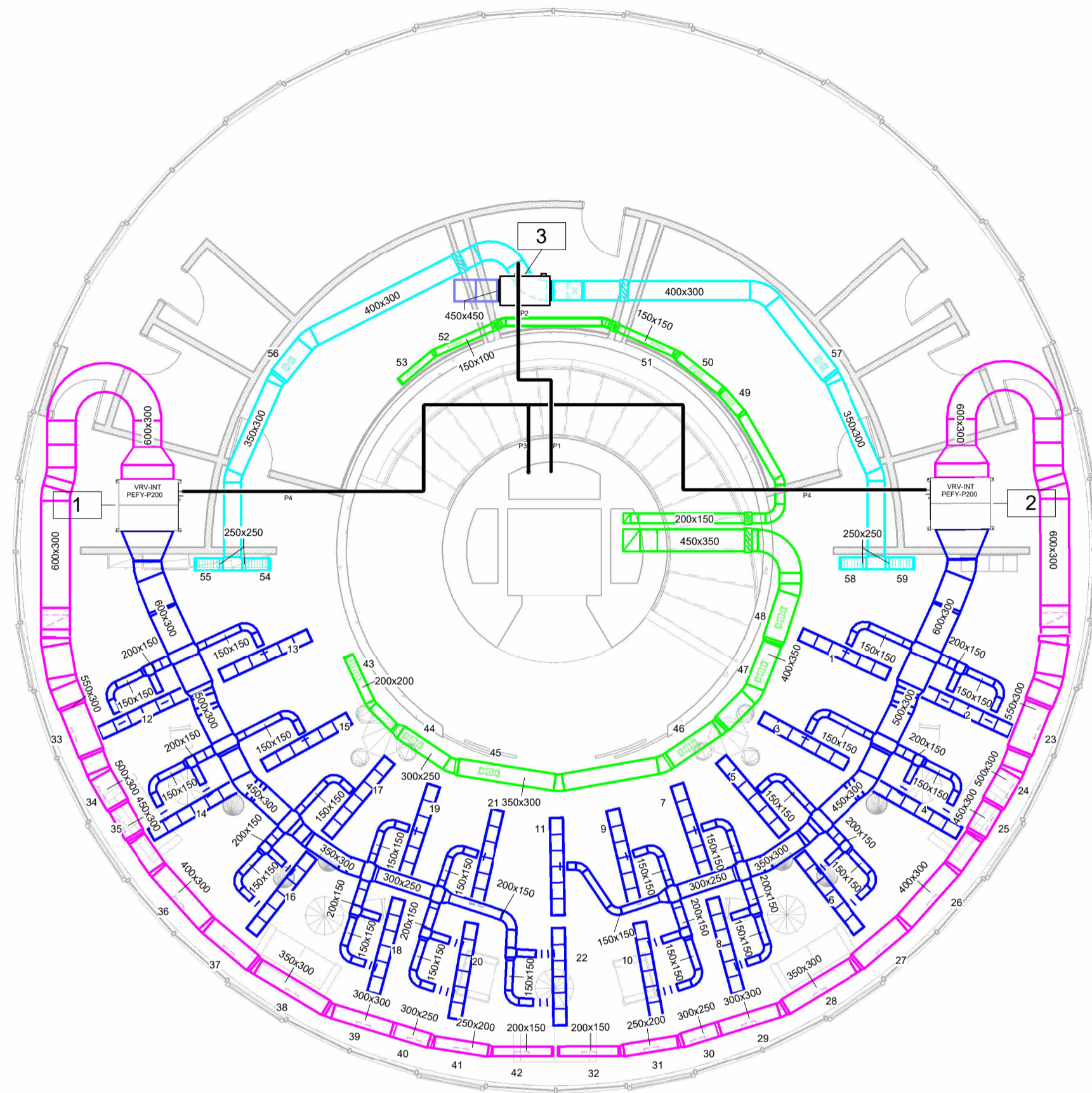
Fecha 14/06/2023

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

Comprobado por Antonio Bello García

A340

Escala 1 : 200



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre Mirador

Climatización Mirador

Número de proyecto 0001

Fecha 14/06/23

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

Comprobado por Antonio Bello García

A410

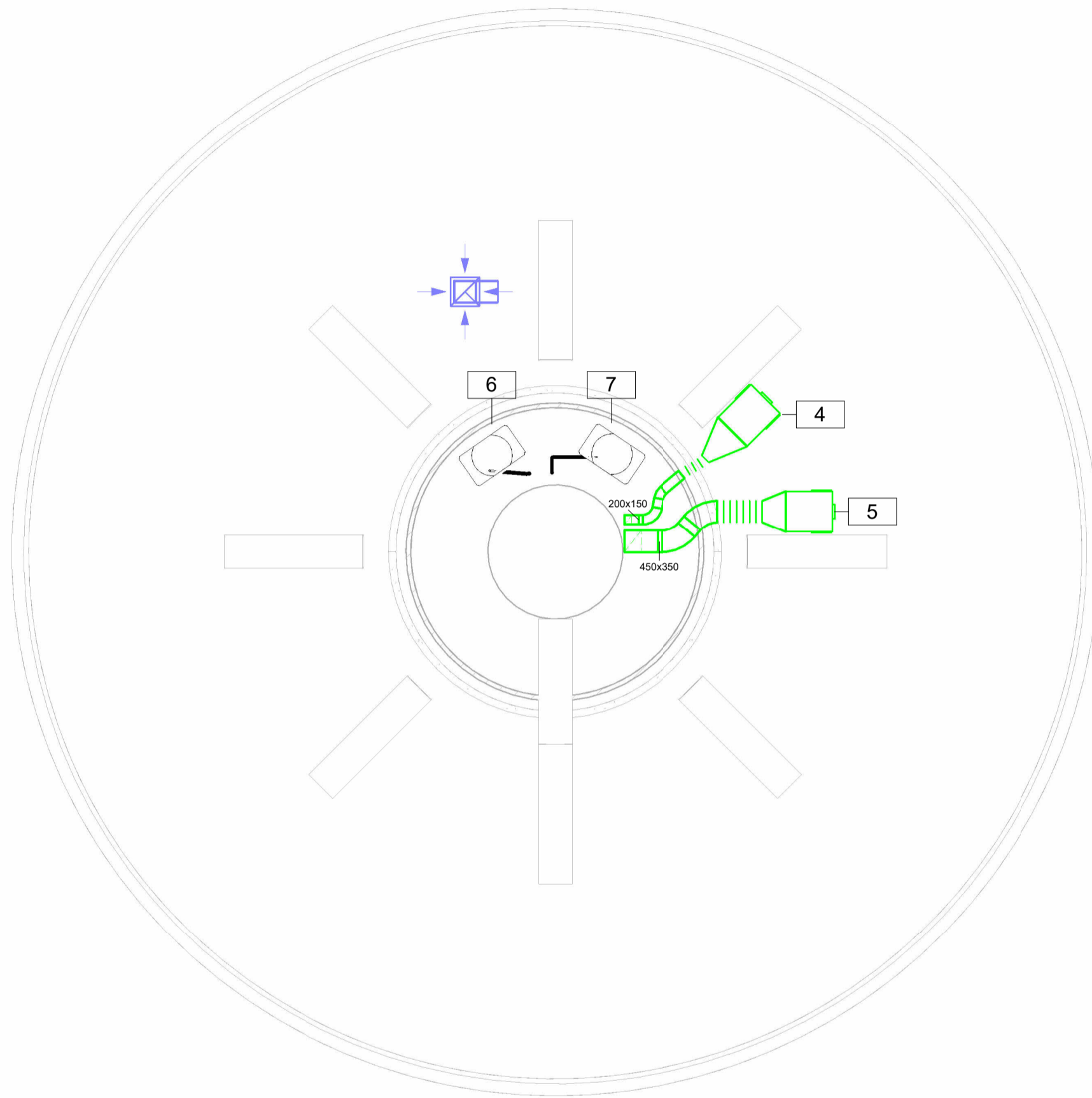
Escala 1 : 100

1 - Mecánica-NivelRes
1 : 100

Tabla de planificación de equipos mecánicos

Familia	Modelo	Marca
HC_Air Conditioner_Indoor Unit_MEPcontent_Mitsubishi Electric Corporation_PEFY-P-VMHS_ES-ES	PEFY-P200VM HS-E	1
HC_Heat Pump_MEPcontent_Mitsubishi Electric Corporation_PUHY-P300-400YKB-A1_ES-ES	PUHY-P350YK B-A1	6
HC_Heat Pump_MEPcontent_Mitsubishi Electric Corporation_PUHY-P300-400YKB-A1_ES-ES	PUHY-P300YK B-A1	7
HC_Air Conditioner_Indoor Unit_MEPcontent_Mitsubishi Electric Corporation_PEFY-P-VMHS_ES-ES	PEFY-P200VM HS-E	2
M_Módulo de ventilador - Descarga lateral superior		5
M_Módulo de ventilador - Descarga lateral superior		4
M_AHU interior - Horizontal - Serpentin de enfriamiento de agua	PAC-AH140-H	3

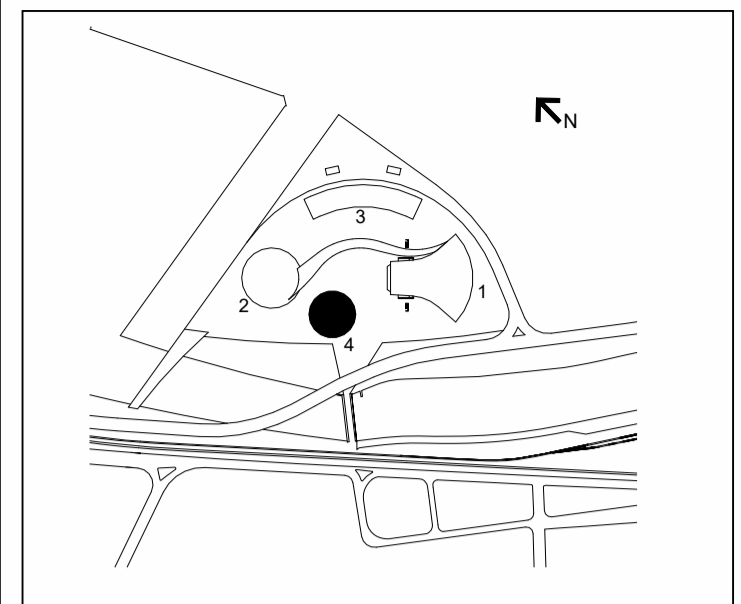
Total general: 7



1 **2 - Mecánica-BajoCub**
1 : 100

Tabla de planificación de equipos mecánicos		
Familia	Modelo	Marca
HC_Air Conditioner_Indoor Unit_MEPcontent_Mitsubishi Electric Corporation_PEFY-P-VMHS_ES-ES	PEFY-P200VM HS-E	1
HC_Heat Pump_MEPcontent_Mitsubishi Electric Corporation_PUHY-P300-400YKB-A1_ES-ES	PUHY-P350YK B-A1	6
HC_Heat Pump_MEPcontent_Mitsubishi Electric Corporation_PUHY-P300-400YKB-A1_ES-ES	PUHY-P300YK B-A1	7
HC_Air Conditioner_Indoor Unit_MEPcontent_Mitsubishi Electric Corporation_PEFY-P-VMHS_ES-ES	PEFY-P200VM HS-E	2
M_Módulo de ventilador - Descarga lateral superior		5
M_Módulo de ventilador - Descarga lateral superior		4
M_AHU interior - Horizontal - Serpentin de enfriamiento de agua	PAC-AH140-H	3

Total general: 7



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

Modelo AS-BUILT de un edificio mediante metodología BIM

D. Carlos ÁLVAREZ NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO GARCÍA

D. Rafael Pedro GARCÍA DÍAZ

Torre Mirador

Climatización Cubierta

Número de proyecto 0001

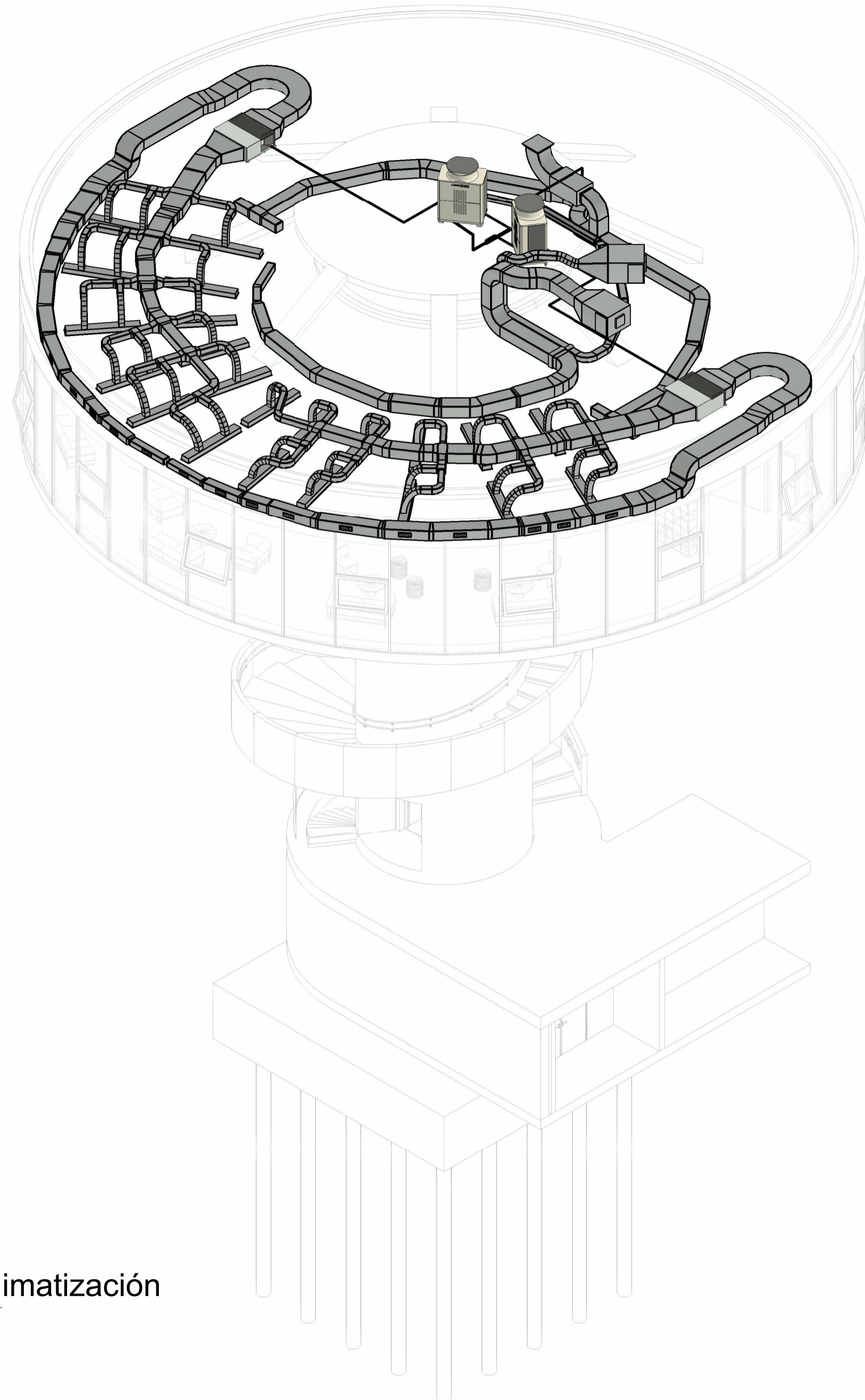
Fecha 14/06/23

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

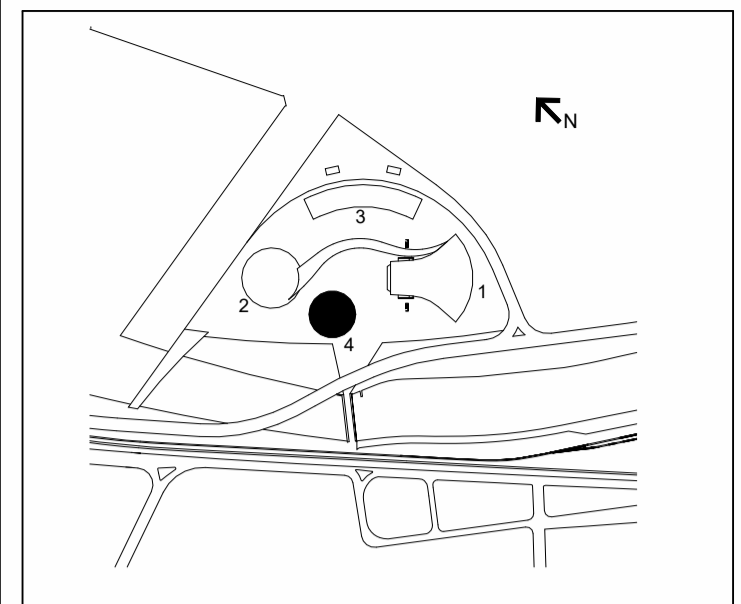
Comprobado por Antonio Bello García

A420

Escala 1 : 100



1 3D - Climatización



Escuela Politécnica de
Ingeniería de Gijón
Universidad de Oviedo

**Modelo AS-BUILT de un
edificio mediante
metodología BIM**

D. Carlos ÁLVAREZ
NAVEDA

Tutores:

