

INFORME DE ESTADO ACTUAL MEDIANTE METODOLOGÍA BIM

Clasificación y representación de los procesos patológicos.

SARA CARVALLO GARCÍA

Trabajo de Fin de Grado

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de La Coruña

Grado en Estudios de Arquitectura

Referencia de TFG: Renderizado en tiempo real: Lumion, Twinmotion

Tutor: José Antonio Vázquez Rodríguez

Curso Académico: 2021/2022

Data de entrega: 12/09/2022

INDICE

1. Resumen	3
2. Objetivos.....	4
3. Metodología	4
4. Iglesia de Santa Cruz de Oleiros	5
5. Estado Actual	6
5.1 – Memoria Descriptiva	6
5.2 – Memoria Constructiva y Estructural.....	7
5.3 – Análisis de los Procesos Patológicos.....	8
5.3.1_ Introducción	8
5.3.2_ Fichas.....	10
Ficha 01. A: Datos Generales	11
Ficha 01. B: Datos Gráficos	12
Ficha 02: Cubierta	13
Ficha 03: Cimentación y Estructura	14
Ficha 04: Fachadas.....	15
Fichas 05: Evacuación de Aguas	16
Ficha 06: Elementos Singulares	17
5.3.3_ Enumeración de las lesiones detectadas.....	18
5.3.4_ Nomenclatura adoptada en el modelo para referenciar las lesiones detectadas	19
5.4 – Informe de Estado Actual	20
6. Creación del Modelo 3D	21
6.1 - Información inicial del proyecto y pasos previos.....	21
6.2 – Modelado del Edificio	23
6.3 - Representación de los Procesos Patológicos en el modelo	27
6.3.1_ Herramienta Forma	27
6.3.2_ Objeto GDL Paramétrico.....	31
6.4 - Mediciones y Listados.....	34
6.5 - Exportación de la información gráfica del modelo.....	36
6.6 - Exportación de un Hyper-modelo	36
6.7 - Posibilidades de trabajo colaborativo desde BIM Cloud	39
7. Conclusiones.....	41
8. Anexos	44
8.1 – Documentación Gráfica	44
8.2 – Mediciones y Listados.....	45
8.3 – Infografías de los Procesos Patológicos.....	52
9. Bibliografía.....	63
10. Listado de imágenes	64

1. Resumen

Resumen:

Este trabajo de fin de grado tratará sobre la creación de un sistema abierto que permita agilizar la integración de datos en un modelo virtual.

Utilizaremos como ejemplo una obra ya construida, de la cual crearemos un gemelo digital bajo las premisas de la metodología BIM. Nos centraremos en la forma de categorizar, clasificar y representar los procesos patológicos detectados en la edificación, partiendo de una evaluación del estado actual realizada mediante el estudio de los orígenes del edificio y de diferentes visitas a la edificación.

A continuación, incorporaremos toda la información recabada en el modelo para mostrar las oportunidades que genera enlazar y sistematizar todos estos datos para su posterior estudio, o para facilitar el intercambio de información entre los diferentes agentes participantes en el proceso de creación y gestión de un proyecto de la construcción.

- **Palabras Clave: Modelo, Patología, MEP, Mediciones, Mantenimiento**

Resumo:

Este traballo de fin de grao versará sobre a creación dun sistema aberto que permita axilizar a integración de datos nun modelo virtual.

Tomaremos como exemplo unha obra xa construída, da que crearemos un xemelgo dixital baixo as premisas da metodoloxía BIM. Centrarémonos en como categorizar, clasificar e representar os procesos patolóxicos detectados no edificio, a partir dunha avaliación do estado actual realizada mediante o estudo das orixes do edificio e diferentes visitas ao edificio.

A continuación, incorporaremos toda a información recollida no modelo para mostrar as oportunidades xeradas pola vinculación e sistematización de todos estes datos para o seu posterior estudo, ou ben para facilitar o intercambio de información entre os distintos axentes implicados no proceso de creación e xestión dun proxecto. da construción.

- **Palabras Clave: Modelo, Patoloxía, MEP, Medicións, Mantemento**

Abstract:

This Final Degree Project will deal with the creation of an open system that allows speeding up the integration of data in a virtual model.

We will use as an example an already built work, of which we will create a digital twin under the premises of the BIM methodology. We will focus on how to categorize, classify and represent the pathological processes detected in the building, starting from an evaluation of the current state carried out by studying the origins of the building and different visits to the building.

Next, we will incorporate all the information collected in the model to show the opportunities generated by linking and systematizing all this data for later study, or to facilitate the exchange of information between the different agents involved in the process of creating and managing a project. of the construction.

- **Keywords: Model, Pathology, MEP, Measurements, Maintenance**

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo de fin de grado consistirá en mostrar las ventajas que genera la creación de un sistema abierto, que nos permita incorporar información en un modelo virtual de una forma reglada y en base a una metodología de trabajo centrada en facilitar el intercambio de información.

Para ello, se utilizará como ejemplo una obra ya construida, y usaremos los procesos patológicos detectados en la edificación durante las visitas realizadas como ejemplo de integración de datos en el modelo.

Utilizando una maqueta virtual de creación propia, representaremos dichas lesiones en el modelo buscando agilizar el proceso de trabajo, mostrar distintas formas de incorporar datos y facilitando el intercambio de información y comunicación entre los distintos participantes durante todo el proceso de toma de datos, recreación del modelo y sus lesiones, y su posterior tratamiento y control, así como establecer un mapa visual del estado actual del edificio.

3. Metodología

Para llevar a cabo este trabajo de fin de grado se toma como punto de partida una obra ya construida, la Iglesia de Santa Cruz de Oleiros del arquitecto Miguel Fisac.

Aunque se trata de una obra de un arquitecto muy conocido, no hay mucha infografía disponible del proyecto, por lo que la creación del modelo nos permitirá trabajar de forma más rápida y eficiente, así como nos facilitará la creación de nuevos planos del edificio o realizar las mediciones de los distintos elementos y partes de la obra.

Inicialmente se realizará una toma de datos y una evaluación de su estado actual centrándonos en la arquitectura, estructura y construcción del edificio, visitando la obra y consultando las memorias disponibles del proyecto.

Para poder identificar los diferentes procesos patológicos que pueda mostrar el edificio utilizaremos de base unas fichas extraídas de la “Guía Metodológica para la Inspección Técnica de Edificios”, que modificaremos para ajustarlas mejor a nuestras necesidades en este trabajo. Complimentaremos estas fichas identificando cada proceso patológico detectado durante las visitas a la obra.

A continuación, se procederá a realizar una clasificación de dichos procesos patológicos y a crear un sistema de representación, también se establecerá un sistema de nomenclatura y una escala de definición para las lesiones detectadas, que nos permitirá identificar y localizar correctamente cada una en función de su representación geométrica en el modelo:

- Lineal: grietas, fisuras o juntas.
- Superficial: pátinas biológicas, depósitos diferenciales, manchas, eflorescencias o humedades.
- Puntual: rotura de elementos estructurales, constructivos o MEP, desprendimientos o corrosiones.

Todo esto nos permitirá crear un sistema o procedimiento a seguir que agilice y estandarice el proceso de incorporación de datos al modelo virtual del edificio, en este caso, de los procesos patológicos en la obra.

Una vez reunida toda la información disponible, se procederá a ejecutar un levantamiento en 3D del edificio, diferenciando y clasificando sus distintos elementos, así como las diferentes lesiones que muestra. Se utilizará el programa ArchiCAD, debido a las diferentes herramientas de las que dispone que nos facilitarán el proceso de elaboración del modelo, su estudio y la creación de nuevos planos o mediciones.

4. Iglesia de Santa Cruz de Oleiros

La obra elegida como caso de estudio en este trabajo será la Iglesia de Santa Cruz (Oleiros, La Coruña) de Miguel Fisac, llevada a cabo entre 1966 y 1971.

En esta época Fisac trabaja de forma prácticamente simultánea en diferentes proyectos de iglesias, como por ejemplo la Iglesia de Santa Ana de Moratalaz (Madrid, 1965-1971), la Iglesia para la misión dominicana en Formosa (Taiwán, 1967), o Santa María Magdalena (Madrid, 1967); junto con nuestra obra elegida en Santa Cruz de Oleiros.

La solución adoptada para llevar a cabo el proyecto de la Iglesia de Santa Cruz en una variante de lo proyectado en Santa Ana de Moratalaz, que en palabras del propio autor: *“Esta es la primera iglesia que proyecté con las directrices litúrgicas emanadas del Concilio Vaticano II. El planteamiento espacial era completamente distinto, casi opuesto al de las disposiciones anteriores. No había un único foco, el altar, sino un foco móvil”*¹.

El proyecto nace gracias a la intervención de Manuel García Calviño, párroco de Liáns y promotor de la iglesia, junto con Josefa Rosa Alonso Rodríguez, viuda de Leopoldo Abente García de la Torre, quien fue la que encargó el proyecto a Miguel Fisac, con el deseo de hacer una iglesia que sirviese de parroquia y también para su sepultura.

Fisac proyecta en Oleiros un edificio de formas curvas, pensado como una sucesión de espacios continuos, cuyo interior orienta a los feligreses en semicírculo alrededor del altar, y donde prevalece el uso de materiales nobles como el acero, el hormigón, la piedra o la madera. La obra es reflejo en lo constructivo de las preocupaciones estructurales y formales de Fisac; y en lo funcional, de las nuevas directrices que impuso el nuevo Concilio a los templos de culto.

La Iglesia está totalmente construida en hormigón armado visto “in situ”, salvo las vigas y la cubierta que se llevaron a cabo con piezas prefabricadas. Todo ello dirigido por Julio Mañanas González, un albañil local.

Otro de los aspectos más característicos de la obra consiste en la forma en la que Fisac remarca los diferentes espacios de la Iglesia mediante el uso de la luz, introduciéndola de forma directa a través de grandes ventanales con tintes azules en la nave; mediante huecos rasgados que permiten el paso de una luz más amarilla en el lateral del presbiterio, o con una luz roja intensa en la capilla del Santísimo Sacramento. También dispone de lucernarios que remarcan los espacios más significativos de la Iglesia con luz blanca, como son el altar o el baptisterio. El párroco Don Manuel quería utilizar vidrieras de colores inicialmente, pero Fisac pensaba que una iglesia postconciliar debía ser austera, *“sin adornos que distraigan”*, por lo que los únicos elementos decorativos de la iglesia son un crucifijo de bronce y una imagen de la Virgen de Pablo Serrano y José Luis Sánchez respectivamente, que presiden la asamblea.

La intención de Fisac era la de construir una obra de arte completa, encargándose de diseñar todo el mobiliario litúrgico, así como la losa de granito que marca el lugar de sepultura de Doña Josefa y su marido, con una bella inscripción grabada, compuesta por el propio Don Manuel García Calviño.²

1. Miguel Fisac Serna, “Algunas consideraciones sobre la iglesia de Santa Cruz.” *Formas de Arquitectura y Arte*, no. 13 (1er trimestre de 2006): 40-43

2. Esteban Fernández Cobián, “La Iglesia de Santa Cruz, 1966/71. Génesis y desarrollo de un proyecto.” *III Congreso Pioneros de la Arquitectura Moderna Española: Análisis Crítico de una obra*, (20 y 21 mayo 2016): 273-287

5. Estado Actual

Como no contamos con un modelo virtual del edificio ni un estudio de procesos patológicos previo, esta parte del trabajo la llevaremos a cabo consultando la bibliografía disponible y visitando la obra, por lo que recabaremos toda la información necesaria y cumplimentaremos las fichas que detallaremos más adelante, para poder posteriormente incorporar dicha información en el modelo.

5.1 – Memoria Descriptiva

Este apartado tiene por objeto describir el estado actual del edificio situado en Rúa Daniel Castelao, 1, 15179, Santa Cruz, Oleiros, A Coruña, con referencia catastral: 3096103NH5939N.

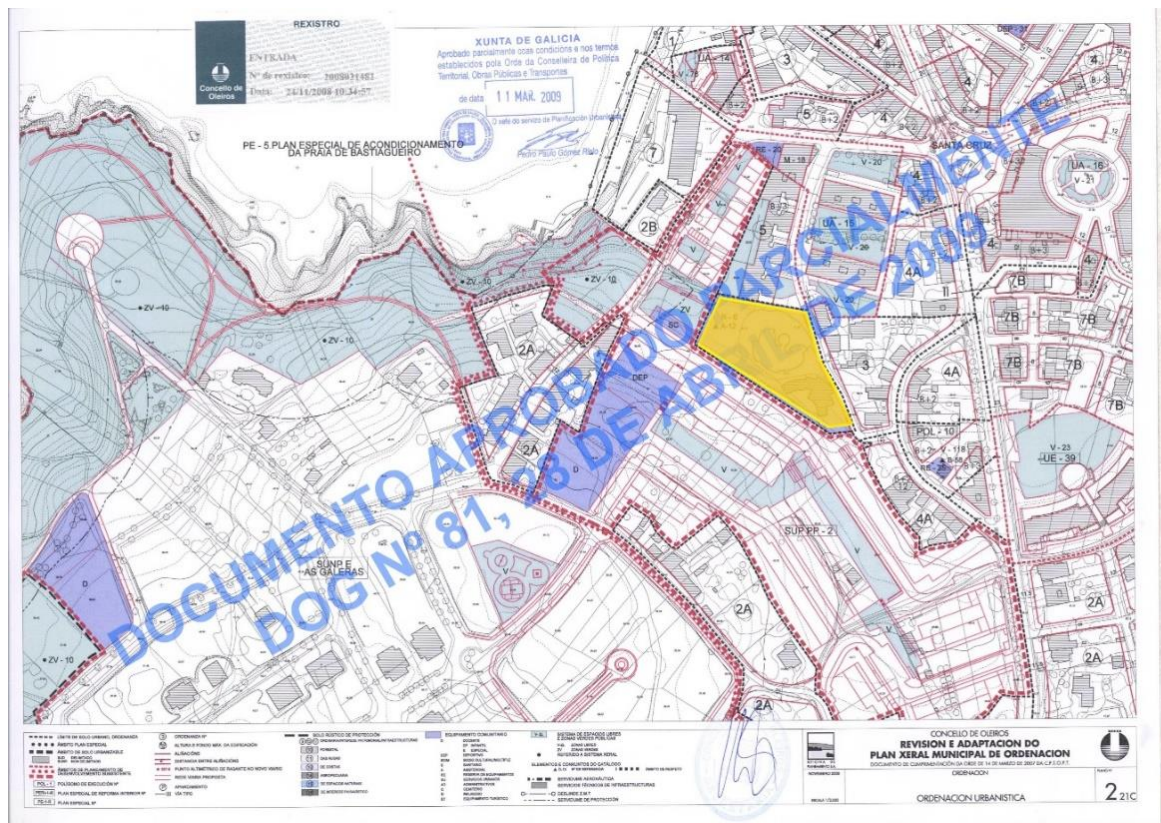


Figura 01: Ordenación urbanística

La parcela sobre la que se asienta tiene una superficie gráfica de 5.701 m² y contiene dos construcciones exentas, la Iglesia de 567 m² y un centro asistencial de 465 m². Datos extraídos de su ficha catastral.

Se trata de una Iglesia construida entre 1966 y 1971. El edificio, resuelto en planta baja, se divide en cinco volúmenes con diferentes alturas; el atrio, la sacristía, el baptisterio, una capilla y la nave principal con el presbiterio. También dispone de un campanario exento.

El edificio se lleva a cabo con muros de hormigón armado visto diseñados con formas curvas, que sirven para cerrar las áreas de la Iglesia más privadas y para abrir y acoger los espacios dedicados a la reunión y la oración. Todas las zonas de la Iglesia cuentan con un tipo de iluminación particular, con amplios ventanales con los vidrios tintados en distintos colores o lucernarios en la cubierta con los que se focaliza la entrada de la luz.

El edificio presenta diferentes lesiones, principalmente debidas a una mala conservación con el paso del tiempo; detectadas y fotografiadas a partir de varias visitas, en las que se ha evaluado el estado actual en el que se encuentra la edificación, y en las que se profundizará en el apartado correspondiente de análisis de dichas patologías.

5.2 – Memoria Constructiva y Estructural

La estructura de la Iglesia está totalmente construida en hormigón armado “in situ” a excepción de la cubierta, que se llevó a cabo con hormigón prefabricado, compuesta por grandes vigas longitudinales y nervios transversales, realizados a pie de obra, y un acabado con una lámina impermeable autoprottegida.

El forjado de la Iglesia consiste en una losa de hormigón construida sobre pilotes, y con un acabado de baldosas de terrazo.

Los muros estructurales son de hormigón visto, sin ningún tipo de acabado, por lo que se puede apreciar el encofrado tanto al exterior como al interior. Lo más seguro es que no contenga ningún tipo de aislamiento térmico o acústico.

Las carpinterías son metálicas y con vidrio simple, sin rotura de puente térmico, y de tipo fijo o abatible. Los huecos de grandes dimensiones se resuelven con doble carpintería, uno a haces interiores y otro enrasado al exterior.

Tanto el baptisterio como la sacristía cuentan con un lucernario con forma de cúpula que atraviesa la estructura de la cubierta para introducir la luz en los diferentes espacios; por otro lado, en el presbiterio, el lucernario, de forma rectangular, se coloca sobre la cubierta introduciendo la luz a través de unos huecos dispuestos entre las viguetas.

Las puertas de acceso a la nave principal y al baptisterio son de madera maciza, pero en el exterior actualmente se disponen unas rejas metálicas para cerrar el recinto.

El campanario también está construido en hormigón armado visto “in situ”, coronado con una cruz metálica, y cuenta con una escalera de mantenimiento.

El sistema de recogida de pluviales se resuelve mediante tuberías ancladas de PVC que aparentemente expulsan el agua directamente al terreno, y no a una red filtrante.

5.3 – Análisis de los Procesos Patológicos

5.3.1_Introducción

Utilizando como referencia la Enciclopedia Broto de Patologías de la construcción, podemos definir la palabra patología como el estudio de las enfermedades. Por ello, en el campo de la edificación, es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en la obra, o en alguna de sus unidades, una vez construido el edificio.

Se usará exclusivamente la palabra “patología” para designar la ciencia que estudia los problemas constructivos, su proceso y sus soluciones, y no en plural, para referirse a esos problemas concretos, ya que en realidad son estos el objeto de estudio de la patología de construcción, por lo cual nos referiremos a ellos como “lesiones” o “procesos patológicos”.

Para poder diagnosticar correctamente estas lesiones debemos conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado. Este conjunto de aspectos conforma el proceso patológico en cuestión y se agrupa de modo secuencial.

Para el estudio del proceso patológico conviene recorrer esta secuencia de modo inverso, es decir, empezar por observar el resultado de la lesión, luego el síntoma, para, siguiendo la evolución de esta, llegar a su origen: la causa.

Las causas de las lesiones pueden ser directas, cuando son el origen inmediato del proceso patológico; o indirectas, cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución.

El punto de partida de este estudio consiste en conocer la tipología de las lesiones, y diferenciar si son “lesiones primarias”, las que surgen en primer lugar, o “lesiones secundarias”, que surgen a raíz de las lesiones originales.

Estas lesiones se pueden dividir en tres familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: Lesiones Físicas, Mecánicas o Químicas. Cuyas causas pueden ser directas: cuando son el origen inmediato del proceso patológico; o indirectas, cuando se trata de errores de proyecto, ya sean técnicos o de expresión, de ejecución de la obra, de defectos en los materiales de construcción o de errores de uso y mantenimiento (estas causas necesitan de una causa directa que inicie el proceso patológico).

- **Lesiones Físicas:** derivan de fenómenos físicos, y las causas más comunes son:

- Humedad: Se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado normal en un material o elemento constructivo. Podemos distinguir cinco tipos: de obra, generada durante el proceso constructivo; humedad capilar, humedad de filtración, humedad de condensación o humedad accidental.
- Erosión: pérdida o transformación superficial de un material.
- Suciedad: depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas. Podemos diferenciar dos tipos de suciedad: ensuciamiento por depósito o por lavado diferencial.

- **Lesiones Mecánicas:** son consecuencia de acciones físicas, donde predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos. Podemos diferenciar cinco tipos:

- Deformaciones: se pueden producir durante la ejecución o al entrar en carga, dando lugar a flechas, pandeos, desplomes o alabeos.

- Grietas: aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento. Pueden producirse por exceso de carga o por dilataciones y contracciones higrotérmicas.
- Fisuras: aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo.
- Desprendimiento: separación de un material de acabado del soporte en el que está aplicado por falta de adherencia.
- Erosiones mecánicas: pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozamientos.

- **Lesiones Químicas:** su origen se debe a la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material. Hay cuatro tipos:

- Eflorescencias: derivan de las humedades, y se producen cuando las sales contenidas en los materiales se cristalizan.
- Oxidaciones y corrosiones: sus consecuencias consisten en la pérdida de material en la superficie de metales.
- Organismos: alteran la estructura química del material en el que se alojan, o también afectan su estructura física. Hay dos tipos: animales, como insectos que se alimentan de los diferentes materiales constructivos o que causan lesiones erosivas; o plantas, que pueden causar lesiones debido a su peso, sus raíces, o las plantas microscópicas, como el moho o los hongos que afectan químicamente al material.

Toda esta información la iremos añadiendo en el modelo, asociada a cada lesión detectada y representada, para posteriormente poder reflejarla en las mediciones o en los planos.

[Carles Broto, Enciclopedia BROTO de Patologías de la construcción \(Barcelona: Links International, 2005-2006\), 31-35](#)

5.3.2_Fichas

A continuación, utilizaremos como base las fichas utilizadas en la *Guía Metodológica para la Inspección Técnica de Edificios (ITE)*, para elaborar nuestro modelo de fichas para el estudio de los procesos patológicos detectados.

Emplearemos dos tipos de fichas donde mostraremos por una parte la información inicial de la edificación y, por otro lado, las lesiones detectadas.

Para analizar el edificio lo dividiremos en cinco ámbitos: Cubierta, Cimentación y Estructura, Fachadas, Evacuación de aguas y Elementos Singulares.

En las fichas nos centraremos en los apartados donde se identifican los procesos patológicos detectados y su estado de conservación y la importancia del daño que representan, y no en otros apartados como son identificar las posibles causas o proponer una intervención o conclusiones.

En el anexo pertinente incluiremos las fotografías representativas de dichas lesiones detectadas en la edificación durante las visitas a la obra.

Una vez cumplimentadas las fichas pasamos a trasladar la información recabada a un modelo virtual de la Iglesia de Santa Cruz.

Esto nos permitirá representar y localizar en un gemelo virtual las lesiones que presenta el edificio, reuniendo toda la información en un único archivo fácilmente exportable en diferentes formatos. Esto nos facilitará compartir la información con otros agentes para, por ejemplo, llevar a cabo un plan de mantenimiento posterior más detallado o mantener un registro del estado actual de las lesiones y su progresión.

Ficha 01. A: Datos Generales

DATOS INICIALES

DESCRIPCIÓN: IGLESIA NUEVA DE SANTA CRUZ DE OLEIROS

LOCALIZACIÓN: Puerto de Santa Cruz C/ Daniel Castelao **Municipio:** Oleiros nº 1 **Territorio:** La Coruña

USO DE LA EDIFICACIÓN: Iglesia

COMPOSITIVOS:

Bajocubierta y áticos	No
Plantas altas	No
Planta baja	Atrio, Sacristía, Baptisterio, Capilla y Nave
Semisótano y sótano	No

DATOS CLASIFICATORIOS

FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 1966-1971

GRADO DE EXPOSICIÓN:

Localización:	Urbana
Topografía:	Llano
Agresividad por situación:	Marina

TIPOLOGIA EDIFICATORIA: Edificio Religioso

CONFIGURACION DE LA UNIDAD CONSTRUIDA EN RELACION CON LAS EDIFICACIONES CONTIGUAS:

Edificación exenta

DATOS HISTORICOS SOBRE ITE's ANTERIORES

INSPECCIONES ANTERIORES: SI

FECHAS:

1º - 21 de marzo de 2021

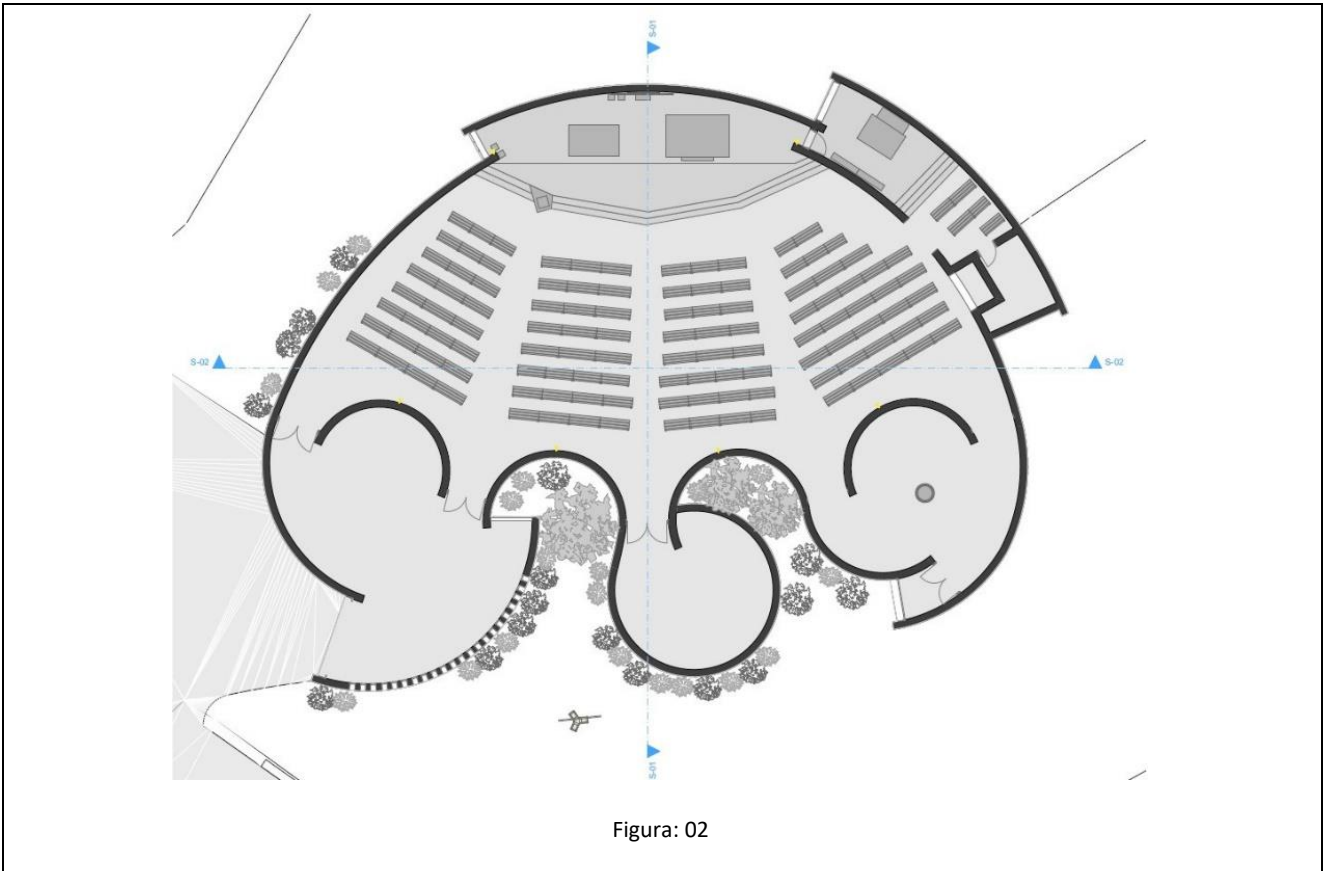
2º - 21 de noviembre de 2021

3º - 12 de marzo de 2022

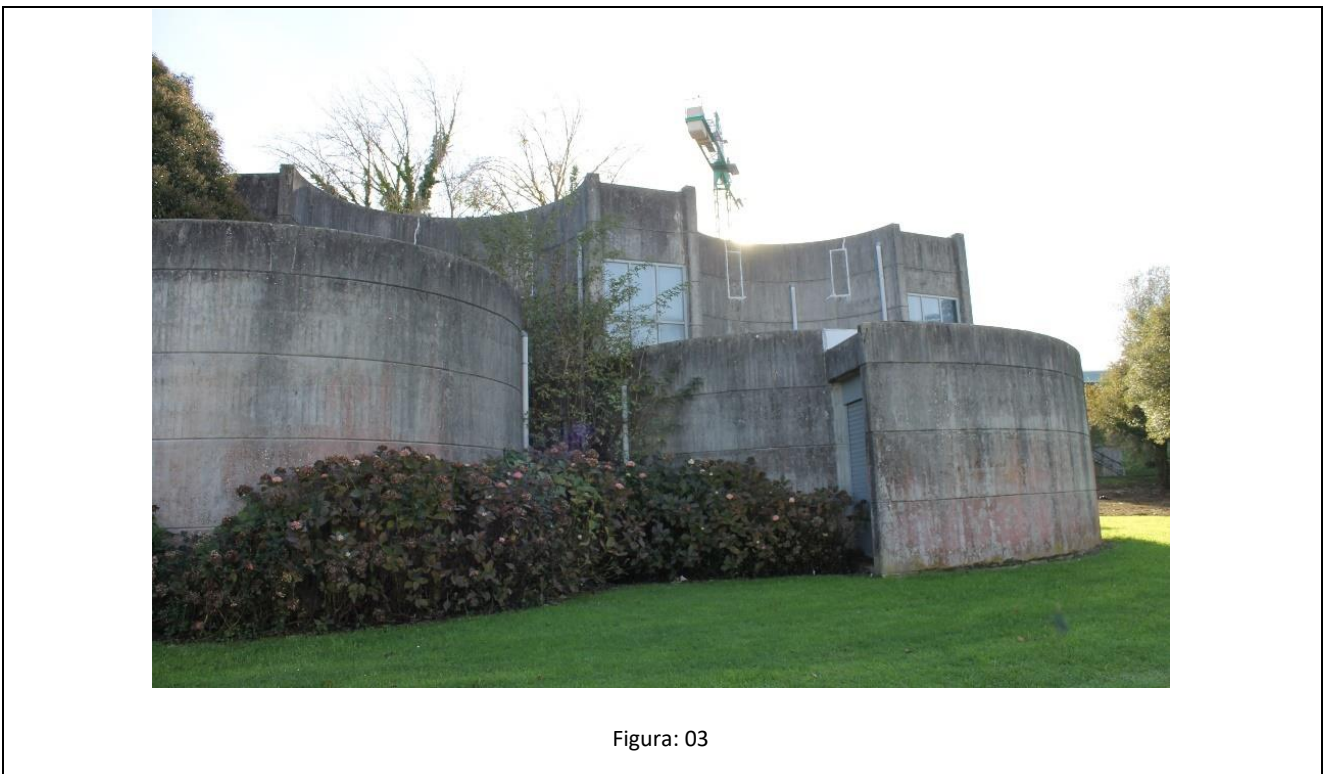
Información facilitada por: Estudiante de la ETSAC - Sara Carvallo García

Ficha 01. B: Datos Gráficos

PLANO DE PLANTA:



FOTOGRAFIA FACHADA PRINCIPAL:



DATOS CONSTRUCTIVOS:

TIPO: Inclínada a 1 agua + plana no transitable

MATERIAL DE CUBRICIÓN: -

SOPORTE: Hormigón prefabricado; vigas longitudinales y nervios transversales

RECOGIDA DE AGUAS: Sistema de recogida de pluviales de PVC

PUNTOS Y ELEMENTOS SINGULARES: Lucernarios de carpintería metálica y peto perimetral

GRADO DE ACCESIBILIDAD: Física: Sin accesibilidad Visual: No

PATOLOGÍA APARENTE S/ PROPIEDAD: Filtraciones de agua desde los encuentros de la cubierta con los muros perimetrales.

