

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, MEDIANTE BIM
APLICADO A UNA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.**

PROYECTO PILOTO:
EDIFICIO DE SERVICIOS AL ALUMNADO ULL
(CAJA CANARIAS DEL CAMPUS DE ANCHIETA)

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

**Máster en Gestión e Innovación Tecnológica en la
Construcción**

Autores:

Estudiante Santiago Javier Chavez Uquillas

Tutor/a Jorge de la Torre Cantero

Septiembre 2019



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

D. Jorge de la Torre Cantero, con N.I.F. 42169227-S, profesor del área de Expresión Gráfica en Ingeniería del Departamento de Técnicas y Proyectos en Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de La Laguna.

HACE CONSTAR

Que la presente memoria titulada:

“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, MEDIANTE BIM APLICADO A UNA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

PROYECTO PILOTO:

EDIFICIO DE SERVICIOS AL ALUMNADO ULL
(CAJACANARIAS DEL CAMPUS DE ANCHIETA)”

Ha sido realizada bajo su dirección por D. Santiago Javier Chavez Uquillas con N.I.E. Y6931519T.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firma la presente en La Laguna a 10 de septiembre de 2019.

**SANTIAGO
CHAVEZ**

Firmado digitalmente
por SANTIAGO CHAVEZ
Fecha: 2019.09.10
16:40:56 +01'00'



Agradecimientos

A Jorge de la Torre Cantero como tutor de TFM y brindar sus conocimientos para realizar de la mejor manera el presente trabajo.

A mi padre y hermana que me apoyaron desde el principio, a mis hijas Camila y Emma por darme el impulso necesario para cumplir esta meta y a Brenda por la paciencia y soporte en todo momento.



Resumen

Para la realización del presente trabajo se ha tomado como eje central de estudio la Gestión del Mantenimiento, con la idea de ofrecer una visión general a nivel nacional de la misma mediante la disciplina del Facility Management (FM) integrada al BIM.

Se ofrece un repaso previo con estudios que reflejan la integración del BIM en la gestión de mantenimiento. En lo teórico, se revisan varios conceptos que ayudan a tener un mejor entendimiento del desarrollo del trabajo, conceptos básicos como BIM y Facility Management.

Para desarrollar el presente trabajo de fin de máster, como proyecto piloto se ha optado como caso de estudio una edificación existente perteneciente a la Universidad de la Laguna. Esta infraestructura se encuentra ubicada en la isla de Tenerife, en el municipio de San Cristóbal de La Laguna y se la denomina EDIFICIO DE SERVICIOS AL ALUMNADO ULL (CAJACANARIAS DEL CAMPUS DE ANCHIETA). La información sobre la edificación facilitada por la oficina técnica de la Universidad no contaba con los suficientes datos de partida, por lo que fue necesario crear un flujo de trabajo para la toma de datos.

Para la integración del modelo en contextos de Facility Management, de la gran variedad de softwares que existen en el mercado se han elegido los más relevantes. Se ha realizado el testeo pertinente de los programas y se ha analizado los beneficios que cada uno ofrece en cuanto a importación del modelo, visualización, conservación de datos, resolución de incidencias, etc. Por último, se presenta un corto análisis de la influencia del BIM en el Facility Management.

Palabras clave: BIM. Facility Management. Gestión de Mantenimiento. Interoperabilidad. Incidencia.



Abstract

In order to carry out this work, Maintenance Management has been taken as the central focus of the study, with the idea of offering a national vision of the same through the discipline of Facility Management (FM) integrated into the BIM.

A previous review is offered with studies that reflect the integration of BIM into maintenance management. In theory, several concepts are reviewed that help to have a better understanding of work development, basic concepts such as BIM and Facility Management.

To develop this master's thesis, as a pilot, an existing building belonging to the University of the Laguna has been chosen as a case study. This infrastructure is located on the island of Tenerife, in the municipality of San Cristóbal de la Laguna and is called ULL EDIFICIO DE SERVICIOS AL ALUMNADO (CAJA CANARIAS DEL CAMPUS ANCHIETA). The information of the building, provided by the technical office of the University, did not have enough starting data, so it was necessary to create a workflow for data collection.

For the integration of the model in contexts of Facility Management, of the great variety of software that exist in the market, the most relevant have been chosen. The relevant testing of the programs has been carried out and the benefits that each one offers in terms of model import, visualization, data conservation incident resolution, etc. have been analyzed. Finally, a short analysis of the influence of BIM in Facility Management is presented.

Keywords: BIM. Facility Management. Maintenance Management. Interoperabilidad.
Incidence



Índice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introducción | 7 |
| 1.1 | Antecedentes | 7 |
| 1.2 | Objetivos | 8 |
| 1.3 | Objetivos Específicos..... | 8 |
| 1.4 | Hipótesis..... | 8 |
| 1.5 | Metodología..... | 9 |
| 2 | Marco del estudio | 10 |
| 2.1 | Estudios Previos | 10 |
| 2.2 | Integración BIM en el Facility Managment | 13 |
| 2.3 | Conceptos..... | 15 |
| 2.4 | Normativa..... | 19 |
| 3 | Caso de Estudio: Edificio de Servicios al alumnado ULL (Caja canarias del Campus de Anchieta) | 21 |
| 3.1 | Datos del edificio objeto de estudio | 21 |
| 3.2 | Creación del modelo BIM del edificio objeto de estudio..... | 23 |
| 3.2.1 | Recopilación de información | 23 |
| 3.2.2 | Trabajo de campo (Primera Visita) | 24 |
| 3.2.3 | Creación del Modelo BIM | 26 |
| 3.2.4 | Trabajo de campo (Segunda Visita) | 32 |
| 3.2.5 | Edición del modelo BIM | 35 |
| 3.3 | Uso de este modelo BIM en contextos de FM..... | 36 |
| 3.4 | Relación de la gestión FM sin BIM y del FM integrado al BIM..... | 49 |
| 4 | Resultados | 51 |
| 5 | Conclusiones | 52 |
| 6 | Líneas de trabajo futuro | 53 |



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

| | | |
|----------|---------------------------|-----------|
| 7 | Bibliografía | 54 |
| 8 | Anexos | 56 |



1 Introducción

Con los progresos de la tecnología en las últimas décadas la industria de la construcción se ha visto muy beneficiada, ya que está dejando atrás a los procedimientos tradicionales en el desarrollo de proyectos. Con la renovación de los sistemas, aparece el Building Information Modeling (BIM) que genera conveniencia al operar proyectos con eficacia y eficiencia y con la gran ventaja de contar con una simulación previa de la planificación en las etapas de diseño construcción y operación (León Muñoz, 2017). Este nuevo concepto de organización de proyectos se basa en englobar toda la sucesión de procesos mediante dimensiones que van desde su génesis hasta la renovación o demolición de la infraestructura.

Tomando en cuenta que BIM no es un software, sino un conjunto de procesos de trabajo definidos. El mantenimiento en su etapa de operación (Eastman, 2011a) indica que proporciona beneficios para propietarios o administradores reflejando un ahorro en los costes operativos.

En el trabajo que se va a desarrollar, se buscará enfocar la utilidad del BIM en las fases de explotación (post-construcción), concretamente en la Gestión del Mantenimiento o Facility Management (FM). En este sentido, los modelos BIM pueden utilizarse para soportar la gestión del mantenimiento y ofrecer una interfaz apropiada para la obtención de información sobre los distintos aspectos relacionados con el desempeño operativo del edificio

1.1 Antecedentes

En general, la revisión de trabajos académicos, textos y artículos en busca información sobre la interoperabilidad de programas BIM para el manteamiento de edificaciones, la información obtenida se relaciona más con las fases de diseño y construcción. En la gestión de mantenimiento con un entorno BIM, la información encontrada que explique la conexión del BIM con la Gestión del Mantenimiento no es muy extensa y se desarrollan desde un punto de vista teórico e individual. A pesar de ello, existen estudios que indican y destacan el potencial de estos dos sistemas. En este trabajo se realizará un estudio de caso de integración del BIM en la Gestión del Mantenimiento de una infraestructura existente: Edificio de Servicios al alumnado ULL (CajaCanarias del Campus de Anchieta). Se pretende con este estudio, visualizar el potencial



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

que ofrecen estos dos sistemas en la operación y gestión de edificaciones al vincularse, basado en el aporte de datos que genera el modelo BIM.

1.2 Objetivos

El principal objetivo de este trabajo de fin de máster consiste en ofrecer una visión general de la Gestión del Mantenimiento mediante la disciplina del Facility Management (FM) en contextos que integran el BIM, y realizar un estudio de caso de un flujo de trabajo de Facility Management en una edificación existente: Edificio de Servicios al alumnado ULL (CajaCanarias del Campus de Anchieta) y esté integrado a un modelo BIM.

1.3 Objetivos Específicos

Presentar la actualidad del BIM y tener un panorama aproximado de las circunstancias en las que se encuentra la asociación del BIM con e FM

Crear un modelo BIM con la información de una edificación existente para integrarlo en un contexto del FM

Realizar un breve análisis comparativo para analizar el FM sin BIM y del FM integrado al BIM y destacar los resultados más relevantes.

1.4 Hipótesis

El Modelado de Información para la Edificación (BIM) es un importante recurso para el desarrollo del Facility Management (FM) que permite contribuir con las fases de operación y mantenimiento gestionando debidamente la información del modelo BIM. Se pretende demostrar la importancia de no perder información al tener un flujo de datos del modelo BIM al interactuar con softwares de mantenimiento, se buscará un software que aproveche de la mejor manera los datos que proporciona el modelo BIM. Con ello se consigue la mejora de los procesos manuales de entrega de información, se incrementa la exactitud de los datos de FM, se facilita la accesibilidad de los datos de FM y se consigue un aumento de la eficiencia en la ejecución de órdenes de trabajo. De esta forma, BIM se ofrece como una plataforma de trabajo que permite un proceso informado de toma de decisiones.