D. Antonio BELLO
GARCÍA

D. Rafael Pedro
GARCÍA DÍAZ

Torre Mirador

Climatización Vista 3D

Número de proyecto 0001

Fecha 14/06/23

Dibujado por Carlos Álvarez Naveda

Comprobado por Antonio Bello García

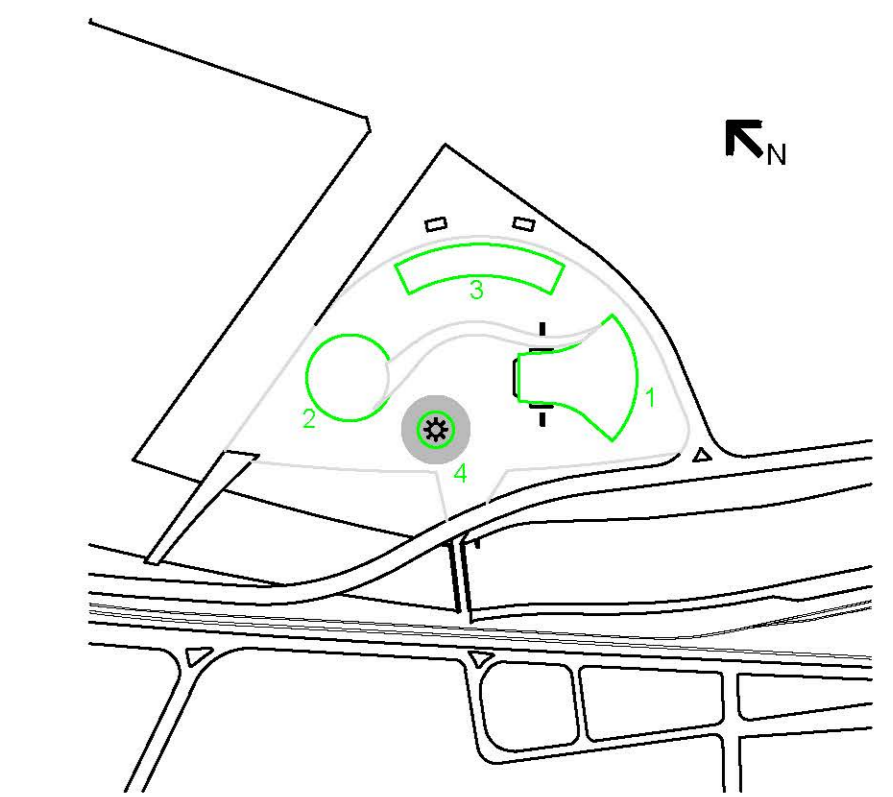
A430

Escala

Anexo

Índice

1.	PLANO A-4.01FO	3
2.	PLANO A-4.02FO	4
3.	PLANO A-4.03FO	5
4.	PLANO F-4.01	6
5.	PLANO S-4.01	7
6.	PLANO K.B-4.01	8
7.	CERTIFICADOS DE REALIZACIÓN DE CURSOS	9
7.1.	CURSO INTRODUCTORIO DE MODELADO 3D EN ARQUITECTURA	10
7.2.	CURSO AVANZADO DE MODELADO 3D EN ARQUITECTURA	11
7.3.	CURSO DE TÉCNICAS DE MODELADO Y DISEÑO DE SISTEMAS MECÁNICOS	12



CUADRO DE SUPERFICIES

NIVEL	SUPERFICIE ÚTIL	SUP. CONSTRUIDA
-1	28.46 M2	54.47 M2
PLAZA	-	17.35 M2
ESCALERA EXTERIOR	127.15 M2	137.57 M2
TORRE MIRADOR	297.83 M2	401.15 M2
TOTAL	453.44 M2	610.54 M2

NOTAS:

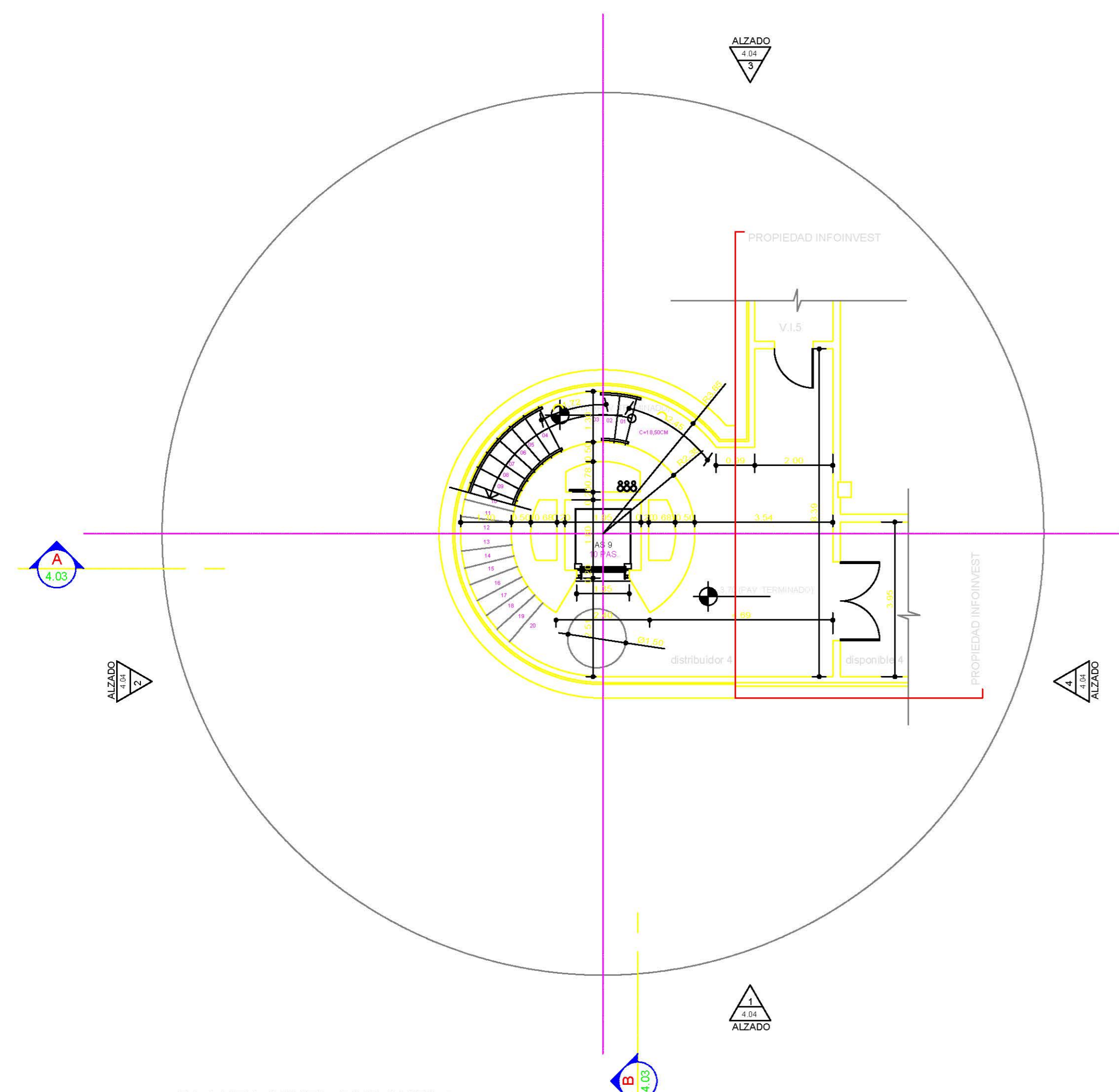
- 1 - EL NIVEL 0.00 CORRESPONDE AL NIVEL +7.30 m DEL PLANO TOPOGRÁFICO
- 2 - TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN CENTÍMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS
- 3 - LAS COTAS ESTÁN CONSIDERADAS EN ACABADO

LEYENDA:

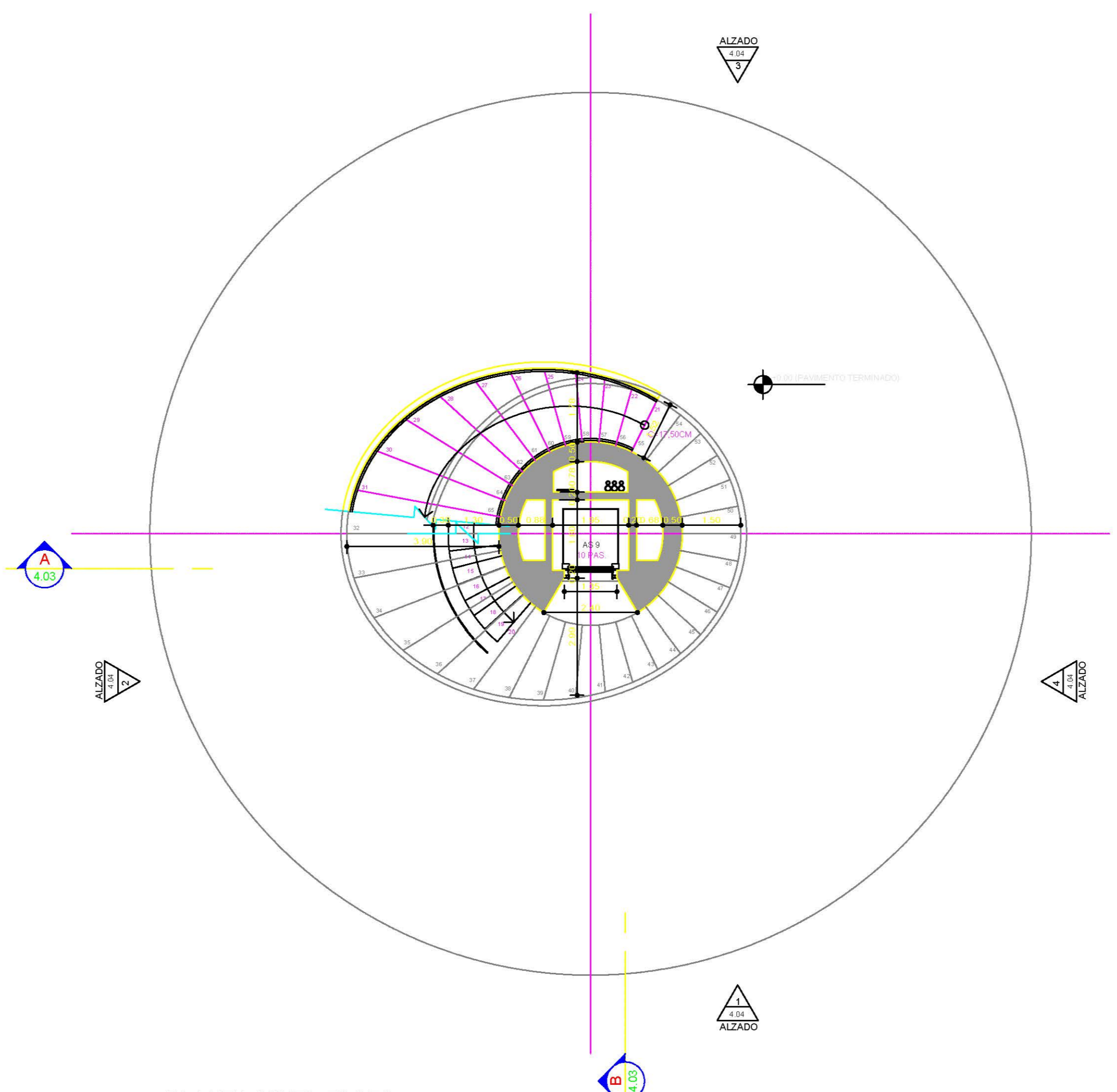
- NIVEL TERMINADO
- NIVEL ESTRUCTURA
- NIVEL TERMINADO
- NIVEL ESTRUCTURA
- ▽ TERMINACIÓN DE PARED
- ◇ TERMINACIÓN DE TECHO
- ◇ TERMINACIÓN DE PISO
- IDENTIFICACIÓN
- N° PLANO DE DETALLES
- IDENTIFICACIÓN
- N° DE HOJA DEL CUADERNO DE DETALLES
- △ N° DE ALZADO
- △ N° PLANO DE EJECUCIÓN
- △ LETRA DE SECCIÓN
- △ N° PLANO DE EJECUCIÓN
- ESTRUCTURA
- ALBAÑILERÍA
- S - SANITARIO
- C - COCINA
- ES - ESCALERA
- R - RAMPA
- PM - PUERTA DE MADERA
- PA - PUERTA DE ACERO
- PV - PAÑO DE VIDRIO
- PHE - PERSONAS CON NECESIDADES ESPECIALES
- TM - TELA METÁLICA
- TE - TECHO
- UM - UMBRAL
- DS - DETALLE DE SANITARIO
- DO - DETALLE DE OFICIO
- DA - DETALLE DE TERMINACIÓN
- DI - DETALLE DE IMPERMEABILIZACIÓN
- DG - DETALLE GENERAL
- HE - CERRAJERÍA
- AS - ASCENSOR

ACABADOS:

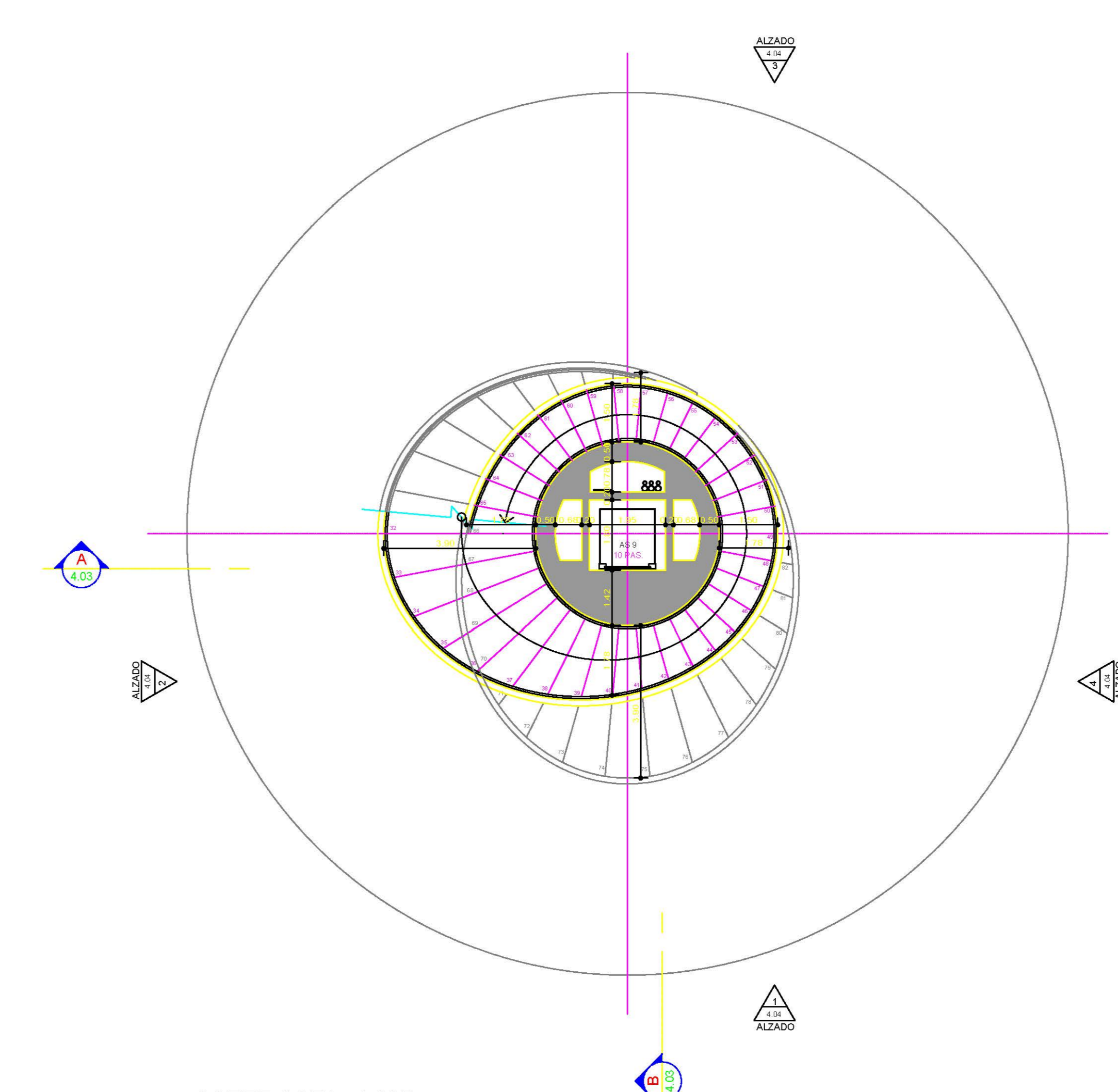
- 1 - PAVIMENTO DE TERRAZO IN SITU
- 2 - MOQUETA
- 3 - MOQUETA Y SUB-BASE
- 4 - PAVIMENTO DE HORMIGÓN PIGMENTADO
- 5 - TARIMA DE TABLA DE MADERA
- 6 - FALSO TECHO ACÚSTICO
- 7 - REVESTIMIENTO EN MADERA CON AISLAMIENTO ACÚSTICO
- 8 - PINTURA SOBRE SUPERFICIE METÁLICA
- 9 - HORMIGÓN CON PINTURA IMPERMEABILIZANTE
- 10 - PINTURA ACRILICA SOBRE HORMIGÓN
- 11 - PINTURA PVA SOBRE HORMIGÓN
- 12 - PINTURA ACRILICA SOBRE MORTERO DE ASIENTO
- 13 - PINTURA PVA SOBRE MORTERO DE ASIENTO
- 14 - IMPERMEABILIZACIÓN CON PROTECCIÓN MECÁNICA
- 15 - PANEL FRIGORÍFICO AISLANTE
- 16 - REVESTIMIENTO CERÁMICO 10X10
- 17 - TABIQUE MÓVIL
- 18 - REVESTIMIENTO TERMO-ACÚSTICO
- 19 - ASFALTO
- 20 - VIDRIO
- 21 - FALSO TECHO SUSPENDIDO EN YESO CON PINTURA ACRILICA
- 22 - PANEL DE YESO CON PINTURA ACRILICA
- 23 - PANEL DE YESO CON PINTURA PVA
- 24 - PAVIMENTO DE HORMIGÓN ACABADO CUARZO CORRIDÓN
- 25 - MOQUETA FELPUDO