INFORMACIÓN DE OBRAS Y/O LESIONES ANTERIORES: -

INFORME:

ELEMENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SÍNTOMA/LESIÓN		IMPORTANCIA DEL DAÑO
		DESCRIPCIÓN	DATOS GRÁFICOS Y OTROS	
Material de cubrición	Sin poder determinar	No es posible acceder por medios manuales a la cubierta para poder llevar a cabo una inspección. Aparente falta de estanqueidad.	-	Sin riesgo aparente
Soporte	Deficiencias puntuales	Elementos puntuales del sistema estructural presentan Fisuras / Desprendimientos / Humedades / Oxidación y Corrosión	Figura: 04	Sin riesgo aparente
Recogida de aguas	Deterioro constructivo y deficiencias	No es posible acceder por medios manuales a la cubierta para poder llevar a cabo una inspección, pero desde el exterior del edificio se pueden apreciar elementos del sistema de recogida de aguas deteriorados.	Figura: 05	Riesgo a otros elementos constructivos
Puntos y elementos singulares:	Lucernarios: Sin poder determinar Peto: Deficiencias puntuales	No es posible acceder por medios manuales a la cubierta para poder llevar a cabo una inspección.	Figura: 06	Sin riesgo aparente
		Desde el interior del edificio se puede apreciar que se producen filtraciones a través de las carpinterías y la existencia de depósitos vegetales sobre los lucernarios. Desde el exterior del edificio se puede apreciar la existencia de fisuras que ya fueron reparadas previamente, pero que en algunos casos necesitan volver a revisarse.		Figura: 07

DATOS CONSTRUCTIVOS:

CIMENTACIÓN: Pilotes in situ de hormigón armado

SOLERAS:

ESTRUCTURA VERTICAL: Muros de carga de hormigón armado in situ

ESTRUCTURA HORIZONTAL E INCLINADA: Forjado de losa de hormigón; Vigas y nervios de hormigón prefabricado.

OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: -

PUNTOS Y ELEMENTOS SINGULARES: Encuentros entre vigas y los muros de fachada.

GRADO DE ACCESIBILIDAD:

Física: Sin Accesibilidad a la cimentación o a la estructura de cubierta

Visual: Cimentación oculta; Muros y estructura de cubierta totalmente visible.

PATOLOGÍA APARENTE S/ PROPIEDAD: Fisuras, desconchados y humedades en elementos estructurales.

INFORMACIÓN DE OBRAS Y/O LESIONES ANTERIORES: Reparación previa de fisuras en muros.

INFORME:

ELEMENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SÍNTOMA/LESIÓN		IMPORTANCIA DEL DAÑO
		DESCRIPCIÓN	DATOS GRÁFICOS Y OTROS	
Cimentación	Sin poder determinar	No es posible acceder para llevar a cabo una inspección	-	Sin riesgo aparente
Soleras	-	-	-	-
Estructura Vertical	Deficiencias puntuales	Zonas puntuales del sistema estructural vertical presentan Fisuras / Desprendimientos / Humedades / Oxidación y Corrosión	Figura: 08	Riesgo de deterioro progresivo
Estructura Horizontal:	Forjado: Aparentemente Bueno	El forjado no presenta lesiones a simple vista	Figura: 09	Sin riesgo aparente
Estructura Inclined:	Vigas y nervios: Deficiencias puntuales	Zonas puntuales del sistema estructural vertical presentan Fisuras / Desprendimientos / Humedades / Oxidación y Corrosión	Figura: 10	Riesgo de deterioro progresivo
Otros elementos estructurales	-	-	-	-
Puntos y elementos singulares:	Deficiencias puntuales	Zonas puntuales del sistema estructural vertical presentan Fisuras / Humedades.	Figura: 11	Riesgo de deterioro progresivo

DATOS CONSTRUCTIVOS:

TIPO: Muros de carga de hormigón armado in situ.

REVESTIMIENTOS/ ACABADOS: Hormigón visto.

SOPORTE: Hormigón armado

HUECOS: Dinteles y alféizares de hormigón armado.

CARPINTERÍAS: Carpinterías metálicas, fijas en su mayoría, pero con algunos elementos practicables.

VUELOS: -

GRADO DE ACCESIBILIDAD:

Física: Difícilmente accesible por medios normales tanto por el exterior como el interior.

Visual: Sin dificultad, para inspección ocular.

PATOLOGÍA APARENTE S/ PROPIEDAD: Fisuras, desconchados y humedades en distintas partes de la fachada.

INFORMACIÓN DE OBRAS Y/O LESIONES ANTERIORES: Reparación previa de fisuras en muros.

INFORME:

ELEMENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SÍNTOMA/LESIÓN		IMPORTANCIA DEL DAÑO
		DESCRIPCIÓN	DATOS GRÁFICOS Y OTROS	
Revestimiento	Deficiencias puntuales	Desprendimientos / Suciedad y Sedimentación / Fisuras / Humedades / Eflorescencias / Ataques biológicos	Figura: 12	Riesgo de deterioro progresivo
SopORTE	Deterioro constructivo y deficiencias	Desprendimientos / Fisuras / Oxidación y Corrosión / Humedades	Figura: 13	Riesgo de deterioro progresivo
Huecos	Deficiencias puntuales	Fisuras / Humedades	Figura: 14	Sin riesgo aparente
Carpinterías	Deterioro constructivo y deficiencias	Suciedad y Sedimentación / Rotura	Figura: 15	Riesgo a otros elementos constructivos
Vuelos	-	-	-	-

DATOS CONSTRUCTIVOS:

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS

TIPO DE RED DE EVACUACIÓN: La edificación solo dispone de red de evacuación de pluviales.

VERTIDO DE PLUVIALES: Libre sobre las aceras o terreno.

CONDUCCIONES:

PLUVIALES: Empotradas / Vistas **MATERIAL:** Bajantes de PVC

PUNTOS Y ELEMENTOS SINGULARES: A simple vista no se identifican elementos singulares.

PATOLOGÍA APARENTE S/ PROPIEDAD: Elementos del sistema de evacuación en mal estado de conservación y degradados.

INFORMACIÓN DE OBRAS Y/O LESIONES ANTERIORES: -

INFORME:

ELEMENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SÍNTOMA/LESIÓN		IMPORTANCIA DEL DAÑO
		DESCRIPCIÓN	DATOS GRÁFICOS Y OTROS	
Conducciones saneamiento.	Deterioro constructivo y deficiencias	Falta de estanqueidad / Obstrucciones / Rotura / Suciedad y Sedimentaciones	Figura: 16	Riesgo a otros elementos constructivos
Pluviales: Bajantes	Deterioro constructivo y deficiencias	Deformaciones / Desprendimientos / Rotura	Figura: 17	Riesgo a otros elementos constructivos
Puntos y Elementos singulares:	-	-	-	-

Ficha 06: Elementos Singulares

DATOS CONSTRUCTIVOS:

TIPO: Mobiliario y Elementos Característicos

MATERIAL: Metal / Piedra / Madera

GRADO DE ACCESIBILIDAD: Física: Accesible sin dificultad

Visual: Vista total

PATOLOGÍA APARENTE S/ PROPIEDAD: Elementos metálicos con Corrosiones / Desprendimientos

INFORMACIÓN DE OBRAS Y/O LESIONES ANTERIORES: -

INFORME:

ELEMENTO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SÍNTOMA/LESIÓN		IMPORTANCIA DEL DAÑO
		DESCRIPCIÓN	DATOS GRÁFICOS Y OTROS	
Rejas en carpinterías	Deterioro constructivo y deficiencias	Oxidación y Corrosión / Degradación	Figura 18 Figura 19	Riesgo a otros elementos constructivos
Campanario	Deficiencias Puntuales	Desprendimientos / Oxidación y Corrosión	Figura 20	Riesgo de deterioro progresivo
Mobiliario interior	Aparentemente Bueno	No presentan lesiones a simple vista	Figura 21 Figura 22 Figura 23	Sin riesgo aparente

5.3.3_Enumeración de las lesiones detectadas

A continuación, procedemos a enumerar las lesiones detectadas en el edificio englobándolas según su tipo.

- **Manchas:** producidas por las escorrentías que arrastran el óxido desprendido por los elementos metálicos de las carpinterías en mal estado de conservación; o generadas por la acumulación de musgo en los encuentros de los muros de fachada con el terreno.
- **Humedades por capilaridad:** aparecen como resultado de la ascensión del agua del terreno, ya sea subterránea o procedente de la acumulación del agua de lluvia debido a un mal drenaje.
- **Humedades por filtraciones:** se generan debido a la entrada del agua de forma directa.
- **Pátina biológica:** zonas de la fachada o de la cubierta expuestas a depósitos y elementos vegetales.
- **Lavado diferencial:** escorrentías superficiales de aguas de pluviales en los muros de fachada que provocan depósitos de suciedad y acumulación de musgo que degenera en humedades.
- **Fisuras:** aberturas pequeñas en paramentos tanto exteriores como interiores.
- **Grietas:** aberturas de mayor dimensión en elementos estructurales.
- **Desprendimientos:** desconchados puntuales que dejan a la vista la armadura de la estructura.
- **Corrosión:** proceso de deterioro de elementos metálicos.
- **Eflorescencias:** manchas en las superficies de los paramentos creadas por un depósito de sales debidas a la humedad.
- **Roturas:** Elementos del sistema de recogida de pluviales o carpinterías con desperfectos.

En nuestro modelo virtual recrearemos sintéticamente cada lesión, representándolas mediante formas fácilmente identificables y mediante colores que nos aporten información a simple vista.

5.3.4_Nomenclatura adoptada en el modelo para referenciar las lesiones detectadas

Al incorporar esta información en el modelo de forma gráfica, iremos introduciendo las diferentes lesiones utilizando una nomenclatura consistente en una serie de campos, pudiendo utilizar algunos de ellos como metadatos.

Utilizaremos como base la serie UNE-EN ISO 19650-2, *“Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM”*, que son un conjunto de normas que rigen la gestión de la información en proyectos y que facilita el trabajo colaborativo al disponer de un entorno común de datos.

Los criterios de aplicación serán los siguientes:

- Se utilizará un conjunto de caracteres alfanuméricos en base al formato UpperCamelCase (A-Z, a-z, 0-9).
- No se utilizarán símbolos de puntuación, acentos, espacios en blanco o caracteres especiales.
- Los campos estarán separados por un guion medio “-”.

Por lo tanto, en el momento de modelar cada proceso patológico detectado, definiremos su ID siguiendo estas reglas, lo que nos permitirá identificar rápidamente a que tipo de lesión nos referimos en cada momento, y crear un listado que nos ayude a llevar un control y seguimiento de estos.

Utilizaremos la siguiente nomenclatura:

- Mancha: MA-01, MA-02, MA-03...
- Humedad por capilaridad: HC-01, HC-02, HC-03...
- Humedad por filtración: HF-01, HF-02, HF-03...
- Pátina biológica: PB-01, PB-02, PB-03...
- Lavado diferencial: LD-01, LD-02, LD-03...
- Fisura: FI-01, FI-02, FI-03...
- Grieta: GR-01, GR-02, GR-03...
- Desprendimiento: DP-01, DP-02, DP-03...
- Corrosión: CR-01, CR-02, CR-03...
- Eflorescencia: EF-01, EF-02, EF-03...
- Rotura: RT-01, RT-02, RT-03...

Otro de los metadatos que incorporaremos con cada patología, será el de su tipo de representación (Lineal, Superficial o Puntual), lo que nos permitirá una mejor organización a la hora de crear tablas de mediciones o leyendas en los planos.

5.4 – Informe de Estado Actual

El edificio tiene una forma constructiva sencilla, pero debido al paso del tiempo, y a que seguramente no ha recibido el mantenimiento adecuado, presenta problemas de humedades, tanto por capilaridad como por filtraciones desde las cubiertas y carpinterías en mal estado.

Se pueden apreciar humedades por capilaridad en los encuentros de los muros de hormigón con los forjados de baldosas de terrazo, incluso aparecen zonas donde se acumula esta agua. Sin embargo, el pavimento no presenta grandes desniveles o eflorescencias. El terreno en el que se asienta la Iglesia es muy húmedo, y seguramente los cimientos no estén bien impermeabilizados o necesiten un adecuado mantenimiento debido al paso del tiempo.

En cuanto a las humedades por filtraciones, parece que en la parte de la nave y el presbiterio se acumulan en las zonas de encuentro entre la cubierta y los muros perimetrales. En el resto del edificio se pueden apreciar filtraciones tanto en los encuentros de las cubiertas planas con los muros, como en zonas puntuales de la cubierta, dañando la estructura y generando goteras en el interior. Por lo cual sería necesario reparar y volver a impermeabilizar las diferentes cubiertas y las zonas de encuentro con los muros, así como las viguetas que se hayan visto afectadas por las filtraciones.

También se pueden apreciar problemas de humedades en los muros y cubiertas de la Iglesia en contacto con el sistema de recogida de pluviales, donde podemos localizar tuberías rotas que evacúan el agua directamente en las fachadas del edificio, o en el terreno adyacente, y no en una red filtrante, provocando que se acumule agua y se filtre hacia el interior.

Basándonos en las memorias de proyecto de la Iglesia y las declaraciones de los implicados en su construcción, podemos deducir que el edificio no dispone de aislamiento térmico, y debido al mal estado y la sencillez de las carpinterías, provoca que se produzcan filtraciones de aire y de agua, creando condensaciones y humedades.

Tanto en el interior como en el exterior los muros de hormigón presentan fisuras puntuales, aparentemente tratadas con anterioridad. En el exterior también se pueden apreciar zonas puntuales donde se han producido desconchados en el hormigón y las armaduras quedan a la vista lo que provocará su oxidación y deterioro.

La estructura del campanario de la Iglesia está en buen estado en general, aunque la escalera de mantenimiento presenta un proceso de oxidación, y la estructura de hormigón tiene desconchados puntuales.

En cuanto al estado de la parcela, los muros de contención situados entre la Iglesia y la calle al frente de la parcela tienen grietas importantes y asentamientos. En lo referente a la jardinería se aprecia un ambiente bien cuidado, con el césped y las plantas que rodean la Iglesia en buen estado, pero en algunas zonas la vegetación se encuentra en contacto con los muros de la Iglesia produciendo humedades y fisuras debidas a las raíces.

6. Creación del Modelo 3D

6.1 - Información inicial del proyecto y pasos previos

Antes de comenzar a modelar, incorporaremos en el modelo algunos datos iniciales en el apartado de “Información del Proyecto”, tales como la descripción del proyecto, el autor o la localización del edificio.

La información que adjuntemos en este apartado estará disponible para utilizarse como entradas de autotexto tanto en el modelo como en los planos, y nos sirve para identificar el proyecto, su estado de ejecución o la finalidad del modelo.

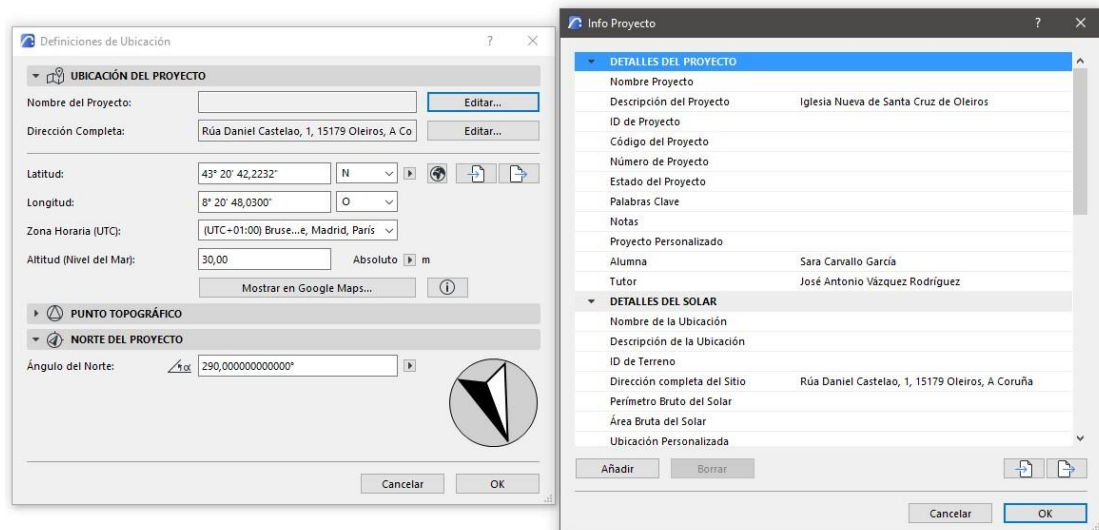


Figura 24: Información del proyecto

A la hora de comenzar este TFG, la única información gráfica disponible del edificio consistía en varios planos del edificio (planta de distribución y secciones), extraídos de la bibliografía consultada sobre esta obra, y los incorporaremos al modelo utilizando la herramienta de hojas de trabajo para usarlos como base para realizar el levantamiento de nuestro modelo 3D.

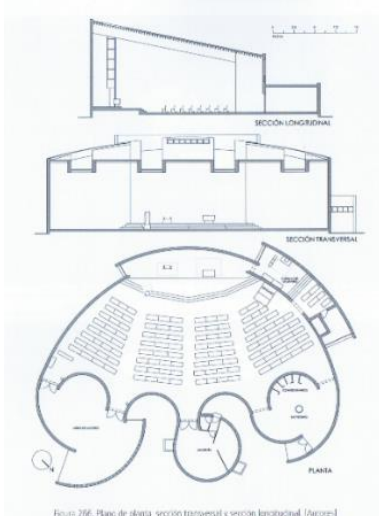


Figura 25: Infografía de la Iglesia de Santa Cruz

Durante estos primeros pasos también definiremos los pisos (alturas de planta) de nuestro edificio, utilizando como referencia las medidas obtenidas de las secciones de la infografía disponible de la obra.

Por último, antes de comenzar el modelado, ha de decidirse el proceso de trabajo, así como la nomenclatura que se va a utilizar, para poder gestionar correctamente la información del proyecto y facilitar el trabajo colaborativo.

Como comentamos previamente en lo referente a los procesos patológicos detectados en la obra que reflejaremos en el modelo, utilizaremos una nomenclatura que consistirá en un conjunto de caracteres alfanuméricos, y también utilizaremos este criterio para identificar los diferentes elementos constructivos y estructurales que conforman nuestro edificio.

- Forjados: FO-01, FO-02, FO-03...
- Vigas: VG-01, VG-02, VG-03...
- Viguetas: VT-01, VT-02, VT-03...
- Fachadas: FA-01, FA-02, FA-03...
- Cubiertas: CU-01, CU-02, CU-03...
- Sistema de Evacuación de aguas: PV-01, PV-02, PV-03...
- Carpinterías: CA-01, CA-02, CA-03...
- Elementos singulares: ES-01, ES-02, ES-03...

Englobamos el edificio en estos apartados siguiendo el criterio que utilizamos en el momento de realizar las fichas de estudio de los procesos patológicos.

Todo este proceso de nomenclatura nos permitirá localizar e identificar rápidamente los elementos o partes del edificio que presentan lesiones, y compartir dicha información a través de listados, mediciones, planos o con un Hyper-modelo.

6.2 – Modelado del Edificio

Como comentamos en apartados anteriores, no tenemos acceso a la cimentación del edificio, por lo que solo modelaremos las partes del edificio a las que si tenemos acceso y de las cuales disponemos de información previa. Utilizaremos como base para el modelo la planta y las secciones obtenidas de la bibliografía.

Comenzamos el modelado creando los diferentes muros curvos que conforman el proyecto en planta baja. Definiremos su altura, espesor, material y su función estructural, y los asignaremos a una capa de trabajo. De igual forma continuaremos creando los forjados de la Iglesia a sus diferentes alturas y con sus características o acabados específicos.

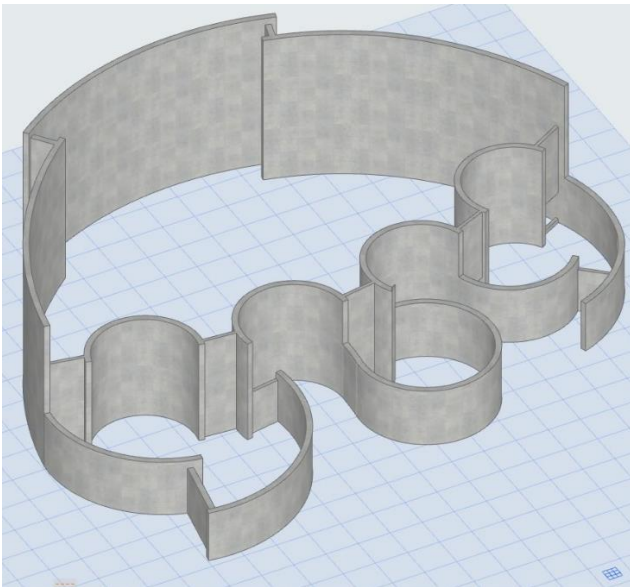


Figura 26: Muros

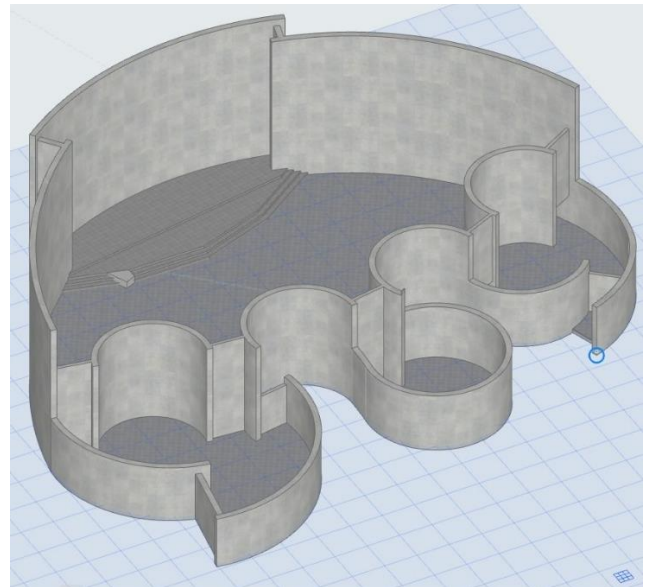
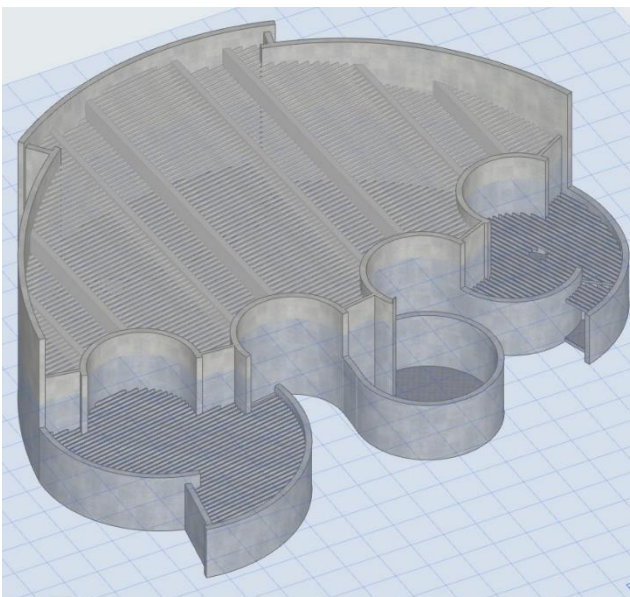


Figura 27: Forjados

El uso estructurado de las diferentes capas de trabajo que nos ofrece ArchiCAD, así como el hecho de que podemos crear las capas que necesitemos, nos permite trabajar de forma ordenada y facilita el trabajo colaborativo.

Por ello englobaremos los muros de carga dentro de la capa de “Estructura – Muros”, los forjados dentro de “Estructura – Forjados”, y crearemos las capas de “Estructura – Vigas” y “Estructura – Viguetas” para agrupar el resto de los componentes del sistema estructural.



Según vayamos creando los diferentes elementos les asignaremos un ID específico que nos permitirá realizar listados y mediciones más concretas y localizar rápidamente cada componente del edificio.

En este trabajo asignaremos un ID específico a las viguetas en función de la sección del modelo en la que se encuentren, agrupándolas en doce subgrupos, en vez de asignar un ID específico a cada elemento, como en el caso de las vigas, para agilizar el proceso de localizar e identificar las zonas que presentan procesos patológicos.

Figura 28: Vigas y Viguetas

Las fachadas de la Iglesia se componen de los muros de hormigón visto y de huecos de diferentes dimensiones y colores.

Al igual que con los elementos constructivos y estructurales, también podremos asignar un ID específico a cada elemento, y crear listados que nos muestren sus dimensiones, características o las zonas de la Iglesia en las que se localizan.

Como hicimos con las viguetas, asignaremos un ID a las diferentes carpinterías en función de su tipología y de su ubicación, agrupando de esta forma los elementos similares.