1.5 Metodología

El desarrollo de este trabajo de fin de máster está basado en dos fases. Una primera fase de revisión y estudio del marco teórico. Y a continuación, una segunda fase en la que se realiza un estudio de caso de una infraestructura existente.

En el marco teórico se investigará de inicio conceptos que aclaren nuestro entendimiento de lo que se quiere realizar en este trabajo, de igual manera se sustentará el trabajo recopilando información de análisis previos y bibliografía que está asociada en el interés para realizar este trabajo y el desarrollo de los objetivos del presente trabajo y por último usa revisión escueta de la legislación y normativa vigente hoy en día.

Para el estudio del caso se revisará la información con la que se cuenta de la infraestructura existente que es necesaria para el proceso del modelo BIM, conforme previa organización de la información recopilada se elaborará un modelo de flujo de trabajo de manera que el modelado de la infraestructura existente y la información que proporciona el modelado sea el eje central.

Caso de Estudio: Edificio de Servicios al alumnado ULL (Caja Canarias del campus de Anchieta)

➤ **Datos del Edificio Objeto de Estudio**

Creación del modelo BIM del Edificio Objeto de Estudio

1. Recopilación de información facilitada por la Universidad
2. I Visita de campo del Edificio Objeto de Estudio
3. Creación del modelo Bim
4. II Visita de campo del Edificio Objeto de Estudio
5. Edición del Modelo

➤ **Uso de este modelo BIM en contextos de FM**



2 Marco del estudio

2.1 Estudios Previos

A continuación, como se indica en la metodología se revisará cómo se encuentra el campo del BIM en la actualidad a través de una investigación documental, y saber qué expectativas ofrece la interoperabilidad de dos sistemas como son el BIM y el Facility Management, mediante un análisis crítico y una interpretación adecuada sobre el conocimiento acumulado sobre el objeto de estudio de este trabajo en curso.

Históricamente desde los inicios de la construcción y la arquitectura, hasta el día de hoy la forma de comunicación o expresar lo que se quiere realizar se lo ha plasmado mediante dibujos usando tinta o pigmentos de color, para realizar las formas diédricas que representan la obra tangible propiamente dicha con representaciones en planta, alzados, cortes, etc. Con esto y la necesidad de evolucionar en la industria de la construcción a finales de los años 70 aparece el DAO (Diseño Asistido por Ordenador) siendo los primeros softwares para la representación gráfica, Autocad hace su aparición a finales del año 1982 siendo un software confuso, difícil de manejar y con resultados que no eran lo esperado. (Agustín Hernández, 2012).

Para los años 90 aparecieron softwares para modelar cualquier geometría en el espacio, en la que los elementos Cad 2D ya se los podía modelar en 3D, esto permitió que el dibujo, el objeto modelado se lo pudiera ver de diferentes ángulos o vistas siendo una ventaja ya que el proyecto adquiere la capacidad de verlo en su totalidad y no fragmentado como en el 2D. Pudiendo gracias a esta innovación tener mejor criterio y aporte al proyecto, igualmente con la evolución de los sistemas y gracias al internet el intercambio de información en formato digital influyó en el progreso del sistema BIM ya que este abarca las tecnologías con un solo fin (Kivits & Furneaux, 2013).

Sin duda el Building information modeling BIM es el centro de atención de toda información digital ya que esta será fundamental para mejorar significativamente el rendimiento de la industria de la construcción y de cualquier sector que involucre infraestructura con lo económico y social. Y en la actualidad referirnos al término BIM nos crea la imagen de una tecnología innovadora del presente y futuro, sin embargo, esta idea de crear un sistema donde participen todos los involucrados en la creación de un proyecto viene desde mucho atrás.



De echo el pionero en desarrollar el concepto BIM fue Charles M. Eastman quien en la década de 1970 tenía la visión de una representación digital de los procesos y organización de la información de la construcción. Phil Berstein personal de Autodesk al compartir los mismos idearios es quien utiliza por primera vez el termino BIM, y esto da paso a que Graphisoft ArchiCAD sea el primer software comercial en la época ya con visión BIM (Monteiro & Martins, 2018).

Con la investigación efectuada a continuación se presenta el avance progresivo de la evolución histórica del BIM, en la cual recalcamos los hitos que han marcado un precedente para el desarrollo del BIM. Hasta llegar a la situación actual del BIM en España, (Figura 1)

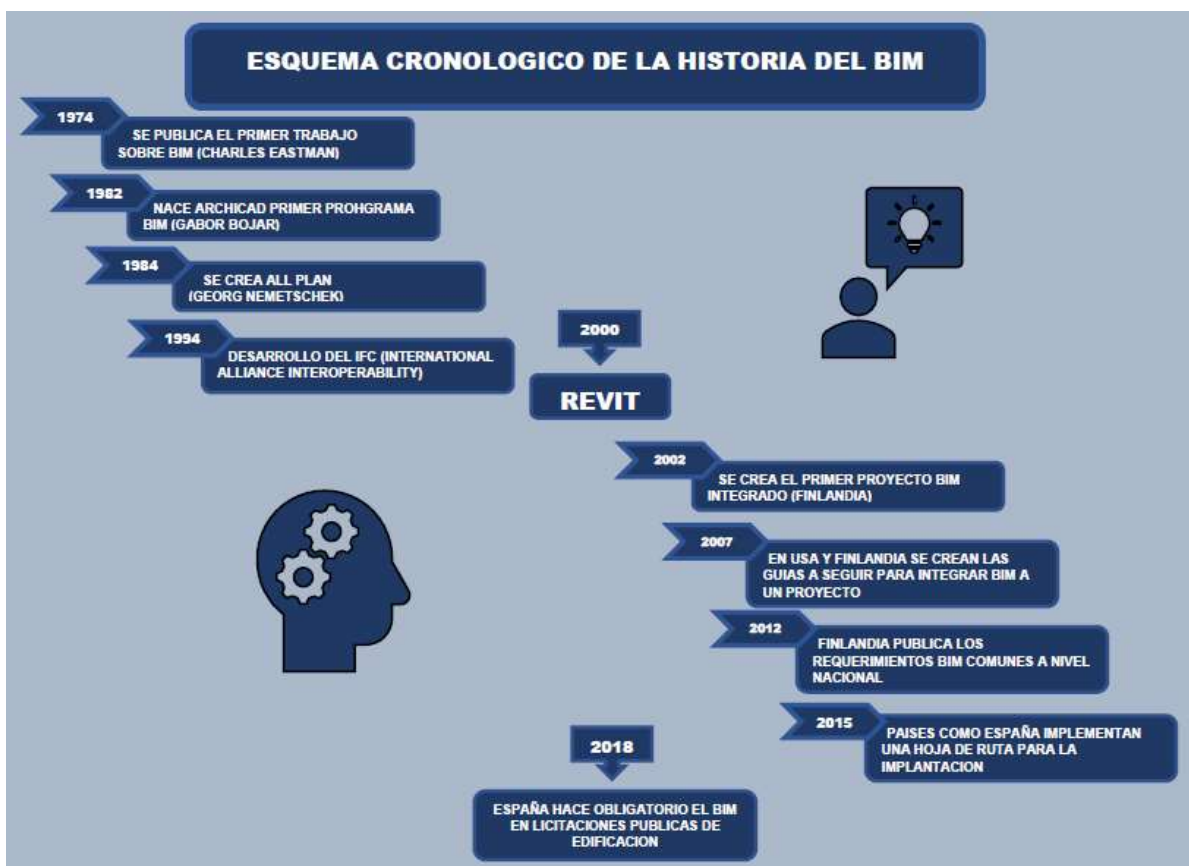


Figura 1. Elaboración propia, Cronología del BIM Fuente:(Gómez Rodríguez, 2015)

Otro punto importante con la evolución que ha tenido el BIM es ponerlo en comparación con el sistema CAD tradicional, mostrando las ventajas que se han desarrollado al realizar un proyecto mediante una metodología de trabajo integrado, ventajas que plantea (Armas & Rodríguez, 2015) a continuación.

- La tecnología BIM mediante su visualización 3D agiliza la comprensión de proyecto, ya que es una visualización en 3 dimensiones



- Con una pre-construcción virtual, facilita la detección de problemas y dificultades. La construcción virtual mediante un modelo BIM permite tomar acciones ante posibles trabas que se presente en esta etapa.
- El sistema BIM permite la implicación de todos los integrantes que participan en la creación del proyecto, dando una actualización en tiempo real de la información que se va generando. Desatando un aumento de productividad, y una reducción de los costes durante las fases de desarrollo, construcción y explotación del proyecto.
- Otra función muy destacada del usar el sistema BIM es la actualización automática sobre el modelo, optimizando tiempos y reduciendo errores en el proyecto final.
- Al tener un control en la gestión de datos, manejados en un mismo sistema BIM es posible la planificación de imprevistos. Desarrollar un presupuesto estimado y el desarrollo de un proyecto que cumpla exigencias de la eficiencia energética.

Para sintetizar las ventajas de esta metodología nos enfocaremos en la gráfica de Mac Leamy figura 2.