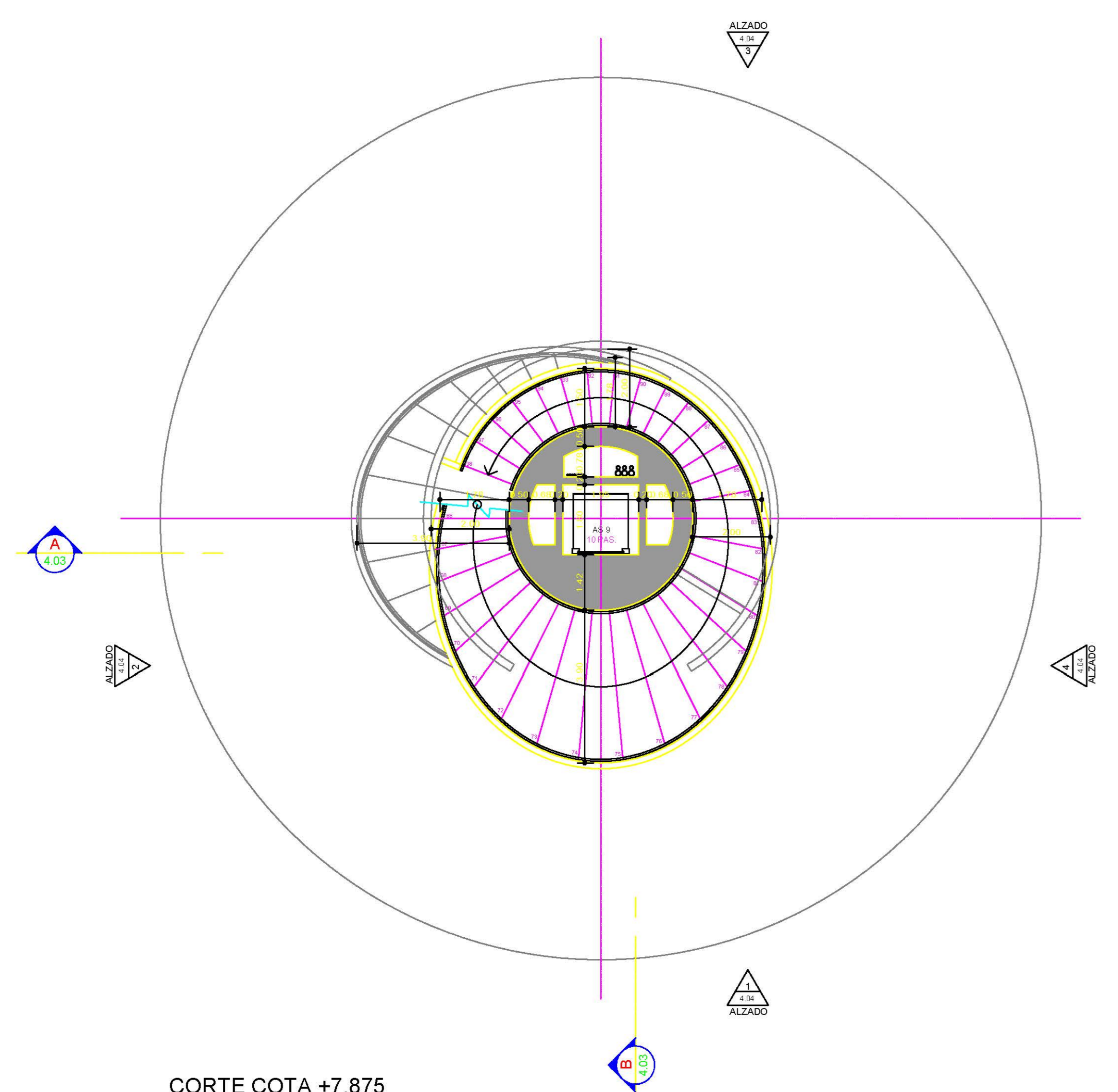
PLANTA NIVEL SUBSUELO



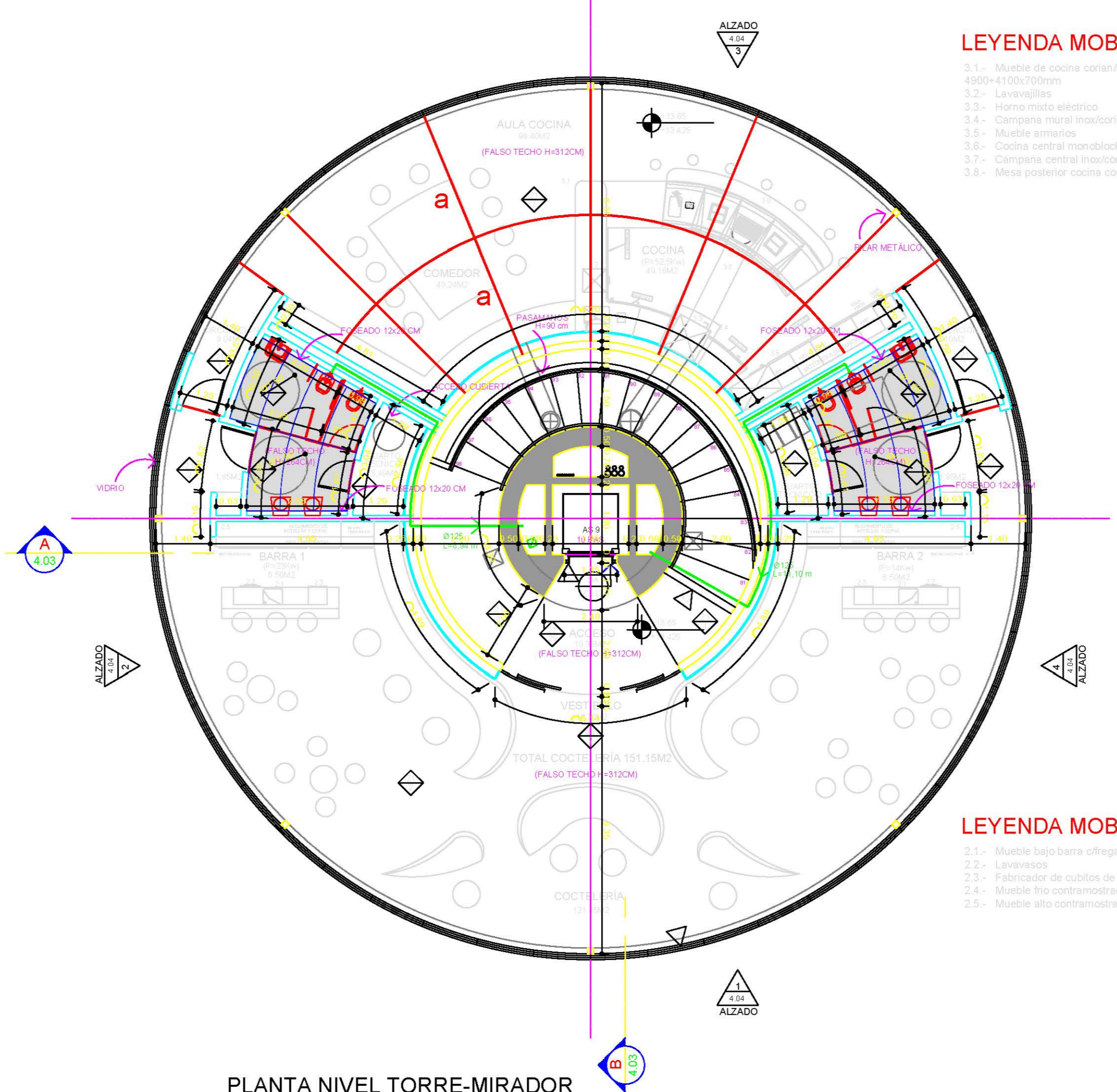
PLANTA NIVEL PLAZA



CORTE COTA +1,925



CORTE COTA +7,875



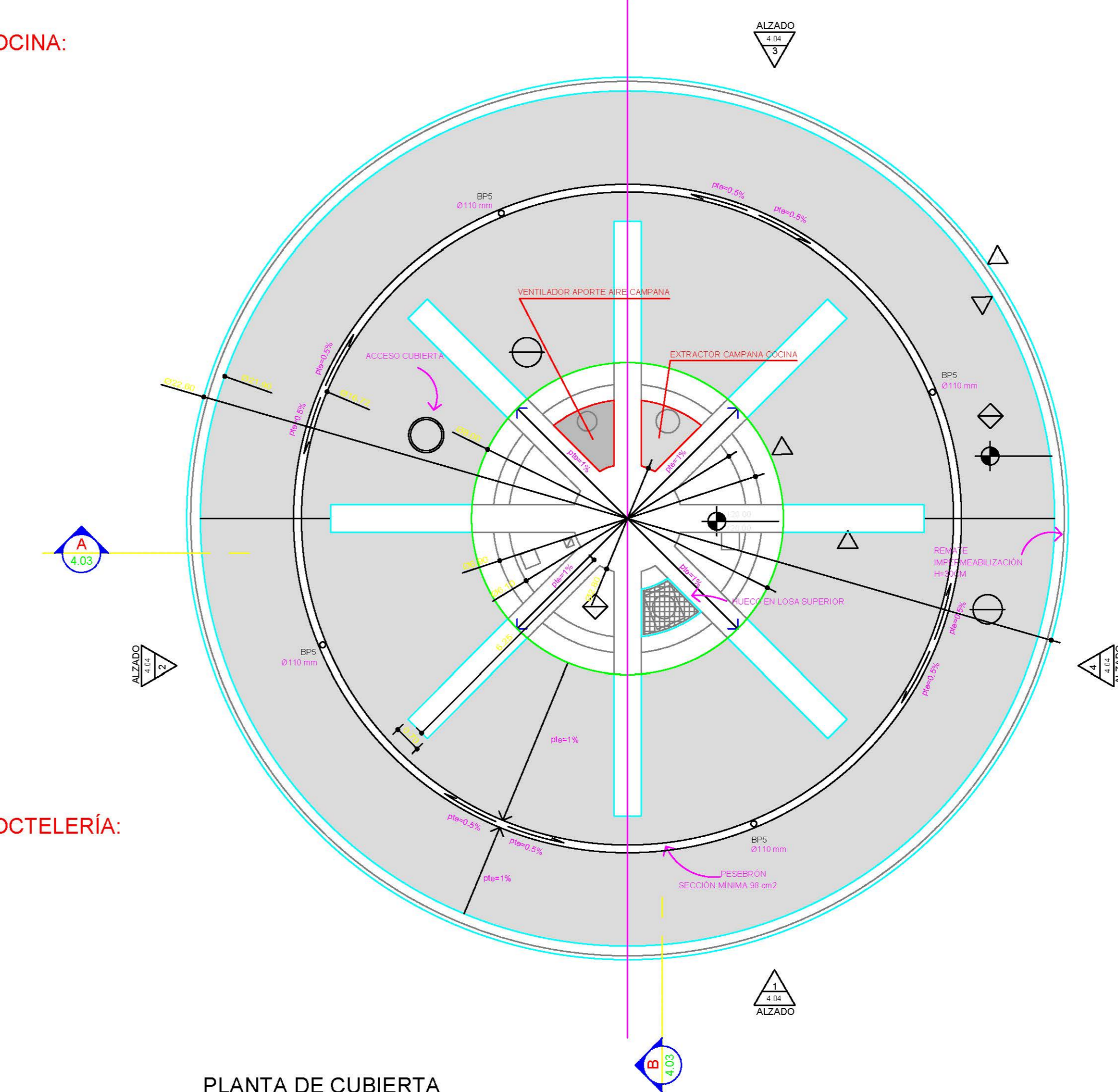
PLANTA NIVEL TORRE-MIRADOR

LEYENDA MOBILIARIO DE COCINA:

- 3.1 - Mueble de cocina con estufa y lavavajillas
- 3.2 - Lavavajillas
- 3.3 - Fregadero
- 3.4 - Campana extractora
- 3.5 - Mueble armario
- 3.6 - Cocina central inoxidable
- 3.7 - Campana central inoxidable
- 3.8 - Mueble posterior cocina cocina

LEYENDA MOBILIARIO DE COCTELERÍA:

- 2.1 - Mueble tipo barra refrigerado
- 2.2 - Lavavajillas
- 2.3 - Fregadero de cubilete de hierro
- 2.4 - Mueble tipo conserje/estantería
- 2.5 - Mueble tipo conserje/estantería



PLANTA DE CUBIERTA

CENTRO CULTURAL "OSCAR NIEMEYER"

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

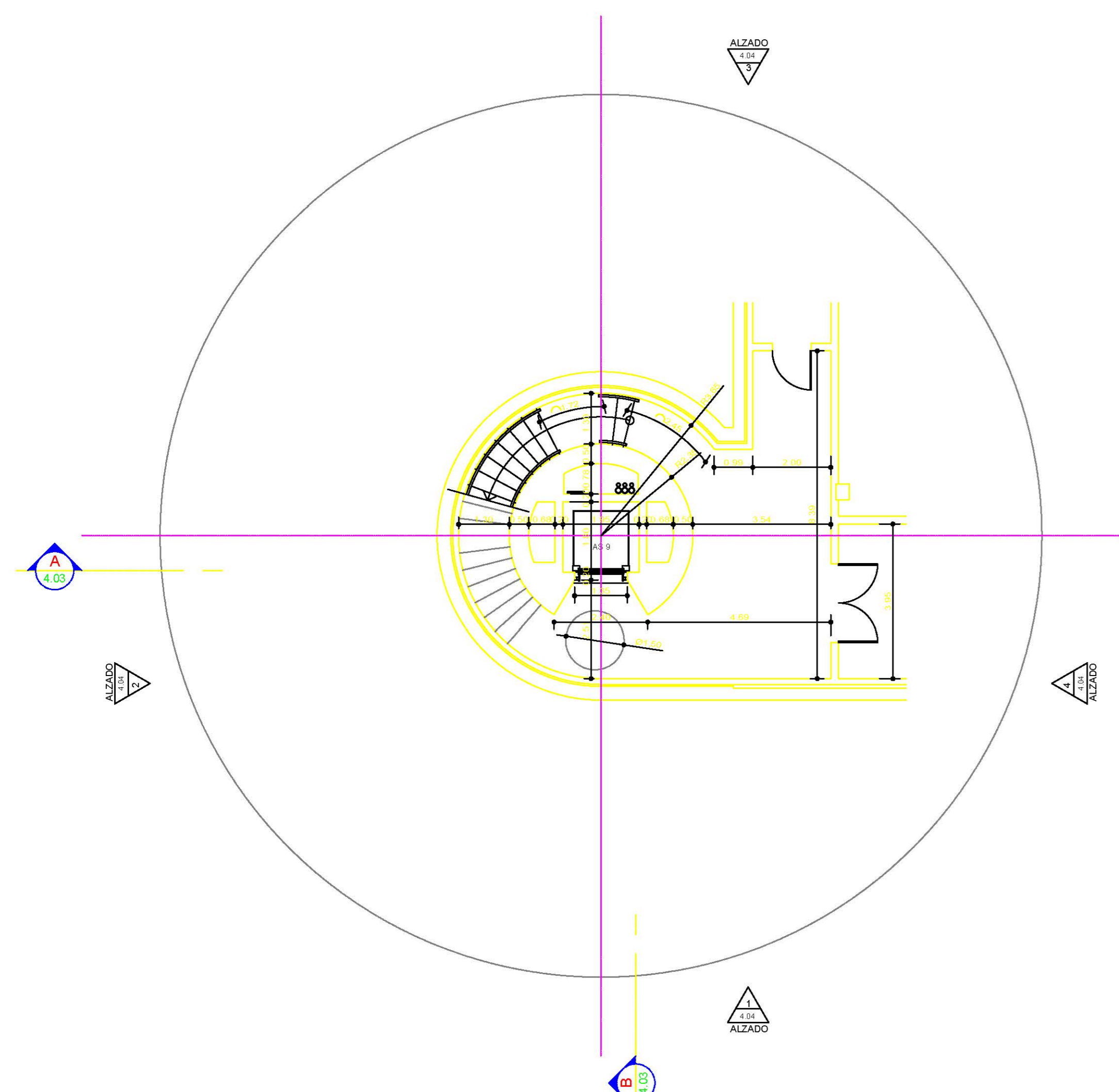
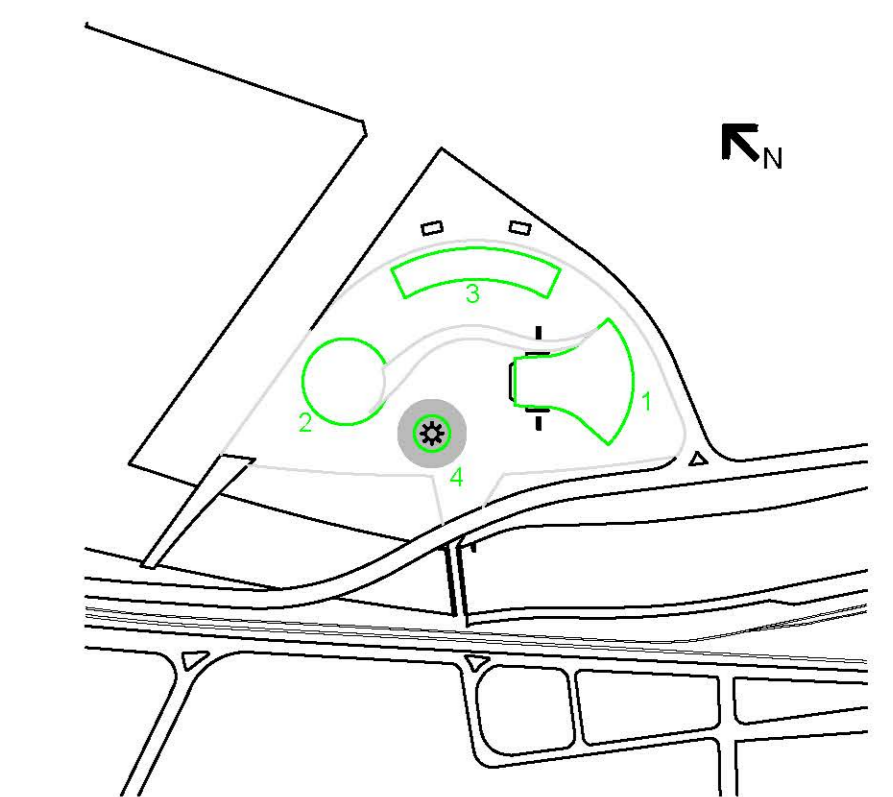
PROPIEDAD: PRINCIPADO DE ASTURIAS
ARQUITECTOS: OSCAR NIEMEYER, JAIR VALERA, JAVIER BLANCO GARCÍA-CASTAÑÓN