Figura 29: Carpinterías Exteriores

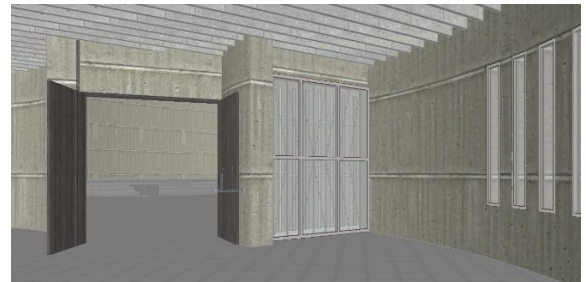


Figura 30: Carpinterías Interiores

De igual forma que con la cimentación, no disponemos de mucha información sobre la cubierta, por lo que utilizaremos los planos de planta y secciones de la bibliografía como base para modelar las diferentes cubiertas de la Iglesia, asignándoles en el proceso su ID específico en función de la zona de la Iglesia en la que se sitúe.

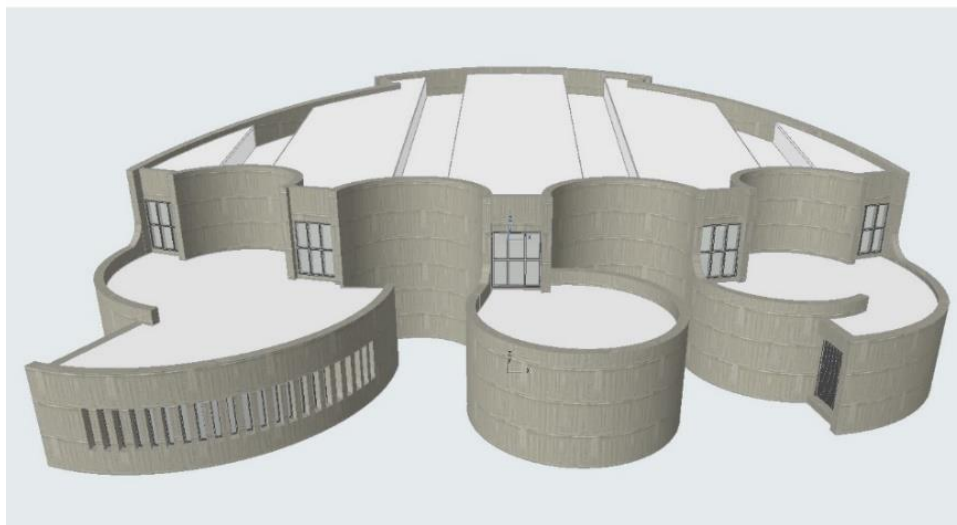


Figura 31: Cubiertas

También modelaremos distintos lucernarios de las cubiertas, y los incorporaremos a los listados junto con el resto de las carpinterías interiores y exteriores de la Iglesia.

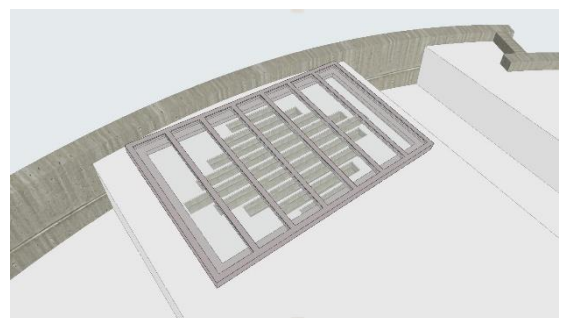


Figura 32: Lucernario

El sistema de Evacuación de aguas es uno de los componentes del edificio que más lesiones presenta, pero debido a que no disponemos de acceso a la cubierta a la hora de realizar este TFG, solo representaremos las partes del sistema que discurren por las fachadas del edificio.

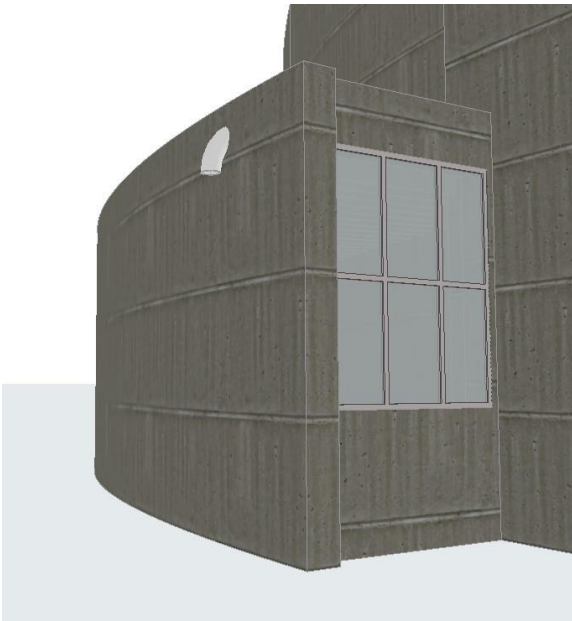


Figura 33: Sistema de Pluviales 01

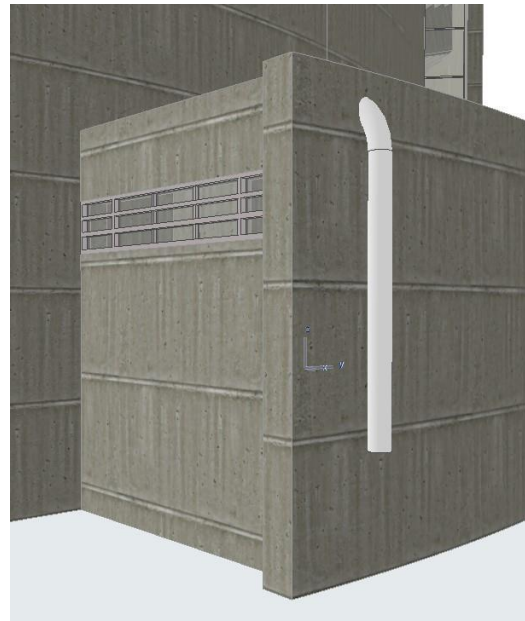


Figura 34: Sistema de Pluviales 02

Para englobar los elementos del sistema de pluviales crearemos la capa “MEP – Pluviales” e iremos asignando los ID a los elementos en función a la cubierta a la que estén asignados.

La herramienta forma nos permite modelar elementos con geometrías complejas que no estén contemplados en las herramientas principales de ArchiCAD.

Utilizaremos esta herramienta para recrear la geometría del campanario de la Iglesia. Partiendo desde un polígono rectangular, podemos darle la altura e inclinación adecuadas para crear el tronco del campanario. Para realizar las formas curvas de la parte superior seguimos el mismo proceso, creamos un polígono de la forma adecuada y le damos volumen. Uniendo las diferentes piezas creadas daremos forma al campanario.

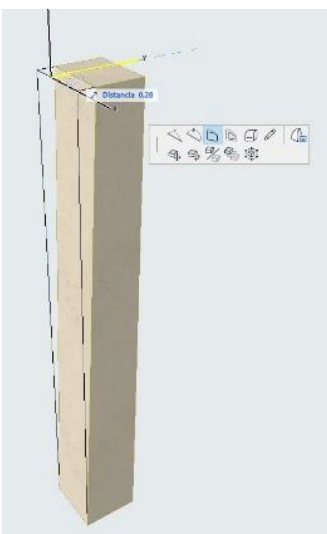


Figura 35: Formas

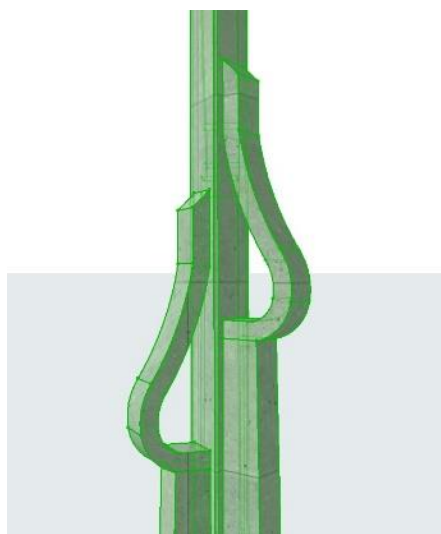


Figura 36: Campanario

Una vez creado todo el modelo 3D del edificio, procedemos a realizar una aproximación del terreno circundante para dar mayor contexto a la obra.

El primer paso consistirá en crear una nueva hoja de trabajo en la que insertaremos una imagen que nos sirva de referencia para crear el terreno, y sobre ella marcaremos los puntos referentes necesarios, así como las curvas de nivel.

Con la herramienta de malla crearemos la superficie que conformará el terreno, indicando materiales y cómo queremos que quede representado en el modelo. Podemos añadir detalles como la carretera de acceso a la Iglesia, los muros exteriores que la rodean o vegetación.



Figura 37: Terreno

Es muy importante dedicar tiempo y detalle al proceso de creación del modelo, pues estamos creando un gemelo digital, lo que implica que tratamos de crear una copia lo más exacta posible de la obra en cuestión.

Cada elemento tendrá que ubicarse en su localización legítima, y gracias a la organización en lo referente a la designación de cada elemento, podremos recurrir a esta maqueta virtual para poder realizar diferentes trabajos o consultas.

También, este proceso de trabajo facilita el intercambio de información entre distintos agentes, siempre que todos trabajen en base a las mismas premisas y reglas previamente definidas.

6.3 - Representación de los Procesos Patológicos en el modelo

En este Trabajo de Fin de Grado exploraremos dos procedimientos distintos a la hora de representar las lesiones del edificio.

Inicialmente utilizaremos la herramienta forma para representar los procesos patológicos detectados modificando sus definiciones propias del elemento para incorporar los metadatos que describan cada lesión y sus características.

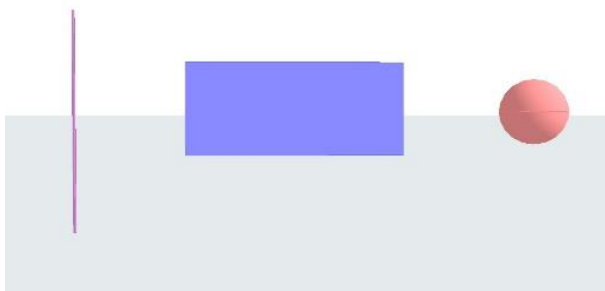
Posteriormente, crearemos un objeto GDL paramétrico que contenga toda la información necesaria para catalogar y describir todas las lesiones detectadas.

Con todo esto comprobaremos que proceso de trabajo es más eficiente y asequible.

6.3.1_Herramienta Forma

Como comentamos anteriormente, a la hora de representar las lesiones detectadas en nuestro edificio de estudio utilizaremos un sistema gráfico que englobe los procesos patológicos y nos permita identificar rápidamente los distintos tipos de lesiones y qué elementos se ven afectados.

Para ello utilizaremos un sistema de colores y formas geométricas fácilmente distinguibles, asignando un color y una forma distinta a cada tipo de proceso patológico.



Utilizaremos cada forma en función de si la representación de la patología fuese lineal, superficial o puntual; y con ellas marcaremos las zonas del modelo que presentan lesiones.

Insertaremos estas formas en una capa de trabajo específica: "Procesos Patológicos". Lo que nos permitirá organizar mejor el trabajo.

Figura 38: Representación geométrica

Las distintas geometrías elegidas se basan en la representación de cada tipo de lesión en nuestro edificio, y utilizaremos una forma lineal, superficial o puntual en función del tipo de lesiones:

- Lineal: grietas, fisuras o juntas.
- Superficial: pátinas biológicas, depósitos diferenciales, manchas, eflorescencias o humedades.
- Puntual: rotura de elementos estructurales, constructivos o MEP, desprendimientos o corrosiones.

Al ir utilizando colores llamativos y las distintas formas, podemos distinguir rápidamente que zonas presentan deficiencias y de qué tipo.

Si combinamos esta información visual, junto con los listados de mediciones, tendremos una imagen completa del proceso patológico y su estado actual.

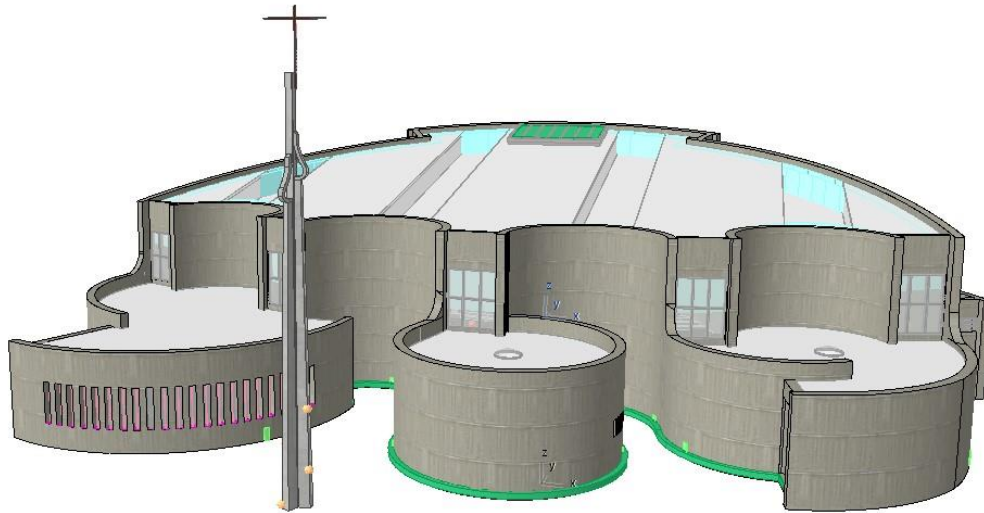


Figura 39: Representación de Lesiones mediante formas

Para poder dotar de información a cada forma que representa una lesión primero crearemos un nuevo “Grupo de Propiedades” en nuestro archivo de trabajo. Lo denominaremos Procesos Patológicos.

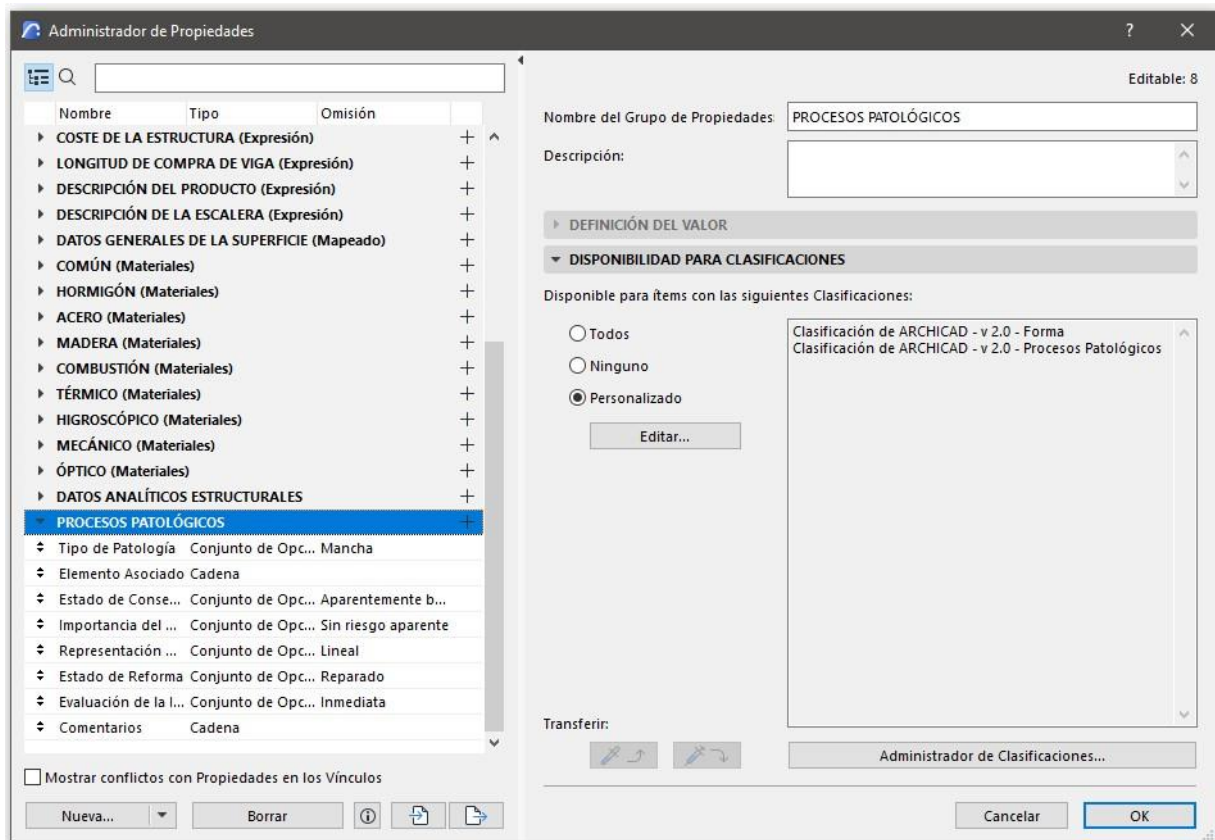


Figura 40: Grupo de Propiedades

Dentro de este grupo crearemos las distintas propiedades que definan las lesiones, e incorporaremos los datos como “Conjuntos de Opciones”, lo que nos permitirá seleccionarlos posteriormente, sin tener que volver a escribir todos los datos con cada lesión.

Propiedades y Valores:

- Tipo de Patología:
 - o Mancha / Humedad por Capilaridad / Humedad por Filtración / Pátina Biológica / Lavado Diferencial / Fisura / Grieta / Desprendimientos o Desconchados / Corrosión / Eflorescencia / Rotura
- Estado de Conservación:
 - o Aparentemente Bueno / Deficiencias Puntuales / Deterioro constructivo y deficiencias / Deterioro extremo / Sin poder determinar
- Importancia del Daño:
 - o Sin riesgo aparente / Riesgo de deterioro progresivo / Riesgo a otros elementos constructivos / Riesgo a terceros
- Representación Gráfica:
 - o Lineal / Superficial / Puntual
- Estado de Reforma:
 - o Reparado / Pendiente de Reparación
- Evaluación de la Intervención:
 - o Inmediata / Muy Urgente / Urgente / Necesario a medio plazo / Mantenimiento

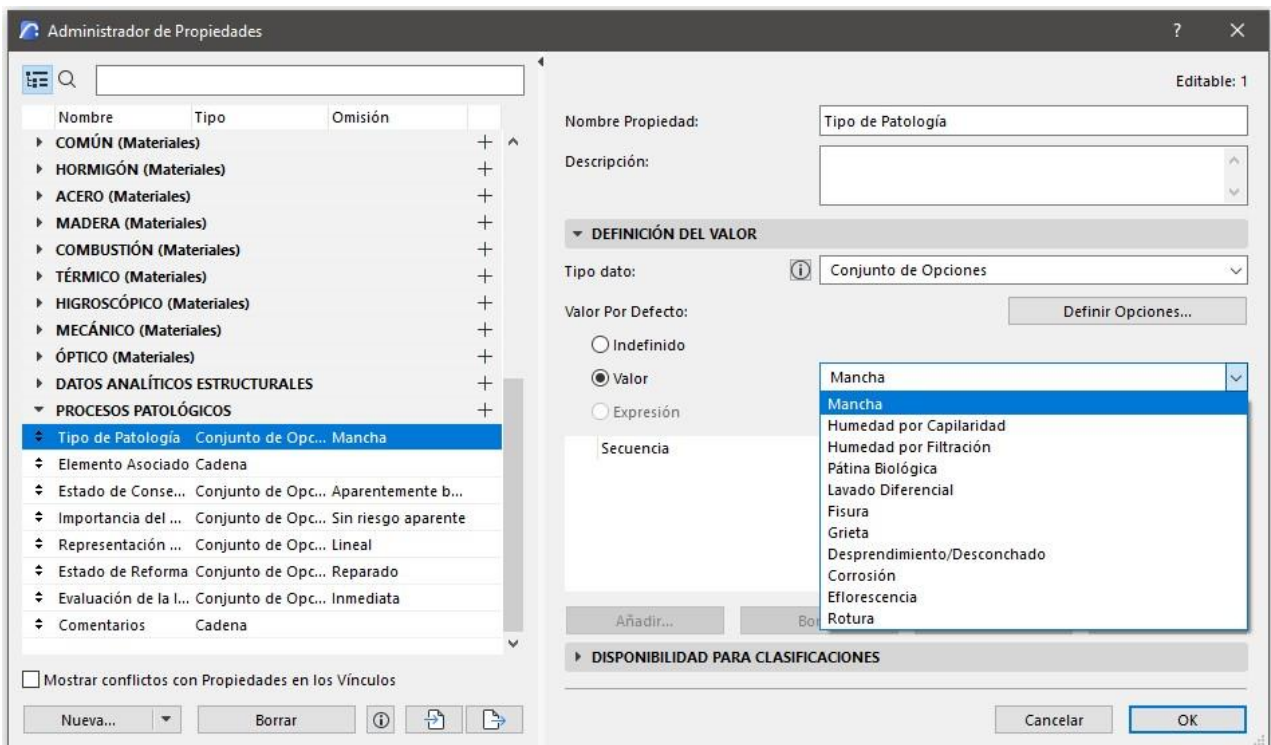


Figura 41: Valores de Tipos de Lesiones

Por último, asignamos este “Grupo de Propiedades” y sus valores a la Clasificación de ArchiCAD que utilizaremos. Si no tenemos una clasificación predefinida que se ajuste a nuestras necesidades, podemos crearla y asignarle las propiedades que queramos.

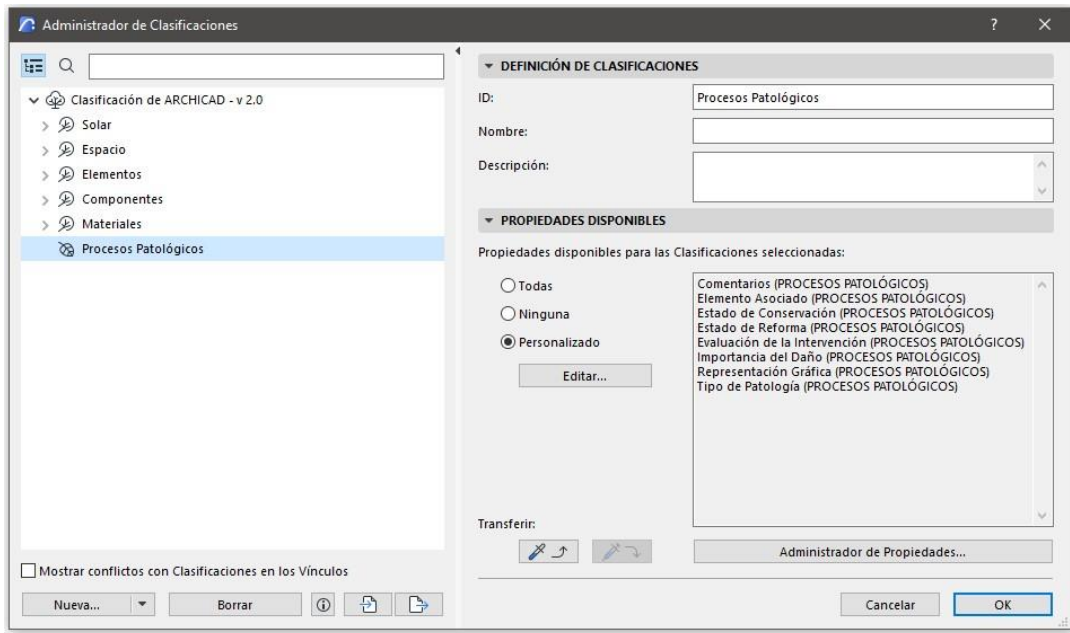


Figura 42: Clasificación de Propiedades

El proceso de trabajo es sencillo y sistemático, y nos permite ahorrar tiempo a la hora de incorporar la información asociada a cada forma en el modelo.

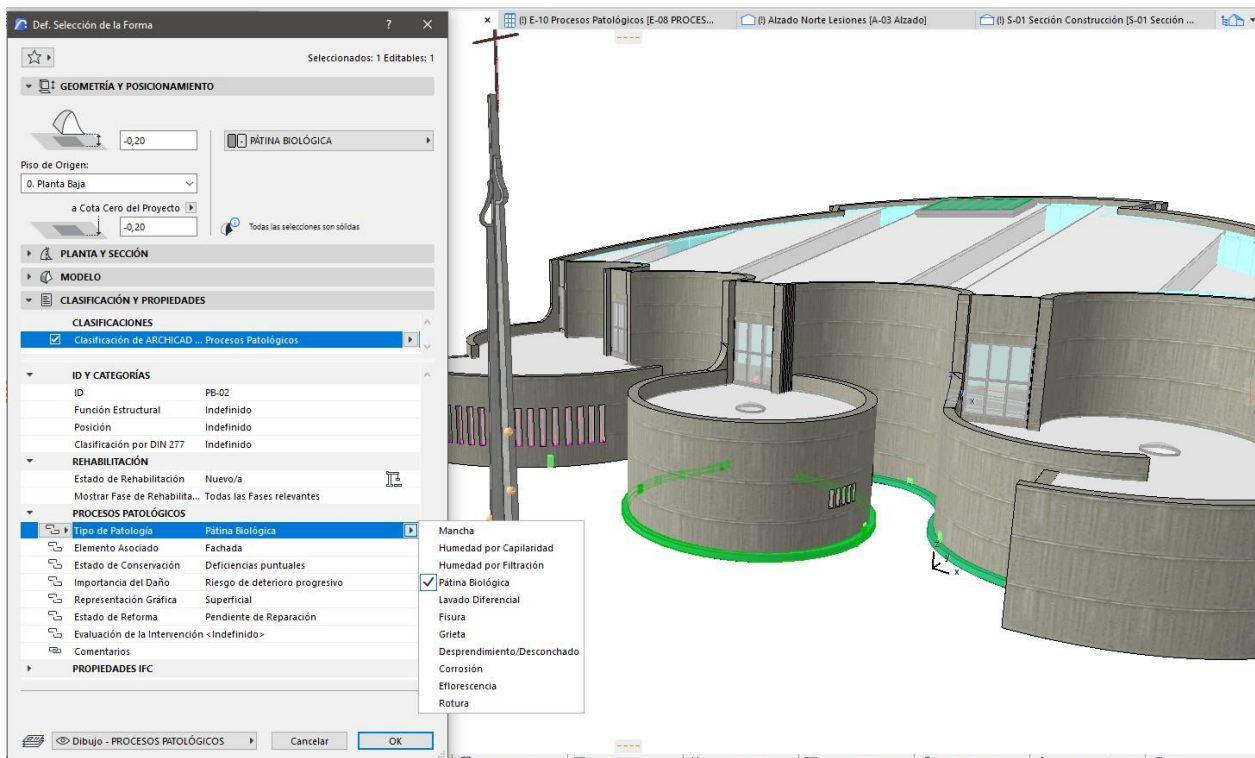


Figura 43: Designación de Lesiones en el modelo

Con cada forma que incorporemos al modelo elegiremos los valores necesarios para su mejor definición, y asignaremos el ID correspondiente, basado en las normas que especificamos anteriormente.

La herramienta forma nos permite representar las lesiones ajustándonos a la forma del edificio sin demasiadas complicaciones, lo que nos permite localizar fácilmente la ubicación de cada lesión y a que parte de la obra está asociada.

6.3.2_ Objeto GDL Paramétrico

A continuación, volvemos a representar las lesiones en el edificio utilizando un objeto de creación propia.

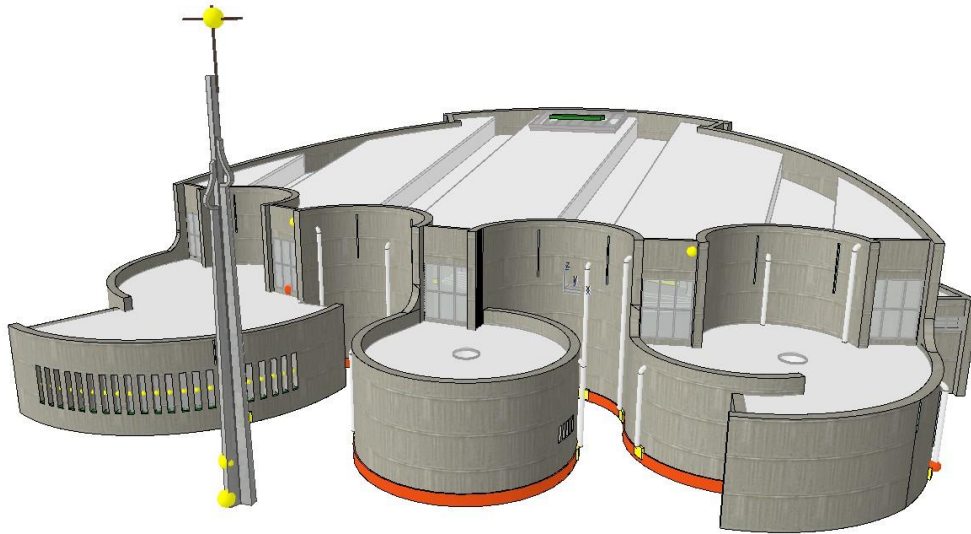


Figura 44: Representación de Lesiones mediante objetos GDL

Para poder programar en GDL es necesario tener algún tipo de formación previa, pues es una herramienta muy útil que nos ofrece ArchiCAD, en este caso, pero no es ampliamente conocida.