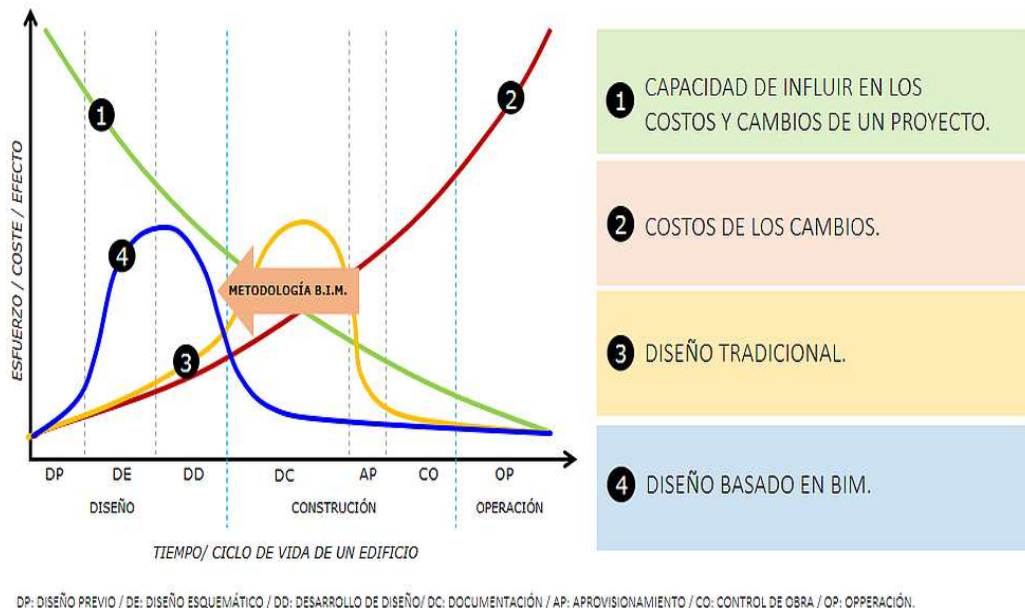


figura 2. Curva de Mac Leamy fuente: (Jesus González Marquez, 2014)

La gráfica nos ayuda a comprender que el sistema BIM se maneja en la etapa diseño donde tenemos una visión 3D del modelo y se puede comprender mejor el proyecto mientras que los sistemas tradicionales trabajan en las etapas de diseño, construcción y operación donde muchas veces no se tiene la participación de todos los implicados en el proyecto. La etapa de diseño es la más conveniente



para la resolución de contrariedades, dudas y cambios, en dicha etapa es donde se debe tener un mejor manejo de la documentación que genera el proyecto ya que si generamos documentación en la etapa de construcción esta nos va a incurrir en errores y costes para el proyecto.

2.2 Integración BIM en el Facility Management

Contar con un modelo BIM es el primer paso para entrar en la gestión del mantenimiento de una edificación desde su puesta en uso una vez terminó el ciclo de construcción. Debido a la falta de conocimiento y entendimiento por parte de diseñadores y constructores de lo que es la fase de FM muchas veces esta pasa por alto en la etapa de diseño (Piruat, Tutor, & Crespo, 2016).

En la búsqueda de un mejor funcionamiento y aprovechamiento en el ciclo de uso de la edificación ahora podemos apoyarnos en la tecnología BIM. Su séptima dimensión (BIM-7D), que se refiere a la gestión del mantenimiento durante el ciclo de vida de la infraestructura que mediante la aparición de softwares y aplicaciones se puede manipular la información que provee el modelo BIM, es decir, conocimiento sobre todos los sistemas instalados en el edificio mejorando la toma de decisiones a la hora de dar mantenimiento (Montiveros Toribio, 2018).

En la figura 3. Se puede ver una representación de varias funciones (BIM – 7D) que se prestan a una edificación.



figura 3. BIM para el FM fuente:(“BIM en Español - BuildingSMART Spanish Chapter,” n.d.)



Al querer implementar BIM en el FM se debe tener claro el uso que se quiere dar al modelo que proporciona BIM, marcar los alcances es muy importante ya que los usos pueden ser muy extensos y el gasto de recursos puede ser muy costoso y muchas veces innecesario, más aún si estamos partiendo de un modelo existente.

Al incorporar la información al modelo BIM para la fase de operación de la infraestructura se adquieren numerosas ventajas que satisfacen las inquietudes que surgen a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura. El disponer de información centralizada y actualizada de cada una de las etapas de obra permite la optimización de tiempos cuando buscamos información específica permitiendo reducir costes con decisiones más precisas. Esto permite disponer de mayor productividad por parte del personal de mantenimiento que contando con la información adecuada y actualizada realiza un trabajo de calidad y, a su vez, el aprovechamiento de espacios es más eficiente.

El uso de alguna plataforma de software es fundamental en la gestión del mantenimiento conectada a un modelo BIM. Existe gran variedad de softwares destinados a la interpretación de datos para el mantenimiento. En este trabajo, se mencionan cuatro de los con más significativos dentro del mercado de la gestión del Facility Management.

- **ARCHIFM**

Es un software de Graphisoft que integra ArchiCAD mediante su visualización gráfica con ArchiFM para realizar una planificación de activos y mantenimiento, mediante el procesamiento de la información del modelo BIM sin necesidad de conectores por ser de la misma industria se puede dar soporte y mantenimiento a los equipos y la edificación.

Software de procedencia húngara de fácil uso, no cuenta con licencia educacional si proporciona una versión de prueba o Demo.

- **ECO-DOMUS**

Es un software que permite integrar en tiempo real el modelo BIM que proceden de Revit, Bentley, Tekla, IFC, Nube de Puntos, permitiendo mediante la visualización 3D editar fácil y rápidamente la información que genera el mantenimiento de la edificación, se puede realizar navegación desde la nube con el fin de reportar y realizar informes.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

- **REVIZTO**

Software que trabaja en la nube operando con el modelo BIM y permite integrar modelos o información que proceden de Revit, Navisworks, AutoCAD, ArchiCAD, SketchUp o Rhinoceros. Los datos son importados a través de ficheros IFC, PDF, DWFX. Se puede compartir la visualización de la información entre varios integrantes y tomar decisiones de operación o mantenimiento en tiempo real.

Este software, de procedencia sueca, cuenta con una licencia de prueba y sus costos van desde los 240 a 500 euros dependiendo el plan.

- **YOUBIM**

Es un software que maneja interoperabilidad con distintos programas como Revit, Bentley, AutoCAD, Tekla y ArchiCAD. Puede integrar datos en formato PDF, hojas de cálculo, archivos de texto, su interfaz facilita la visualización del modelo BIM e interacción con la información a través de la nube que permite interactuar con el mantenimiento de la edificación y puede crear programas de mantenimiento preventivo.

2.3 Conceptos

Para aclarar la relación de FM y BIM se presenta a continuación conceptos que permiten un mejor entendimiento para poder desarrollar lo propuesto en el presente trabajo.

- **Building Information Modeling (BIM)**

Las iniciales BIM vienen del término inglés “Building Information Modeling” que traducido al idioma español se puede interpretar como “Modelado de la Información para la Edificación”.

Según Picó (2008). El “*BIM es un conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma combinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar*” y donde interviene la participación todos los implicados en el proyecto que van desde el arquitecto, proyectista, ingeniero calculista, constructor, instaladores y personal de mantenimiento.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

El Instituto de tecnología de la construcción de Cataluña (ITeC)¹ define al BIM como el *“sistema de gestión de obras que se basa en un modelo tridimensional el mismo que es virtual y se relaciona con bases de datos. El mismo que permite producir y almacenar toda la información necesaria para operar en las distintas fases del ciclo de vida de las construcciones en los campos de la edificación y la ingeniería civil”*

● Facility Management

Facility Management es un recurso mediante el cual se integran los diferentes responsables de gestionar los procesos que se manejan para un buen desempeño de un inmueble, infraestructura.

EL International Facility Management Association (IFMA)² aporta con un concepto en el que indica que *“es una disciplina que engloba diversas áreas para asegurar y gestionar el mejor funcionamiento de los inmuebles y sus servicios asociados, mediante la integración de personas, espacios, procesos y las tecnologías propias de los inmuebles.”*

Se cuenta también con un concepto más referente a retorno económico que representa el FM por parte de la German Facility Mngament Association (GEFMA)³. Que dice que el *“FM es una diciplina de gestión para aumentar el retorno de capital mediante el uso económico de servicios e infraestructura dentro del marco de procesos planificados, gestionados y controlados.”*

● Interoperabilidad

Se entiende como la capacidad de varios sistemas, programas (softwares) para poder interactuar entre sí compartiendo información y un funcionamiento conjunto, con el fin de mejorar la eficiencia en el manejo de la información sin pérdida de datos y compatibilidad.

Según el glosario de términos del Real Decreto⁴ 4/2010, de 8 de enero, regulado en el ámbito de la administración electrónica dice que *“interoperabilidad es la capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que estos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos”*

¹ Instituto de la tecnología de la construcción de Cataluña <https://itec.es/>

² International Facility Mngement Assosiation <http://ifma-spain.org/>

³ German Facility Mngament Assosiation <https://www.gefma.de/>

⁴ Agencia Estatal boletín oficial del Estado <https://ww.boe.es>



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

La interoperabilidad cumple la función principal al momento de querer dar buen uso a la información clasificando lo más útil en los procesos BIM. Así, la interoperabilidad ayuda a seleccionar los datos que ya tienen poco aporte o han sido filtrados y esto da un flujo de trabajo en los procedimientos automáticos para la realización de procesos (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston, 2011).

La interoperabilidad de los sistemas que integran BIM es sin duda una de las ventajas más rentables, como se sabe al crear un proyecto se hace uso de diferentes programas y la capacidad de transmitir esa información entre softwares de distintas entidades y poder trabajar en dicha información, es lo que permite encaminar una metodología BIM.

• Dimensiones del BIM

Un modelo de información del proyecto que va desde el génesis hasta su demolición o reciclado debe contar con un proceso a la que denominamos metodología BIM. El contenido del proyecto se vincula en un proceso integrado de las especialidades a través de un sistema de información con los participantes e interesados, con facilidades para la simulación de los procesos, identificar conflictos y evaluar soluciones (Oussouboure & Delgado Victore, 2017). Los niveles o dimensiones de esta integración permiten tener acceso a cada uno de los procesos del ciclo de vida de un proyecto.

Punto de partida (idea) 1D

Nace de una necesidad donde se buscará una estrategia de diseño y los responsables del proyecto deben transmitir la idea clara de lo que se quiere representara atreves de estimaciones, ubicación y primeros bocetos.

Diseño conceptual 2D

Fase en la que manejamos información tanto estructural como arquitectónica, planteamos sostenibilidad de la edificación. Creamos un banco de objetos BIM y lista de entregables con los cuales se puede continuar el proceso.