PLANO

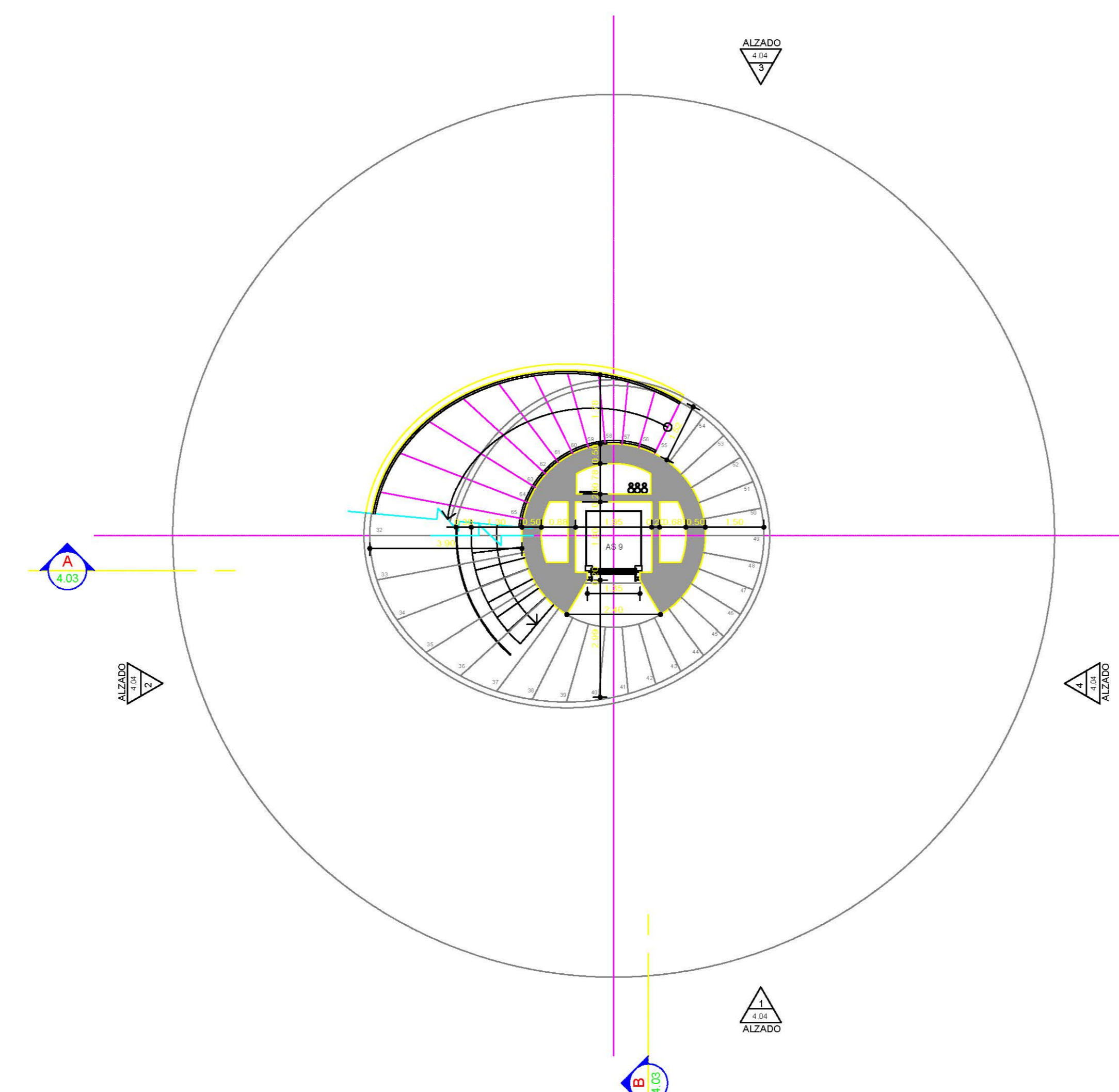
ESCALA:	1:500
PLANO Nº:	01
FECHA:	15/05/2023
NOMBRE DE DISEÑO:	01

COLABORADORES

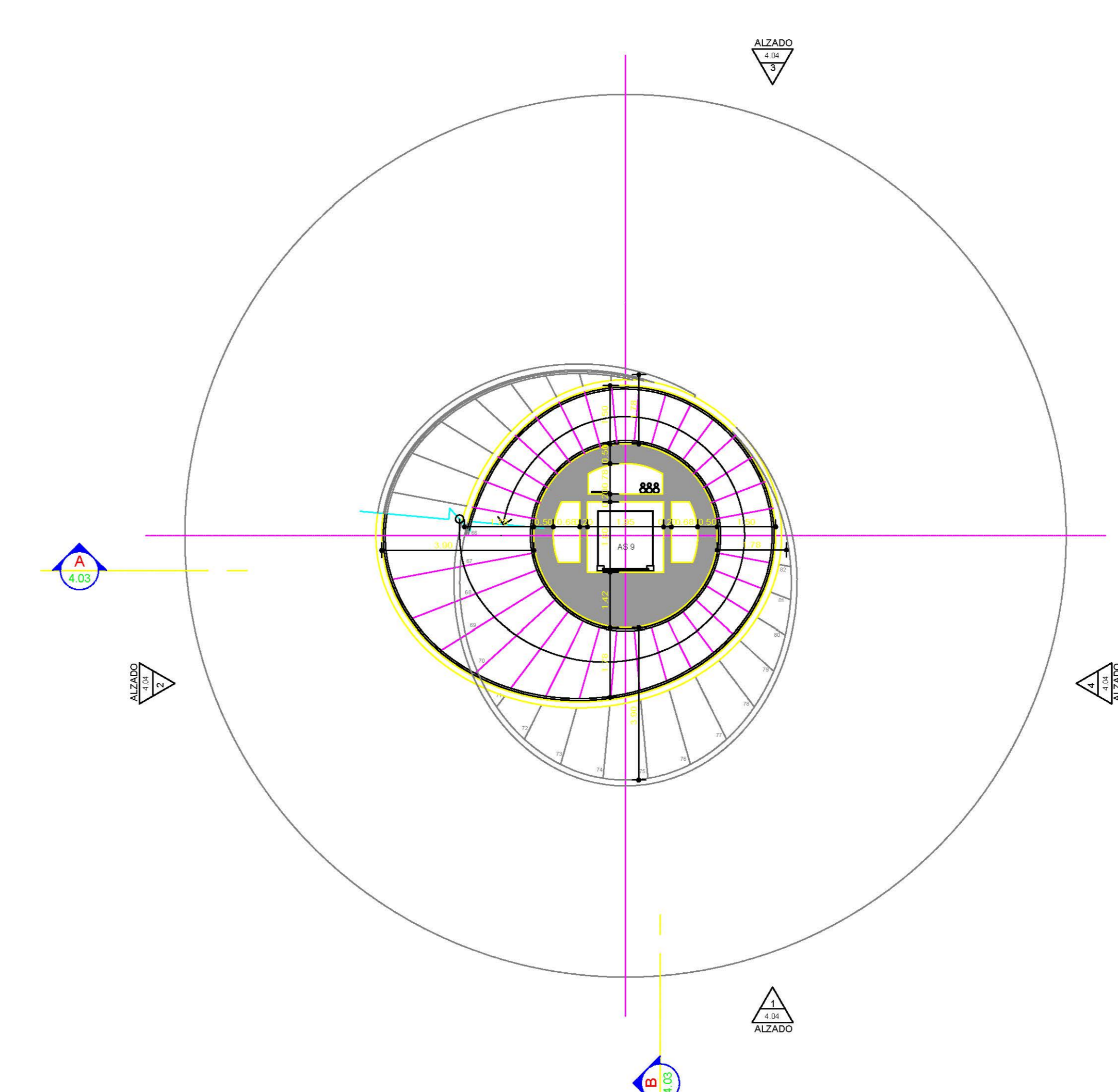
ESTRUCTURA	AVANTEC Engenharia Ltda
INSTALACIONES	EVER PROJECT S.L. EURING INGENIEROS
ACÚSTICA	HIGINI ARAU
REVISIONES:	



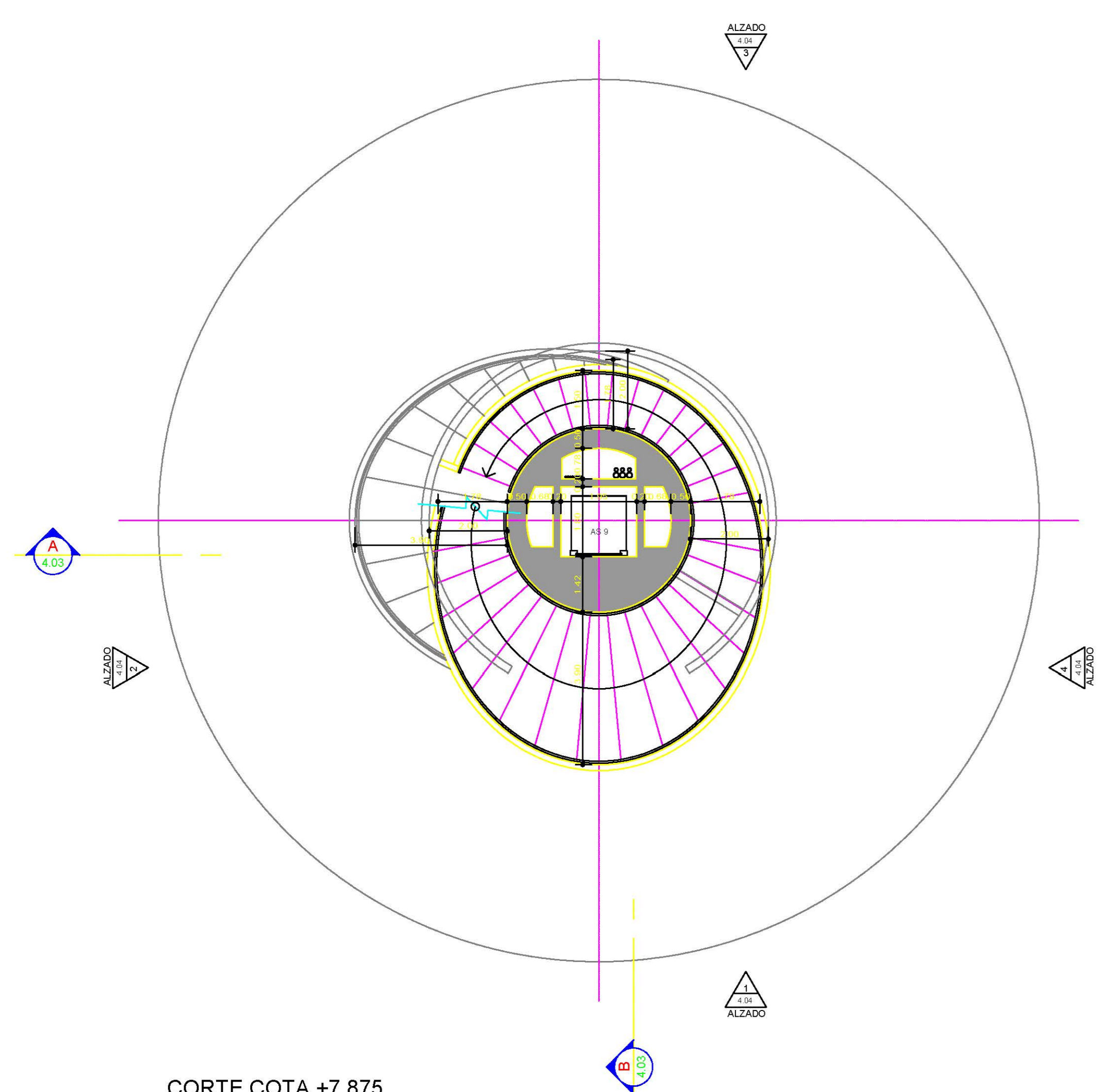
PLANTA NIVEL SUBSUELO



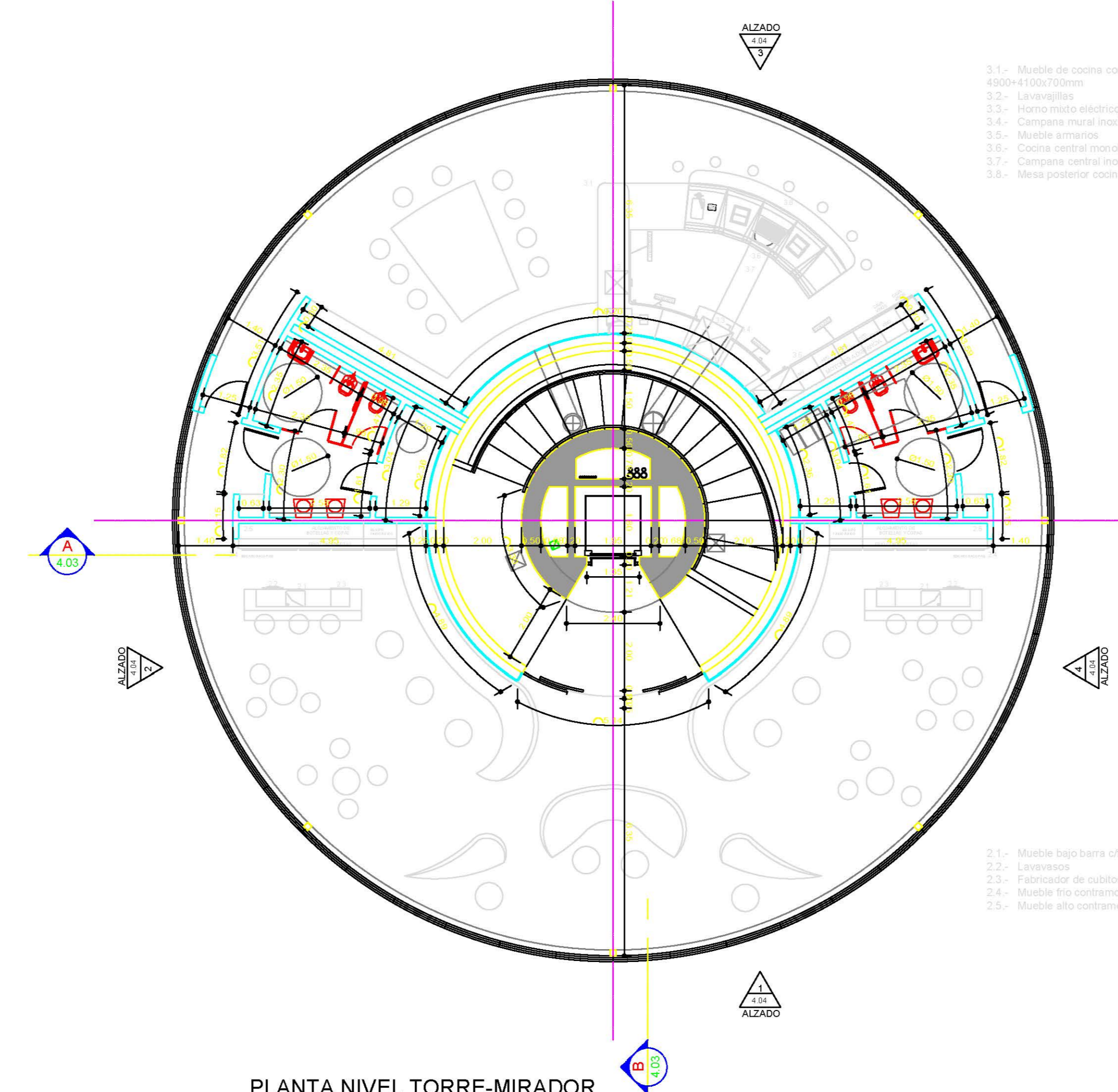
PLANTA NIVEL PLAZA



CORTE COTA +1,925



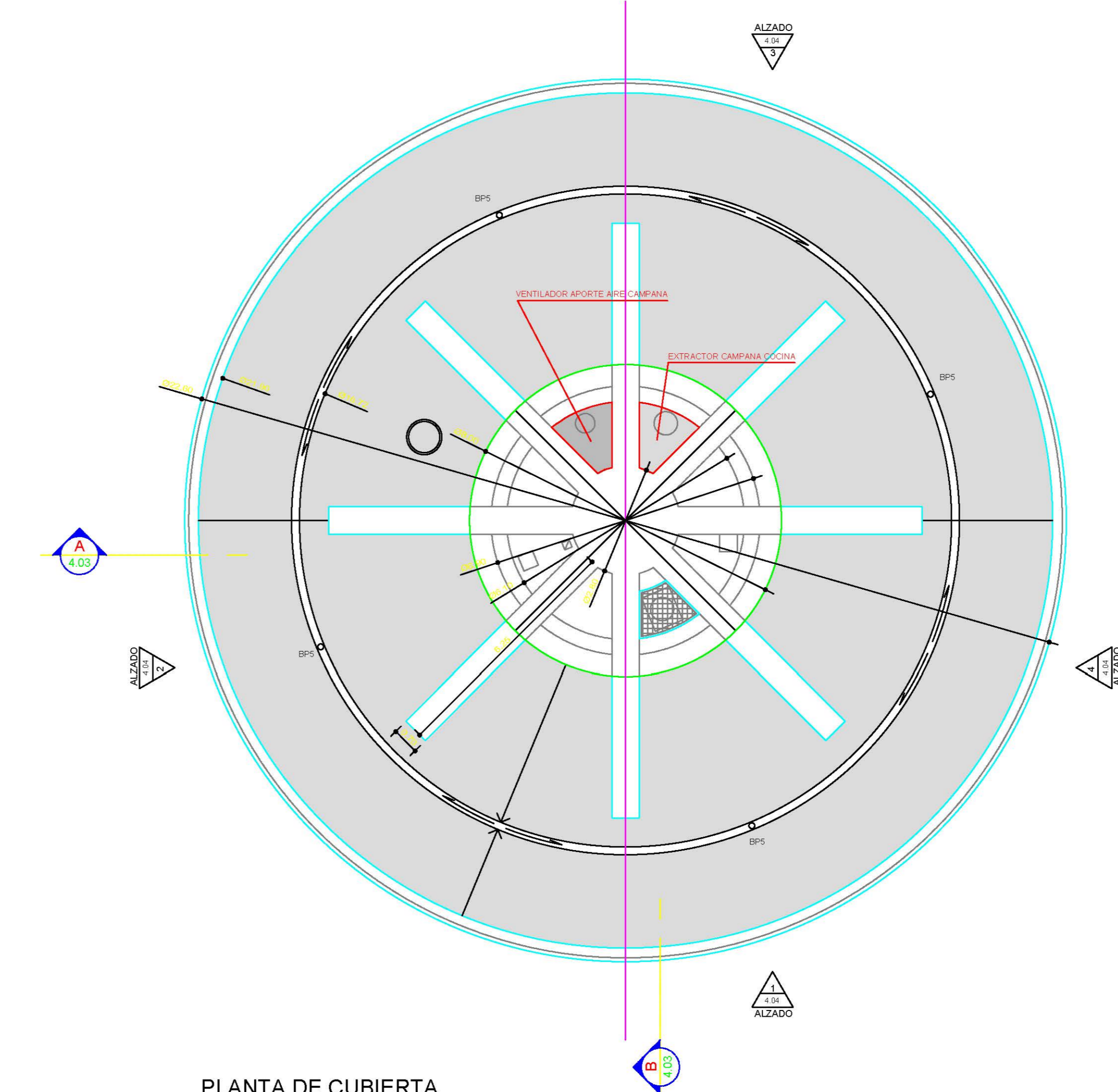
CORTE COTA +7,875



PLANTA NIVEL TORRE-MIRADOR

- 3.1 - Mueble de cocina con lavavajillas
- 3.2 - Lavavajillas
- 3.3 - Fregadero
- 3.4 - Campana extractora
- 3.5 - Mueble armario
- 3.6 - Cocina central (comedor)
- 3.7 - Campana extractora
- 3.8 - Mueble posterior cocina con

- 2.1 - Mueble bajo banco colgadero
- 2.2 - Comedor
- 2.3 - Fabricación de muebles de baño
- 2.4 - Mueble de almacenamiento
- 2.5 - Mueble alto con espejo