Programar nuestros propios objetos en GDL nos permite crear elementos que se adapten específicamente a nuestras necesidades, y al ser paramétricos nos ofrecen un amplio abanico de posibilidades.

Al comenzar a programar nuestro objeto, crearemos los distintos parámetros con los que definiremos las lesiones, serán los mismos valores que utilizamos previamente con la herramienta forma.

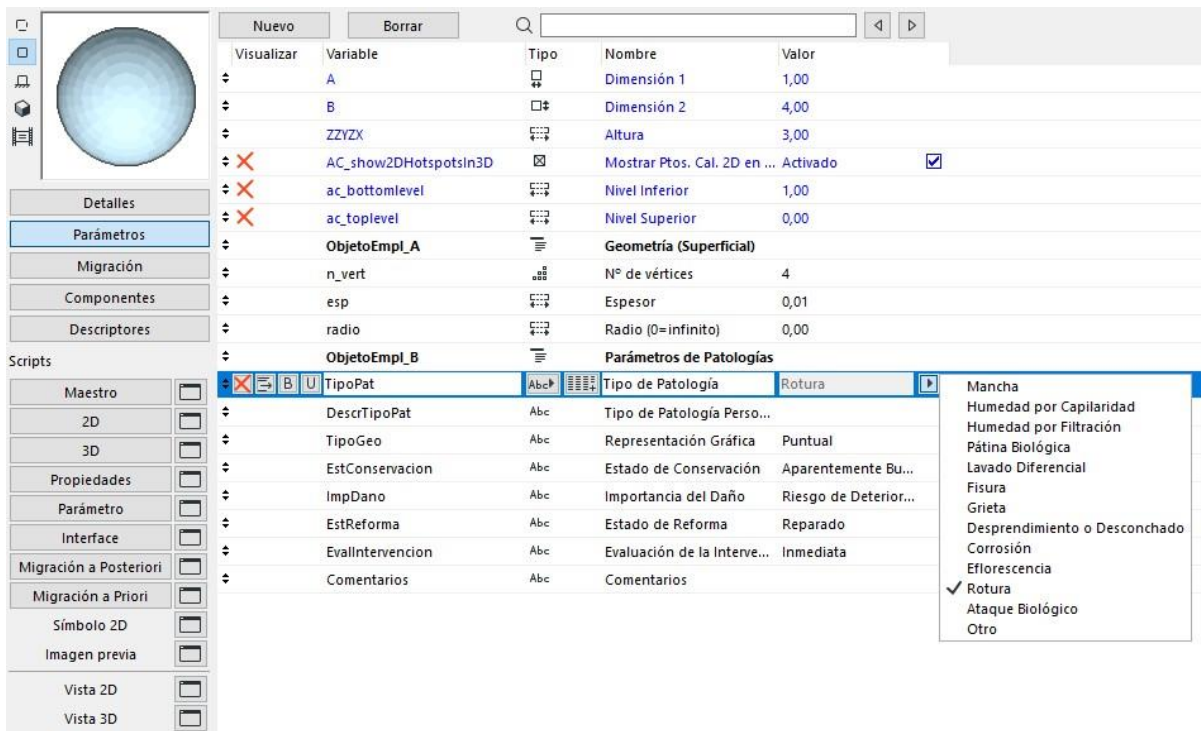


Figura 45: Parámetros en GDL

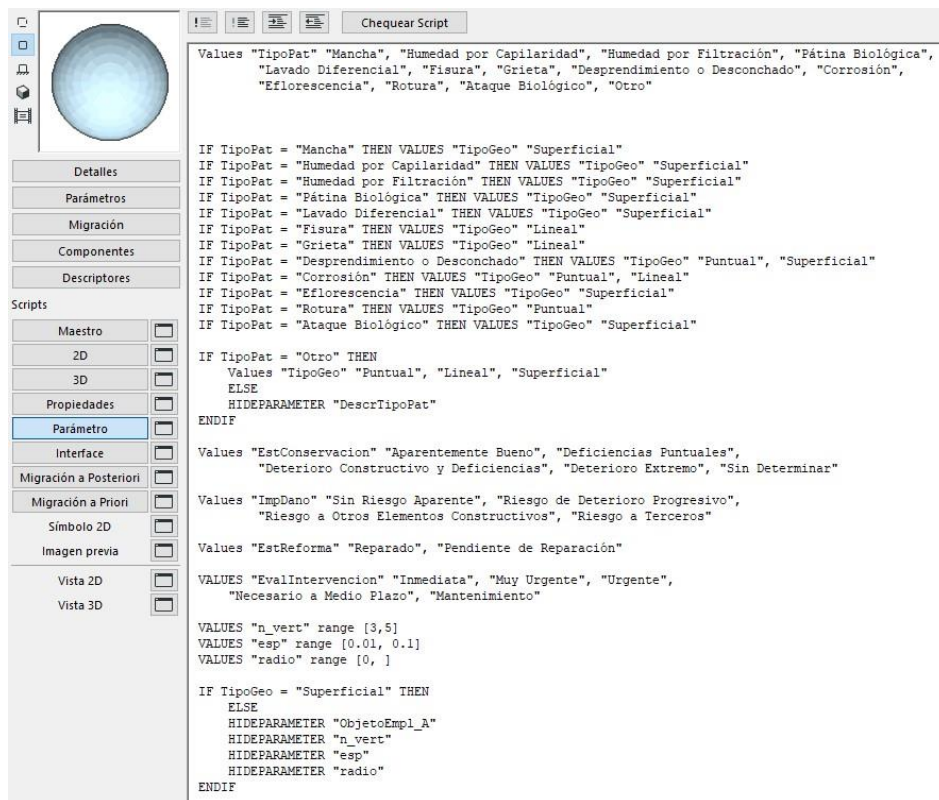


Figura 46: Programación de Parámetros en GDL

Dentro de este apartado también programaremos que dependiendo del tipo de geometría seleccionada podamos acceder a determinados parámetros para designar su geometría o se mantengan ocultos. Esto nos permite tener un menú de trabajo limpio y claro a la hora de insertar y definir cada lesión en el modelo.

En esta ocasión, en vez de dar un color distinto a cada tipo de proceso patológico, asignaremos los colores en función de la importancia del daño que supone la lesión. Esto permite que simplemente con un vistazo del modelo podamos identificar que lesiones precisan de nuestra atención inmediata o si, por otro lado, son menos urgentes.

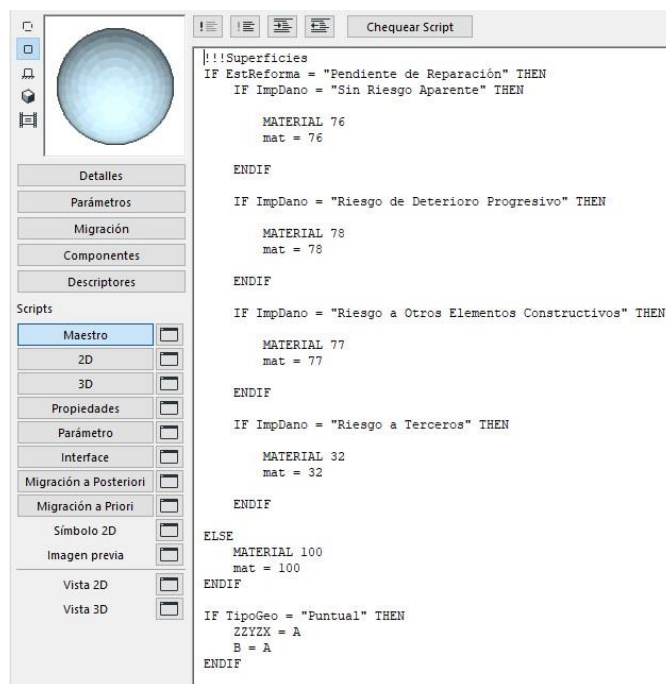


Figura 47: Asignación de colores

6.4 - Mediciones y Listados

Gracias a trabajar con un programa BIM donde cada elemento contiene información, podemos realizar listados y mediciones de los distintos componentes del modelo y reflejar en ellos la información que deseemos.

ArchiCAD ofrece de inicio unos prototipos de listados para los elementos más comunes, como son los muros, cubiertas, forjados o carpinterías; con criterios y campos predefinidos con la información a mostrar en dichos esquemas. Pero a mayores nos ofrece la posibilidad de crear nuestras propias categorías y campos de información.

Podemos crear listados con la información que queramos agrupada y ordenada como nosotros queramos o necesitemos e incorporarlo a los planos que realicemos del proyecto o exportarla en distintos formatos, como pueden ser .doc .xlsx .xls .txt .dwf o .pdf

Si queremos representar en los listados la información contenida en las formas que incorporamos al modelo, crearemos un esquema donde se reflejen las distintas propiedades y valores que creamos anteriormente en el administrador de propiedades.

De esta forma podremos modificar los distintos valores desde el mismo esquema, pues se trata de valores definidos dentro de nuestro archivo de trabajo, lo que nos permite no tener que acudir al modelo y seleccionar la lesión específica.

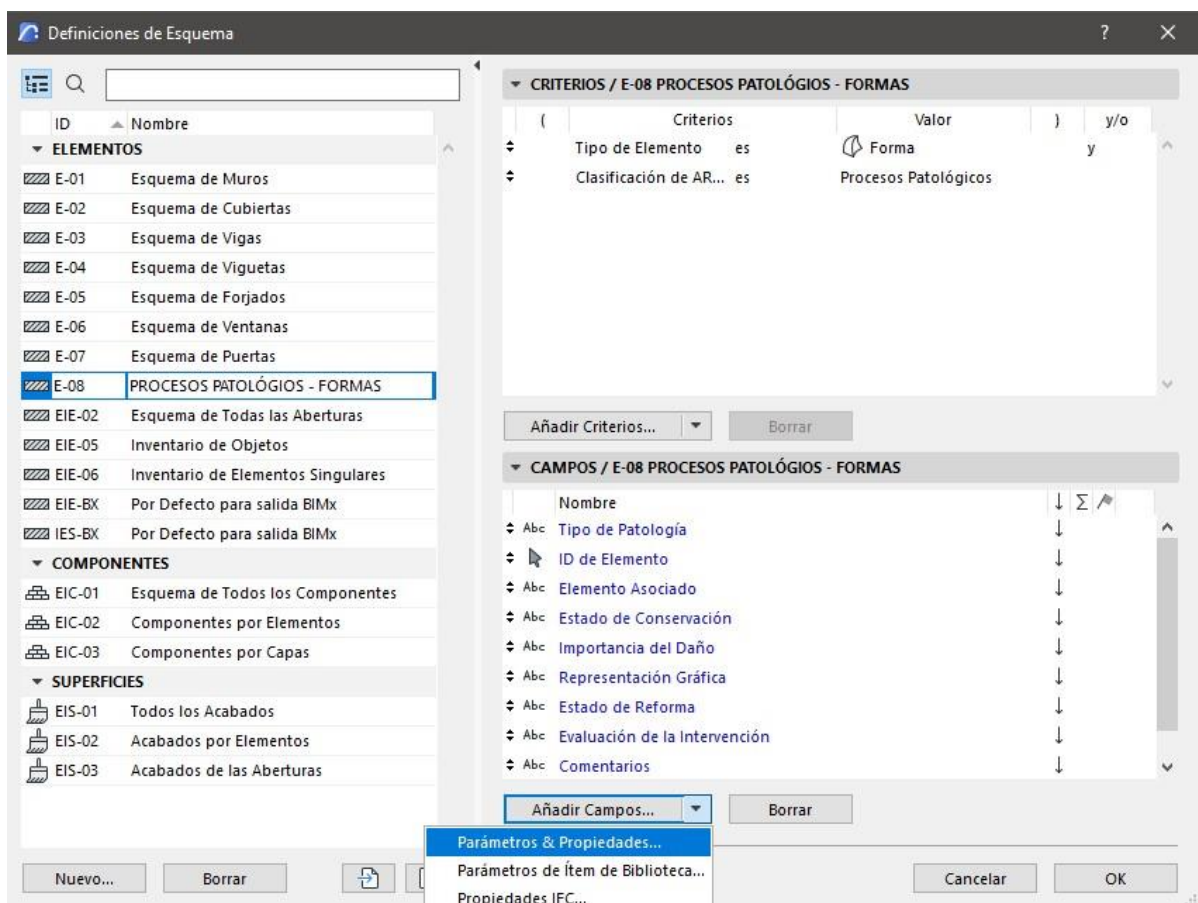


Figura 50: Esquema utilizando formas

Por otro lado, si creamos el esquema basado en las propiedades del objeto GDL, tendremos que incorporar los campos de un elemento añadido a la biblioteca del archivo de ArchiCAD, por lo que para realizar cambios sí que necesitaremos acceder al elemento en cuestión en el espacio de trabajo.

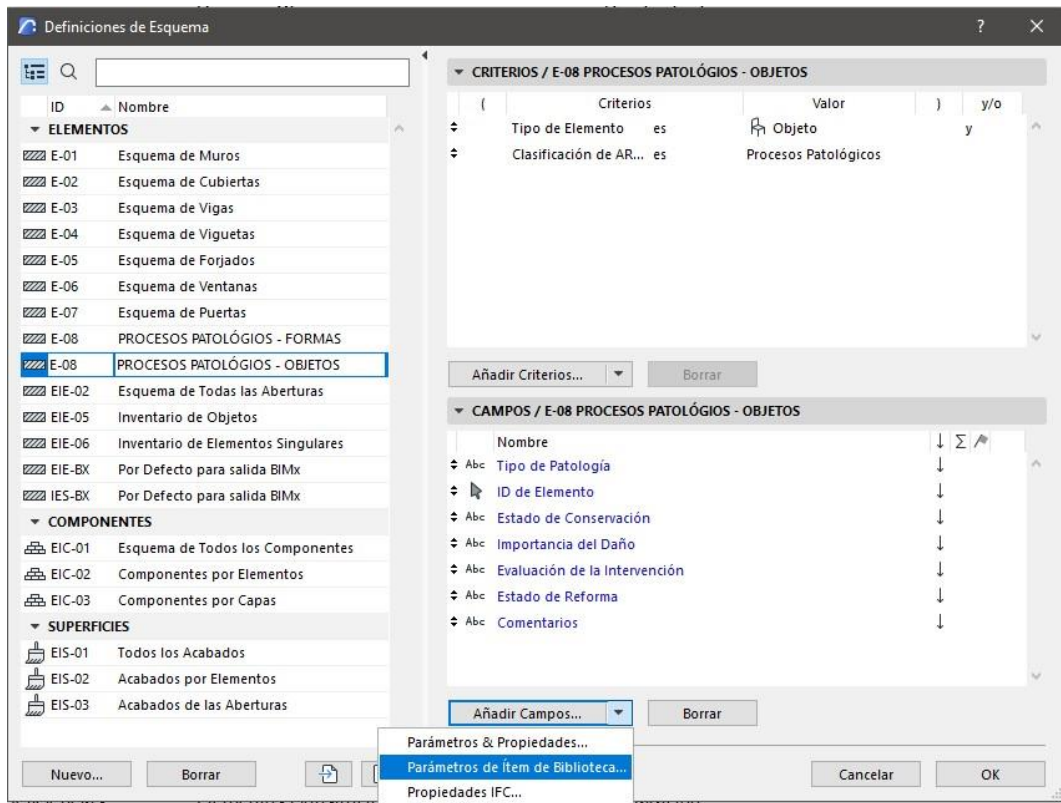


Figura 51: Esquema utilizando objeto GDL

En ambos casos, conseguiremos una tabla donde quede reflejada toda la información de la que dotamos al modelo. Esto nos permite organizar la información y compartirla de forma más eficiente.

PROCESOS PATOLÓGICOS						
Tipo de Patología	ID de Elemento	Estado de Conservación	Importancia del Daño	Evaluación de la Intervención	Estado de Reforma	Comentarios
Corrosión						
	CR-01	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	Escalera de acceso en mismas condiciones
	CR-02	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	
	CR-03	Deterioro Extremo	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
Desprendimiento o Desconchado						
	DP-01	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
	DP-02	Deterioro Extremo	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Muy Urgente	Pendiente de Reparación	
	DP-03	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
	DP-04	Deterioro Extremo	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Muy Urgente	Pendiente de Reparación	
	DP-05	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	
	DP-06	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
Elorescencia						
	EF-01	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
	EF-02	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Muy Urgente	Pendiente de Reparación	
	EF-03	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Muy Urgente	Pendiente de Reparación	
	EF-04	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
Fisura						
	FI-01	Aparentemente Bueno	Sin Riesgo Aparente	Mantenimiento	Reparado	
	FI-02	Aparentemente Bueno	Sin Riesgo Aparente	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	

Figura 52: Listados de Procesos Patológicos

6.5 - Exportación de la información gráfica del modelo

Una vez generado el modelo podemos crear nuestros planos de proyecto de forma automática, en los cuales añadiremos las vistas que queramos mostrar.

Al realizar todo el proyecto directamente en 3D podemos generar las vistas que necesitemos como las plantas, los alzados o las secciones de forma instantánea y colocarlas en los planos para realizar las modificaciones que necesitemos de acuerdo a nuestras preferencias de impresión.

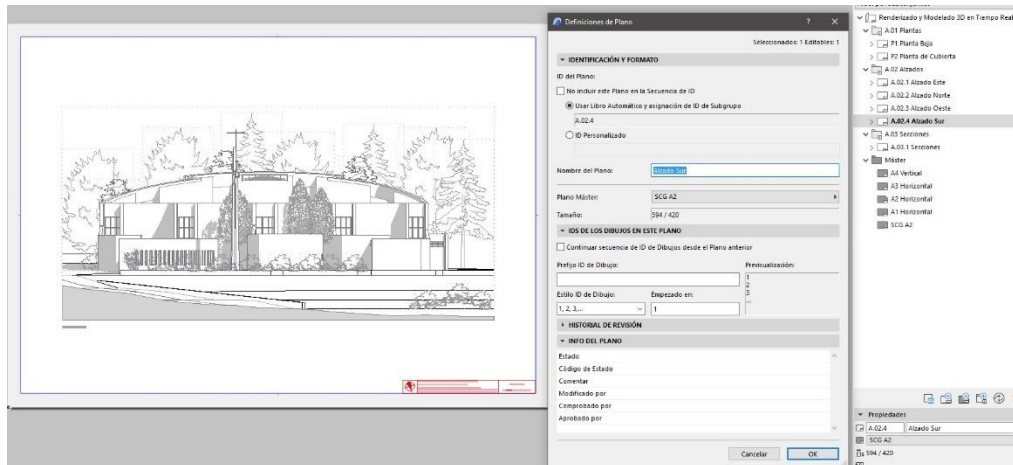


Figura 53: Planos

6.6 - Exportación de un Hyper-modelo

Desde el programa de ArchiCAD podemos generar un Hyper-Modelo interactivo que contenga toda la documentación del modelo 3D, planos, vistas y recorridos que nos permite visualizar toda la obra en tiempo real sin necesidad de instalar software arquitectónico, lo que facilita el intercambio de información entre los diferentes agentes relacionados con la construcción, permitiéndonos llevar nuestro proyecto directamente en el móvil o Tablet, utilizar el visor web o la aplicación de escritorio.

A la hora de generar nuestro Hyper-Modelo BIMx, seleccionaremos los planos o vistas que deseamos exportar, para después poder visualizarlo en la aplicación de BIMx.

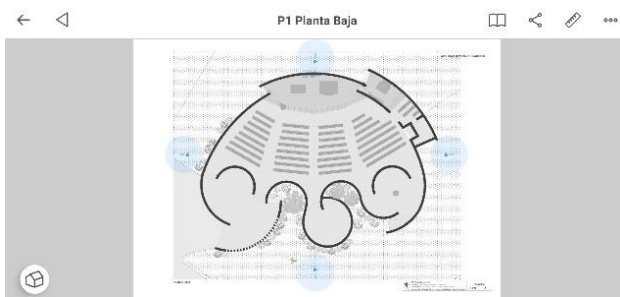


Figura 54: Publicación de Hyper-Modelo BIMx con ArchiCAD

BIMx es una aplicación creada por Graphisoft que nos permite almacenar y visualizar toda la información de nuestro proyecto gracias a los Hyper-Modelos.



Figura 55: Hyper-Modelo BIMx



Tenemos acceso a los diferentes planos del proyecto que exportamos, y podemos movernos entre los planos 2D y el 3D pulsando sobre los Hyper-vínculos automáticos que genera el Hyper-Modelo.

Figura 56: Plano BIMx



En el 3D disponemos de la herramienta de planos de corte que nos ayuda a visualizar y navegar por el proyecto.

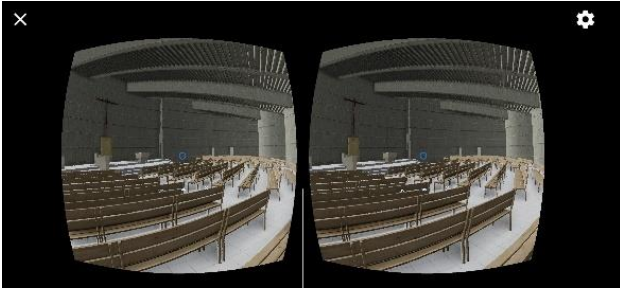
Figura 57: Recorte 3D BIMx



El visor web funciona de la misma forma que las aplicaciones y contiene las mismas herramientas.



Figura 58: Visor web BIMx



La aplicación móvil, también nos ofrece la opción de visualizar nuestro proyecto usando unas gafas de realidad virtual, para poder pasear por el modelo de forma autónoma.

Figura 59: Cardboard VR BIMx

El Hyper-Modelo también contiene toda la información propia de cada elemento que hemos modelado, y BIMx nos permite hacer mediciones o anotaciones en el modelo.



Figura 60: Información BIMx

Info del Elemento	
Tipo	Muro
ID de Elemento	MS-004
Altura	11,700 m
Ancho	0,350 m
Espesor	0,35 m
Longitud de Línea de Referencia	17,77 m
Ángulo de Inclinación Interior	90°
Área de la Superficie	199,04 m ²
Volumen Neto	68,81 m ³
Material de Construcción / Compuesto / Perfil / Trama	Hormigón Armado - Prefabricado

Figura 61: Mediciones BIMx



Con estas herramientas podemos llevar nuestro proyecto con nosotros en nuestro dispositivo móvil sin necesitar imprimir planos, por ejemplo, lo que nos permite consultar la información o hacer comprobaciones in situ de forma rápida y cómoda.

6.7 - Posibilidades de trabajo colaborativo desde BIM Cloud

Como comentamos anteriormente, uno de los aspectos importantes que introduce la metodología BIM es la de trabajar colaborativamente, para ello todo software BIM ha tratado de crear sus propias herramientas para facilitar esta tarea.

En el caso de ArchiCAD, nos ofrece la oportunidad de trabajar colaborativamente a través de su BIMCloud, un repositorio en la nube, donde podemos almacenar nuestros proyectos y compartirlos con otros usuarios, limitando su nivel de acceso mediante roles.

Los roles son un conjunto de permisos que definen lo que los distintos agentes integrantes de un proyecto pueden hacer dentro del modelo.

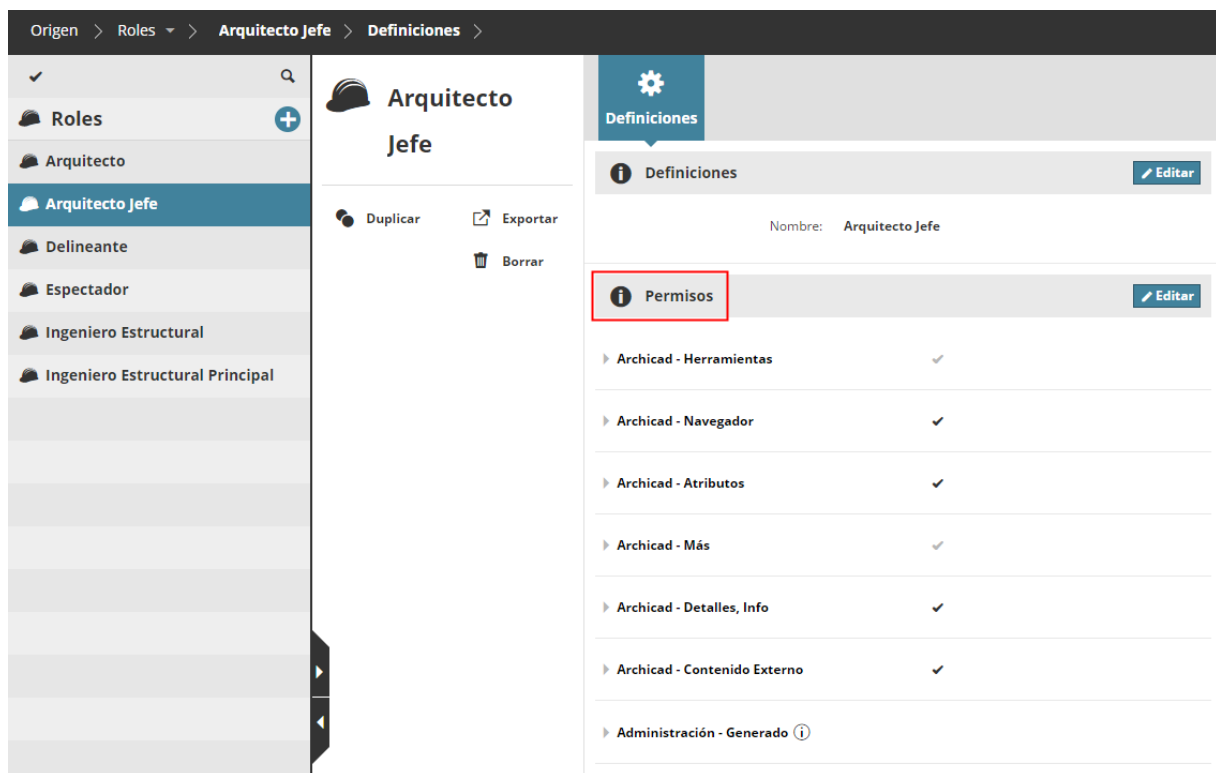


Figura 62: Definición de roles

De esta forma, distintos agentes podrán trabajar a la vez en un mismo archivo, reservando partes del proyecto en tiempo real, lo que permite trabajar de forma simultánea y fluida. Incluso se puede crear un rol que solo tenga permisos de lectura y no pueda realizar modificaciones.

Cada elemento reservado en el modelo por un miembro del equipo queda codificado por colores, lo que nos ayuda a identificar quién está trabajando en cada elemento rápidamente. También proporciona una plataforma de mensajería en tiempo real entre los integrantes del proyecto.