Conceptualización del modelo tridimensional 3D

Esta etapa del BIM es la que genera la visualización de lo esquematizado en la anterior dimensión, en el modelo 3D no solo se plasmará la geometría sino también el modelo se generará con la información recopilada anteriormente. Igualmente, en este modelo 3D se cuenta con una visión de los



posibles ajustes técnicos que sean necesarios. Será una ventana en la cual el cliente podrá tener una idea prácticamente real de su idea inicial.

Planificación (tiempo) 4D

En esta etapa representaremos un flujo de actividades de acuerdo con lo planificado en la fase de construcción, vinculando el cronograma de actividades con el modelo 3D, esto permitirá un adecuado manejo de los tiempos de obra. Al realizar una simulación de ejecución de obra se podrá detectar inconvenientes que puedan alterar el flujo del cronograma y se detectarán también los requerimientos que demande la obra como tal. Con el cronograma se podrá realizar la información pertinente con la cual se hará participe a cada uno de los involucrados en el proceso de construcción.

Cuantificación Y Costes 5D

Esta etapa se encarga de recoger la información que nos brinda el modelo 3D en cuanto a la cuantificación de materiales (mediciones) y sus costes (presupuesto). Con este paso se puede tener una estimación de los montos por cada actividad ejecutada y un monto global del proyecto, si el proyecto lo requiere y sufre cambios en la edificación, estos cambios se actualizan juntamente con los costes ya previstos.

Análisis de energía (sostenibilidad) 6D

En la etapa del 6D realizamos una exploración del modelo tridimensional en su etapa de sostenibilidad, nivel de aprovechamiento de recursos, calidad y desempeño medio ambiental de los materiales con los que se va a ejecutar la obra. Se busca un equilibrio ecológico de la edificación para lograr tener un proyecto sustentable y sostenible.

Mantenimiento y Operación (Facility Management) 7D

En esta etapa, concluida la ejecución del proyecto, damos paso a la gestión, básicamente, del mantenimiento. Conocemos que las operaciones para un correcto funcionamiento a lo largo del ciclo de vida de la edificación es el gasto económico más significativo después del diseño y construcción, por eso se debe tener una gestión eficiente del mantenimiento. Para esto, el BIM incorpora el FM que con sus aplicaciones permite una mejor administración de tiempos y costes en el mantenimiento. Un punto a tener en cuenta es que, si la edificación sufre cambios a lo largo de su vida útil, estos cambios podrán estar siempre actualizados en el modelo BIM.

A esta serie de etapas se las puede representar esquemáticamente (Figura 4)



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)

CICLO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN.

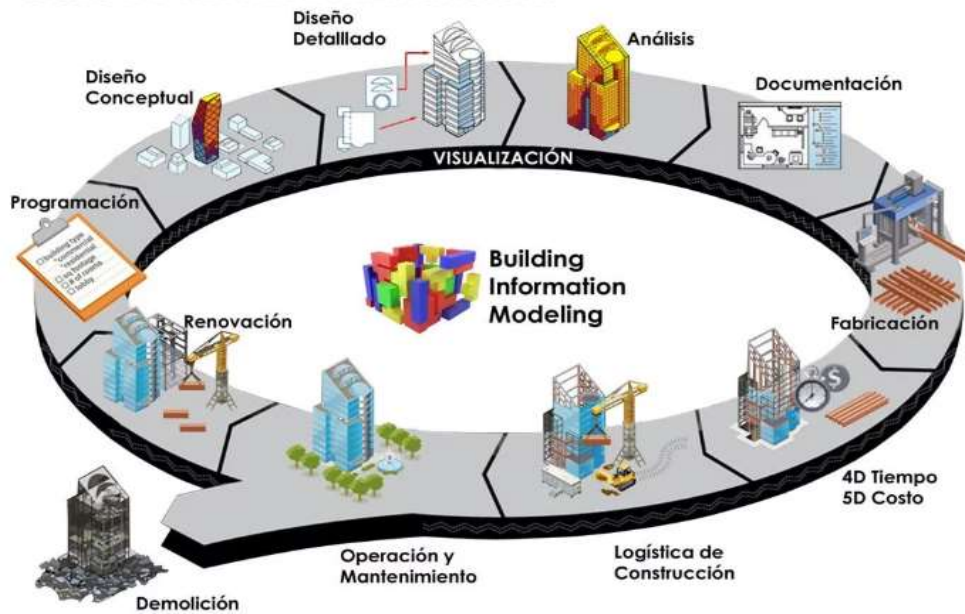


figura 4. Ciclo de un proyecto BIM. fuente:(“BIM en Español - BuildingSMART Spanish Chapter,” n.d.)

2.4 Normativa

El estado de la Unión Europea desde el año 2010 se ha enfocado en encaminar de mejor manera la industria de la construcción en base al aprovechamiento de herramientas digitales, pero no es sino hasta el año 2014 que de por medio de la Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 26 de febrero que se aprueba el uso de las nuevas tecnologías digitales, para el uso en contratación pública.

En España se hace eficaz a partir del 9 de marzo del 2018 la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, que se refiere a Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

La Ley indica en su Disposición adicional décimo quinta que se detecta la primera referencia BIM, a través de un documento legal de la ley 9/2017, en el apartado sexto se habla de contratos públicos de obras, de concesión de obras, servicios y concursos de proyectos y como indica la directiva europea se faculta el uso de herramientas electrónicas específicas, tales como herramienta de modelado digital de la información de la construcción BIM o similares.



▪ ISO

A nivel internacional la ISO maneja un modelo en cuanto al Sistema de Gestión de Activos bajo la familia de las ISO 55000, la Norma 55001.

El Sistema de Gestión de Activos manejado por la norma 55001 tiene como fin un mejor manejo del ciclo de vida de la edificación y un adecuado rendimiento de los activos buscando que el activo no se deprecie de forma acelerada, norma que es de uso por parte de organizaciones y empresas públicas o privadas que buscan obtener rentabilidad manejando de forma adecuada los activos.



3 Caso de Estudio: Edificio de Servicios al alumnado ULL (Caja canarias del Campus de Anchieta)

El caso de estudio se realiza sobre el Edificio de Servicios al alumnado ULL (Caja Canarias del campus de Anchieta). Esta infraestructura se encuentra ubicada en la isla de Tenerife, en el municipio de San Cristóbal de La Laguna, Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, 23, 38296, ubicación que se aprecia en la figura 5.



figura 5. Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Google Maps.

3.1 Datos del edificio objeto de estudio

Según las fuentes oficiales de la Universidad de La Laguna, el edificio denominado Edificio de Servicios al Alumnado ULL entra en servicio el 28 de enero del año 2010 y forma parte del Campus Anchieta de la Universidad de La Laguna. El edificio exteriormente dispone de fachadas con grandes ventanales y cuenta con sus respectivas salidas y escaleras de emergencia.

El edificio cuenta con tres plantas con un área total de 1911.99 m².

- Planta baja

En esta planta encontramos la consejería, el ascensor para personas con movilidad reducida, diferentes aulas y locales que serán de uso del alumnado, que van desde sitios destinados a la alimentación hasta sitios para reuniones de alumnos en grupos reducidos.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

- Primera planta

En esta planta, que se encuentra a una cota de 4.20 m, encontramos una sala de estudio de 384 m² con una entrada de luz natural que proporciona un ambiente de estudio adecuado y cuenta con todos los servicios de conectividad que el alumno requiere para el desempeño de sus actividades, aseos masculinos y femeninos.

- Segunda planta

Esta planta, a una cota de 8.05 m, cuenta con una sala de estudio de 258 m², abastecida de ordenadores y presta servicios de conectividad al alumno, cuenta con un aula extra para impartir cursos, una administración y otra sala de mantenimiento de equipos, aseos masculinos y femeninos.



figura 6. Imagen 3D Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Google Maps.

Este estudio de caso tiene dos apartados claramente delimitados:

- Creación del modelo BIM del edificio objeto de estudio
- Uso de este modelo BIM en contextos de FM.



3.2 Creación del modelo BIM del edificio objeto de estudio.

El flujo de trabajo general llevado a cabo en este apartado ha sido el siguiente:

1. Recopilación de la información de la infraestructura y planos en formato CAD, facilitados por la Oficina Técnica de la Universidad de La Laguna.
2. Primera visita de campo para realizar una aproximación al estudio del edificio objeto de estudio.
3. Creación de un modelo BIM a partir de la información CAD facilitada. Para este cometido se utilizó Autodesk Revit 2017, en su versión de estudiante. Esta primera fase de creación del modelo se realiza solo a partir de la información facilitada, sin contrastar con la visita al edificio.
4. Segunda visita de campo a la infraestructura para tomar medidas detalladas de comprobación y realizar un reportaje fotográfico del edificio.
5. Edición del modelo BIM a partir de los datos recopilados en las visitas de campo.

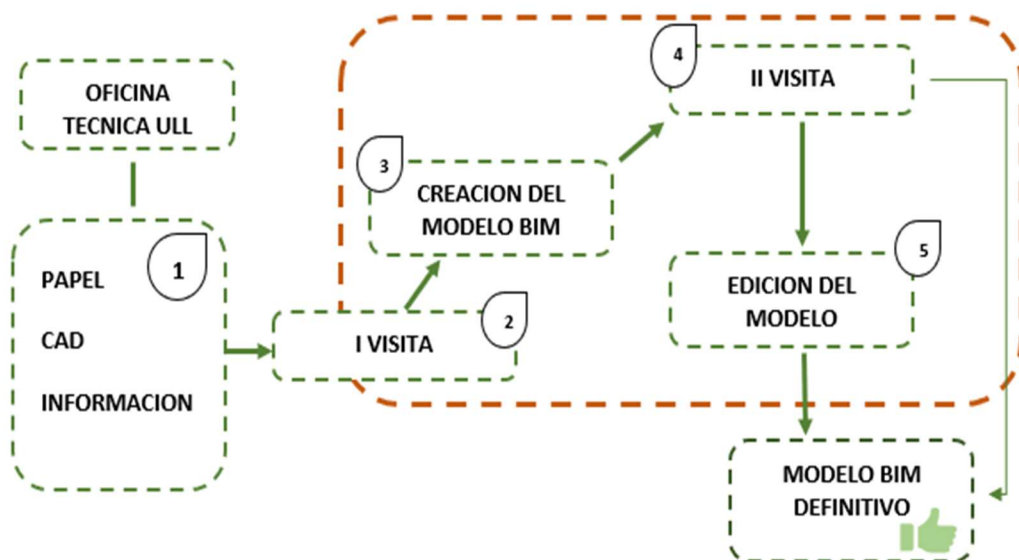


figura 7. Diagrama conceptual de creación del modelo fuente: Elaboración propia

3.2.1 Recopilación de información

La Oficina Técnica de la Universidad de La Laguna gestiona todo lo referente a obras e infraestructuras y su mantenimiento, conservación, reparación y adecuación en coordinación con las respectivas autoridades de la Universidad. Esta Oficina Técnica, ha facilitado la información del inmueble objeto de estudio.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)

Este inmueble es una edificación con 9 años de operación. No se cuenta con ningún modelo BIM o algún sistema de gestión. La información se facilita en formato de ficheros CAD, en el que se incluyen planos en planta de los tres niveles con los que cuenta la edificación.