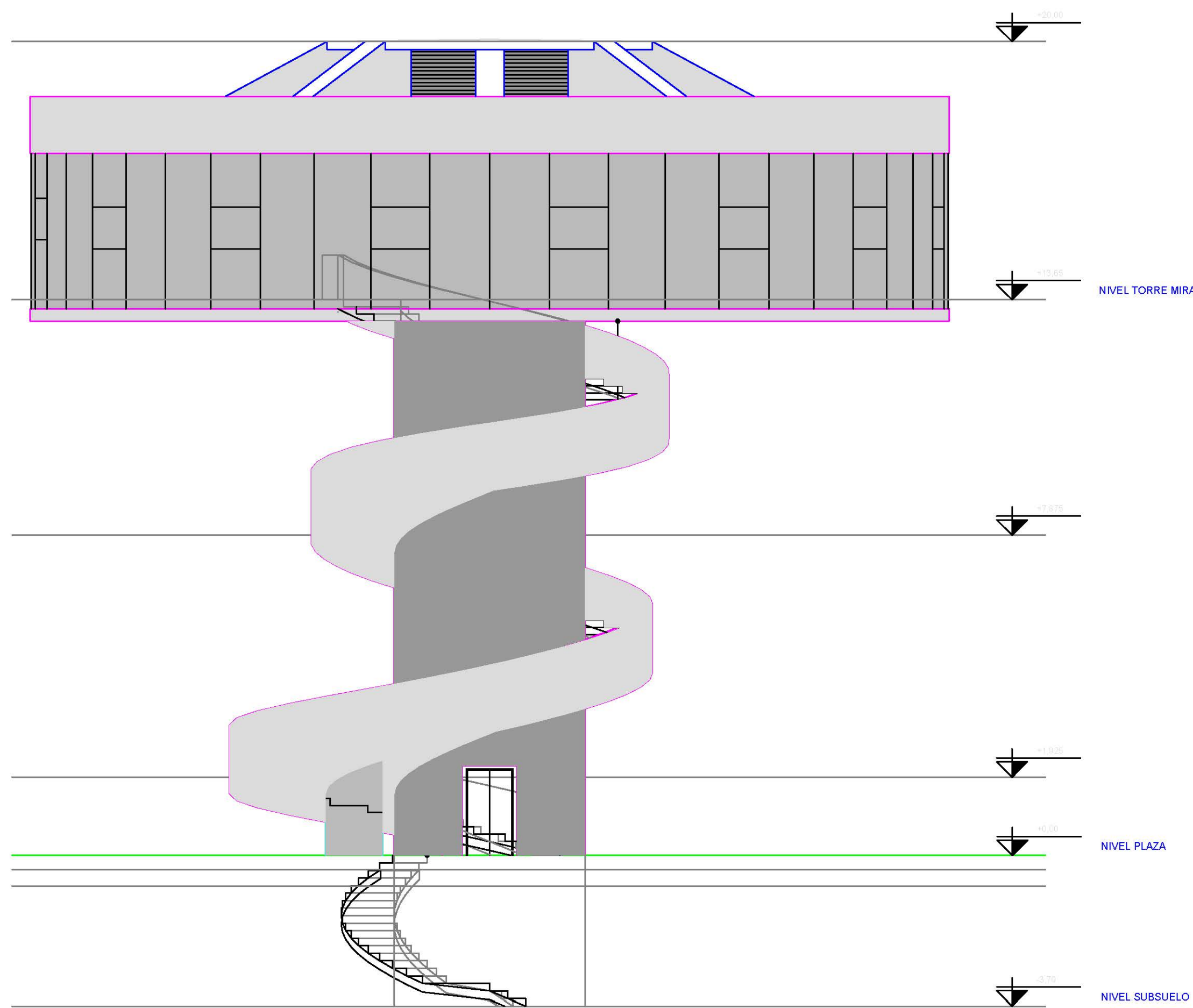


PLANTA DE CUBIERTA

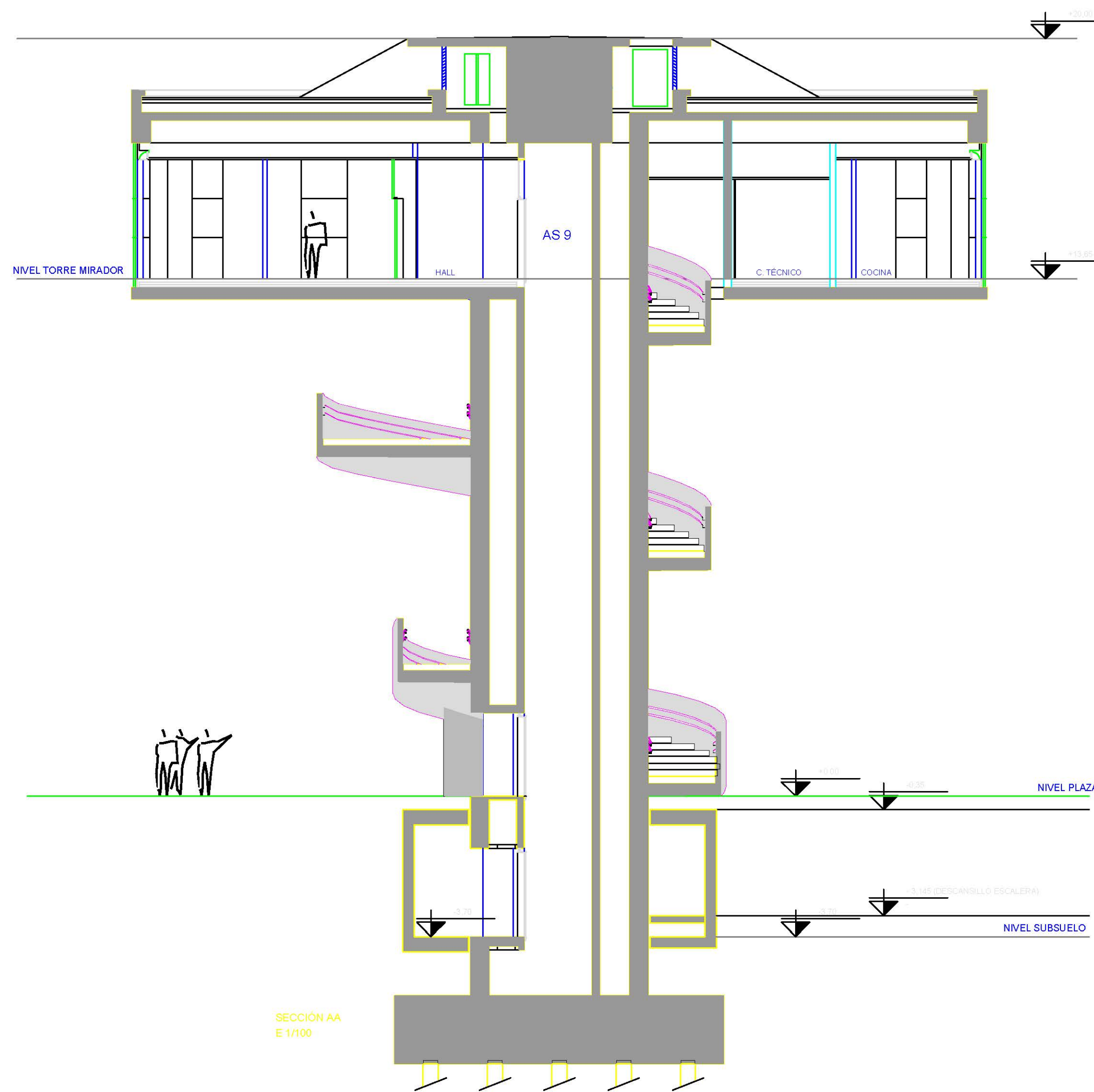
CENTRO CULTURAL "OSCAR NIEMEYER"

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN	PROYECTANTES
PROPIEDAD: PRINCIPADO DE ASTURIAS ARQUITECTOS	OSCAR NIEMEYER JAIR VALERA JAVIER BLANCO GARCÍA-CASTAÑÓN
OSCAR NIEMEYER JAIR VALERA JAVIER BLANCO GARCÍA-CASTAÑÓN	PLANO
	FECHA
	NOVIEMBRE DE 2007

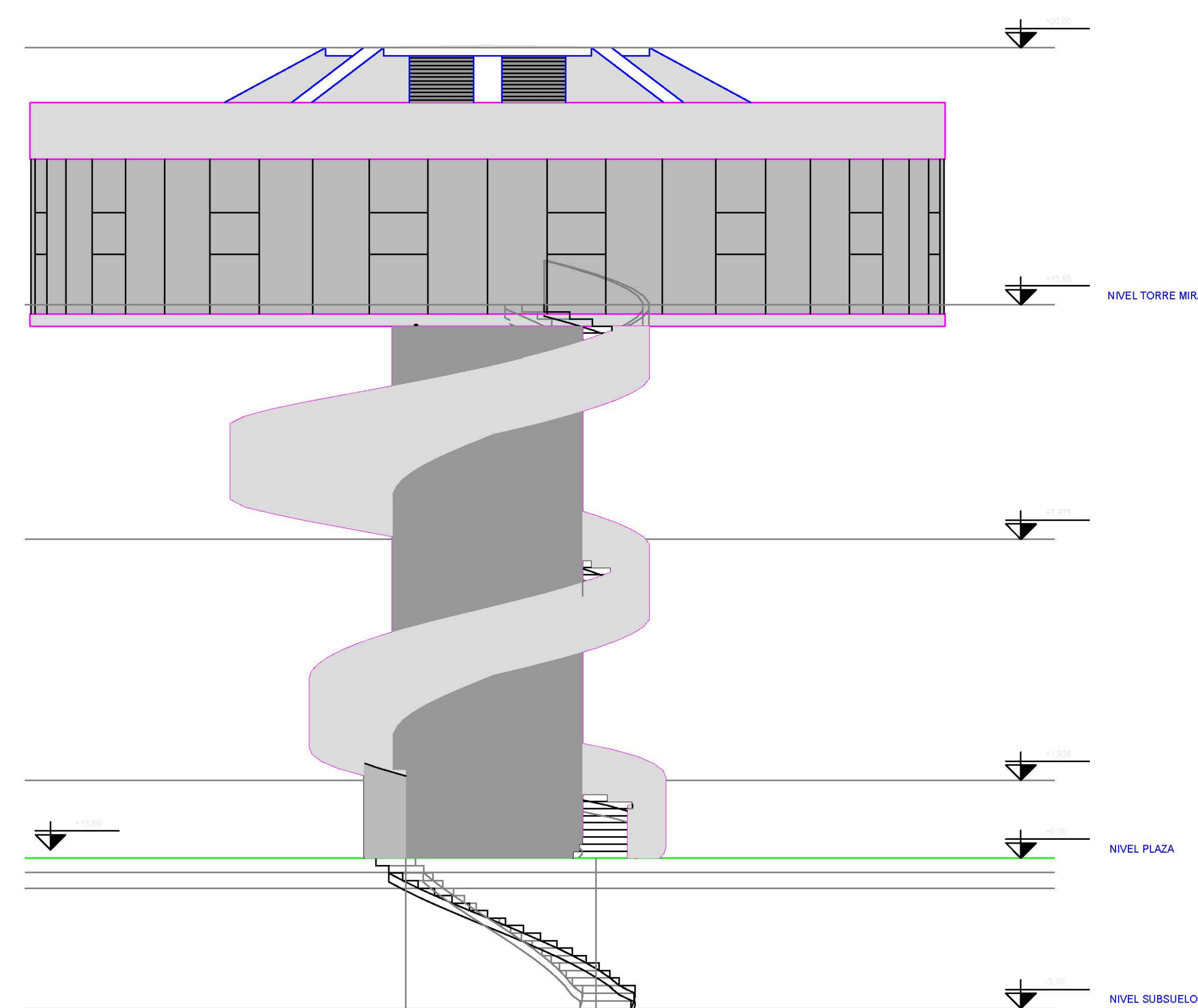
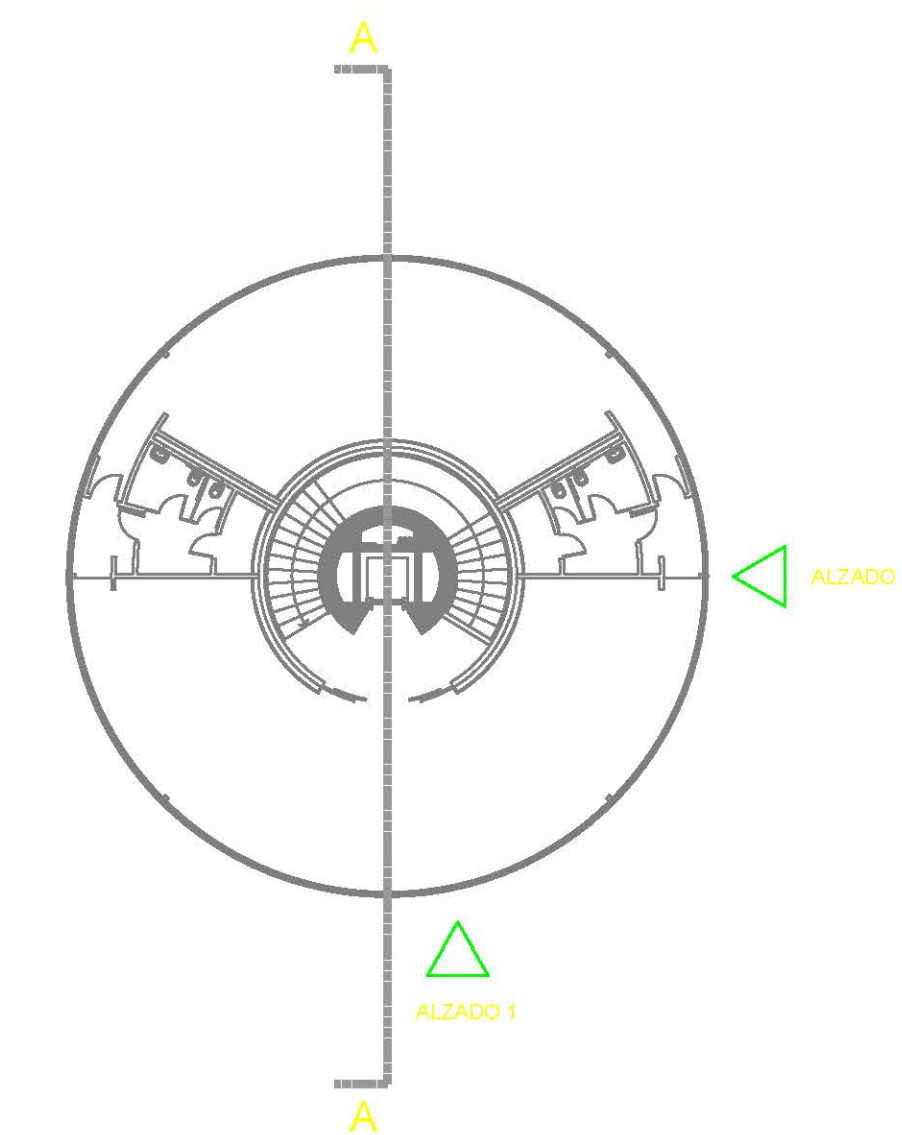
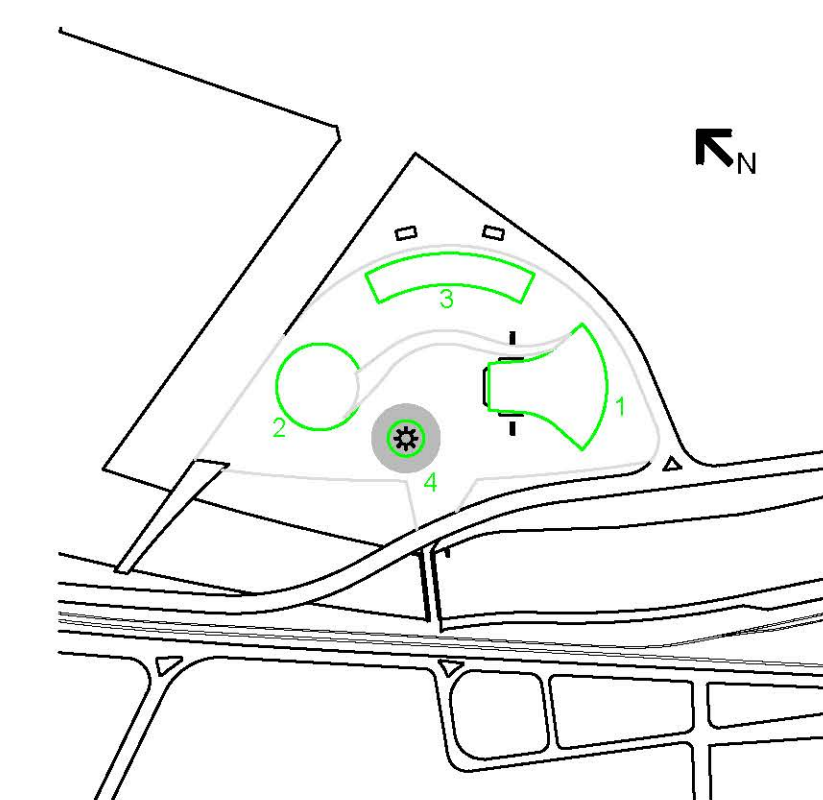
COLABORADORES	
ESTRUCTURA	AVANTEC Engenharia Ltda
INSTALACIONES	EVER PROJECT S.L. EURING INGENIEROS
ACÚSTICA	HIGINI ARAU
REVISIONES	