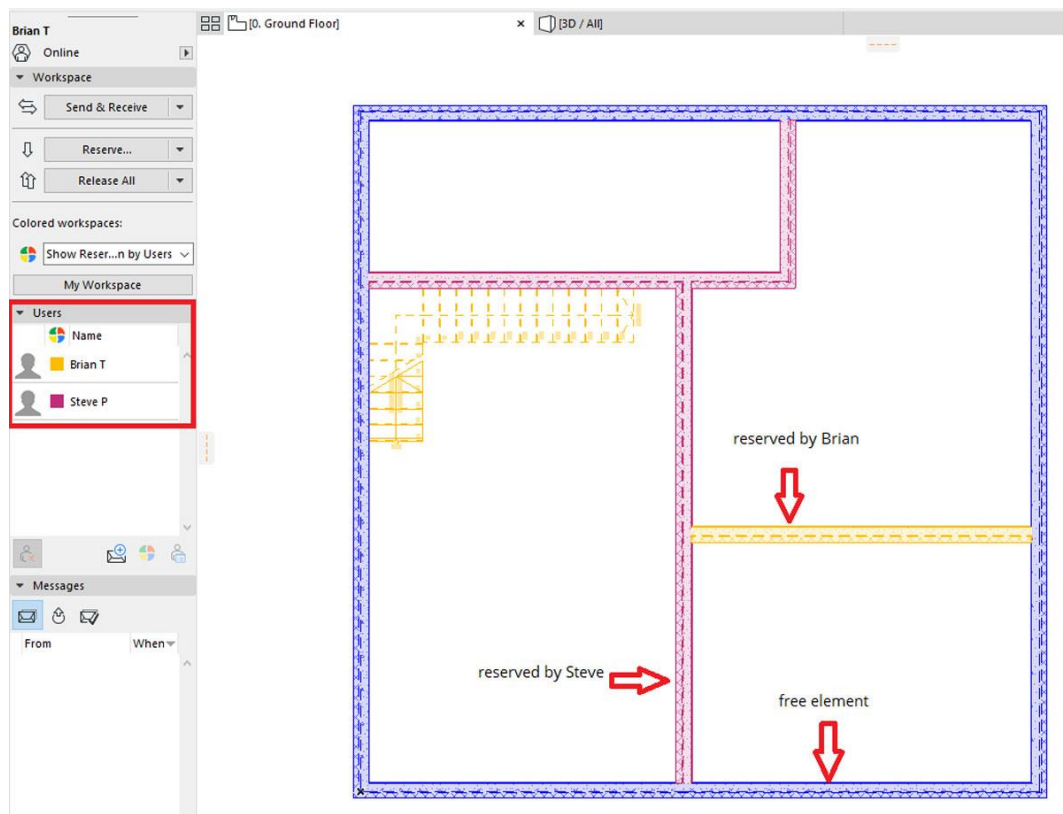


Figura 63: Teamwork

Otra ventaja consiste en que no es necesario permanecer en línea mientras se trabaja, pues BIMCloud funciona de forma que permite “subir” y compartir los cambios en el proyecto cuando queramos, y de igual forma, podremos solicitar “recibir cambios” y actualizaciones del resto de miembros del equipo de trabajo.

Gracias a que el archivo permanece en la nube, cualquier persona con permisos, podrá acceder al modelo desde cualquier lugar y actualizarlo si fuese necesario a lo largo del tiempo.

7. Conclusiones

Hoy en día disponemos de infinidad de herramientas y softwares específicos en el ámbito de la construcción que nos facilitan llevar a cabo nuestros proyectos de arquitectura, pero todavía existen campos durante este proceso que no están “actualizados” y que no aprovechan todas las oportunidades que nos aportan los nuevos softwares que están a nuestra disposición.

Actualmente, en muchos estudios de arquitectura se siguen utilizando principalmente programas CAD para llevar a cabo todas las diferentes fases de un proyecto, y en muchos casos esto complica el intercambio de información entre diferentes agentes, pues a día de hoy, son muchas entidades distintas las que participan en un proyecto, y no solo la figura del arquitecto.

Lo más común es que sean diferentes profesionales los que se dediquen a la toma de datos iniciales, el desarrollo del proyecto, el cálculo de las estructuras o instalaciones o el control de obra. Por ello es necesario una comunicación fluida entre todas las partes y unas bases preestablecidas a la hora de trabajar.

BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo que se fundamenta en el uso de un modelo 3D, basado en datos y no sólo en geometría, y que busca fomentar el trabajo colaborativo aplicado al sector de la construcción, para la creación y gestión de un proyecto. Esta metodología centraliza toda la información del proyecto en un único modelo creado por todos los agentes participantes.

En este Trabajo de Fin de Grado creamos un sistema abierto de integración de datos, utilizando los procesos patológicos detectados en una obra, como ejemplo de distintas formas de añadir información a nuestro modelo digital BIM de forma reglada y fácilmente exportable a otros trabajos o entre los distintos agentes que participen en el proyecto.

Al tratarse de un modelo generado en base a las premisas de una forma de trabajar colaborativa, seguimos unas normas de nomenclatura preestablecidas, en este caso creadas específicamente para este trabajo, pero siguiendo las bases de la serie EN ISO 19650-2 “*Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM*”. Esto nos permite que, a la hora de compartir nuestro modelo con diferentes agentes la comunicación y el proceso de trabajo sean fluidos.

Comenzamos este trabajo recopilando toda la información disponible y visitando la obra, y, debido a los recursos disponibles, utilizamos unas fichas, sacadas de la *Guía Metodológica para la Inspección Técnica de Edificios (ITE)*, que cubrimos de forma manuscrita, a la vez que realizamos un inventario fotográfico de las lesiones detectadas durante las visitas al edificio, este proceso en si no es muy efectivo, pues al tratarse de fichas manuscritas pueden producirse errores a la hora de transcribir los datos o puede ser necesario volver repetidamente a la obra si no se ha llevado a cabo la documentación fotográfica correctamente.

En otras circunstancias el proceso ideal a seguir sería realizar la toma de datos mediante un escaneo 3D de la obra, pues esto nos permitiría integrar la nube de puntos en el modelo y trabajar a partir de ella, pero en este caso, la información que recabemos en las fichas la tendremos que incorporar posteriormente como metadatos en el modelo.

Para ello utilizamos dos métodos, mediante formas u objetos con información paramétrica asociada. Con sus ventajas y desventajas.

La herramienta forma es una de las herramientas predefinidas de ArchiCAD, y nos permite recrear la geometría o crear una forma simbólica de la lesión, a la cual podemos incorporar información que más adelante reflejaremos en planos, listados o mediciones. Su principal ventaja es la facilidad que presenta a la

hora de modelar la forma deseada, y la incorporación de datos desde dentro del archivo de ArchiCAD. Pero su mayor desventaja, consiste en que se trata de un elemento propio del archivo, con su información asociada al modelo en particular, pues trabajamos desde el administrador de propiedades y no desde una fuente externa. Si deseamos utilizar el mismo sistema en otro archivo, deberemos copiar la forma en el documento nuevo permitiendo que se mantengan sus definiciones o volver a introducir todos los parámetros en el administrador de propiedades. De cualquier manera, tendremos que volver a modelar la forma para que se adapte a la geometría del edificio nuevo.

Por otro lado, cuando utilizamos los objetos GDL estamos creando un “archivo” fuera del documento de trabajo con sus parámetros asociados, que más adelante incorporaremos en nuestro modelo, por lo que, si definimos correctamente todos los parámetros del objeto una vez en ese “archivo” aparte, podremos incorporarlo de forma automática en cualquier modelo.

La principal desventaja que podría presentar trabajar con objetos GDL consiste en que no es un recurso muy conocido, y por lo tanto no suele emplearse. Requiere de conocimientos previos de programación y de una organización exhaustiva a la hora de introducir el código para que el objeto funcione correctamente.

Ambas formas de trabajar nos ayudan a agilizar la introducción de datos para poder trabajar de forma eficiente, y facilitan el intercambio de información. En este caso en particular, cualquier agente que intervenga en el proyecto podría modificar, si fuese necesario, distintos parámetros de las lesiones sin tener que modelar todo de nuevo y conseguir así actualizar la información de forma muy rápida y sencilla.

Por ejemplo, dentro de los parámetros que incorporamos disponíamos de una casilla con las opciones de “Pendiente de Reparación” y “Reparado”, inicialmente nosotros seleccionamos la casilla de Pendiente de Reparación, y eso se ve reflejado en el modelo, tanto por el sistema de colores, como en las tablas que creamos. Una vez reparada la lesión, solo tendríamos que modificar ese parámetro, y automáticamente se modificaría el modelo y los listados.

En conclusión, organizar y sistematizar el trabajo desde el inicio permite trabajar de forma mucho más fluida y garantiza la correcta comunicación entre los distintos agentes del proceso de construcción y mantenimiento de una obra.

A día de hoy existen diferentes modelos de integración de datos, pero si integramos estos sistemas de nomenclatura y escala de definición, con un procedimiento reglado a la hora de modelar y un sistema abierto paramétrico que nos permita trabajar tanto en elementos singulares como en partes completas del proceso de construcción, podremos centrar toda esta información en un único modelo y realizar modificaciones sin que se pierda información en el proceso.

Aunque este trabajo se centra en el modo de utilizar un software específico y sus herramientas disponibles, la metodología empleada se puede aplicar en cualquier otro software BIM que nos ofrezca herramientas similares, pudiendo llegar a resultados equivalentes y válidos.

De igual forma, en vez de centrarnos en los procesos patológicos, podríamos aplicar este sistema en cualquier ámbito de la construcción simplemente creando los parámetros que necesitemos asociados a ese campo, con lo que conseguiríamos mejorar el flujo de trabajo.

Posibles líneas de desarrollo futuro:

Como comentamos anteriormente, el uso de este sistema abierto de integración de datos orientado a la clasificación y representación de los procesos patológicos es sólo una de muchas formas de aprovechar las oportunidades que genera el uso de la metodología BIM.

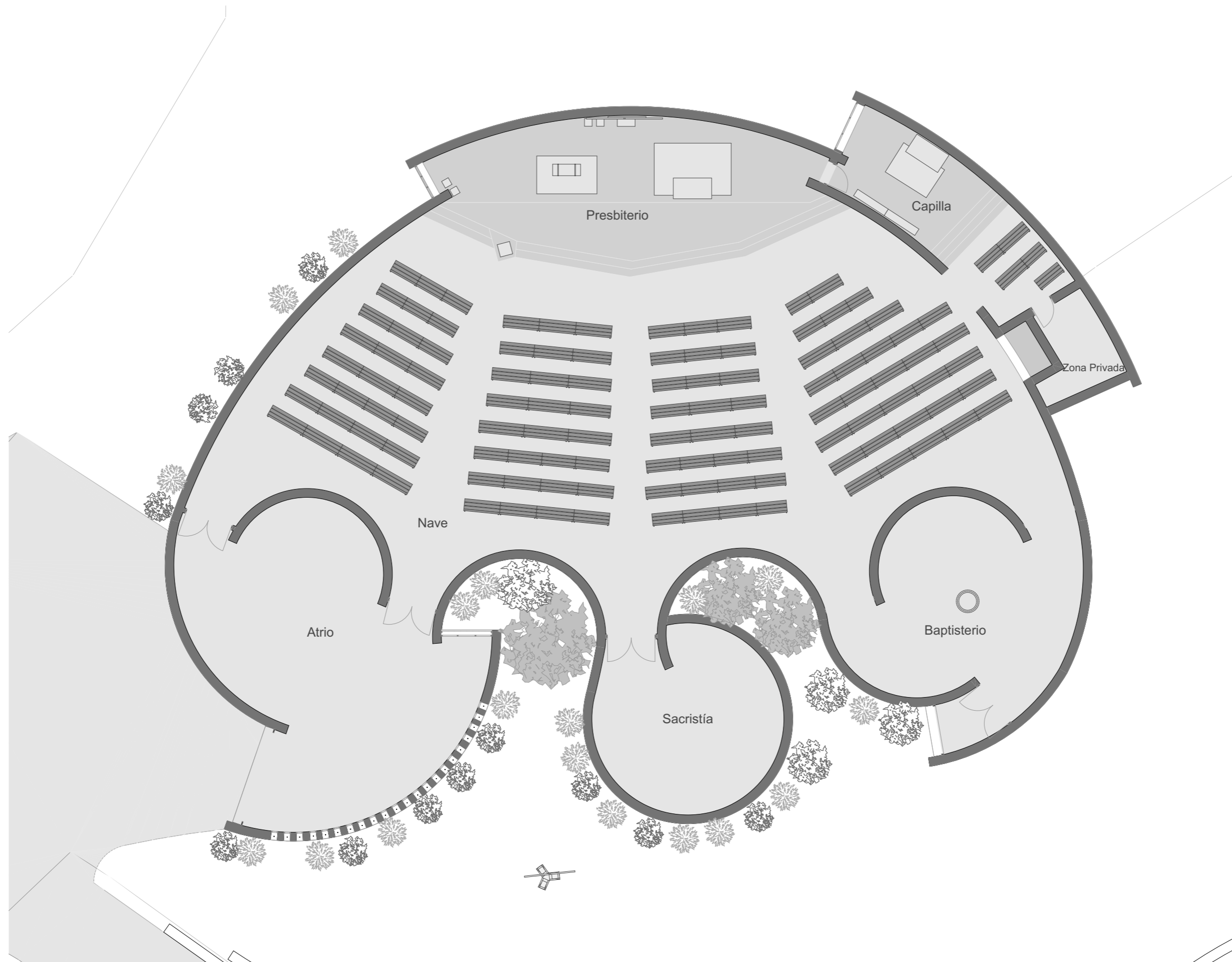
Por ejemplo, se podrían utilizar estos softwares y sistemas para llevar un control del patrimonio construido, y conseguir de forma simultánea virtualizar las distintas obras, y actualizar la información infográfica de la que se dispone, así como crear planes de mantenimiento y restauración, que permitan un mejor control y conservación de nuestro patrimonio.

De igual forma, se podría realizar un control y seguimiento de una obra en construcción, actualizando las bases de datos según avanza la obra.


8. Anexos

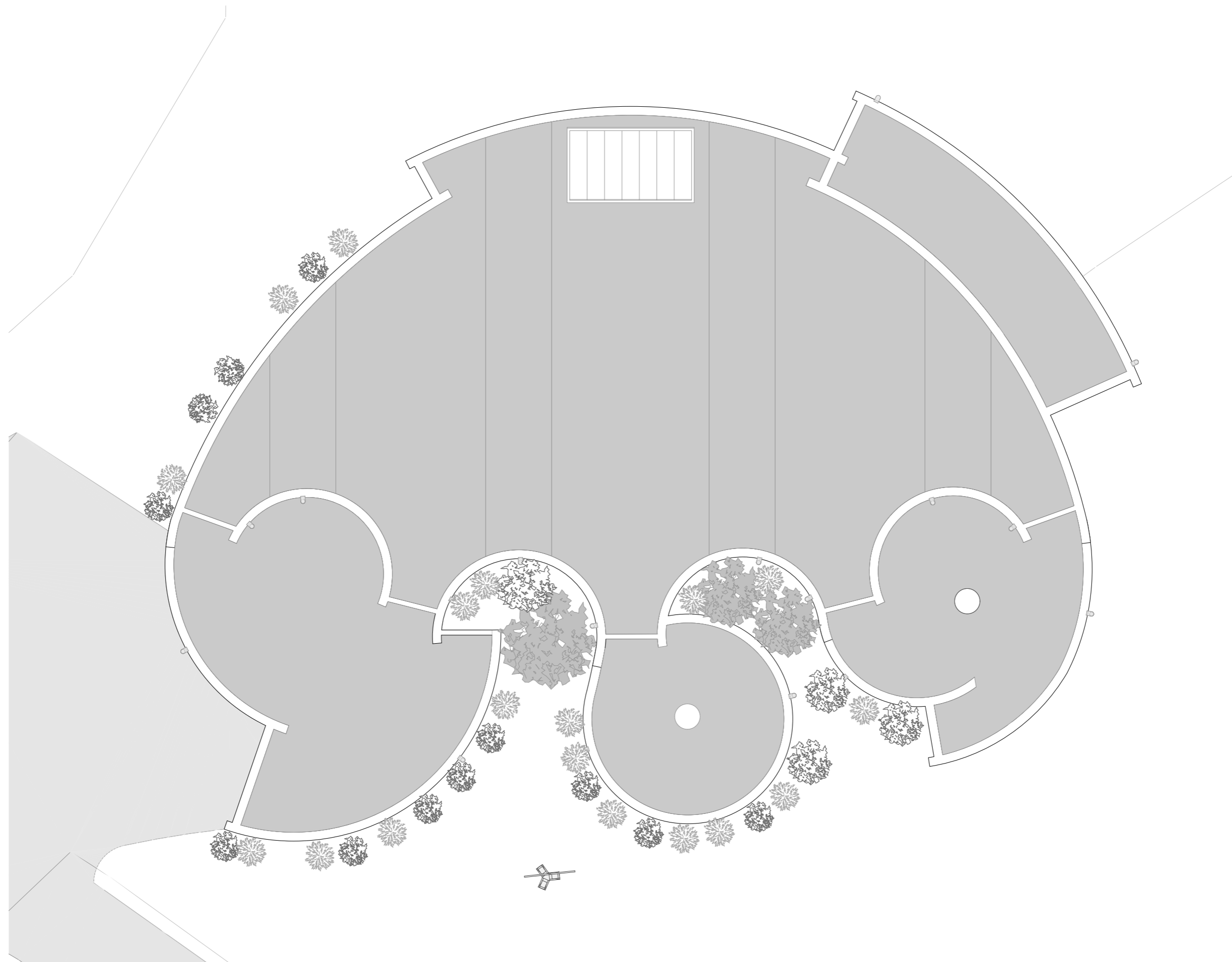
8.1 – Documentación Gráfica

A continuación, se adjuntan los planos creados en ArchiCAD del modelo 3D de la Iglesia Nueva de Santa Cruz de Oleiros.

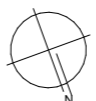


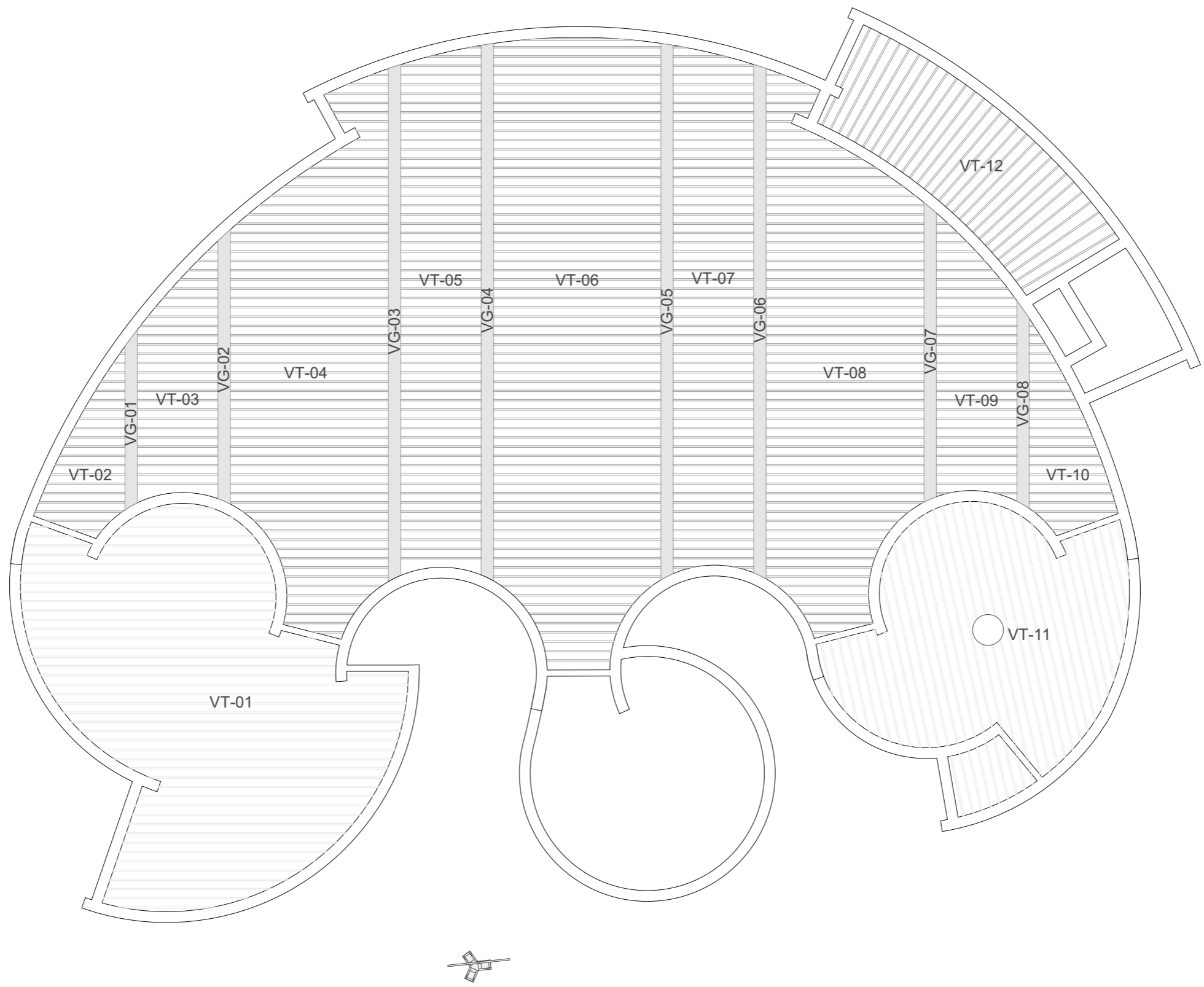
PLANTA BAJA

	TFG: Informe de Estado Actual mediante Metodología BIM		Planta Baja E: 1/150 1/17
	Proyecto: Iglesia Nueva de Santa Cruz de Oleiros Localización: Rúa Daniel Castelao, 1, 15179 Oleiros, A Coruña Alumna: Sara Carvalho García Tutor: José Antonio Vázquez Rodríguez		

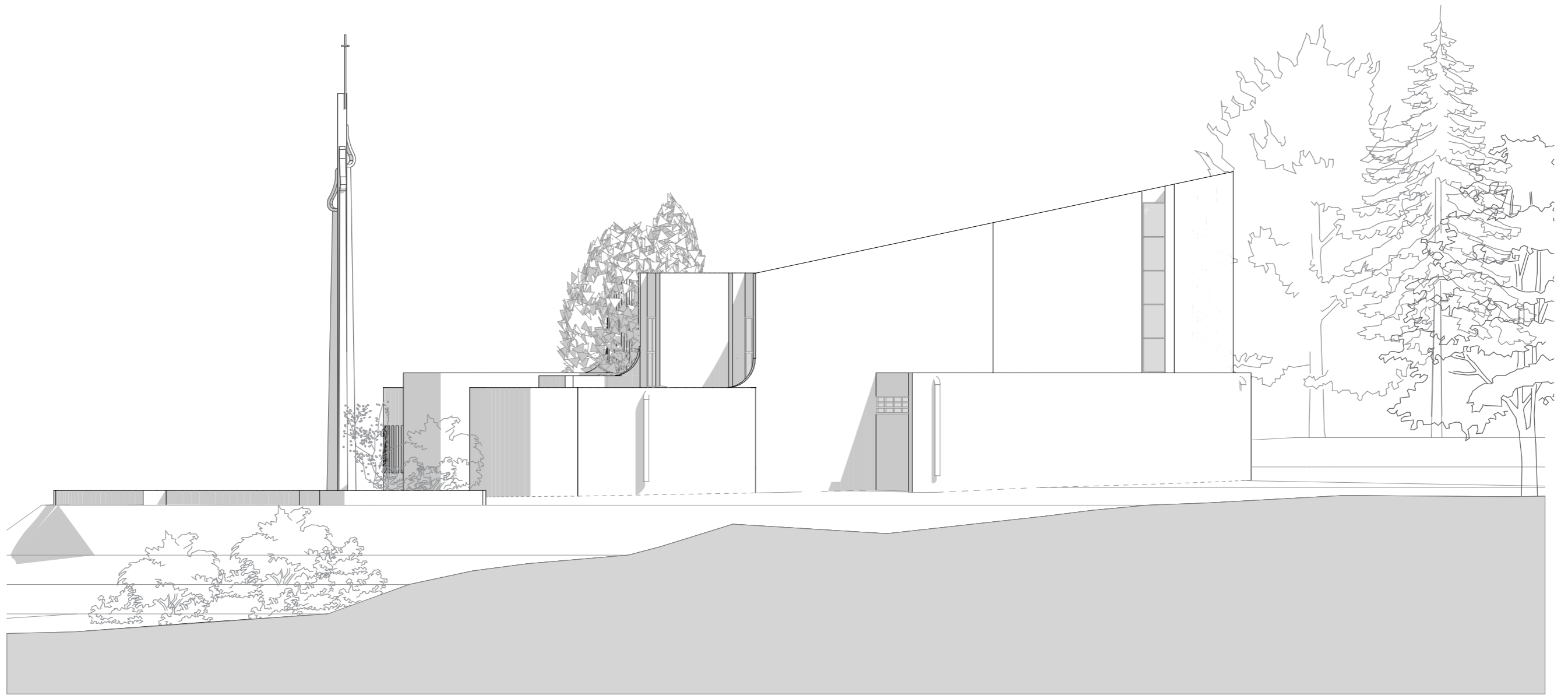


PLANTA DE CUBIERTA

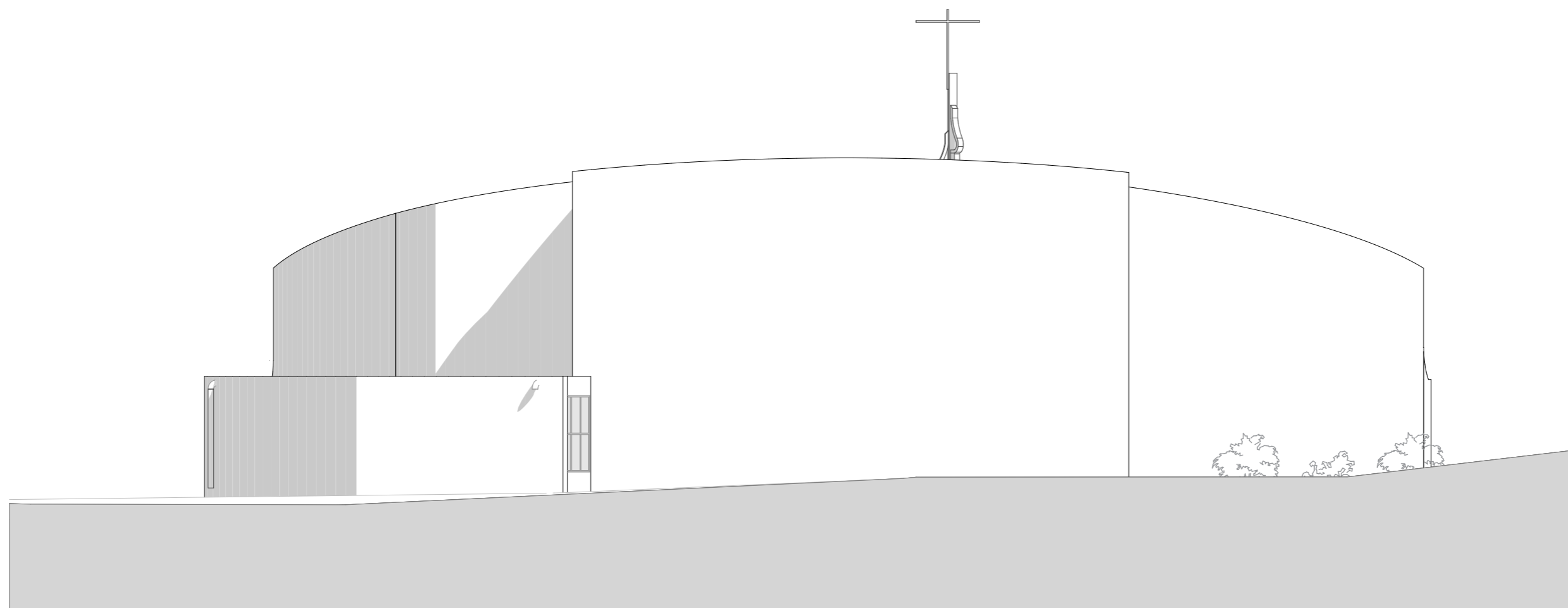
	TFG: Informe de Estado Actual mediante Metodología BIM	Planta de Cubierta
	Proyecto: Iglesia Nueva de Santa Cruz de Oleiros	
	Localización: Rúa Daniel Castelao, 1, 15179 Oleiros, A Coruña	
	Alumna: Sara Carvalho García Tutor: José Antonio Vázquez Rodríguez	