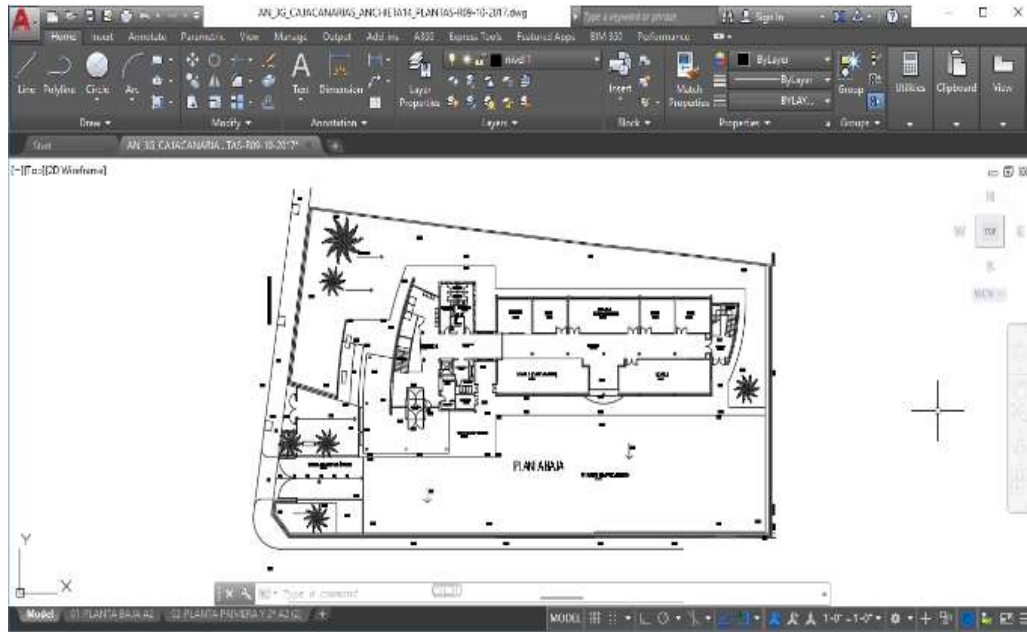


figura 8. Captura plano AutoCAD Planta Baja Sala de Estudio Caja Canarias fuente: ULL.

3.2.2 Trabajo de campo (Primera Visita)

A partir de la información conocida se realiza un primer trabajo de campo en la edificación denominada Sala de Estudio Caja Canarias.

En esta primera visita se realiza un recorrido general, recorriendo las tres plantas con las que cuenta la infraestructura. Se realiza un reconocimiento de salas de estudio, salas destinadas a diferentes propósitos, locales y demás andenes de la infraestructura. De esa manera se puede realizar una introspección de los planos CAD facilitados por la oficina técnica de la universidad.

En esta primera visita se realiza un primer reportaje fotográfico de las instalaciones de la edificación para contrastar lo observado en campo con lo detallado en los plano CAD ya provistos.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)



figura 9. Interiores planta Baja Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración Propia

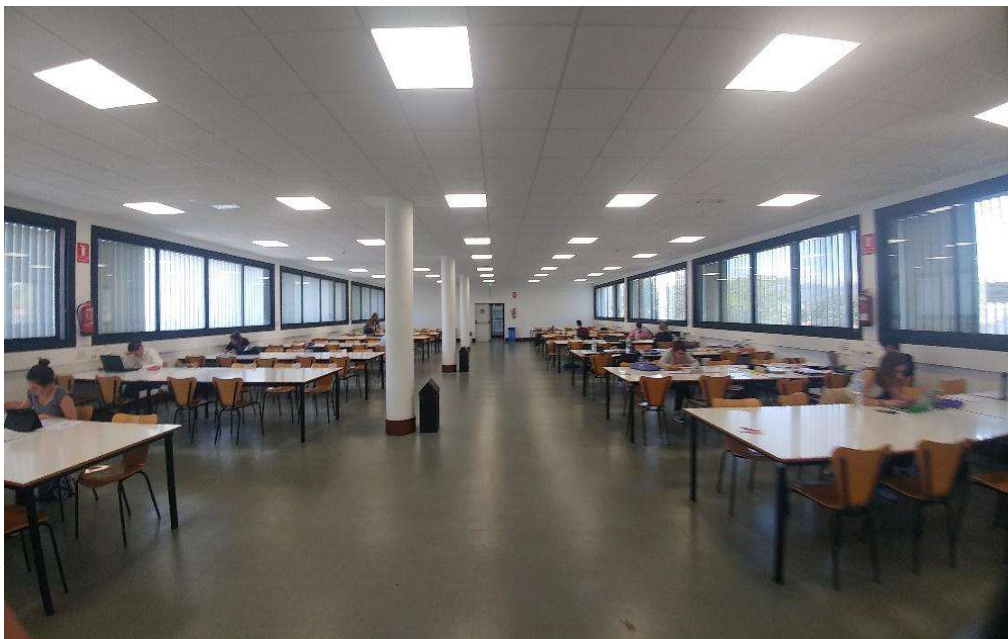


figura 10. Primera Planta Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración propia



figura 11. Exteriores Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Creación del Modelo BIM

La licencia educacional que facilita Autodesk. Según una encuesta del portal es.BIM, de los encuestados dentro del sector de la edificación en España, el 73,8% utiliza Autodesk Revit ([es.BIM, 2017. Encuesta de Situación Actual](#)). Por otro lado, este ha sido el software utilizado en la asignatura del presente máster, denominada Modelado y Gestión de la Información de la Construcción-BIM y por lo tanto, se dispone de un cierto dominio para abordar el cometido planteado en el presente trabajo.

Otro aspecto importante, es la interoperabilidad con otros softwares Autodesk y compatibilidad de plugin gratuitos como de pago, además de contar con una gran variedad de objetos de uso en Revit (bibliotecas de familias).

Para la creación de un modelo BIM, podemos encontrar una cantidad abundante de contenido formativo y de soporte que ayudan a solucionar los problemas que se presentan a lo largo del desarrollo de la creación del modelo. Y, por último, se eligió el programa por la motivación del autor en tener un conocimiento acorde para desarrollarlo en su actividad laboral.

La creación del modelo se ha hecho con un nivel de desarrollo elemental según (Building Smart Spanish Chapter, 2014) el modelo en este nivel trabaja con información de familias genéricas, el LOD 200 corresponde a un nivel de proyecto básico de Arquitectura o Ingeniería. La cantidad de información generada en este nivel cumple con lo requerido para el desarrollo del presente trabajo



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

Una vez el programa Revit se está ejecutando y entra en funcionamiento su interfaz creamos un nuevo proyecto donde se despliega el cuadro de plantillas, seleccionamos plantilla arquitectónica, a la vez se definen las medidas métricas con las que se va a trabajar. Ingresamos los datos del proyecto para identificar el trabajo. Los datos pueden ser ingresados o modificados en cualquier etapa de proyecto.

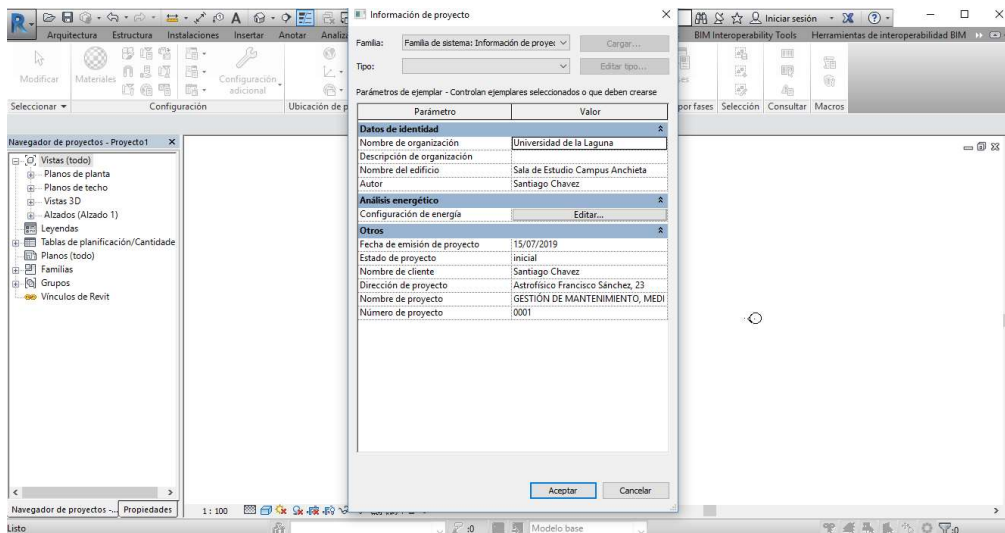


figura 12. Interfaz de configuración de datos del Proyecto fuente: Elaboración propia

Con la información CAD que se cuenta realizamos la importación de los datos, en la interfaz de Revit vamos a la pestaña insertar donde se desplegaran varios iconos, seleccionamos Importar CAD y realizamos los pasos para poder trabajar el modelo CAD en Revit. Cabe destacar que es muy importante al momento de importar el archivo CAD a Revit, colocar el archivo en el origen para tener buen manejo del espacio de trabajo.