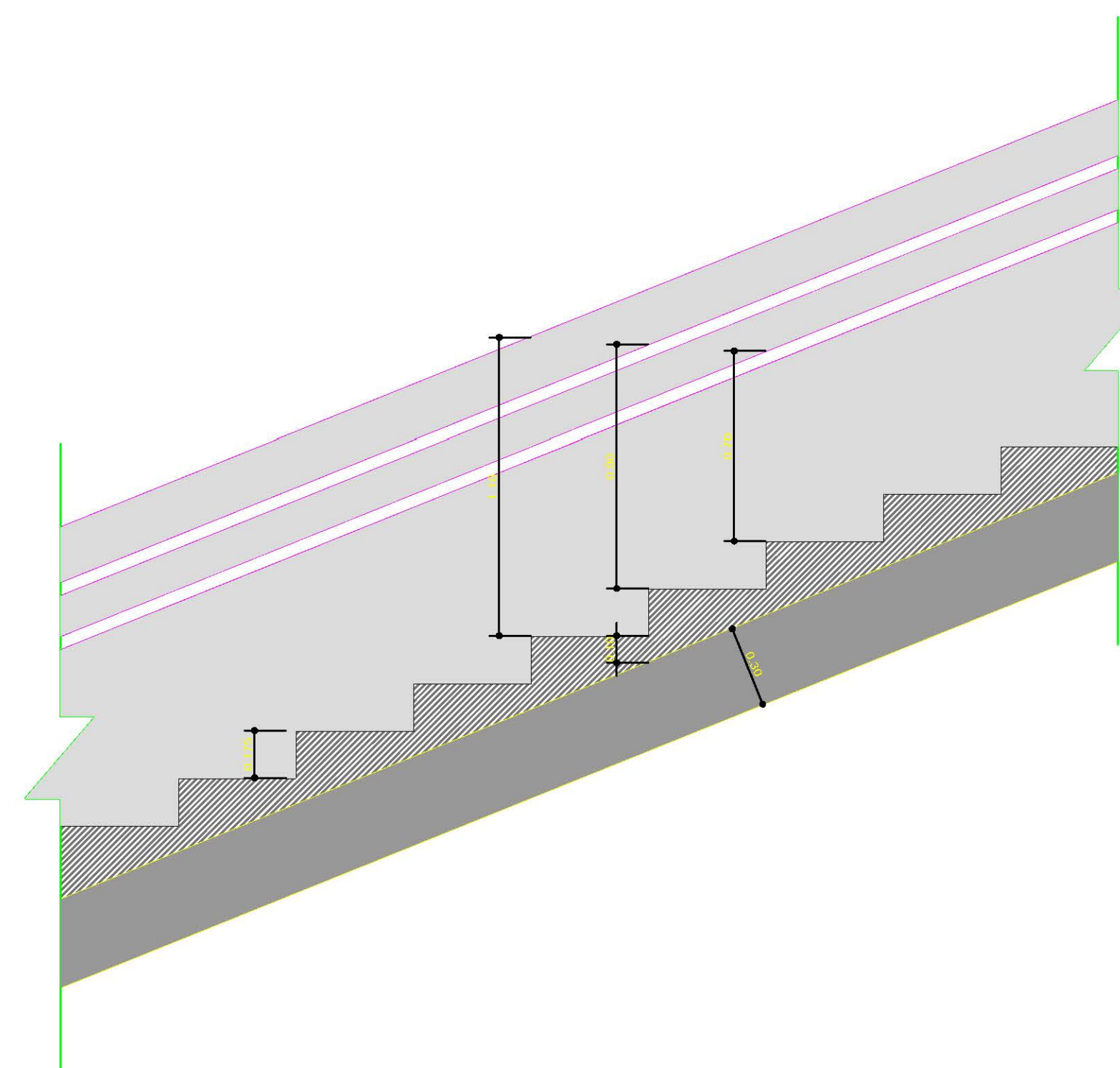
ALZADO 1
E 1/100



SECCIÓN AA
E 1/100



ALZADO 4
E 1/100



TRAMO ESCALERA DESARROLLADO
E 1/20

CENTRO CULTURAL "OSCAR NIEMEYER"

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

PROPIEDAD: PRINCIPADO DE ASTURIAS
ARQUITECTOS

OSCAR NIEMEYER

ANA NIEMEYER JAIR VALERA
JAVIER BLANCO GARCÍA-CASTAÑÓN

PLANO

EMISOR: EMISOR
MARGEN DERECHA
RÍA DE AVILES (ASTURIAS)

PLANO Nº

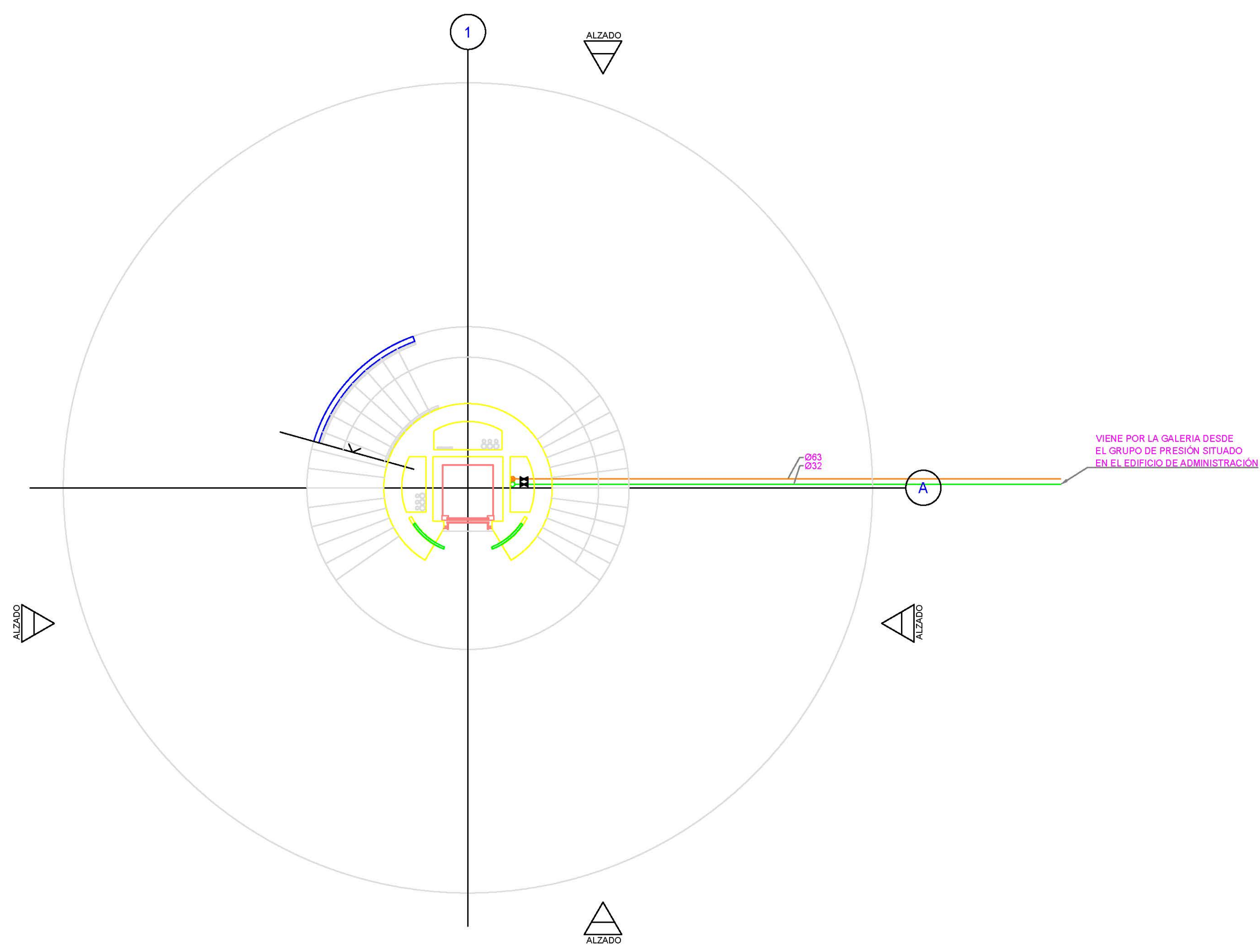
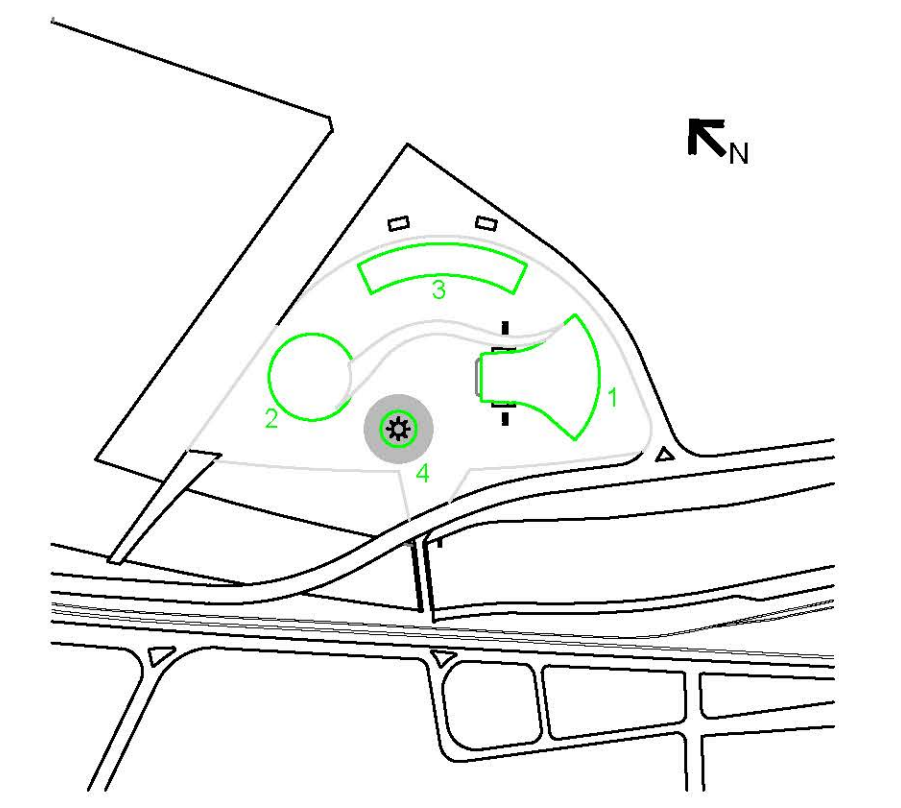
FECHA

NOVIEMBRE DE 2007

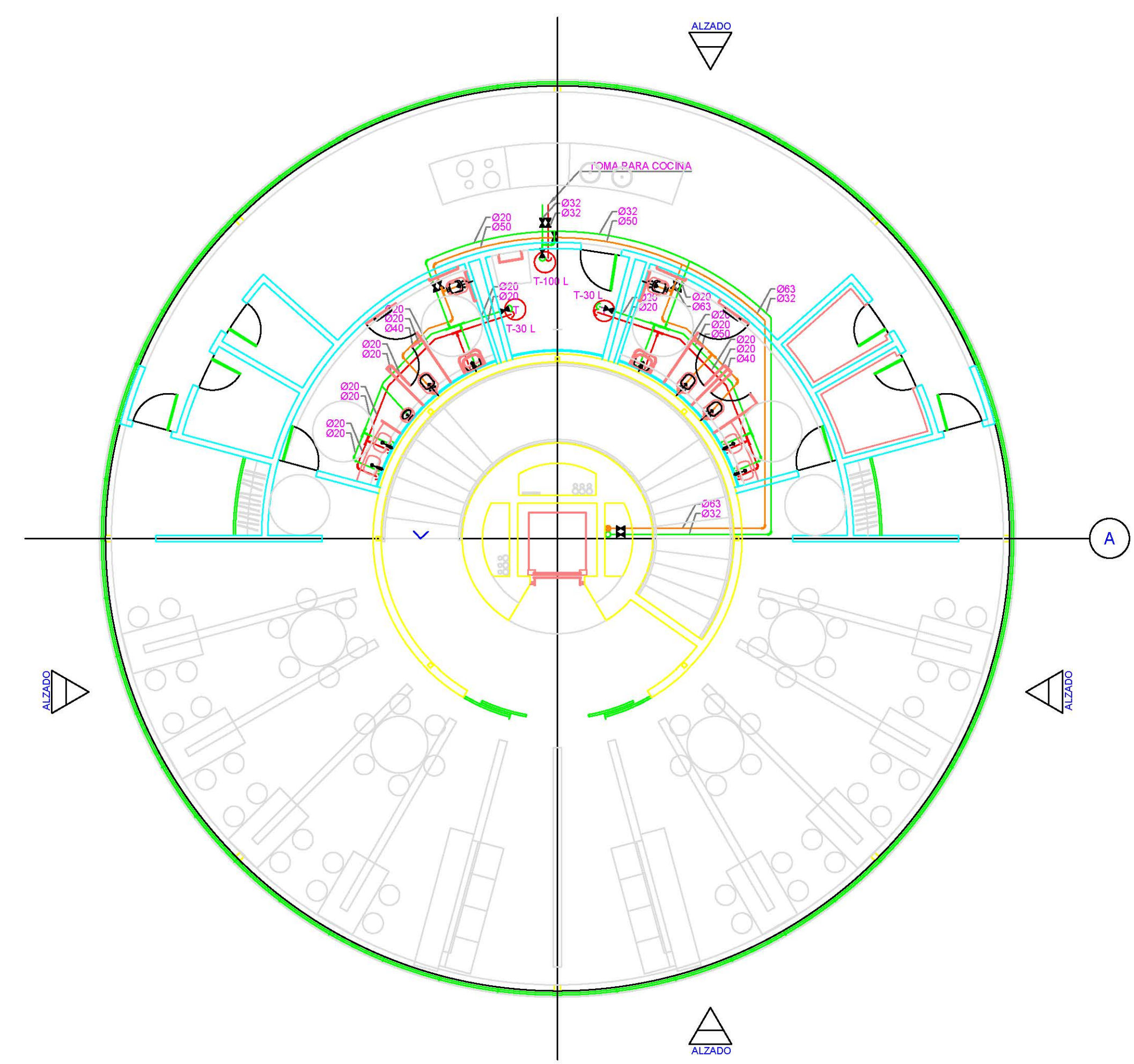
COLABORADORES

ESTRUCTURA	AVANTECO Engenharia Ltda
INSTALACIONES	EVER PROJECT S.L. EURING INGENIEROS
ACÚSTICA	HIGINI ARAU

REVISIONES		



PLANTA NIVEL PLAZA



PLANTA NIVEL RESTAURANTE

- LEYENDA DE FONTANERIA
- COLUMNA DE AGUA FRIA
 - COLUMNA DE AGUA CALIENTE
 - COLUMNA DE AGUA CALIENTE DE RETORNO
 - COLUMNA DE FLUXOMETROS
 - TUBERIA DE AGUA FRIA
 - TUBERIA DE AGUA CALIENTE
 - TUBERIA DE AGUA CALIENTE DE RETORNO
 - TUBERIA DE FLUXOMETROS
 - VALVULA DE ESFERA
 - VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
 - VALVULA DE RETENCION
 - GRIFO DE RACOR MANQUERA
 - TERMO ELECTRICO

CENTRO CULTURAL "OSCAR NIEMEYER"