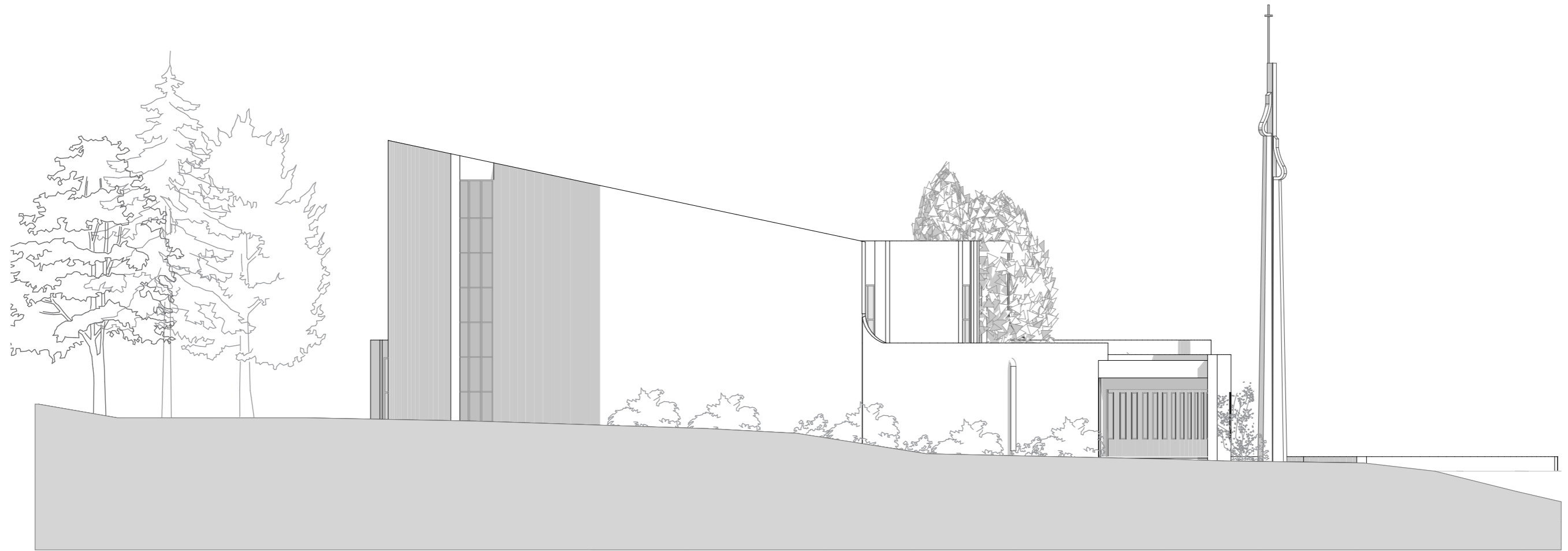
PLANTA DE CUBIERTA



ALZADO ESTE



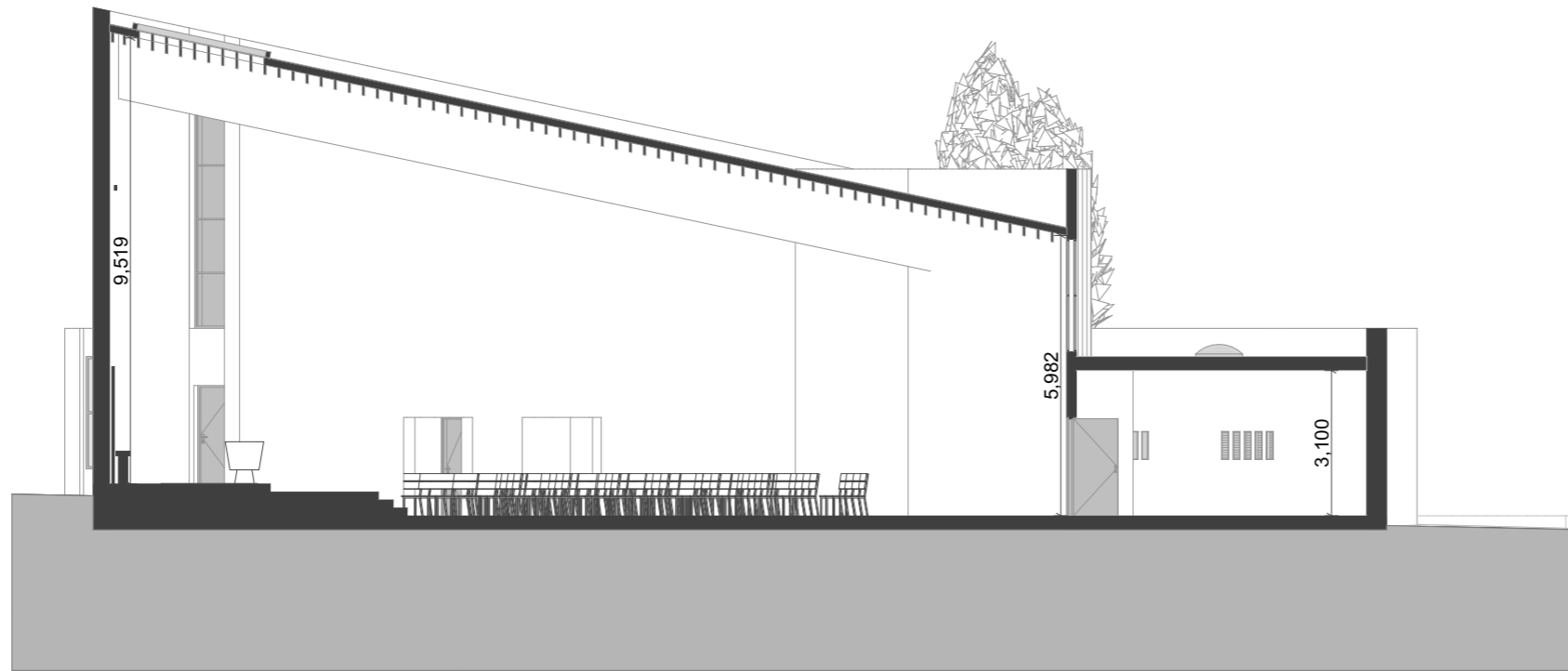
ALZADO NORTE



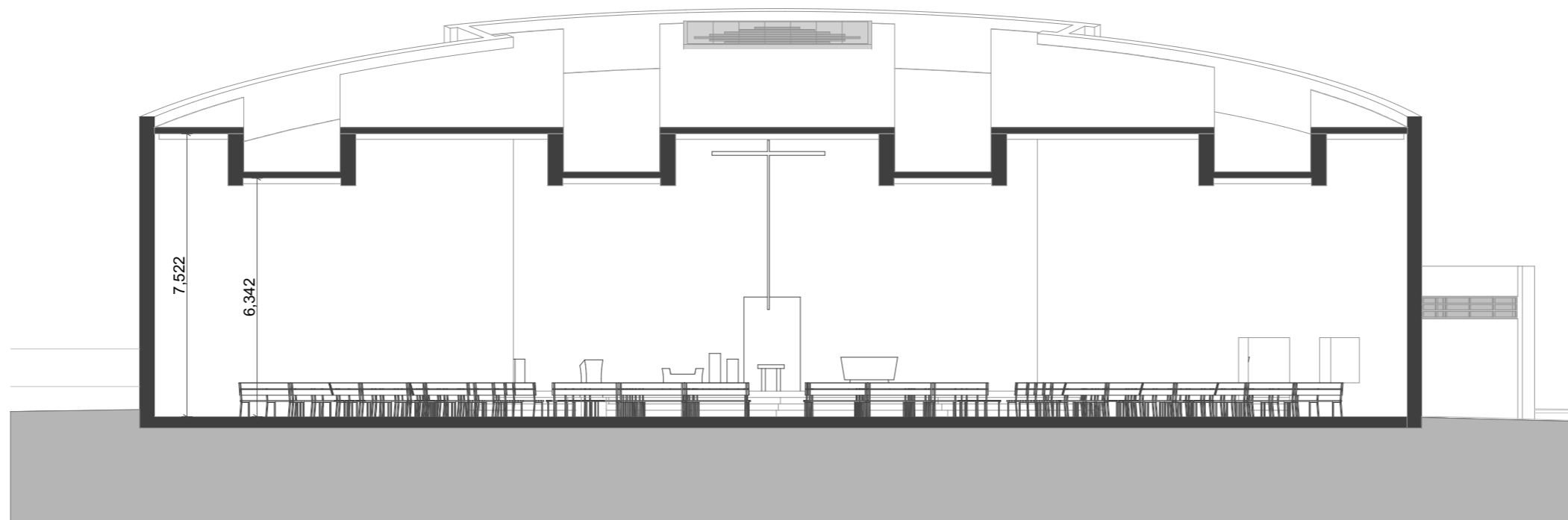
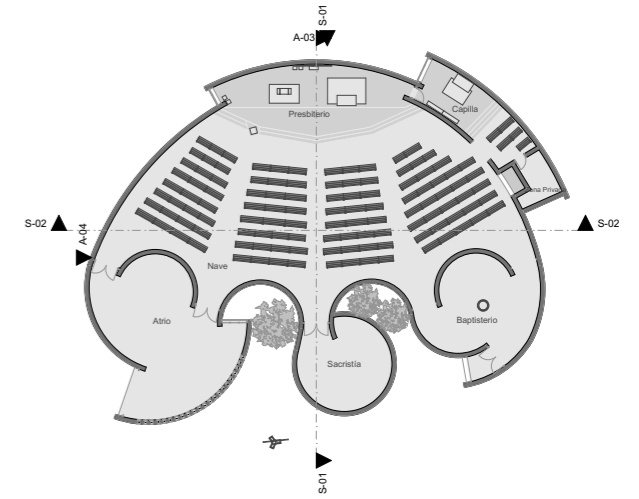
ALZADO OESTE




ALZADO SUR

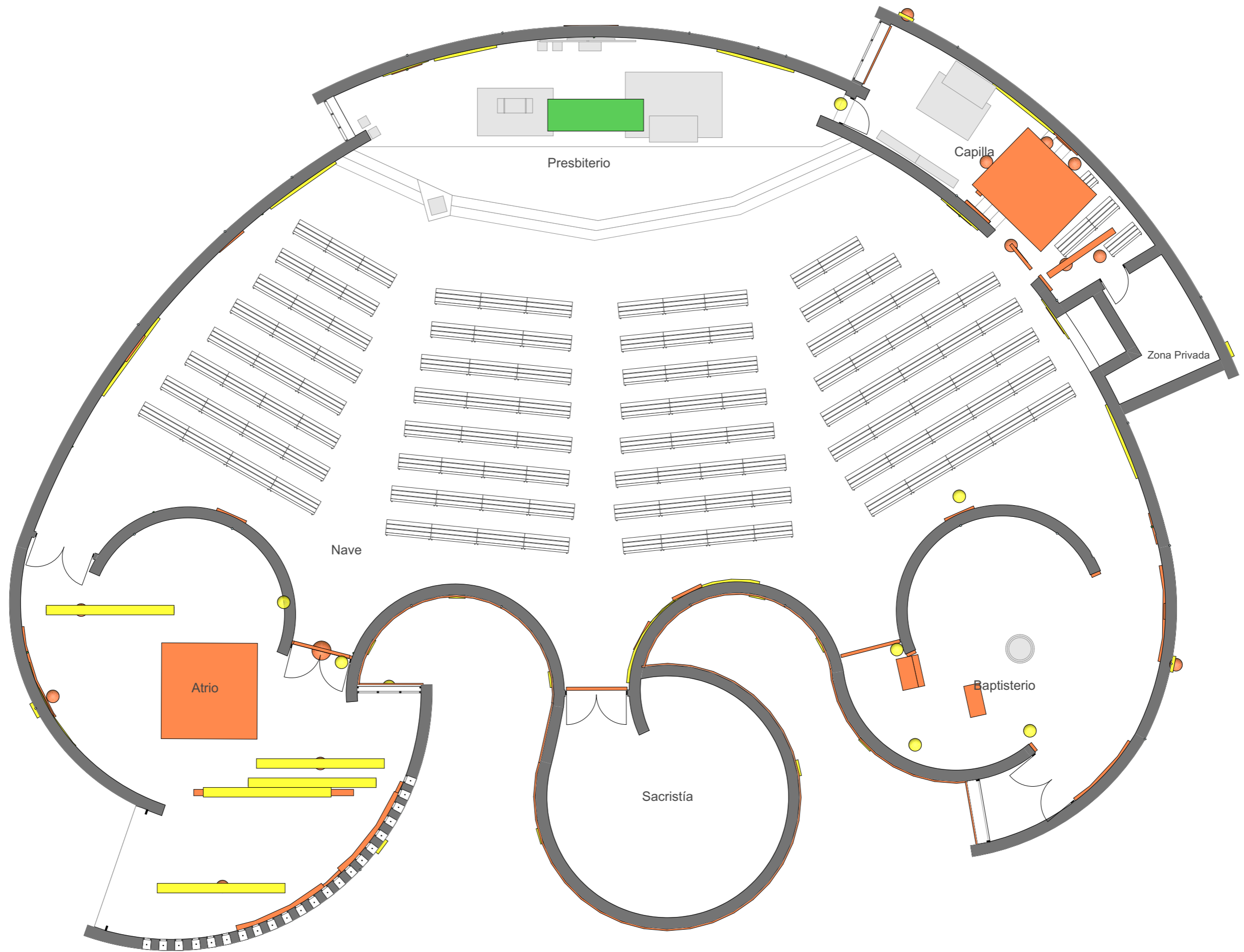


SECCIÓN TRANSVERSAL - S.01

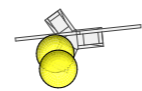



SECCIÓN LONGITUDINAL - S.02

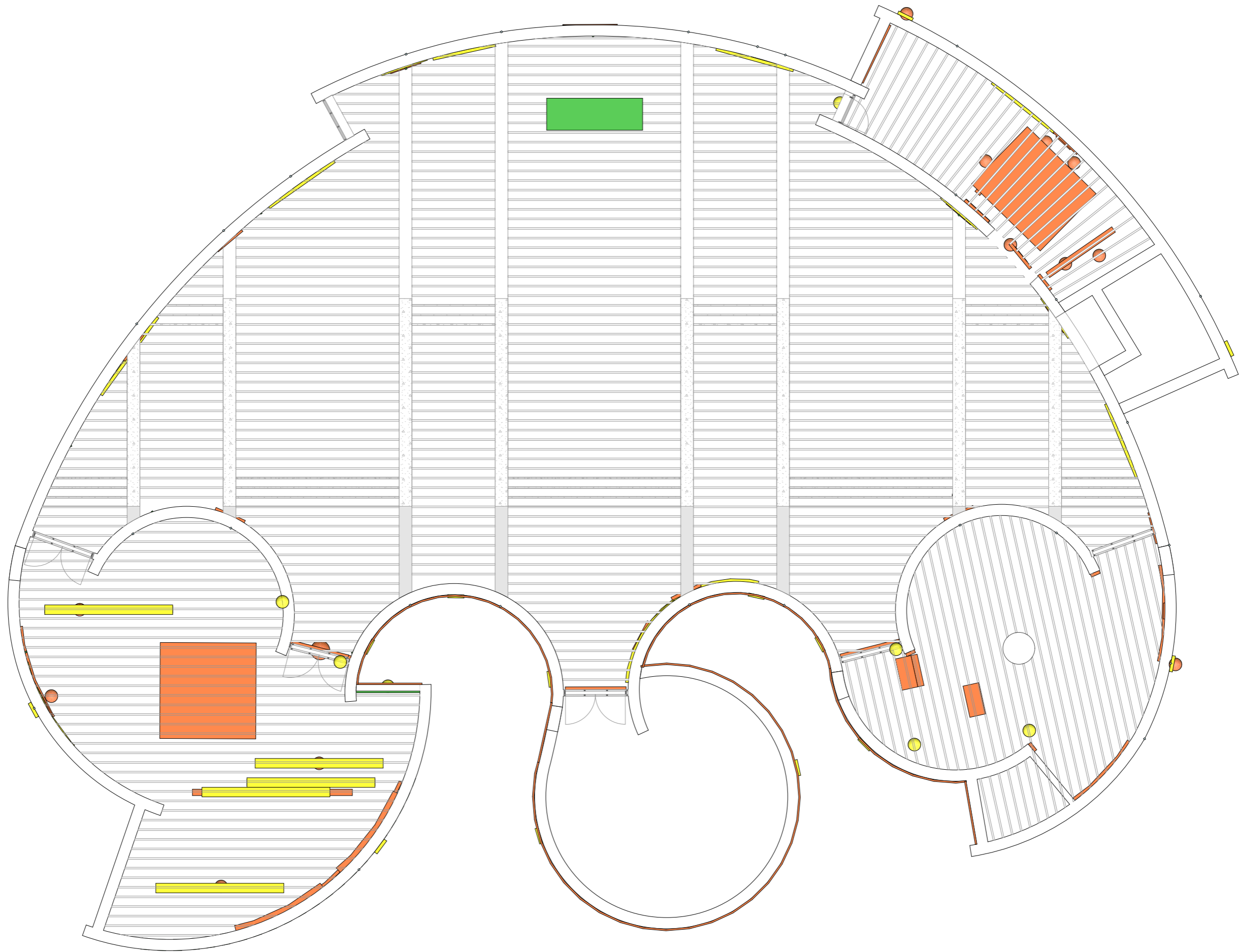
	TFG: Informe de Estado Actual mediante Metodología BIM		Secciones	
	Proyecto: Iglesia Nueva de Santa Cruz de Oleiros			
Localización: Rúa Daniel Castela, 1, 15179 Oleiros, A Coruña				E: 1/150 8/17
Alumna: Sara Carvalho García		Tutor: José Antonio Vázquez Rodríguez		



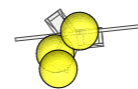
PLANTA BAJA - LESIONES




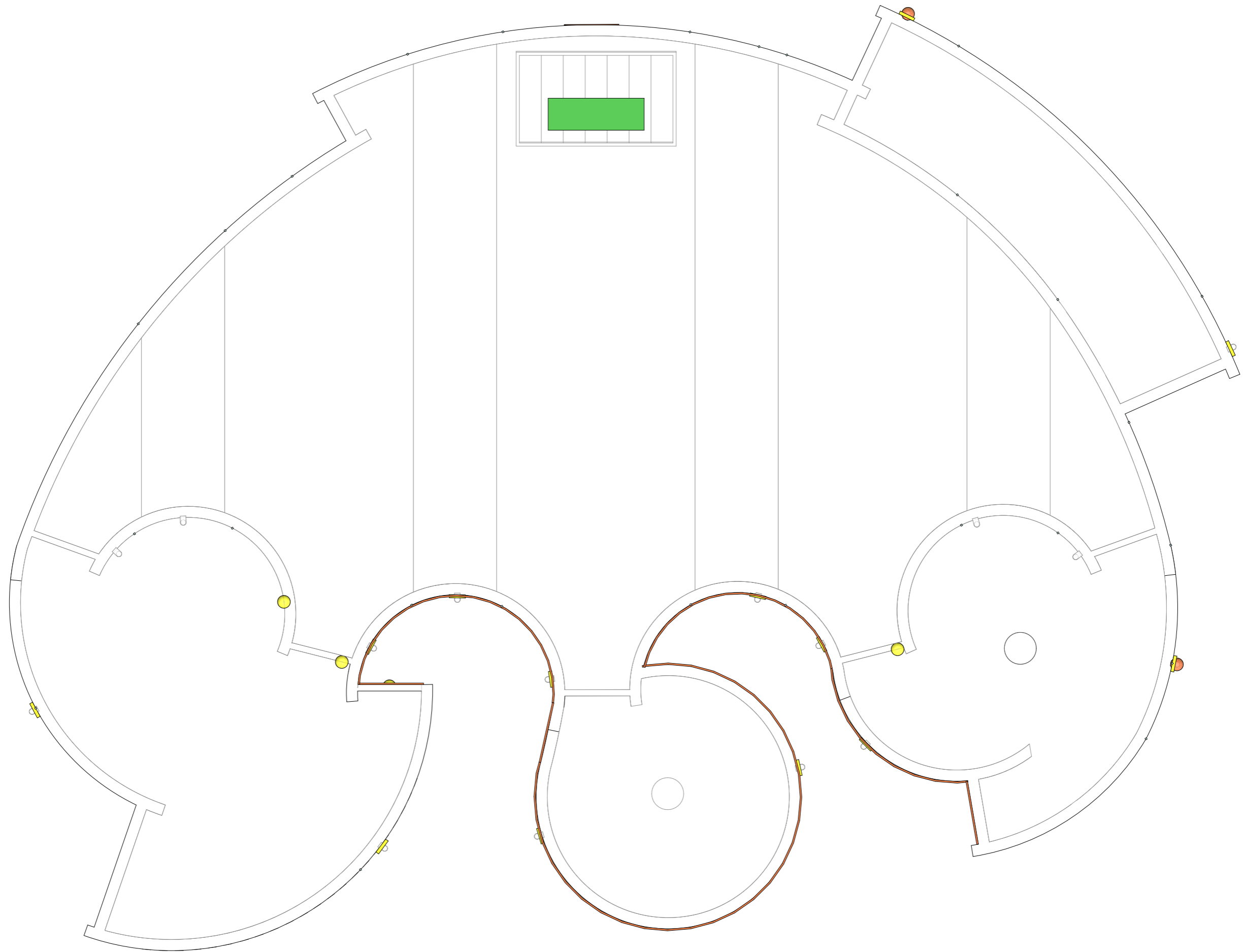
	TFG: Informe de Estado Actual mediante Metodología BIM		Planta Baja E: 1/120 9/17
	Proyecto: Iglesia Nueva de Santa Cruz de Oleiros Localización: Rúa Daniel Castelaio, 1, 15179 Oleiros, A Coruña Alumna: Sara Carvalho García Tutor: José Antonio Vázquez Rodríguez		



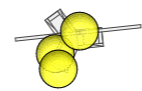
PLANTA ESTRUCTURA - LESIONES



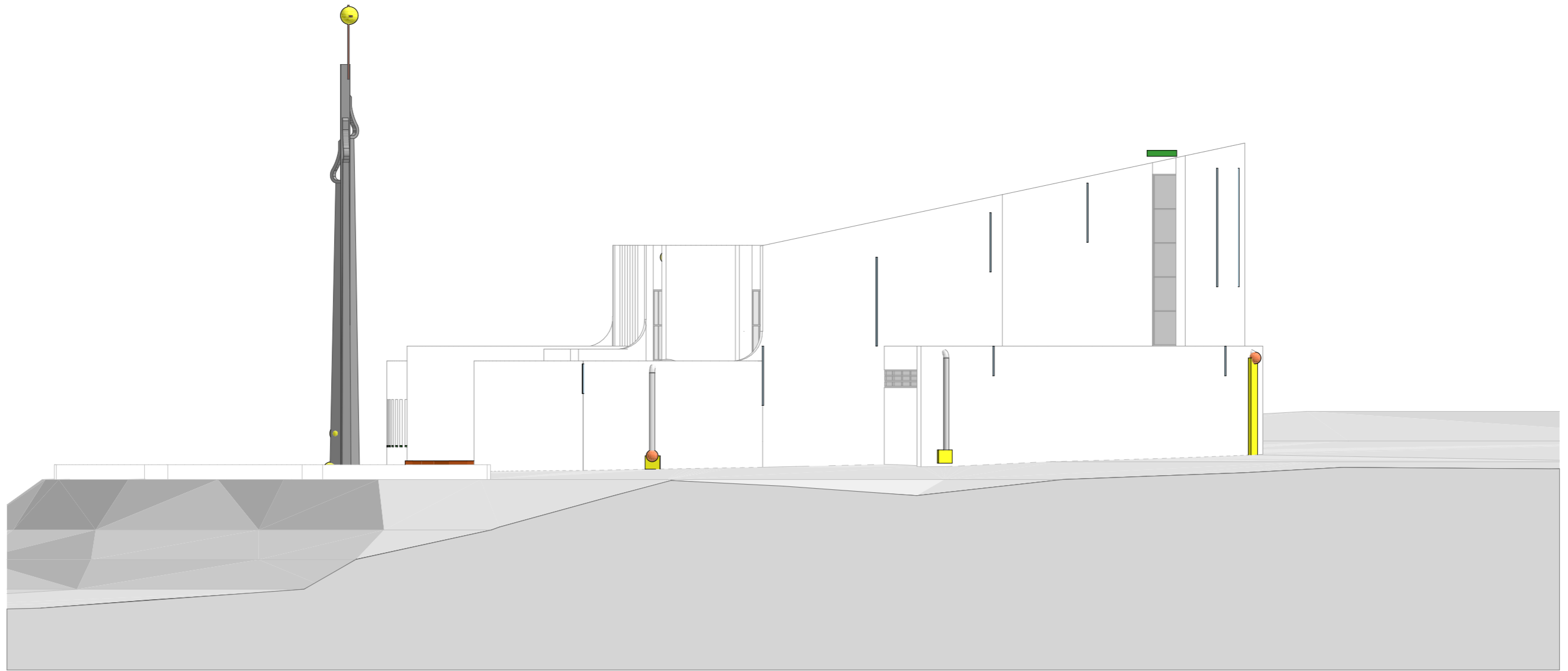
	TFG: Informe de Estado Actual mediante Metodología BIM		Planta Estructura		
	Proyecto: Iglesia Nueva de Santa Cruz de Oleiros				
	Localización: Rúa Daniel Castelao, 1, 15179 Oleiros, A Coruña		E:	1/120	10/17
	Alumna: Sara Carvalho García		Tutor: José Antonio Vázquez Rodríguez		



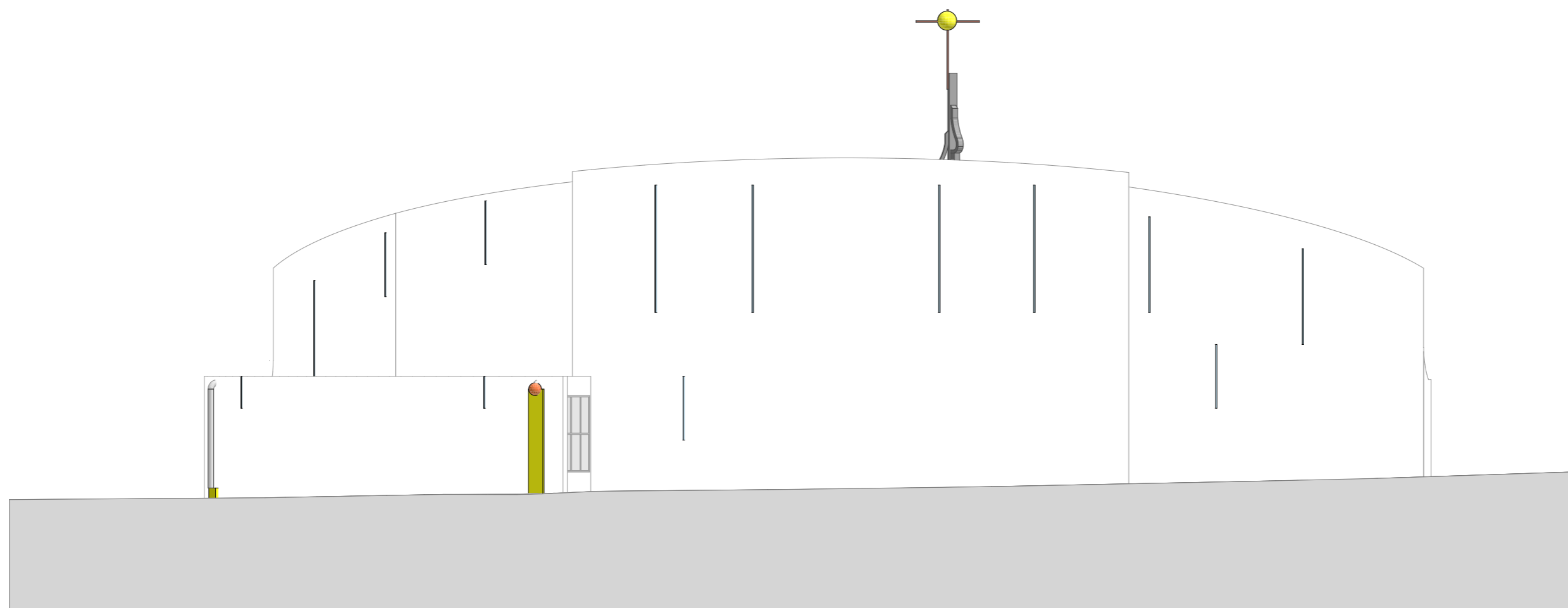
PLANTA DE CUBIERTA



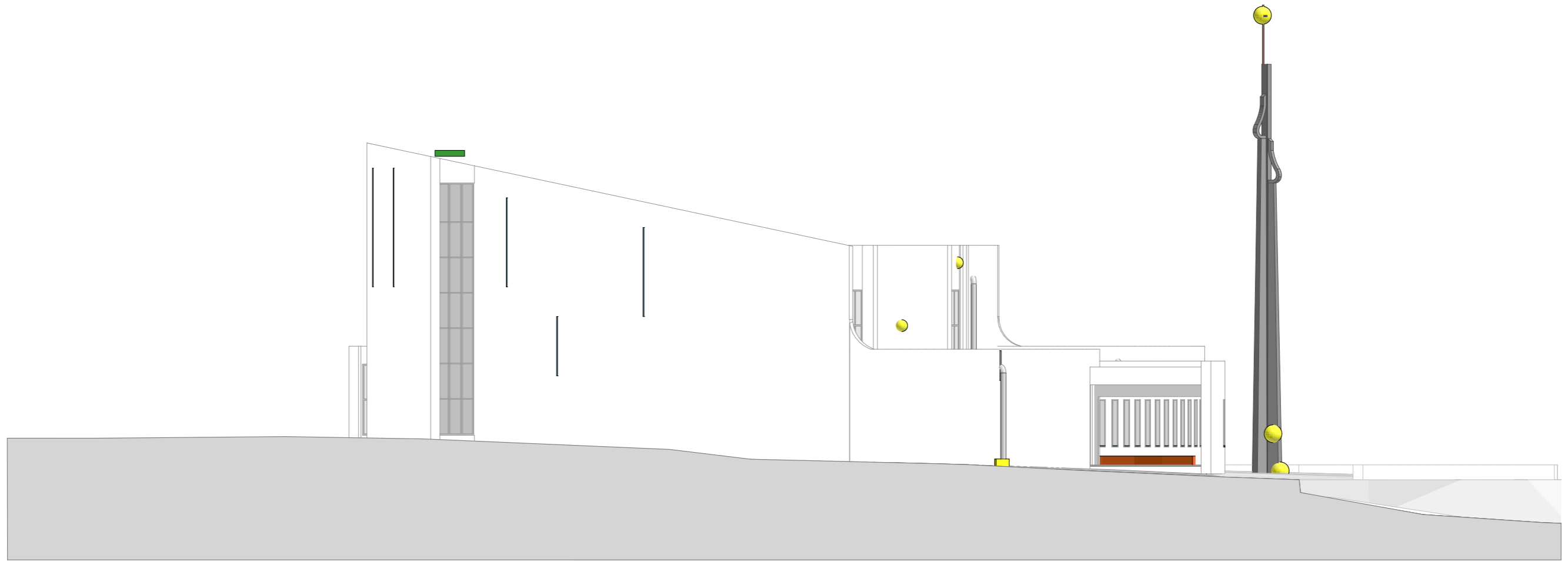
	TFG: Informe de Estado Actual mediante Metodología BIM		Planta de Cubierta
	Proyecto: Iglesia Nueva de Santa Cruz de Oleiros Localización: Rúa Daniel Castelao, 1, 15179 Oleiros, A Coruña Alumna: Sara Carvalho García Tutor: José Antonio Vázquez Rodríguez		