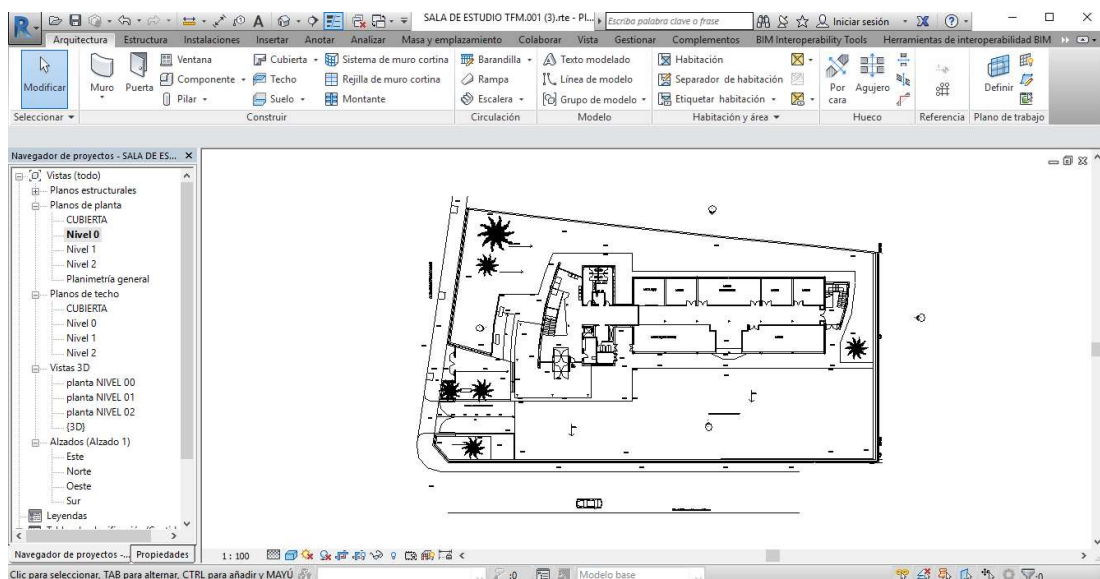


figura 13. Visualización del CAD importado en Revit Planta Baja fuente: Elaboración propia



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

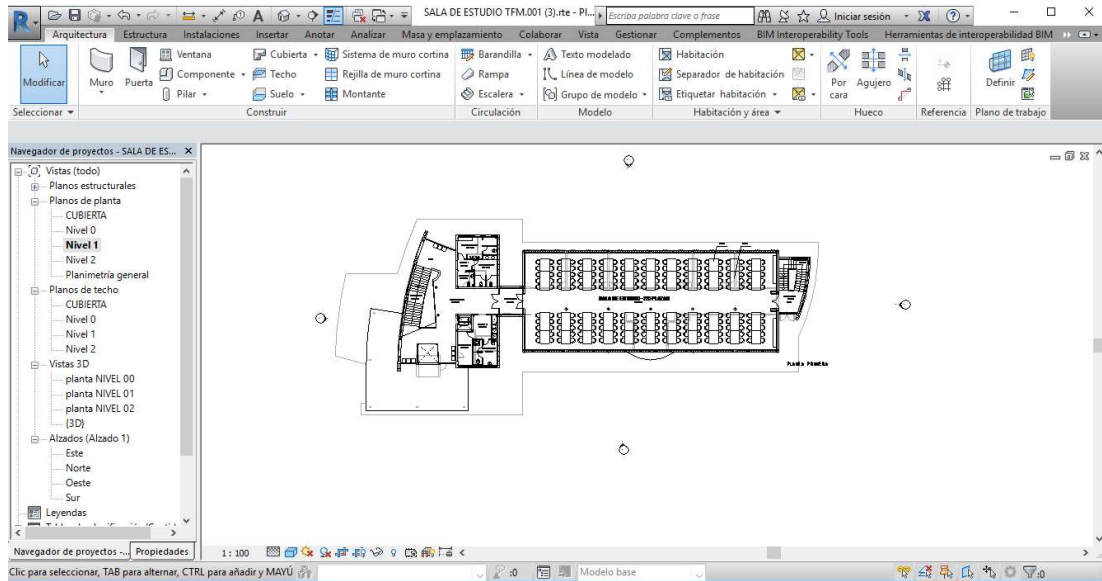


figura 14. Visualización del CAD importado en Revit Primera Planta fuente: Elaboración propia

Ya con los planos CAD importados en Revit definimos los niveles (figura 15). Se tomará en consideración la información que proporcionan los planos de planta importados, para una correcta restricción de muros al momento de crear la representación 3D de la infraestructura objeto de análisis.

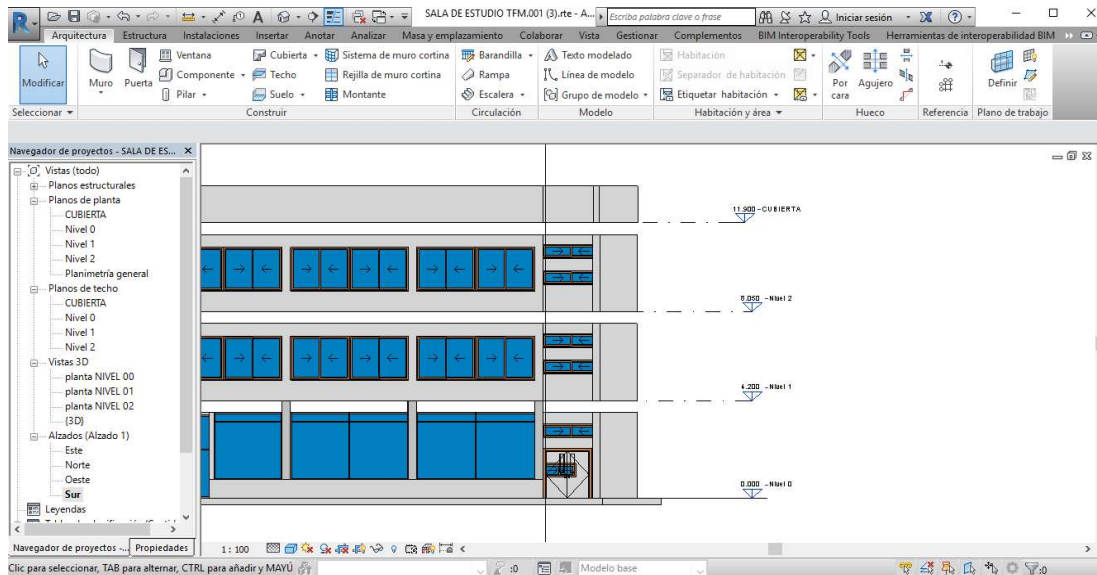


figura 15. Visualización de niveles fuente: Elaboración propia

Una vez se trabaja con los datos iniciales, continuamos con la inserción de muros exteriores e interiores. Se elegirá la opción de muro arquitectónico que dispone de una variedad de muros básicos ya predefinidos. Luego se realizará el suelo arquitectónico.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