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION

PROPIEDAD - PRINCIPADO DE ASTURIAS
ARQUITECTOS

OSCAR NIEMEYER
ANA NIEMEYER JAIR VALERA
JAVIER BLANCO GARCIA-CASTAÑON

PLANO

**RESTAURANTE-MIRADOR
FONTANERIA
NIVEL PLAZA Y RESTAURANTE**

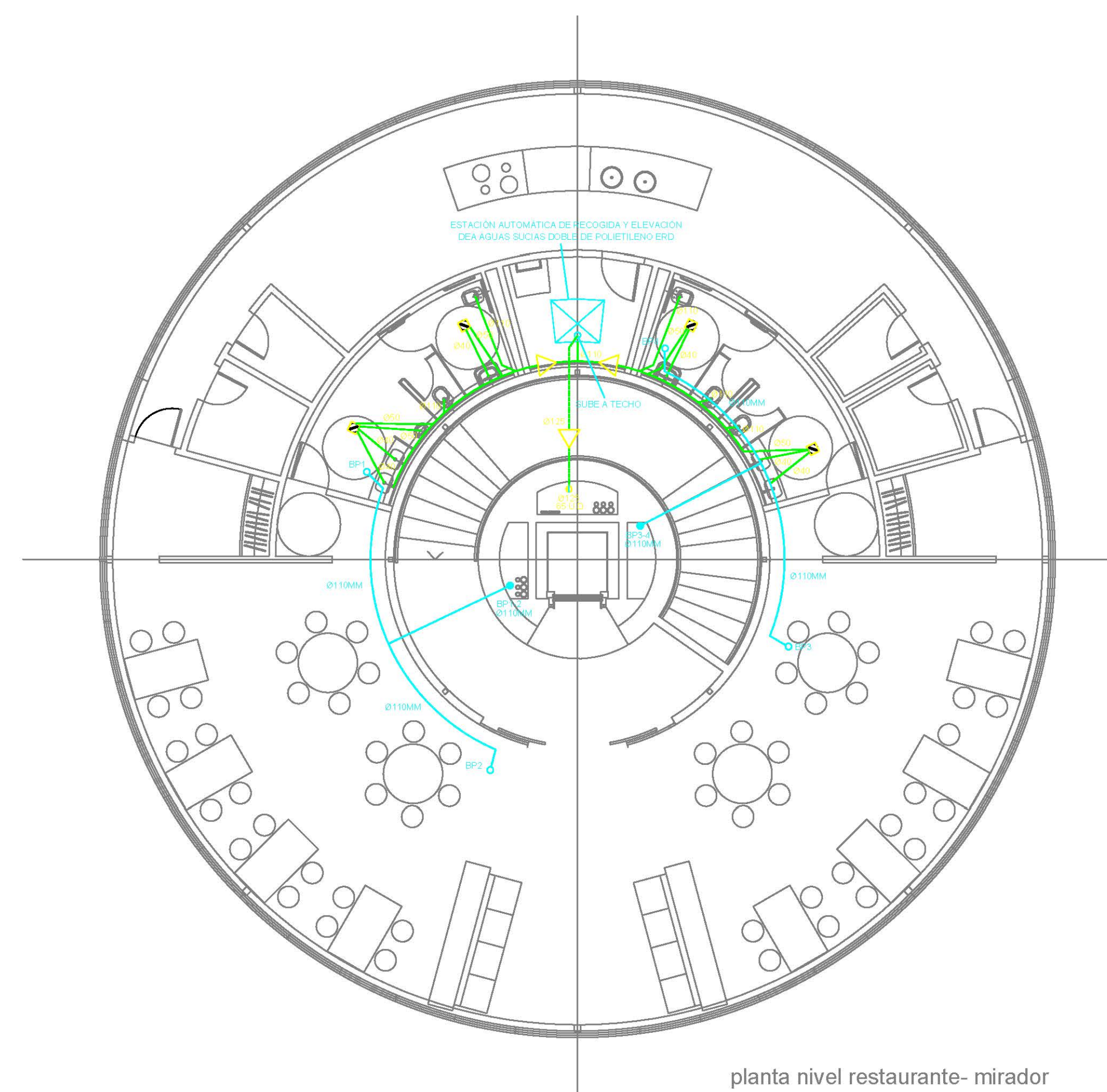
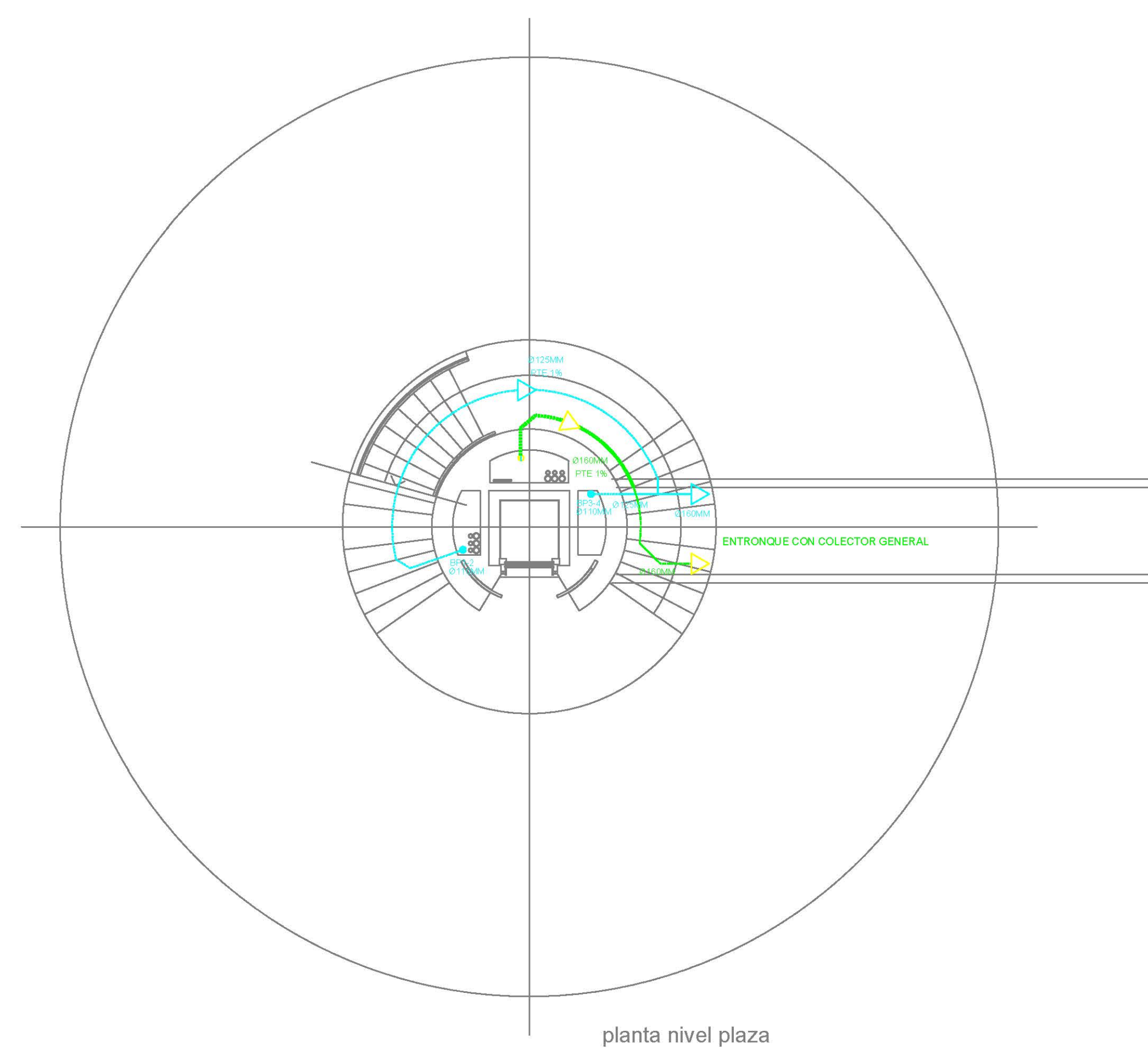
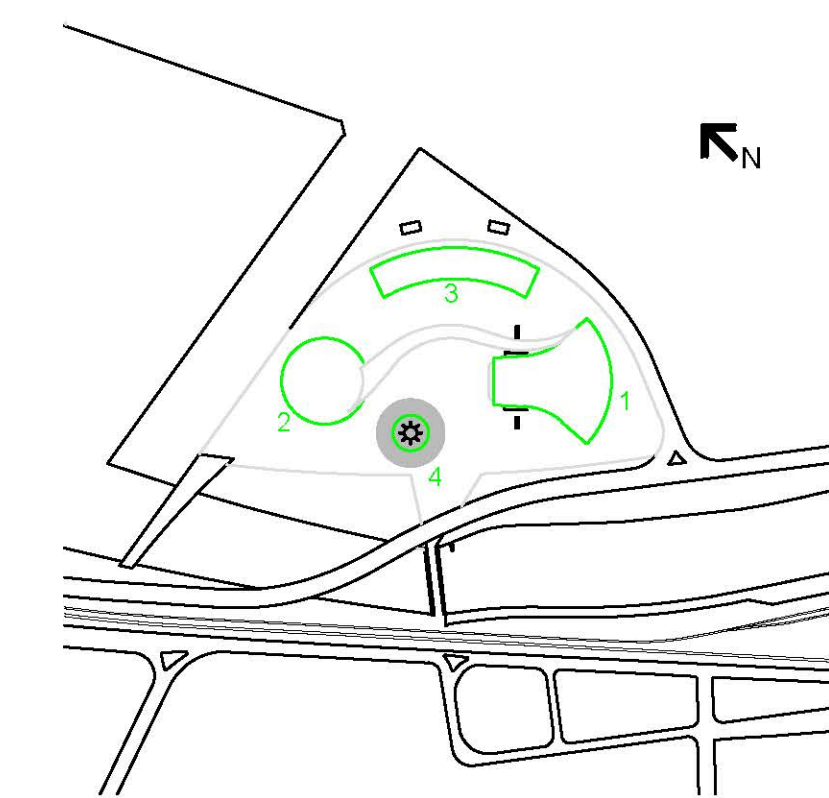
ESCALA: 1:100

PLANO Nº **F-4.01**

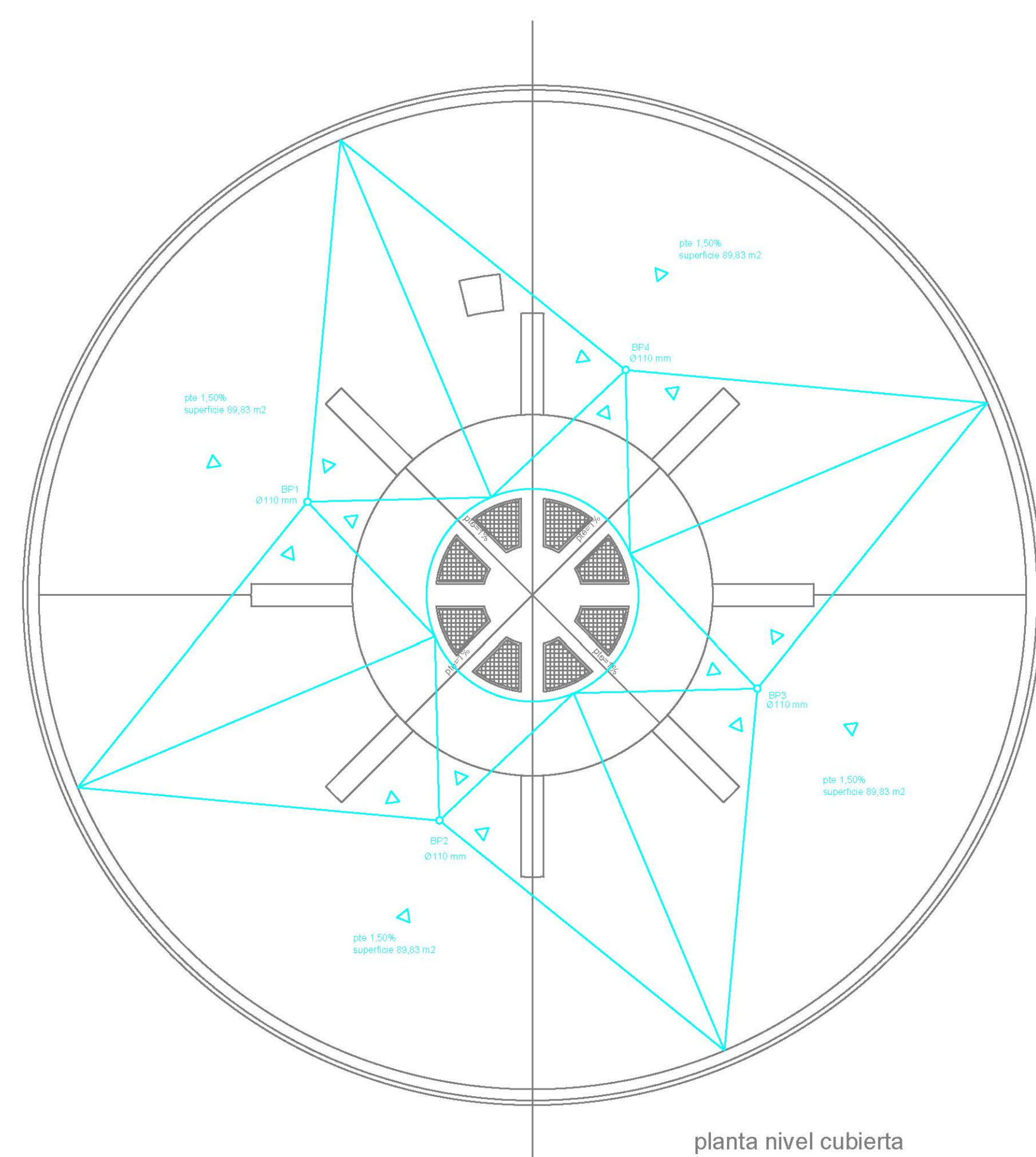
FECHA
NOVIEMBRE DE 2007

COLABORADORES

ESTRUCTURA	AVANTEC Engenharia Ltda
INSTALACIONES	EVER PROJECT S.L. EURING INGENIEROS
ACÚSTICA	HIGINI ARAU
REVISIONES	



- colector pluviales colgado de techo
- bajante de pluviales
- colector pluviales enterrado
- colector fecales
- bajante de fecales
- colector fecales colgado de techo
- colector fecales enterrado



CENTRO CULTURAL "OSCAR NIEMEYER"

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

PROPIEDAD: PRINCIPADO DE ASTURIAS
ARQUITECTOS

OSCAR NIEMEYER
ANA NIEMEYER JAIR VALERA
JAVIER BLANCO GARCÍA-CASTAÑÓN

PLANO
RESTAURANTE-MIRADOR
SANEAMIENTO
PLANTAS

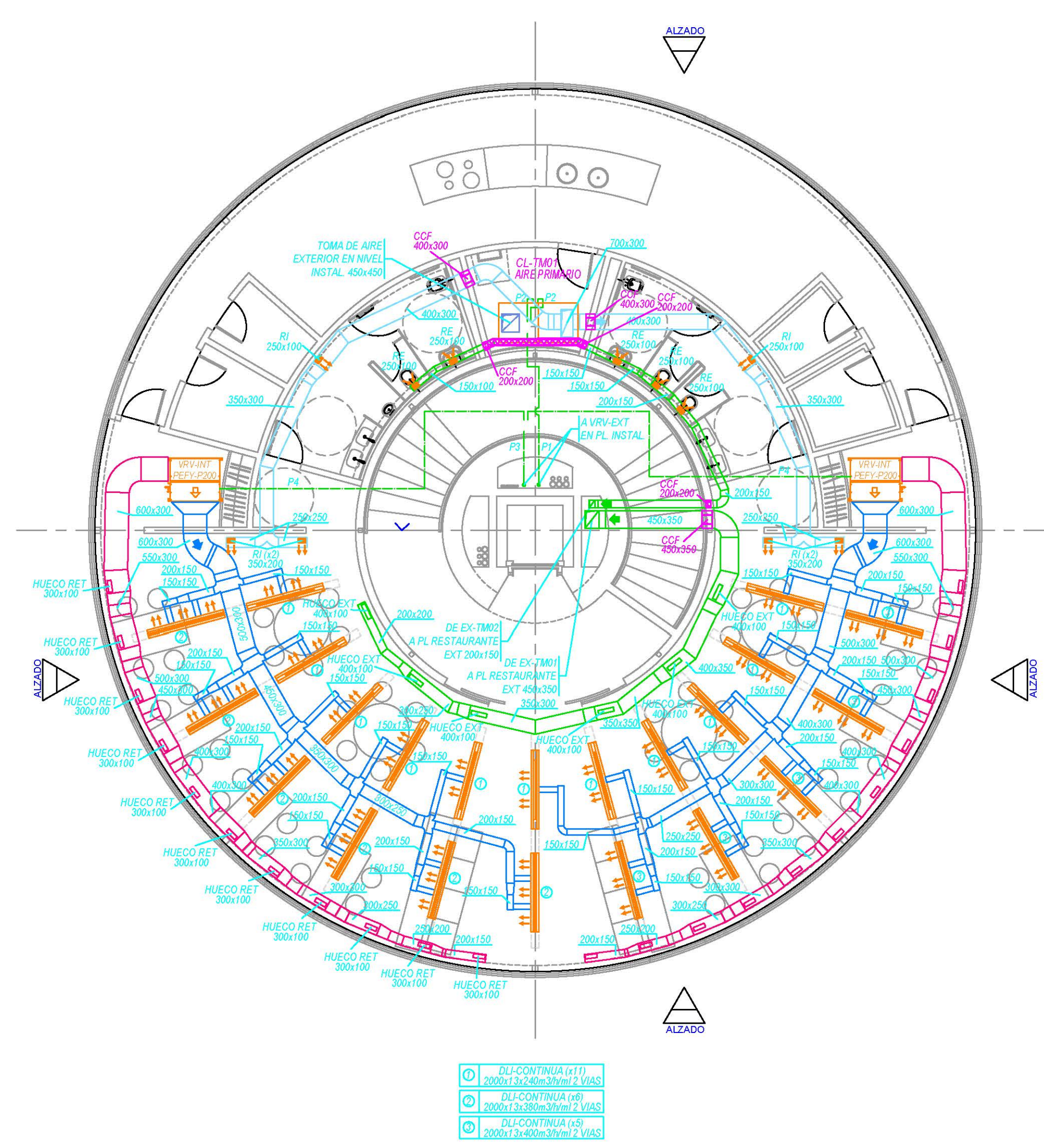
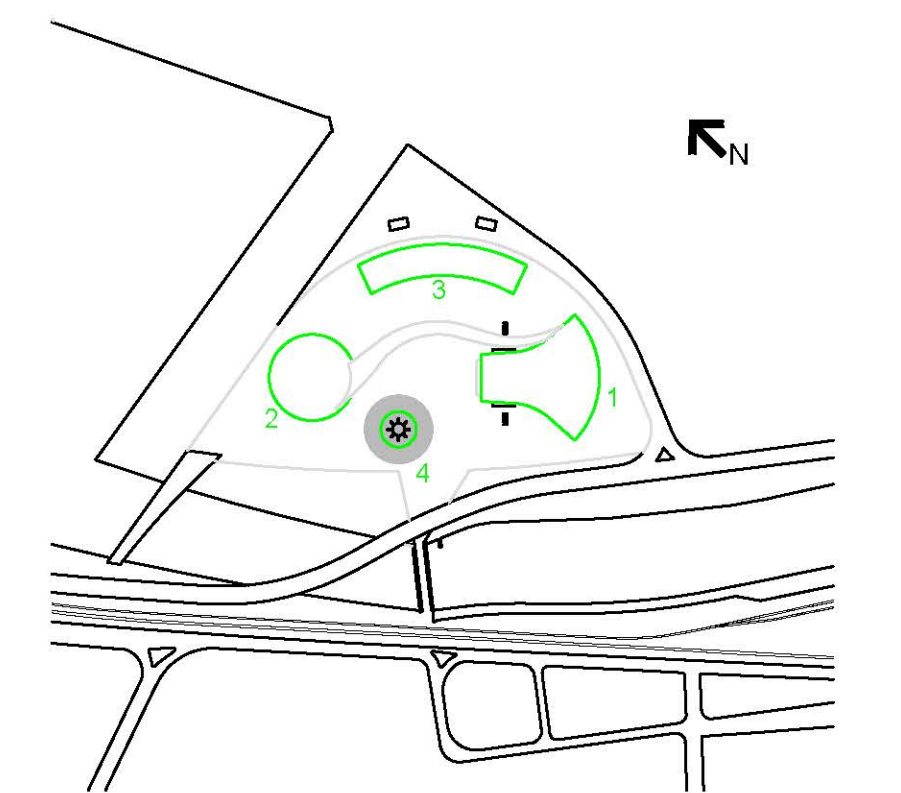
EMPAZAMIENTO
CARGA DIRECCIA
C/A DE ANILAS (ASTURIAS)