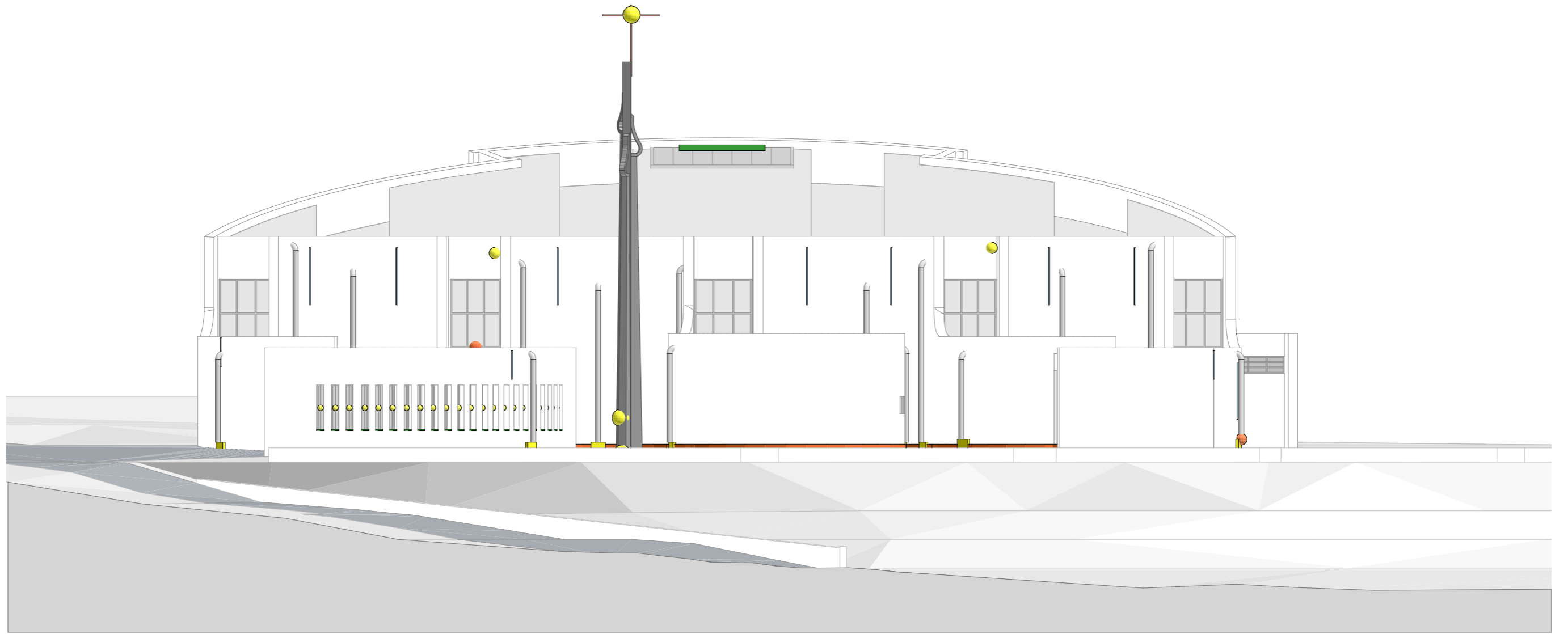
ALZADO ESTE



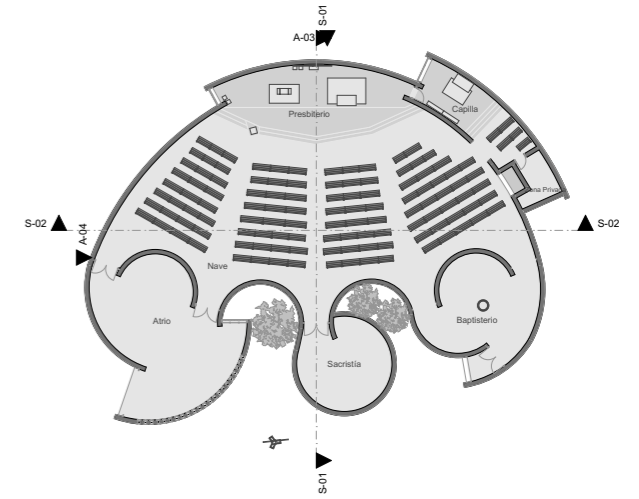
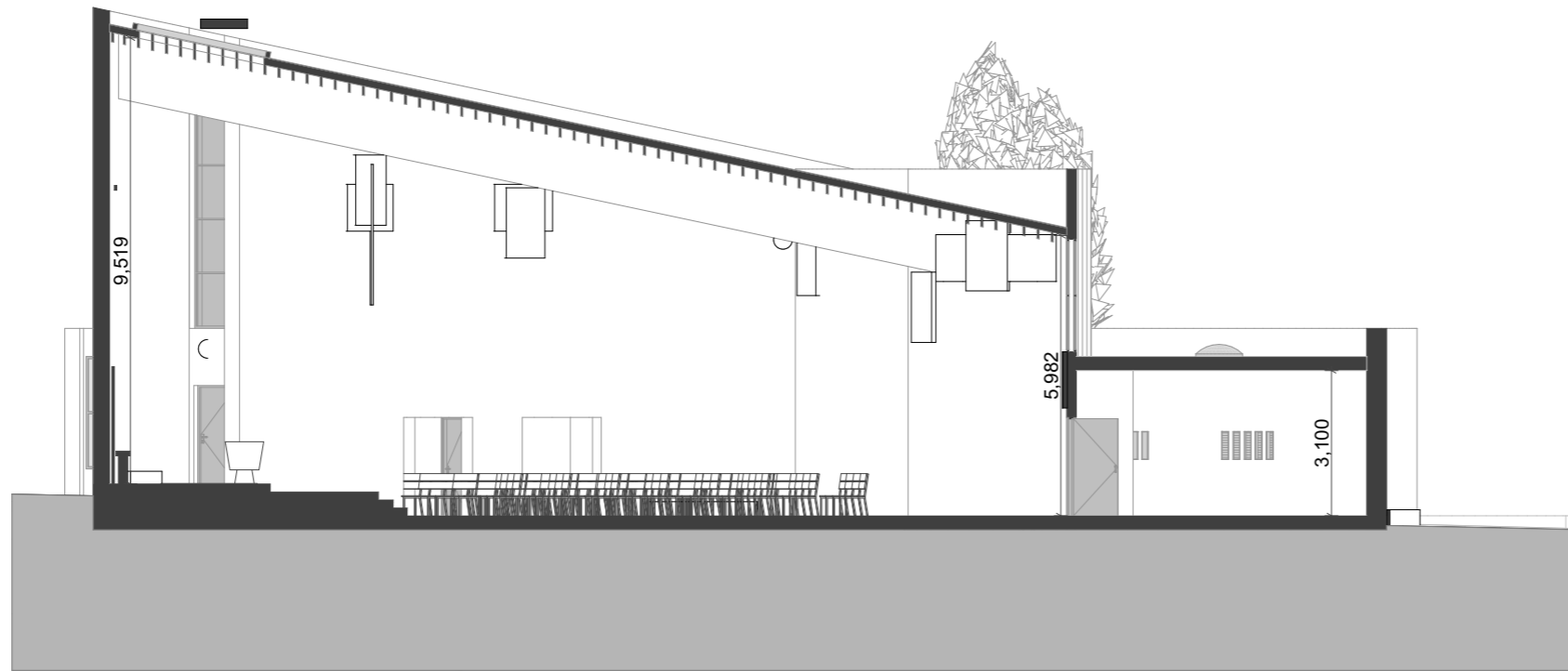
ALZADO NORTE



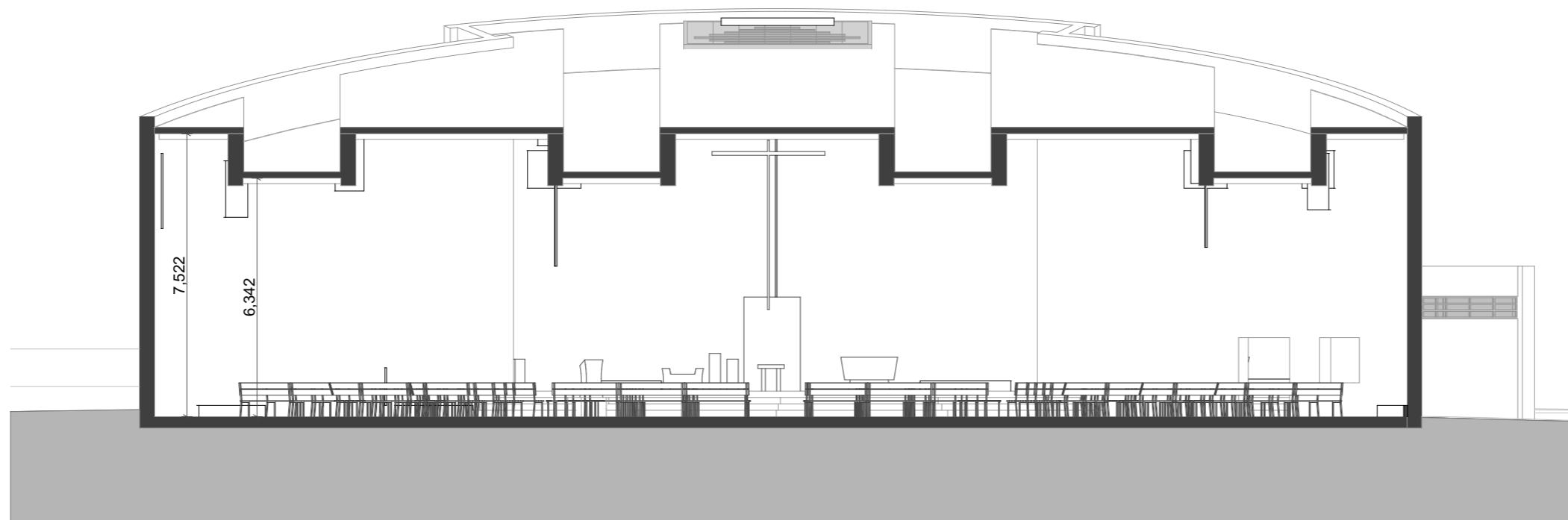
ALZADO OESTE



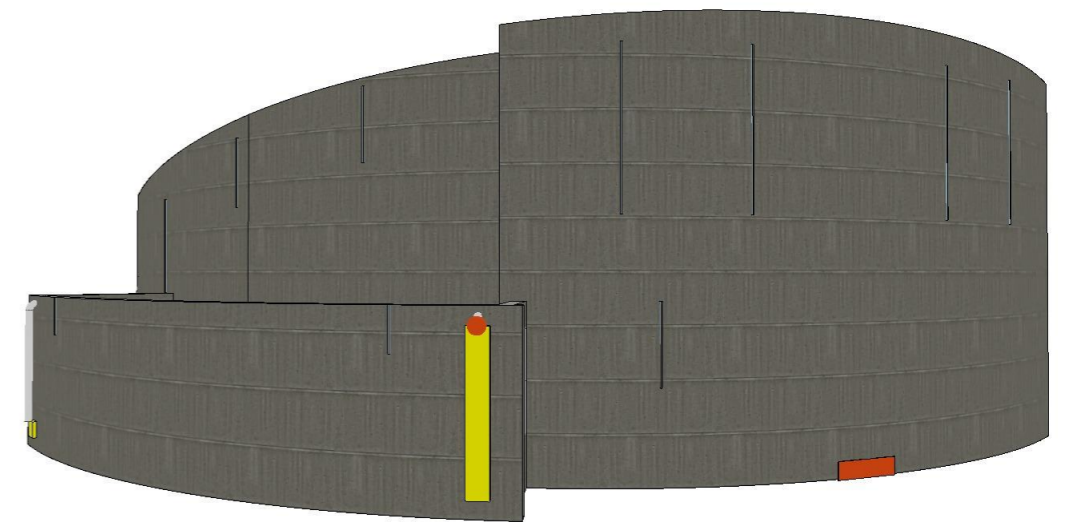
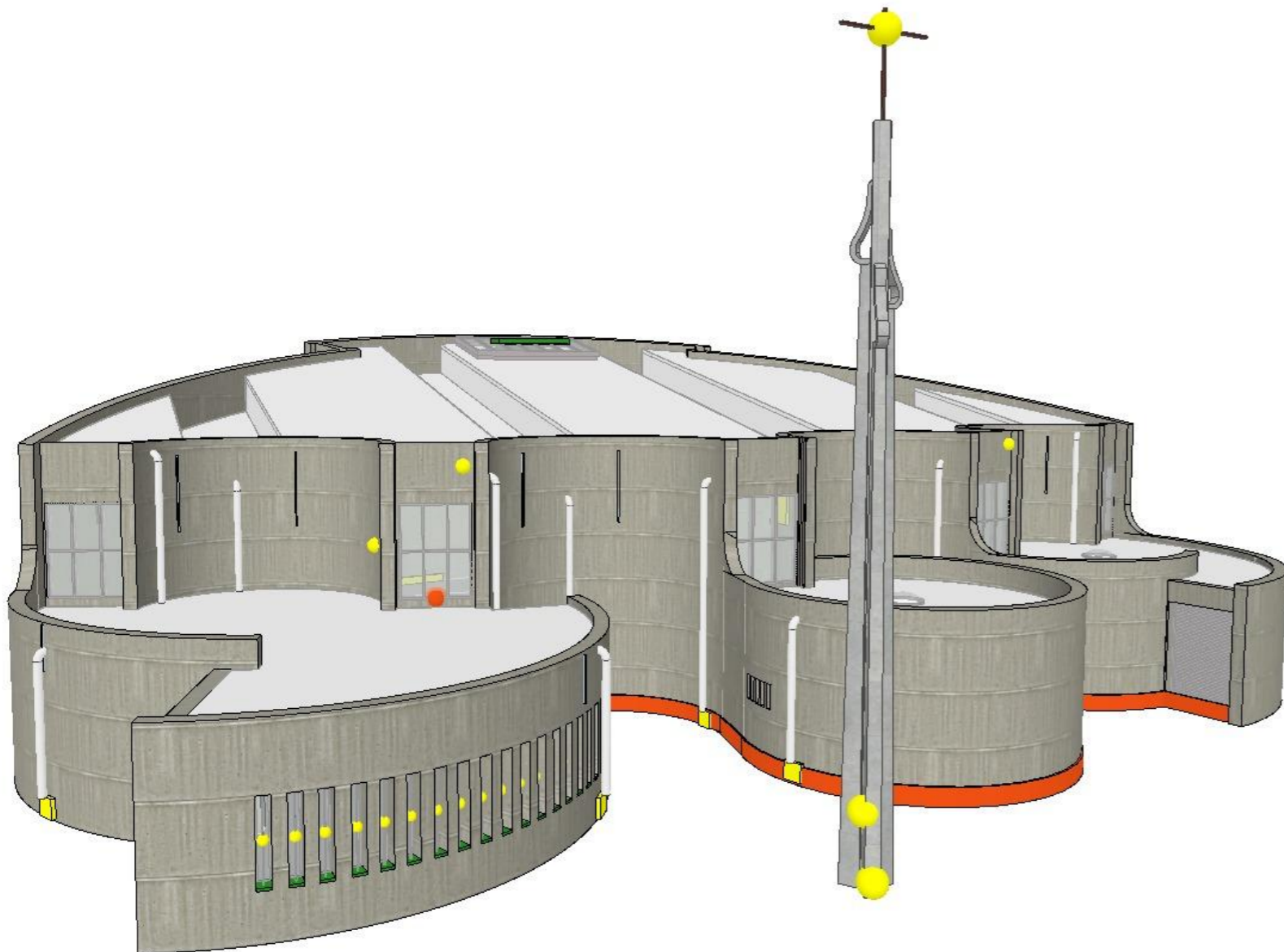
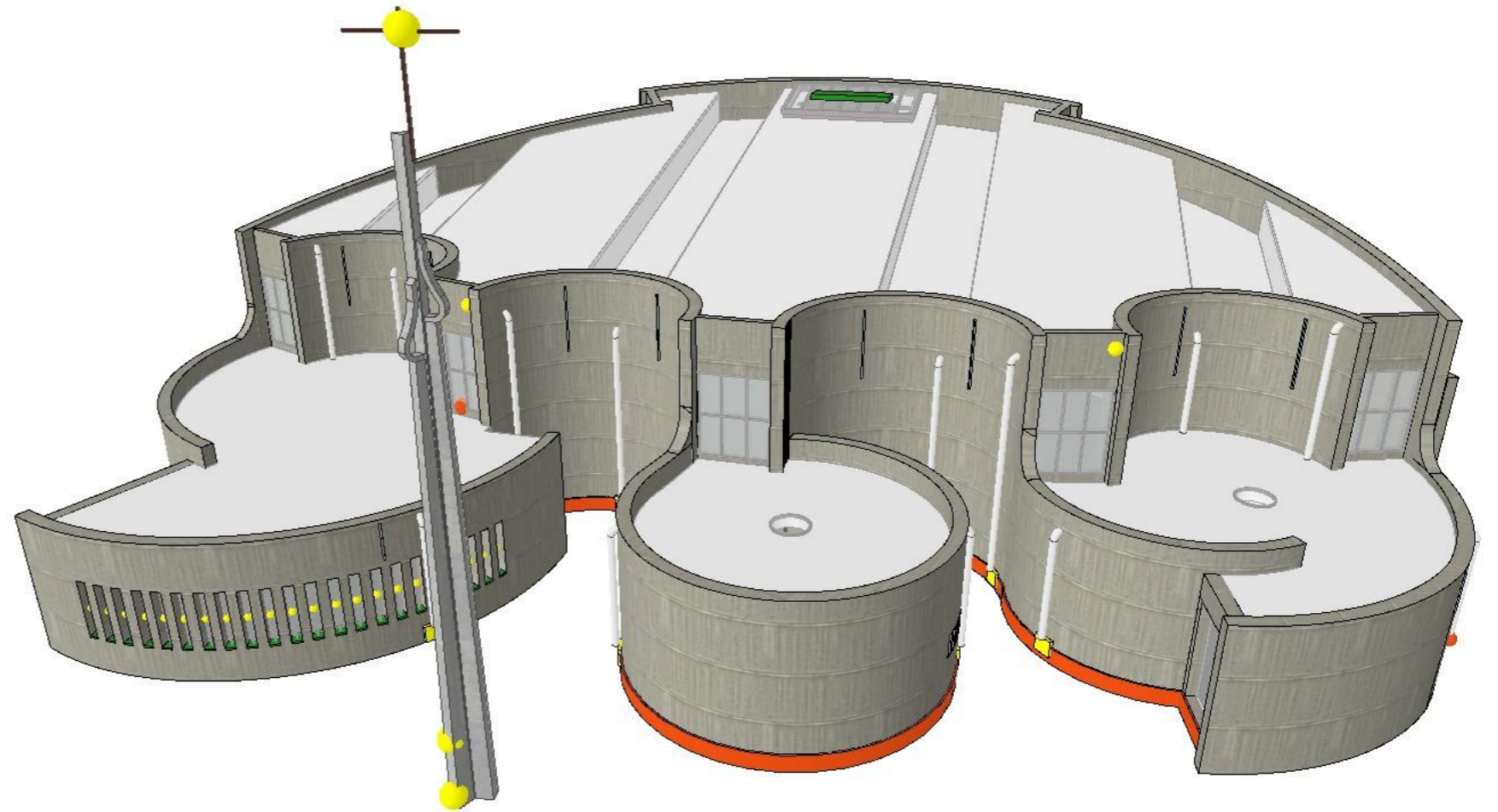
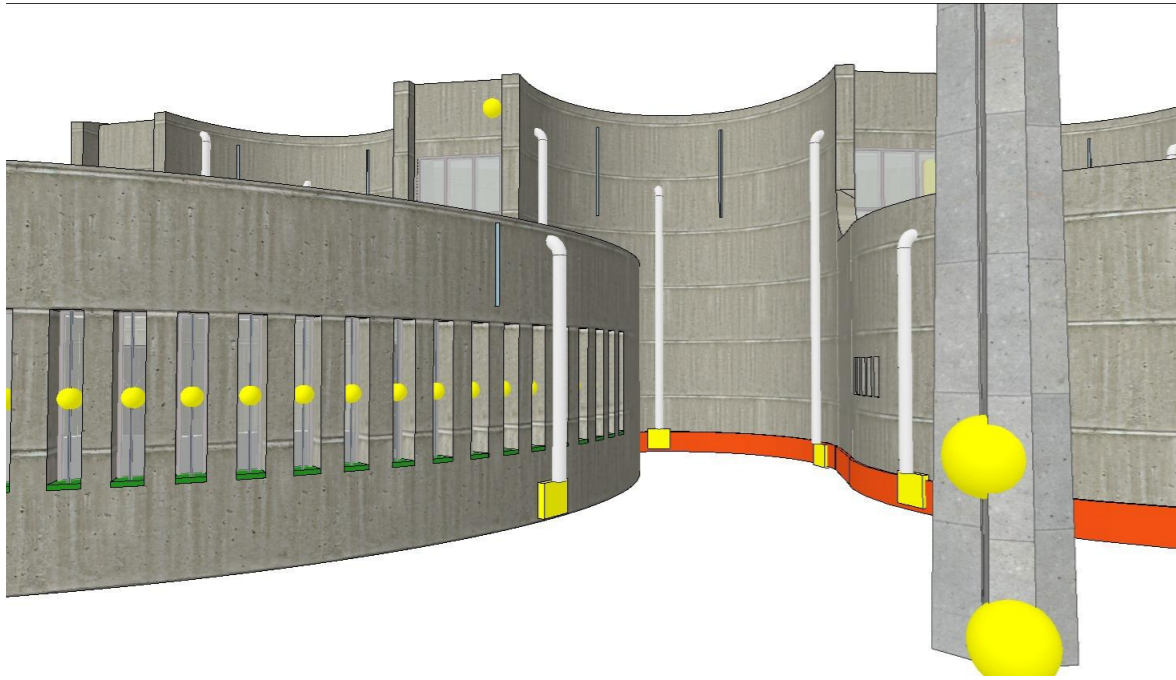
ALZADO SUR



SECCIÓN TRANSVERSAL - S.01



SECCIÓN LONGITUDINAL - S.02



8.2 – Mediciones y Listados

A continuación, se adjuntan los listados y mediciones creados en ArchiCAD del modelo 3D.