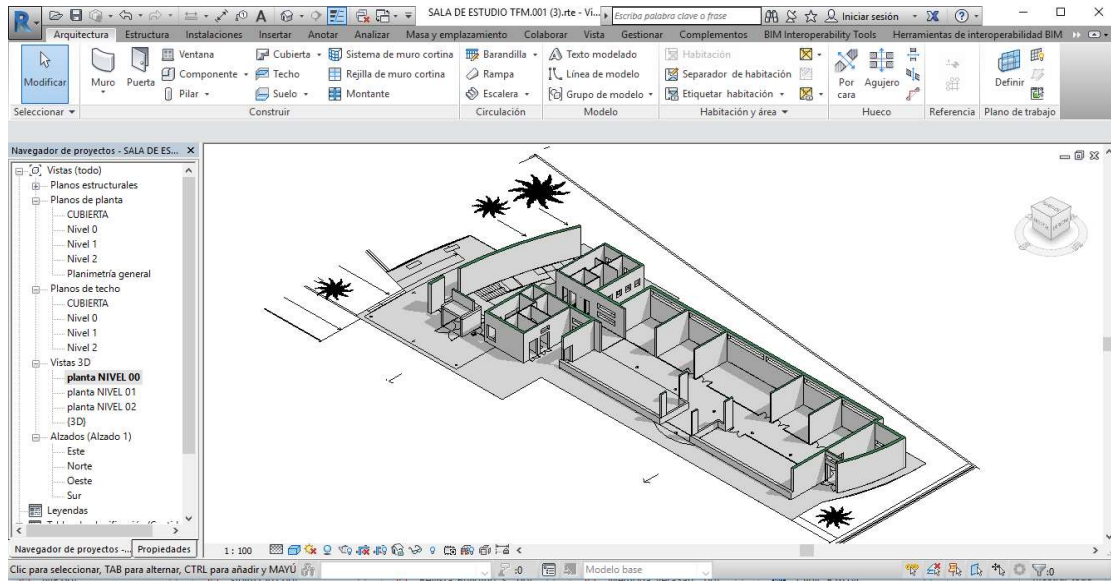


figura 16. Creación de muros y suelo en Planta Baja fuente: Elaboración propia

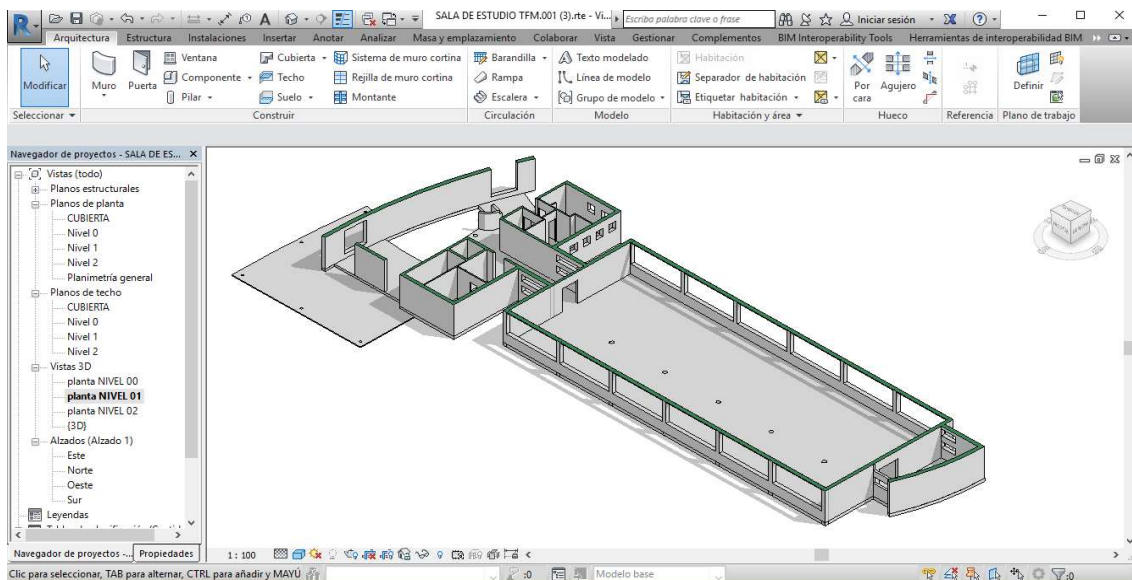


figura 17. Creación de muros y suelo en Primera Planta fuente: Elaboración propia

Ya definidos los muros y suelo de cada planta, continuamos con puertas y ventanas. Es importante considerar que cada puerta o ventana debe estar dentro de una pared o un elemento (anfitrión) que la pueda sostener (figura 18), de la misma manera continuamos incluyendo muros cortina con sus respectivos marcos y parámetros (figura 19).



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

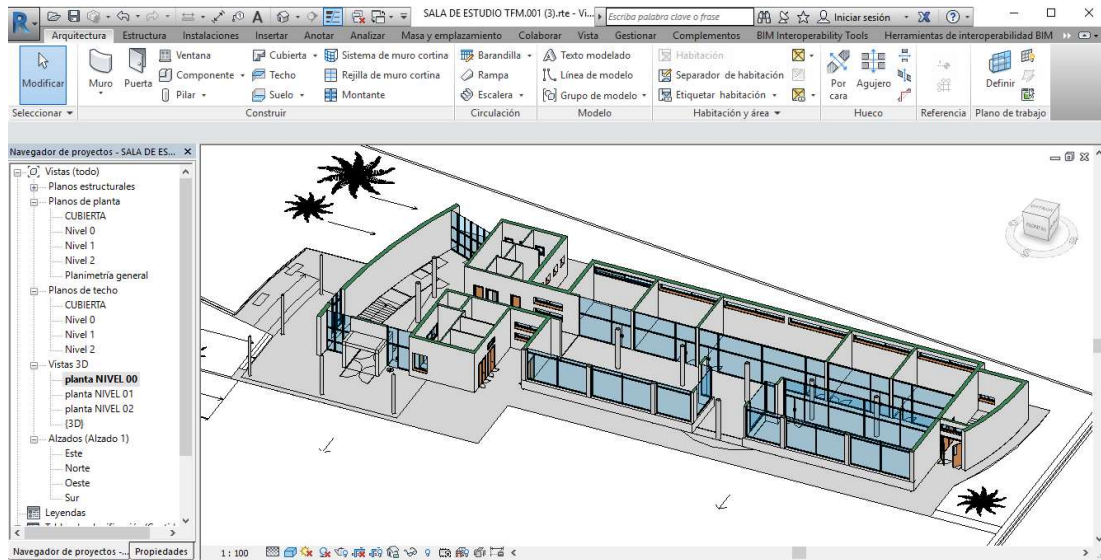


figura 18. Creación de puertas y ventanas Planta Baja fuente: Elaboración propia

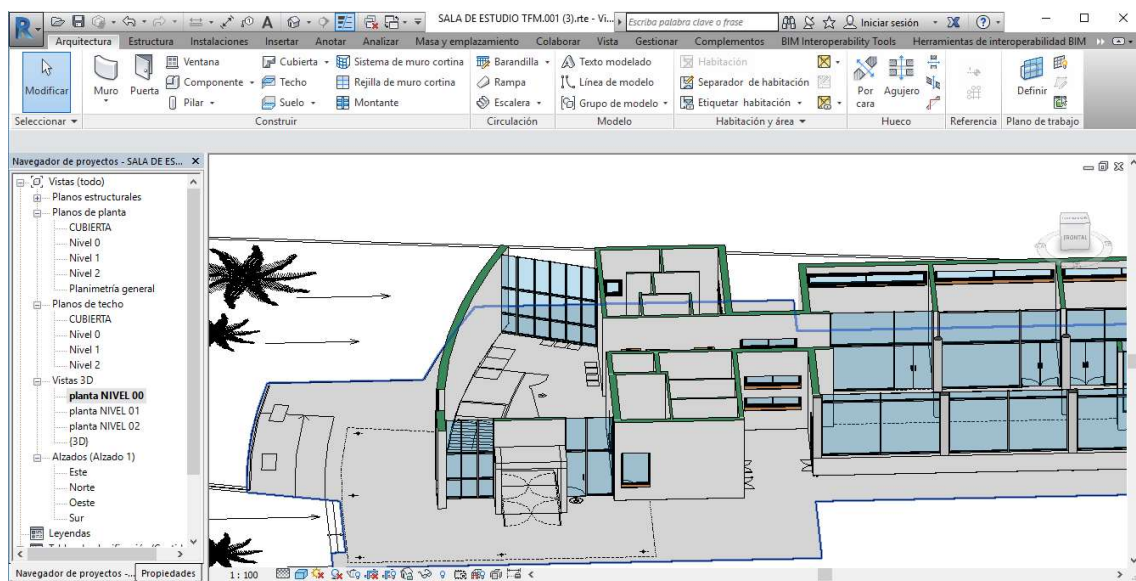


figura 19. Creación de muros cortina Planta Baja fuente: Elaboración propia

repetimos el mismo proceso para las siguientes plantas, siguiendo orden y ubicación que marca los planos CAD insertados.



3.2.4 Trabajo de campo (Segunda Visita)

En esta segunda visita se realiza un trabajo más minucioso, en comparación con la primera visita al inmueble objeto de estudio, el Edificio de Servicios al Alumnado Campus Anchieta.

Una vez creado el modelo 3D en Revit, se encontró algunas medidas que no concordaban con los datos proporcionados por los planos CAD. Además, se tomaron datos de medidas que no aparecían en los planos (sobre todo en altura) y datos incongruentes de lo observado en la primera visita. Cabe resaltar que los planos CAD proporcionados por la oficina técnica de la Universidad de La Laguna, cuentan solamente con planos en planta que, a pesar de ser la representación principal del sistema diédrico, quedan datos y medidas que necesariamente figuran en planos de alzado y corte.

Para la visita y obtención de datos se cuenta con un juego de planos impresos en formato A3, planos que detallan cada una de las tres plantas con las que cuenta el edificio objeto de estudio. El levantamiento se realiza con un sistema de medida directa de manejo sencillo usando un distanciómetro láser y flexómetro. La toma de medidas con el distanciómetro láser se realiza en casos de alturas de entrepisos y medidas de pared a pared cuando éstas sobrepasen los 2 metros y, en general, cuando se deban tomar o comprobar medidas de largo alcance. El flexómetro se emplea en la toma de medidas de menor dimensión, sean medidas vinculadas a ventanas, puertas, vanos o demás estructuras que involucren la edificación.

Con el plano impreso en mano se procede a realizar el levantamiento. Conforme se tomen y/o comprueben medidas se debe ir marcando los lugares en el plano impreso para dejar constancia y no tener desorden en la recopilación de datos, siguiendo un orden desde la segunda planta, pasando por la primera planta continuamos por planta baja y en un recorrido final por los exteriores del edificio. Se realizará, de igual manera, una recopilación fotográfica que servirá para tener en claro el posicionamiento horizontal o vertical de ventanas, huecos, vanos etc.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

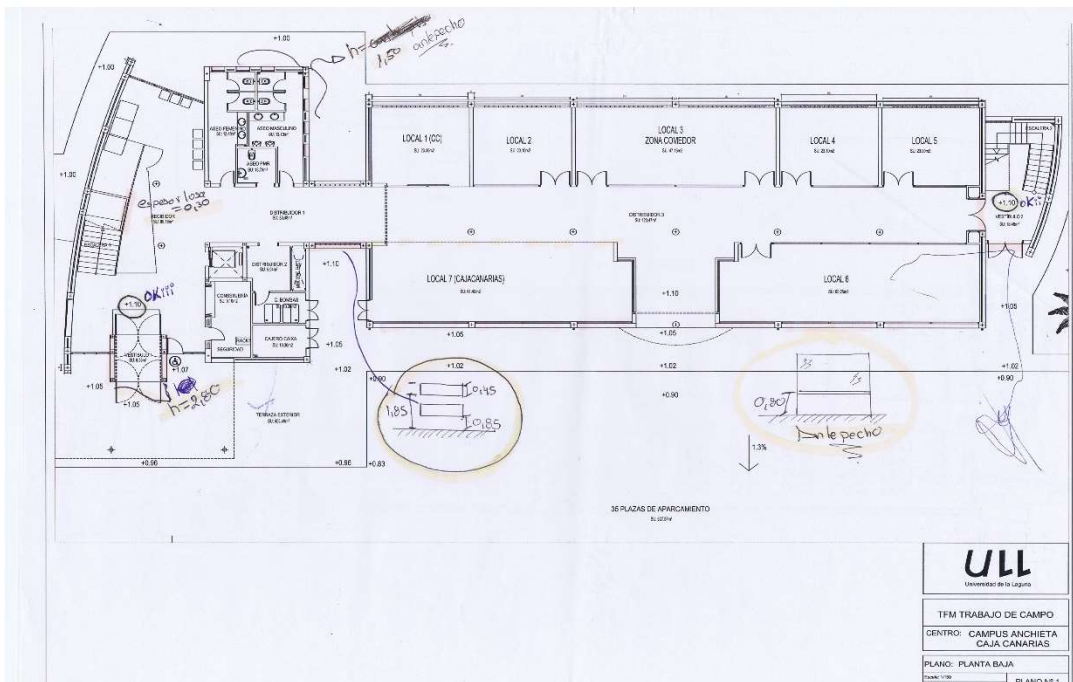


figura 22. Plano de trabajo de campo, Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración propia