ESCALA: 1/100

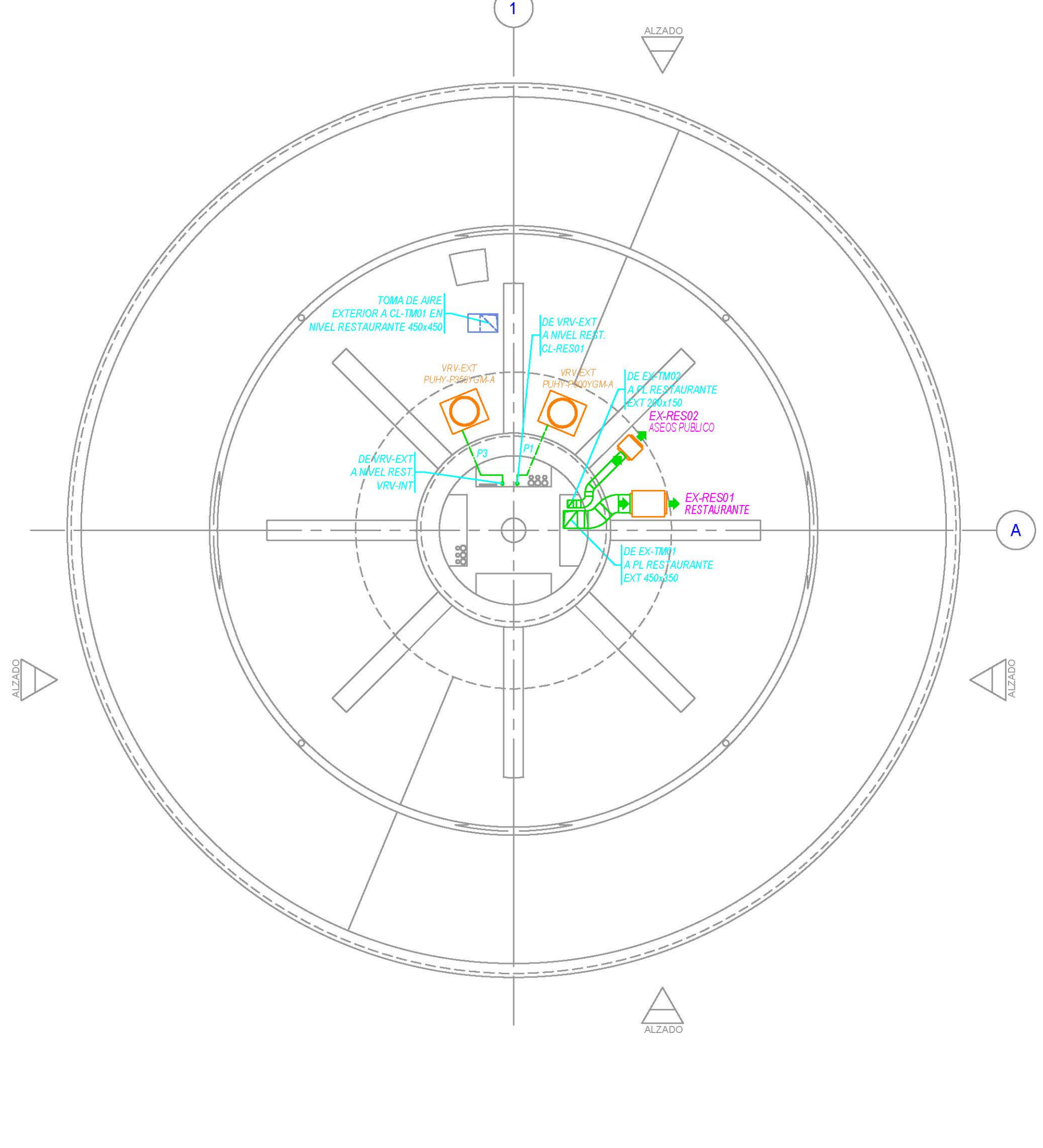
PLANO Nº
S-4.01

FECHA
NOVIEMBRE DE 2007

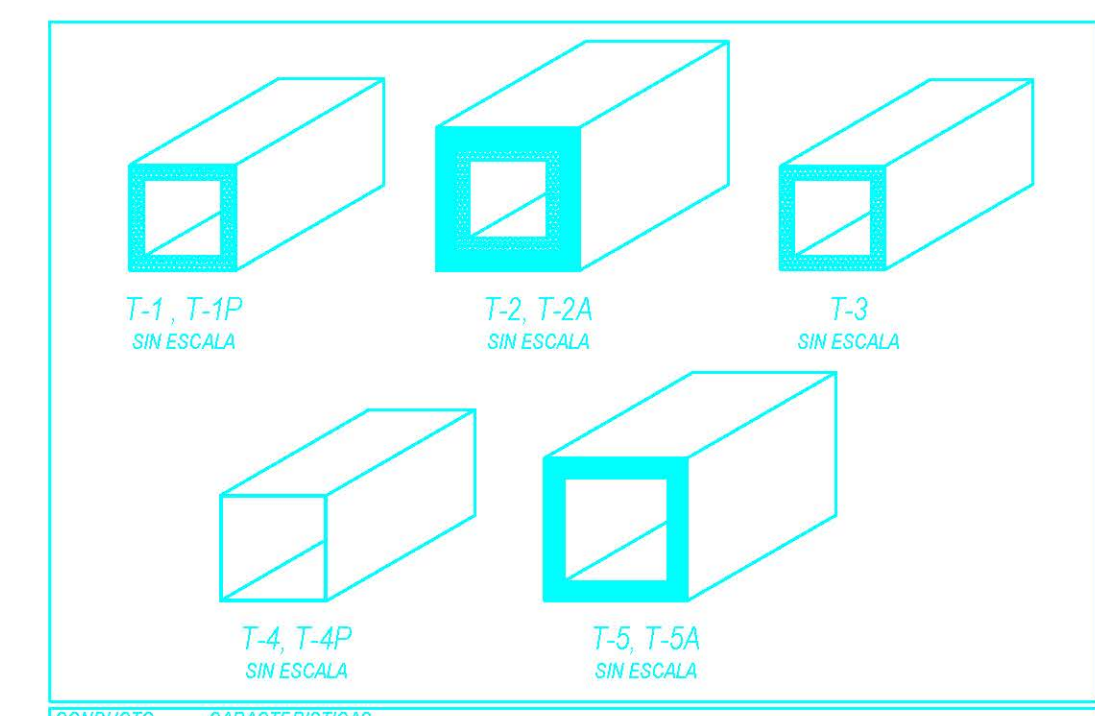
COLABORADORES	
ESTRUCTURA	AVANTEC Engenharia Ltda
INSTALACIONES	EVER PROJECT S.L. EURING INGENIEROS
ACÚSTICA	HIGINI ARAU
REVISIONES	



NIVEL RESTAURANTE



NIVEL BAJO CUBIERTA



CONDICIÓN CARACTERÍSTICAS

T-1	Canalización de aire en chapa de acero galvanizado de 1 mm de espesor, conecionado mediante junta tipo metá, aislado internamente con lana de vidrio con revestimiento de hidró con altas prestaciones acústicas y mecánicas (Tipo Isoson Hilo a equivalente de 25 mm de espesor.
T-1P	T-1 con terminación exterior con dos manos en pintura de WASH PRIMER.
T-2	Canalización de aire en chapa de acero galvanizado de 1 mm de espesor, conecionado mediante junta tipo metá, aislado internamente con lana de vidrio con revestimiento de hidró con altas prestaciones acústicas y mecánicas (Tipo Isoson Hilo a equivalente de 25 mm de espesor y externamente con panel acústico de fibra de vidrio de 40 mm de espesor como absorbente acústico (frecuencia de 40 mm de espesor reducida e incombustible que actúe como barrera de vapor, con revestimiento exterior papel aluminio, totalmente instalado, homologado, según normas UNE y NTE-42-2).
T-2A	T-2 con terminación en chapa de aluminio acabado liso, conformada y engastada.
T-3	Panel de fibra de vidrio de alta densidad Isoson HILTO e equivalente conecionado por un revestido en su cara exterior con aluminio (aluminio + malla de fibra de vidrio + Isol) y por la cara inferior con hidró de vidrio acústico de alta resistencia mecánica.
T-4	Canalización de aire realizada con chapa de acero galvanizado de 1 mm de espesor, junta tipo metá, según normas UNE y NTE-42-2.
T-4P	T-4 con terminación exterior con dos manos en pintura de WASH PRIMER.
T-5	Canalización de aire realizada con chapa de acero galvanizado de 1 mm de espesor, conecionado mediante junta tipo metá, aislado con panel acústico de fibra de vidrio de 40 mm de espesor como absorbente acústico (frecuencia de 40 mm de espesor reducida e incombustible que actúe como barrera de vapor, con revestimiento exterior papel aluminio, totalmente instalado, homologado, según normas UNE y NTE-42-2).
T-5A	T-5 con terminación en chapa de aluminio acabado liso, conformada y engastada.

NIVEL +1 CUBIERTA

RESTAURANTE - MIRADOR

Distribución de conductos por tipos:

Conductos	Impulsión	Retorno	Extracción
Verticales	T-3	T-3	T-3
Falso Techo	T-3	T-3	T-3
S. Instalaciones	T-3	T-3	T-3
Exteriores	T-3	T-3	T-3

Excepciones:
NINGUNA

LEYENDA

- DIFUSOR DE BUELO
- ROTACIONAL DE PIEDRADO
- TOBERA
- DIFUSOR
- DIFUSOR ROTACIONAL
- DIFUSOR ROTACIONAL
- DIFUSOR PASS
- REGULADOR CAUDAL CONSTANTE (RCC)
- REGULADOR CAUDAL VARIABLE (RCV)
- COMPUERTA REGULACION
- COMPUERTA CORTA FUEGO
- REJILLA IMPULSION
- REJILLA EXTRACCION AIRE
- REJILLA TOMA AIRE EXTERIOR
- REJILLA DE TOMAO
- REJILLA EXTRACCION
- BOCA DE EXTRACCION
- INDUCTOR
- CONDUCTO IMPULSION
- CONDUCTO AIRE PRIMARIO
- CONDUCTO RETORNO
- CONDUCTO EXTRACCION
- CONDUCTO TOMA AIRE EXTERIOR
- AISLAMIENTO GERAMCO PARA CONDUCTO RF-120

DIFUSORES ROTACIONALES CUADRADO

TIPO	TAMANO	CAUDAL M3/H
C-1	300x8	215
C-2	400x16	325
C-3	500x24	390
C-4	600x34	570
C-5	600x48	700
C-6	625x54	720
C-7	625x72	1140

NIVEL SONORO: 35 dB(A) MAXIMO

DIFUSORES ROTACIONALES CIRCULAR

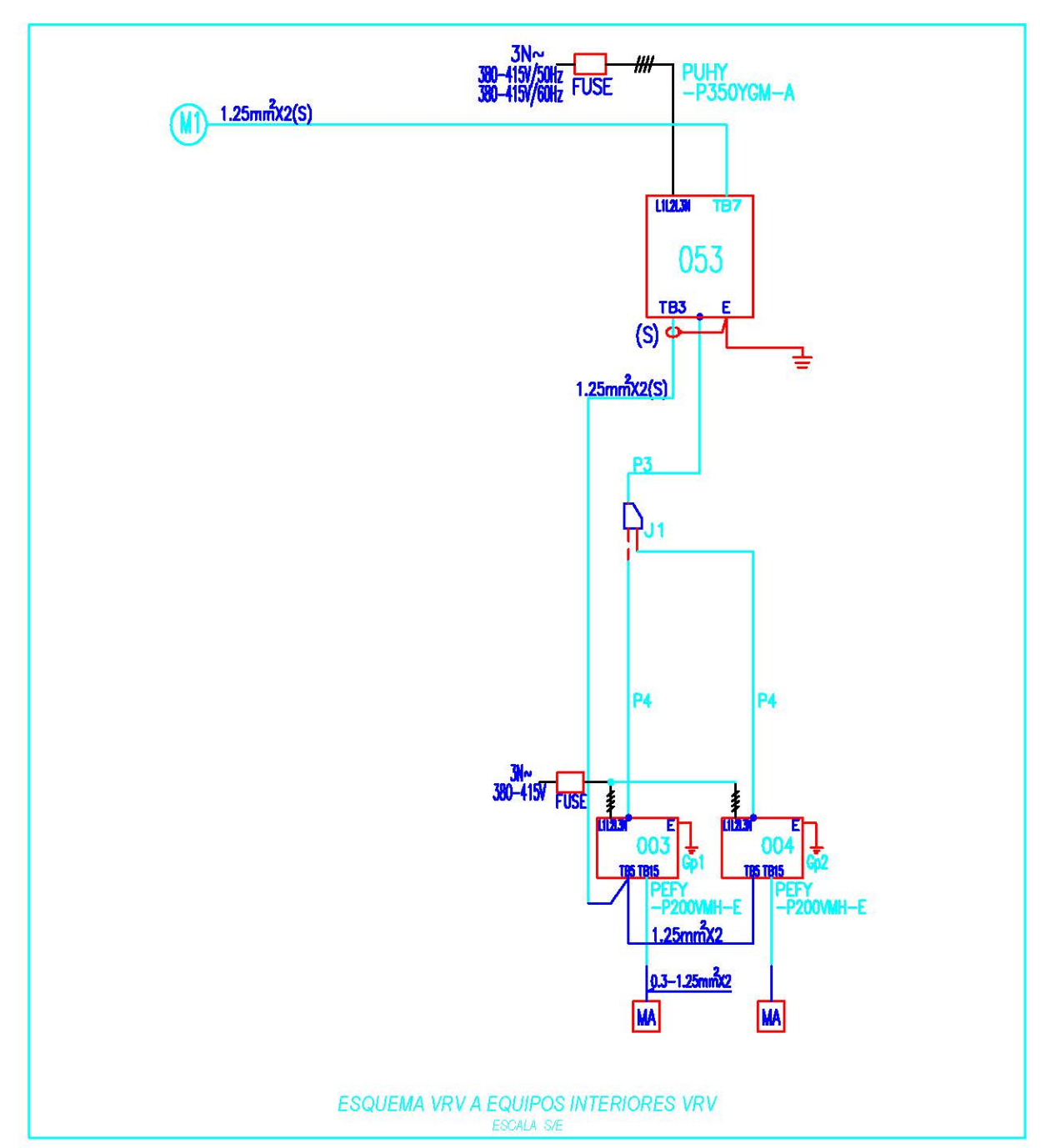
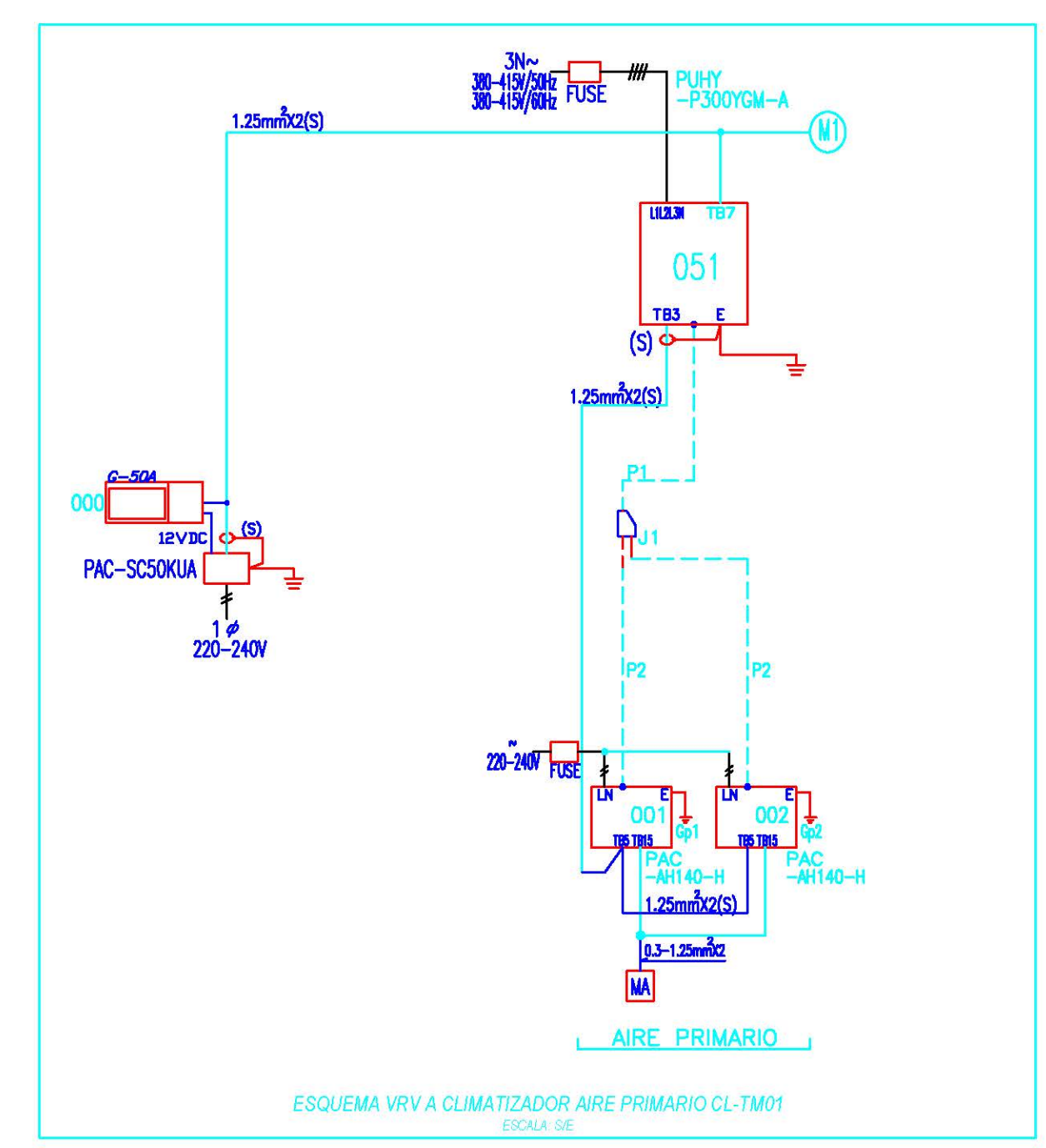
TIPO	TAMANO	CAUDAL M3/H
C-1	300	223
C-2	400	365
C-3	500	450
C-4	600	635
C-5	625	635
C-6	600x48	840 - 40 dB(A)

NIVEL SONORO: 35 dB(A) MAXIMO

DIFUSORES TANGENCIAL

TIPO	TAMANO	CAUDAL M3/H
D-1	Ø6"	165
D-2	Ø8"	365
D-3	Ø10"	610
D-4	Ø12"	915

NIVEL SONORO: 35 dB(A) MAXIMO



LEYENDA

- TUBERIA GAS REFRIGERANTE
- TUBERIA GAS REFRIGERANTE VERTICAL

TRAMO	LIQUIDO	GAS
P1	9,52	22,2
P2	9,52	18,88
P3	12,7	28,58
P4	9,52	19,05

CENTRO CULTURAL "OSCAR NIEMEYER"

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

PROPIEDAD - PRINCIPADO DE ASTURIAS

ARQUITECTOS

OSCAR NIEMEYER

ANA NIEMEYER JAVIER VALERA JAVIER BLANCO GARCÍA-CASTAÑÓN

PLANO

RESTAURANTE-MIRADOR CLIMATIZACION/ CONDUCTOS Y TUBERIAS PLANTA NIVEL RESTAURANTE Y CUBIERTA

PLANO Nº **K.b-4.01**

FECHA

NOVIEMBRE DE 2007

COLABORADORES

ESTRUCTURA: AVANTEC Engenharia Ltda

INSTALACIONES: EVER PROJECT S.L. EURING INGENIEROS

ACÚSTICA: HIGINI ARAU

REVISIONES:

7. CERTIFICADOS DE REALIZACIÓN DE CURSOS

En este apartado se mostrarán los cursos realizados en la fase de estudios previos de este trabajo.



Certificate of Completion

Carlos Álvarez

has successfully completed the following course:

Introduction to 3D Modeling for Architectural Design

02/04/2023

Issued



Certificate of Completion

Carlos Álvarez

has successfully completed the following course:

Advanced 3D Modeling for Architectural Design

03/16/2023

Issued

CERTIFICATE OF COMPLETION

Carlos Álvarez

Has successfully completed:

Modeling and System Design Techniques for Mechanical Design

Date issued: July 12, 2023

Duration: 5 hours