E-01 ESQUEMA DE MUROS									
Clasificación	ID Elemento	Material de Construcción	Altura [m]	Espesor [m]	Área [m2]	Perímetro de la Planta	Volumen [m3]	Nº Ventanas Asociadas	Nº Puertas Asociadas
Muro	FA-01	Hormigón Armado - Prefabricado	3,6	0,35	1,41	8,73	1,21	0	1
Muro	FA-02	Hormigón Armado - Prefabricado	4,2	0,35	3,59	21,23	15,09	0	0
Muro	FA-03	Hormigón Armado - Prefabricado	1	0,35	0,26	2,8	0,07	0	0
Muro	FA-04	Hormigón Armado - Prefabricado	11,2	0,35	6,03	35,16	55,42	0	0
Muro	FA-05	Hormigón Armado - Prefabricado	11,2	0,35	0,5	3,55	1,01	1	0
Muro	FA-06	Hormigón Armado - Prefabricado	11,7	0,35	6,28	36,56	68,8	0	0
Muro	FA-07	Hormigón Armado - Prefabricado	11,2	0,35	0,35	2,71	1,05	1	1
Muro	FA-08	Hormigón Armado - Prefabricado	11,2	0,35	3,12	18,5	29,7	0	1
Muro	FA-08	Hormigón Armado - Prefabricado	11,2	0,35	3,13	18,58	25,96	1	0
Muro	FA-09	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,2	0,42	4,58	1,35	2	1
Muro	FA-10	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,35	3,49	20,66	26,9	0	0
Muro	FA-11	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,2	0,39	4,33	1,27	2	1
Muro	FA-12	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,35	3,81	23,2	28,04	0	0
Muro	FA-13	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,2	0,41	4,46	1,32	2	1
Muro	FA-14	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,35	3,8	22,44	27,91	0	0
Muro	FA-15	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,2	0,39	4,28	1,28	2	1
Muro	FA-16	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,35	3,5	20,69	26,94	0	0
Muro	FA-17	Hormigón Armado - Prefabricado	7,7	0,2	0,42	4,66	1,47	2	1
Muro	FA-18	Hormigón Armado - Prefabricado	3,3	0,2	0,4	4,38	0,34	1	1
Muro	FA-19	Hormigón Armado - Prefabricado	3,8	0,35	5,4	31,56	17,37	22	0
Muro	FA-20	Hormigón Armado - Prefabricado	4,3	0,35	0,63	4,28	2,7	0	0
Muro	FA-21	Hormigón Armado - Prefabricado	1	0,35	0,27	2,26	0,07	0	0
Muro	FA-22	Hormigón Armado - Prefabricado	4,3	0,35	7,19	41,8	30,42	15	0
Muro	FA-23	Hormigón Armado - Prefabricado	4,2	0,35	2,78	16,45	11,68	0	0
Muro	FA-24	Hormigón Armado - Prefabricado	1	0,35	0,3	2,41	0,07	0	0
Muro	FA-25	Hormigón Armado - Prefabricado	3,6	0,35	0,7	4,7	0,63	0	1
Muro	FA-26	Hormigón Armado - Prefabricado	3,3	0,2	0,39	4,84	0,43	0	1
Muro	FA-27	Hormigón Armado - Prefabricado	3,8	0,35	4,44	26,79	16,88	0	0
Muro	FA-28	Hormigón Armado - Prefabricado	1	0,35	0,31	2,52	0,07	0	0
Muro	FA-29	Hormigón Armado - Prefabricado	4,3	0,35	0,75	4,99	1,55	1	0
Muro	FA-30	Hormigón Armado - Prefabricado	4,3	0,35	5,73	33,45	24,64	0	0

Muro	FA-31	Hormigón Armado - Prefabricado	4,3	0,35	1,2	7,59	4,46	1	0
Muro	FA-32	Hormigón Armado - Prefabricado	3,8	0,35	1,23	7,72	3,26	1	1
Muro	FA-33	Hormigón Armado - Prefabricado	2,6	0,35	0,83	5,25	2,16	0	0
Muro	FA-34	Hormigón Armado - Prefabricado	2,6	0,35	0,34	3,14	0,88	0	0
Muro	ME-01	GENÉRICO - ESTRUCTURAL	0,5	0,4	7,36	36,3	3,68	0	0
Muro	ME-02	GENÉRICO - ESTRUCTURAL	0,5	0,4	3,92	20,03	1,96	0	0
Muro	ME-03	GENÉRICO - ESTRUCTURAL	0,5	0,4	3,7	19,07	1,85	0	0
Muro	ME-04	GENÉRICO - ESTRUCTURAL	0,5	0,4	3,89	20,89	1,95	0	0
Muro	ME-05	GENÉRICO - ESTRUCTURAL	0,5	0,4	2,86	16,39	1,43	0	0
Muro	ME-06	GENÉRICO - ESTRUCTURAL	4	0,4	0	55,95	5,83	0	0
							449,10		
							m ³		

E-02 ESQUEMA DE CUBIERTAS

Clasificación	ID de Elemento	Cantidad	Inclinación	Material de Construcción	Espesor (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Nº Lucernarios Asociados
Cubierta	CU-01	1	0°	Hormigón armado - Prefabricado	0,3	103,87	31,16	0
Cubierta	CU-02	1	0°	Hormigón armado - Prefabricado	0,3	44,35	13,3	1
Cubierta	CU-03	1	0°	Hormigón armado - Prefabricado	0,3	64,36	19,31	1
Cubierta	CU-04	8	12°	GENÉRICO - ACABADO EXTERIOR	1,15	1,93	2,28	0
Cubierta	CU-04	9	12°	GENÉRICO - ACABADO EXTERIOR	0,02	426,76	8,54	0
Cubierta	CU-05	1	12°	Hormigón Armado - Prefabricado	0,15	110,96	16,64	1
Cubierta	CU-05	8	12°	Hormigón Armado - Prefabricado	0,15	315,8	47,38	0
Cubierta	CU-06	1	0°	Hormigón armado - Prefabricado	0,3	48,03	14,41	0
							153,02	
							m ³	

E-03 ESQUEMA DE VIGAS

Clasificación	ID Elemento	Material de Construcción	Inclinación	Sección (m)	Área [m ²]	Volumen [m ³]
Viga	VG-01	Hormigón Armado - Prefabricado	12°	1.35x0.40	2,17	3
Viga	VG-02	Hormigón Armado - Prefabricado	12°	1.35x0.40	3,44	4,74
Viga	VG-03	Hormigón Armado - Prefabricado	12°	1.35x0.40	6,61	9,12
Viga	VG-04	Hormigón Armado - Prefabricado	12°	1.35x0.40	6,89	9,51
Viga	VG-05	Hormigón Armado - Prefabricado	12°	1.35x0.40	6,88	9,49
Viga	VG-06	Hormigón Armado - Prefabricado	12°	1.35x0.40	6,58	9,08
Viga	VG-07	Hormigón Armado - Prefabricado	12°	1.35x0.40	3,77	5,2
Viga	VG-08	Hormigón Armado - Prefabricado	12°	1.35x0.40	2,52	3,48
						53,62 m ³

E-04 ESQUEMA DE VIGUETAS

Clasificación	ID Elemento	Cantidad	Material de Construcción	Sección (m)	Área [m2]	Volumen [m3]
Vigueta	VT-01	49	Hormigón Armado - Prefabricado	0.25x0.05	17,2	4,28
Vigueta	VT-02	20	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	1,65	0,33
Vigueta	VT-03	26	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	2,88	0,65
Vigueta	VT-04	61	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	12,07	2,37
Vigueta	VT-05	56	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	7,12	1,64
Vigueta	VT-06	68	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	17,21	3,21
Vigueta	VT-07	58	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	7,19	1,66
Vigueta	VT-08	61	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	12,42	2,43
Vigueta	VT-09	31	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	3,35	0,75
Vigueta	VT-10	23	Hormigón Armado - Prefabricado	0.20x0.05	1,89	0,39
Vigueta	VT-11	44	Hormigón Armado - Prefabricado	0.25x0.05	10,77	2,68
Vigueta	VT-12	29	Hormigón Armado - Prefabricado	0.25x0.05	5,02	1,16
						21,55 m ³

E-05 ESQUEMA DE FORJADOS

Clasificación	ID Elemento	Material de Construcción	Espesor [m]	Área [m2]	Perímetro de la Planta	Volumen [m3]
Forjado	FO-01	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	696,12	174,96	207,54
Forjado	FO-02	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	5,41	35,76	1,62
Forjado	FO-03	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	5,24	34,34	1,57
Forjado	FO-04	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	22,2	32,14	6,66
Forjado	FO-05	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	1,66	7,78	0,5
Forjado	FO-06	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	44,22	36,99	13,27
Forjado	FO-07	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	1,07	7,6	0,32
Forjado	FO-08	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	1,05	7,59	0,31
Forjado	FO-09	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	1,1	7,63	0,33
Forjado	FO-10	Losa de Hormigón + Baldosas de terrazo	0,3	18,88	18,42	5,66
Forjado	FO-11	Hormigón Armado - Prefabricado	0,2	1,93	5,97	0,39
Forjado	FO-12	Hormigón Armado - Prefabricado	0,2	1,93	5,97	0,39
						238,56 m ³

E-06 ESQUEMA DE VENTANAS

ID Elemento	Clasificación	Cantidad	Ancho (m)	Alto (m)
CA-01	Ventana	22	0,25	1,6
CA-02	Ventana	15	0,15	0,6
CA-03	Ventana	2	1,8	2,4
CA-03	Ventana	2	1,9	2,4
CA-03	Ventana	8	2	2,4
CA-04	Ventana	1	1	5,8
CA-04	Ventana	1	1,44	8,5
CA-05	Ventana	1	3,44	0,6
CA-06	Ventana	1	3,44	0,6
CA-07	Lucernario	2	1	1
CA-08	Lucernario	1	5	3

E-07 ESQUEMA DE PUERTAS

ID Elemento	Clasificación	Cantidad	Ancho (m)	Alto (m)
CA-09	Puerta	1	2	2,4
CA-10	Puerta	4	1,95	2,1
CA-11	Puerta	2	0,9	2,1
CA-12	Puerta	1	2	2,7
CA-13	Puerta	1	4	2,7

E-08 SISTEMA DE PLUVIALES

ID Elemento	Descripción	Cantidad	Altura
PV-01	Codo tubular Sist. Pluviales	2	0,18
PV-01	Tubería Sist. Pluviales	2	2,9
PV-02	Codo tubular Sist. Pluviales	2	0,18
PV-02	Tubería Sist. Pluviales	2	3,1
PV-03	Codo tubular Sist. Pluviales	2	0,18
PV-03	Tubería Sist. Pluviales	2	2,8
PV-04	Codo tubular Sist. Pluviales	9	0,18
PV-04	Tubería Sist. Pluviales	1	6,1
PV-04	Tubería Sist. Pluviales	2	2,7
PV-04	Tubería Sist. Pluviales	2	3,6
PV-04	Tubería Sist. Pluviales	2	5,3
PV-04	Tubería Sist. Pluviales	2	6
PV-06	Codo tubular Sist. Pluviales	2	0,18
PV-06	Tubería Sist. Pluviales	1	3,1
			65,060 m

E-09 ELEMENTOS SINGULARES

ID Elemento	Descripción	Cantidad
ES-01	Campanario	1
ES-02	Reja decorativa en Carpinterías del Atrio	22
ES-03	Banco de madera	119
ES-04	Atril	1
ES-05	Pedestal	4
ES-06	Banco de piedra	2
ES-07	Banco de piedra	1
ES-08	Altar	1
ES-09	Altar	1
ES-10	Altar	1
ES-11	Cruz	2
ES-12	Pila Bautismal	1

E-10 PROCESOS PATOLÓGICOS

Tipo de Patología	ID de Elemento	Estado de Conservación	Importancia del Daño	Evaluación de la Intervención	Estado de Reforma	Comentarios
Corrosión						
	CR-01	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	Escalera de acceso en mismas condiciones
	CR-02	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	
	CR-03	Deterioro Extremo	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
Desprendimiento o Desconchado						
	DP-01	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
	DP-02	Deterioro Extremo	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Muy Urgente	Pendiente de Reparación	
	DP-03	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
	DP-04	Deterioro Extremo	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Muy Urgente	Pendiente de Reparación	
	DP-05	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	
	DP-06	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
Eflorescencia						
	EF-01	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
	EF-02	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Muy Urgente	Pendiente de Reparación	
	EF-03	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Muy Urgente	Pendiente de Reparación	
	EF-04	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
Fisura						
	FI-01	Aparentemente Bueno	Sin Riesgo Aparente	Mantenimiento	Reparado	
	FI-02	Aparentemente Bueno	Sin Riesgo Aparente	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	
	FI-03	Aparentemente Bueno	Sin Riesgo Aparente	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación	
Humedad por Capilaridad						
	HC-01	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Urgente	Pendiente de Reparación	
	HC-02	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Urgente	Pendiente de Reparación	
	HC-03	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
	HC-04	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	
	HC-05	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo de Deterioro Progresivo	Urgente	Pendiente de Reparación	

Humedad por Filtración						
HF-01	Deterioro Extremo	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Inmediata	Pendiente de Reparación		
HF-02	Deterioro Extremo	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Inmediata	Pendiente de Reparación		
HF-03	Deterioro Extremo	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Inmediata	Pendiente de Reparación		
HF-04	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Urgente	Pendiente de Reparación		
Lavado Diferencial						
LD-01	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación		
LD-02	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación		
LD-03	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación		
LD-04	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación		
LD-05	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación		
LD-06	Deficiencias Puntuales	Riesgo de Deterioro Progresivo	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación		
Mancha						
MA-01	Deficiencias Puntuales	Sin Riesgo Aparente	Mantenimiento	Pendiente de Reparación		
MA-02	Deficiencias Puntuales	Sin Riesgo Aparente	Mantenimiento	Pendiente de Reparación		
Pátina Biológica						
PB-01	Deficiencias Puntuales	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Mantenimiento	Pendiente de Reparación	Fachadas	
PB-02	Deficiencias Puntuales	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Mantenimiento	Pendiente de Reparación	Accesos	
PB-03	Deficiencias Puntuales	Sin Riesgo Aparente	Mantenimiento	Pendiente de Reparación	Cubierta	
Rotura						
RT-01	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación		
RT-02	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Necesario a Medio Plazo	Pendiente de Reparación		
RT-03	Deterioro Constructivo y Deficiencias	Riesgo a Otros Elementos Constructivos	Inmediata	Pendiente de Reparación		

FICHA 01.B: DATOS GRÁFICOS

FIGURA 02: Plano de planta. Fuente: elaboración propia

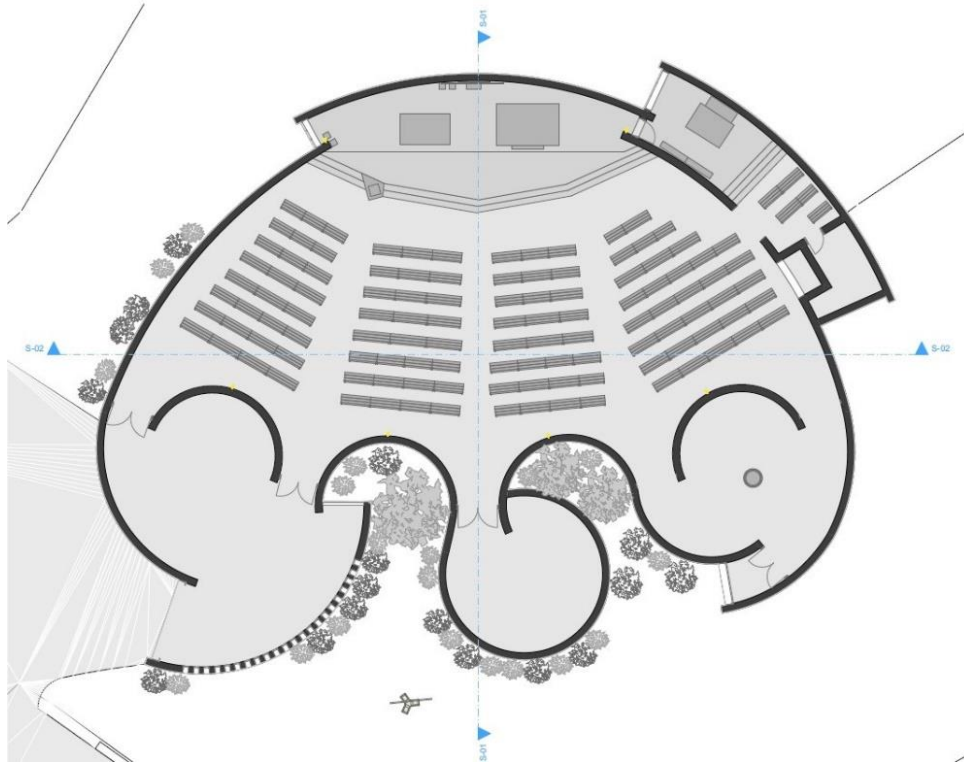


FIGURA 03: Fachada principal. Fuente: elaboración propia



FICHA 02: CUBIERTA

FIGURA 04: Soporte de cubierta. Fuente: elaboración propia



FIGURA 05: Recogida de aguas en cubierta. Fuente: elaboración propia



FIGURA 06: Lucernarios. Fuente: elaboración propia



FIGURA 07: Peto de cubierta. Fuente: elaboración propia



FICHA 03: CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

FIGURA 08: Estructura vertical, muros perimetrales. Fuente: elaboración propia

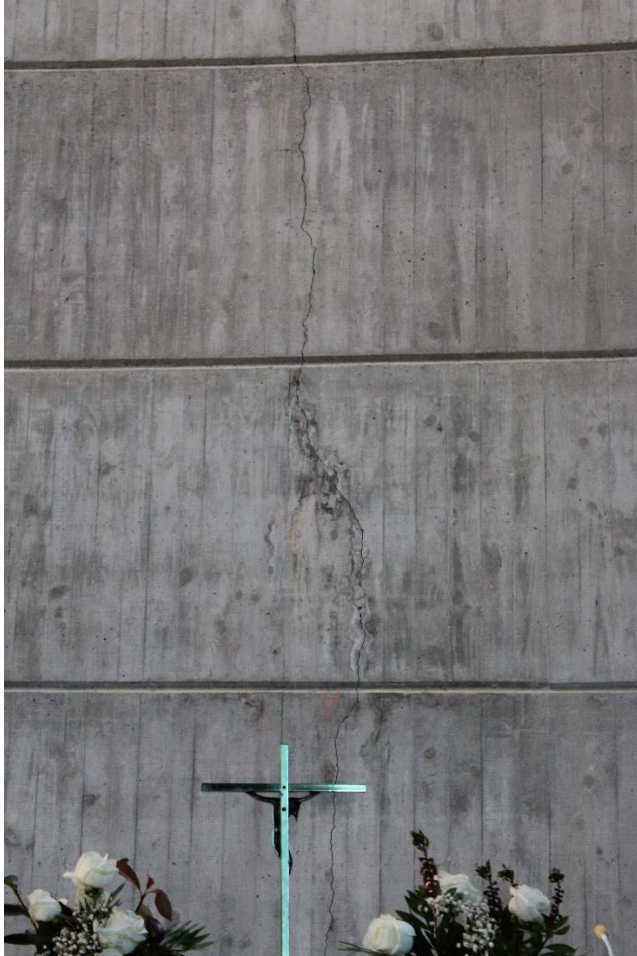


FIGURA 09: Estructura horizontal, forjados. Fuente: elaboración propia

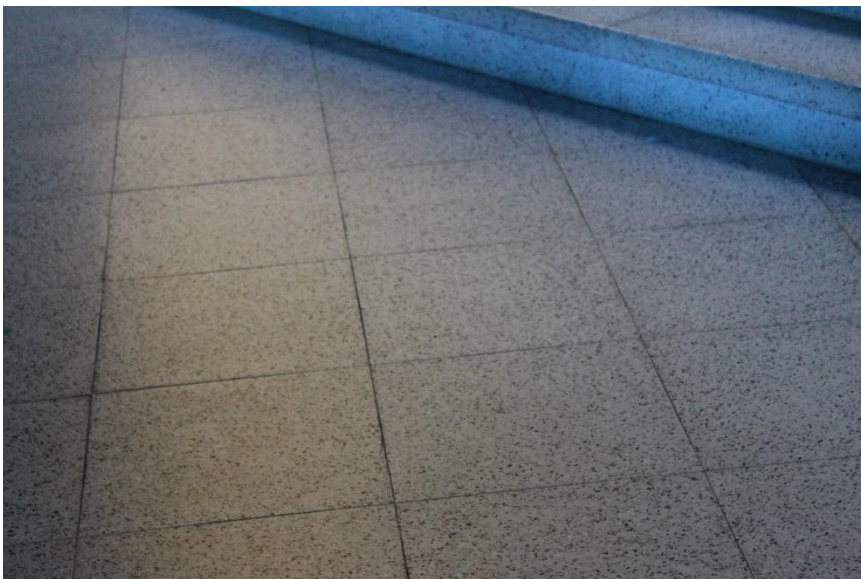


FIGURA 10: Estructura inclinada, vigas y viguetas. Fuente: elaboración propia



FIGURA 11: Puntos y elementos singulares. Fuente: elaboración propia



FICHA 04: FACHADAS

FIGURA 12: Revestimientos. Fuente: elaboración propia



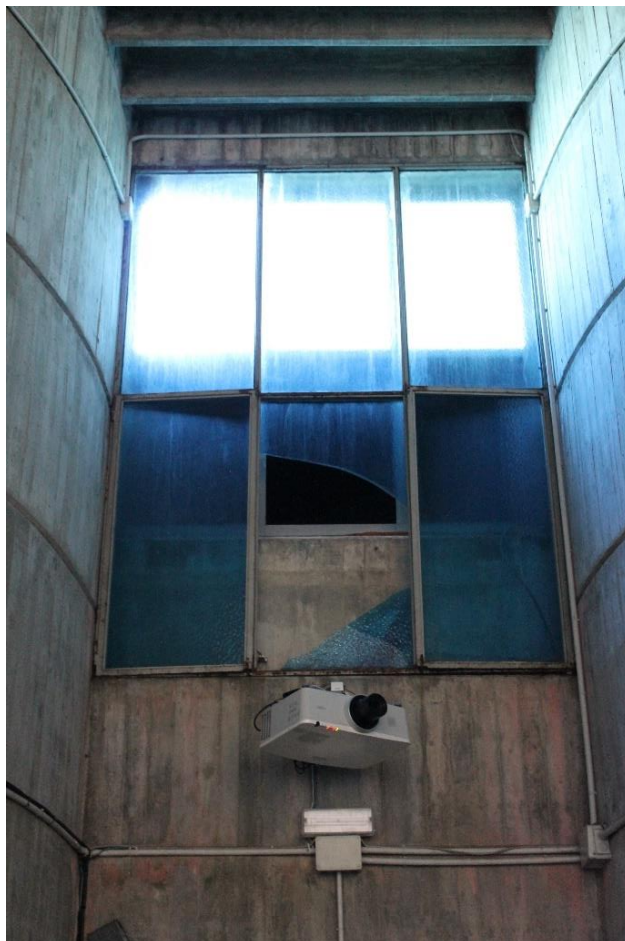
FIGURA 13: Soporte. Fuente: elaboración propia



FIGURA 14: Huecos. Fuente: elaboración propia



FIGURA 15: Carpinterías. Fuente: elaboración propia

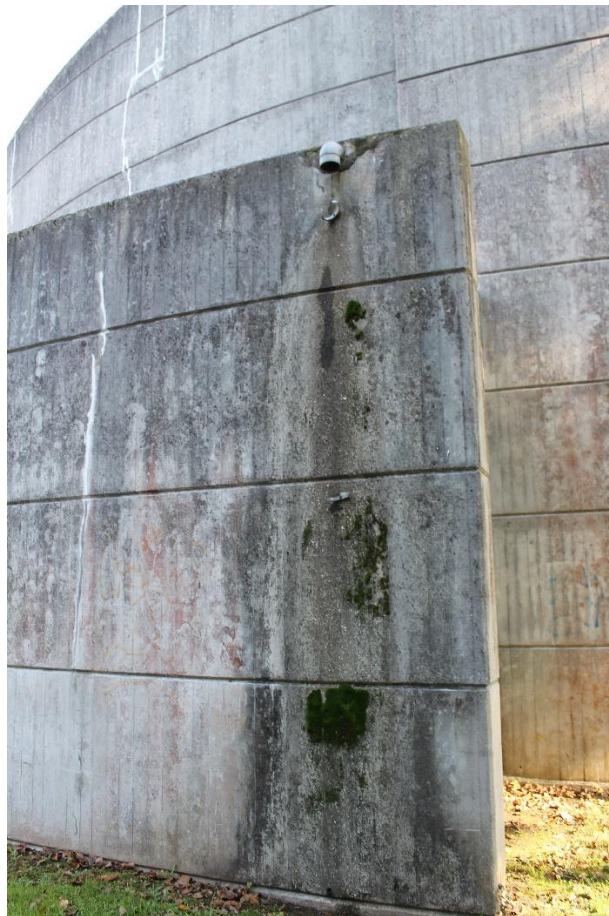


FICHA 05: EVACUACIÓN DE AGUAS

FIGURA 16: Sistema de saneamiento. Fuente: elaboración propia



FIGURA 17: Bajantes de pluviales. Fuente: elaboración propia



FICHA 06: ELEMENTOS SINGULARES

FIGURA 18: Elementos singulares, ornamentos en carpinterías. Fuente: elaboración propia



FIGURA 19: Elementos singulares, cierres. Fuente: elaboración propia



FIGURA 20: Elementos singulares, Campanario. Fuente: elaboración propia



FIGURA 21: Elementos singulares, Mobiliario interior 01. Fuente: elaboración propia



FIGURA 22: Elementos singulares, Mobiliario interior 02. Fuente: elaboración propia



FIGURA 23: Elementos singulares, Mobiliario interior 03. Fuente: elaboración propia



9. Bibliografía

- _Fisac Serna, Miguel. "Algunas consideraciones sobre la iglesia de Santa Cruz." *Formas de Arquitectura y Arte*, no. 13 (1^{er} trimestre 2006): 40-43
- _ Fernández Cobián, Esteban. "La Iglesia de Santa Cruz, 1966/71. Génesis y desarrollo de un proyecto." *III Congreso Pioneros de la Arquitectura Moderna Española: Análisis Crítico de una obra*, (20 y 21 mayo 2016): 273-287
- _ Bueno López, Ana María, Ángel Luis León Rodríguez, y Miguel Galindo del Pozo, *El sonido de la arquitectura religiosa de Fisac*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2017
- _ Fisac, Miguel, y Francisco Arques Soler. *Miguel Fisac*. Madrid: Pronaos, 1996
- _ Broto, Carles, *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Barcelona: Links International, 2005-2006
- _ Instituto de la Construcción de Castilla y León, *Manual del edificio. Fichas técnicas de uso y mantenimiento*. Burgos, 1999.
- _ De Lorenzo de Uríen, Agustín, Mercedes Fernández Urcey, Cristina Martínez Sainz, Jon Arrieta Pérez de Arenaza e Ibon Izaguirre Suso, *Guía Metodológica para la Inspección Técnica de Edificios*. País Vasco, 2017.
- _ López Rodríguez, Fernando, Ventura Rodríguez Rodríguez, Jaime Santa Cruz Astorqie, Ildefonso Torreño Gómez y Pascual Úbeda de Mingo, *Manual de Patología de la Edificación, Tomo 1*. Departamento de Tecnología de la edificación (E.U.A.T.M) Universidad Politécnica de Madrid, 2004.
- _ López Rodríguez, Fernando, Ventura Rodríguez Rodríguez, Jaime Santa Cruz Astorqie, Ildefonso Torreño Gómez y Pascual Úbeda de Mingo, *Manual de Patología de la Edificación, Tomo 2*. Departamento de Tecnología de la edificación (E.U.A.T.M) Universidad Politécnica de Madrid, 2004.
- _ López Rodríguez, Fernando, Ventura Rodríguez Rodríguez, Jaime Santa Cruz Astorqie, Ildefonso Torreño Gómez y Pascual Úbeda de Mingo, *Manual de Patología de la Edificación, Tomo 3*. Departamento de Tecnología de la edificación (E.U.A.T.M) Universidad Politécnica de Madrid, 2004.
- _ Cecchi, Roberta, Roberto Corona, Daniele Raggi y Pietro Spampatti, *ArchiCAD 10. Guía de uso*. Barcelona: Edicions ReNat S.L., 2007.
- _ Nicholson-Cole, David. *The GDL Cookbook 2*. 10^a edición. Nottingham, England: Marmalade Graphics, 2000.
- _ Nicholson-Cole, David. *Object Making with ArchiCAD. GDL for Beginners*. 1^o Edición. Hungría, 2000.
- _ Eastman, Charles M., Paul Teicholz, Rafael Sacks y Ghang Lee, *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. 3^a edición. Hoboken, New Jersey: Wiley Online Library, 2018.
- _ UNE. 2019. *Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información al utilizar BIM (Building Information Modelling). Parte 2: Fase de desarrollo de los activos*. (ISO 19650-2:2018). Madrid.
- _ Graphisoft. "Ayuda BIMCloud". GRAPHISOFT BIMcloud. 11 septiembre, 2022.
https://help.graphisoft.com/BC/SPA/BIMcloud/30_BIMcloudManager/30_BIMcloudManager-62.htm#XREF_17950_Settings_Roles
- _ Graphisoft, "¿Cómo usar BIMCloud as a Service?," *SIMBIM Solutions*, 11 septiembre, 2022.
<https://simbim.es/es/blog/post/como-usar-bimcloud-as-a-service>

10. Listado de imágenes

- Figura 01: Ordenación urbanística. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 02: Plano de Planta. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 03: Fachada principal. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 04: Soporte de cubierta. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 05: Recogida de aguas en cubierta. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 06: Lucernarios. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 07: Peto de cubierta. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 08: Estructura vertical, muros perimetrales. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 09: Estructura horizontal, forjados. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 10: Estructura inclinada, vigas y viguetas. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 11: Puntos y elementos singulares. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 12: Revestimientos. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 13: Soporte. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 14: Huecos. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 15: Carpinterías. Fuentes: Elaboración propia.
- Figura 16: Sistema de saneamiento. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 17: Bajantes de pluviales. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 18: Elementos singulares, ornamentos en carpinterías. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 19: Elementos singulares, cierres. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 20: Elementos singulares, Campanario. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 21: Elementos singulares, Mobiliario interior 01. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 22: Elementos singulares, Mobiliario interior 02. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 23: Elementos singulares, Mobiliario interior 03. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 24: Información del proyecto. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 25: Infografía de la Iglesia de Santa Cruz. Fuente: "El sonido de la arquitectura religiosa de Fisac".
- Figura 26: Muros. Fuente: Elaboración propia.

- Figura 27: Forjados. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 28: Vigas y viguetas. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 29: Carpinterías Exteriores. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 30: Carpinterías Interiores. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 31: Cubiertas. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 32: Lucernario. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 33: Sistema de pluviales 01. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 34: Sistema de pluviales 02. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 35: Formas. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 36: Campanario. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 37: Terreno. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 38: Representación geométrica. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 39: Representación de Lesiones mediante formas. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 40: Grupo de propiedades. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 41: Valores de Tipos de Lesiones. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 42: Clasificación de propiedades. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 43: Designación de Lesiones en el modelo. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 44: Representación de Lesiones mediante objetos GDL. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 45: Parámetros en GDL. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 46: Programación de Parámetros en GDL. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 47: Asignación de colores. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 48: Definición de la forma geométrica. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 49: Definiciones personalizadas. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 50: Esquema utilizando formas. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 51: Esquema utilizando objeto GDL. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 52: Listado de Procesos Patológicos. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 53: Planos. Fuente: Elaboración propia.

- Figura 54: Publicación de Hyper-Modelo BIMx con ArchiCAD. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 55: Hyper-Modelo BIMx. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 56: Plano BIMx. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 57: Recorte 3D BIMx. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 58: Visor web BIMx. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 59: Cardboard VR BIMx. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 60: Información BIMx. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 61: Mediciones BIMx. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 62: Definición de roles. Fuente: https://help.graphisoft.com/BC/SPA/_BIMcloud_/30_BIMcloudManager/30_BIMcloudManager-62.htm#XREF_17950_Settings_Roles
- Figura 63: Teamwork. Fuente: <https://simbim.es/es/blog/post/como-usar-bimcloud-as-a-service>