Planos de trabajo de Planta Baja (figura 22) y Primera Planta (figura 23)

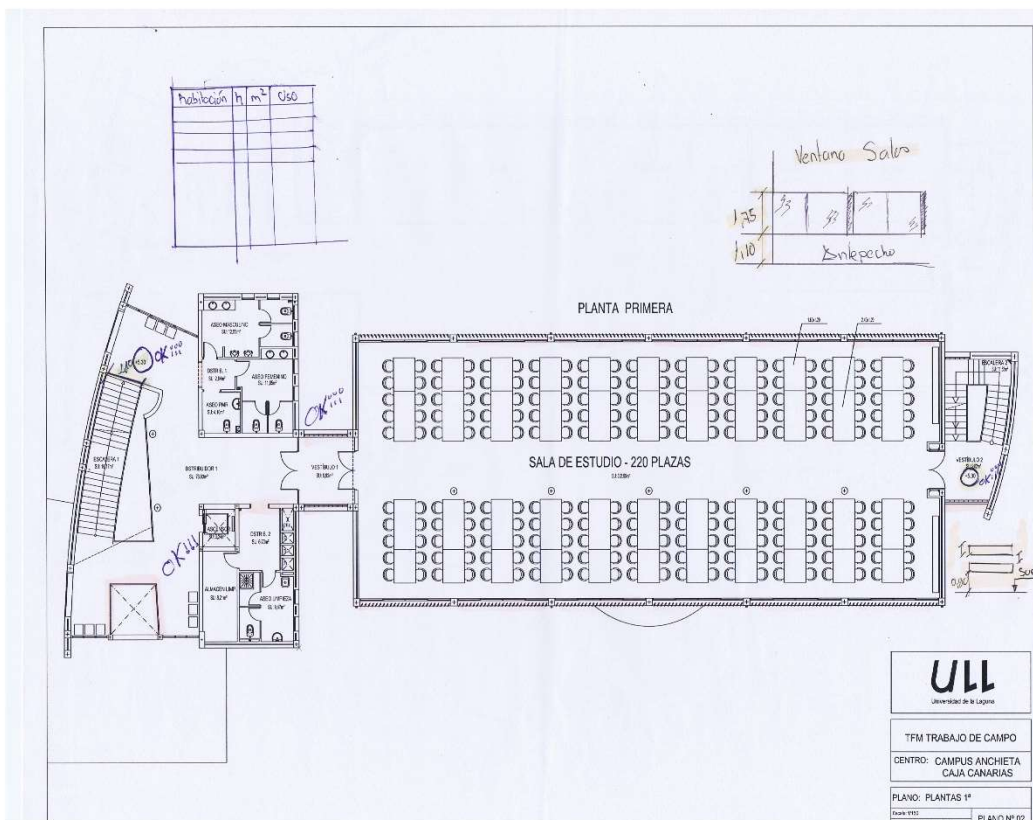


figura 23. Plano de trabajo de campo, Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración propia



figura 24. Toma de medidas, Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración propia

Confirmación de medidas en muros cortina (figura 24). Toma de medidas en no especificadas en planos (figura 25). Comprobación de medidas con distanciómetro laser (figura 26).

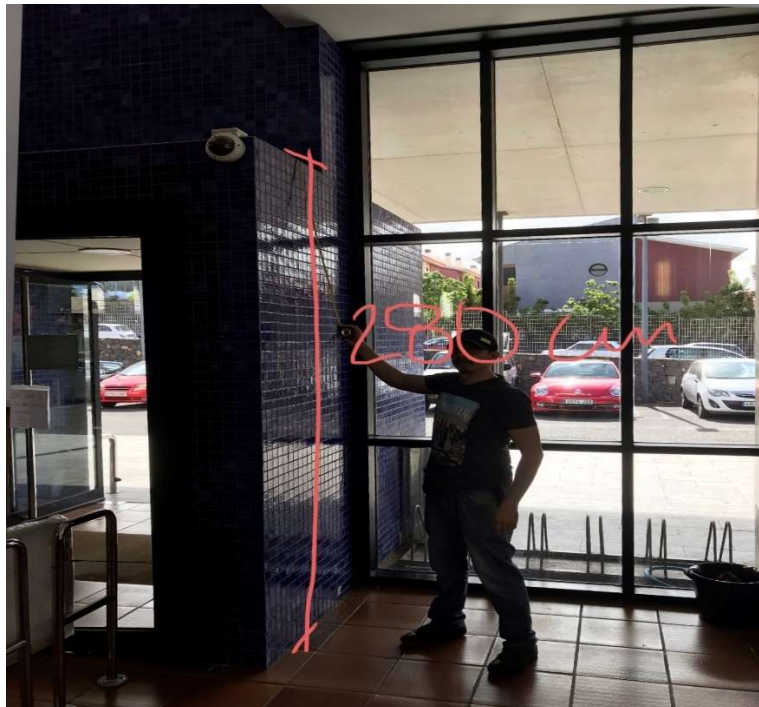


figura 25. Toma de medidas, Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración propia



figura 26. Toma de medidas, Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración propia

Con la información confirmada y recopilada se procede a continuar con el modelo 3D, ajustando medidas donde no se tenía la certeza de las de los planos CAD y en otros casos se incluirán elementos no existentes o que no se tenía constancia en los planos de planta CAD.

3.2.5 Edición del modelo BIM

En este proceso el modelo finalizado tendrá una revisión en la que se prepara el modelo BIM con el fin de dejarlo listo para que se pueda trabajar en contextos del FM. La revisión del modelo consiste en realizar un filtrado de los elementos de modelado para evitar disponer de un modelo sobrecargado de información innecesaria, teniendo en cuenta que el fichero debe ser ligero, con la información indispensable y necesaria para la gestión de mantenimiento.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)

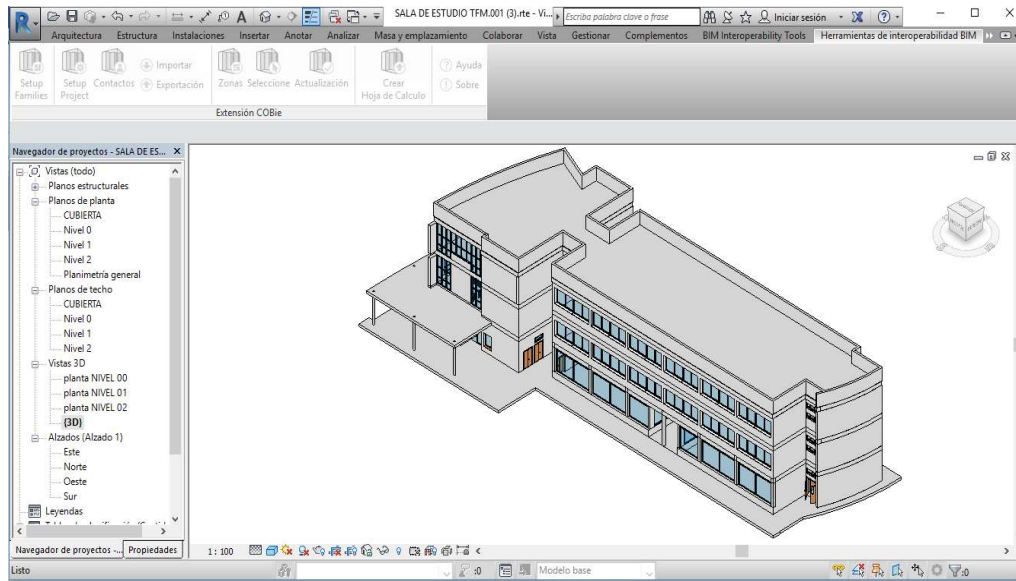


figura 27. Modelo BIM editado, Sala de Estudio Caja Canarias fuente: Elaboración propia

3.3 Uso de este modelo BIM en contextos de FM.

Creado el modelo BIM del edificio objeto de estudio, vamos a implementarlo en contextos de FM, centralizando su información para tener un flujo de información accesible de forma simple con el fin de realizar la operación y mantenimiento de la infraestructura, todo en un entorno BIM.

En un entorno BIM el intercambio de datos la información del modelo tiene que ser lo más segura posible. Además, el no perder información y no tener distorsión de datos es la base para el correcto desempeño de lo que se quiere realizar. Para esto, la interoperabilidad es la clave y la mejor manera de lograr una interoperabilidad exitosa es por medio del formato IFC (Industry Foundation Classes), dado que facilita la integración de todos involucrados en un proceso constructivo y el intercambio de la información se realiza con un formato estándar abierto.

Para explorar el potencial de los entornos de FM usando el modelo BIM del edificio objeto de estudio, creado anteriormente, se procede a realizar un reconocimiento de cada una de las plataformas propuestas anteriormente en la sección 2.3, en donde se detalló brevemente sus características principales. De esta forma, se podrá apreciar las necesidades de interoperabilidad que exige cada plataforma y el porqué de su propuesta para el presente trabajo. Se citará en este apartado también la aplicación de Autodesk por ser colaborador directo de Revit, y examinar su rendimiento como plataforma de gestión.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)

- ArchiFM
- EcoDomus
- Revizto
- YouBIM
- BIM360

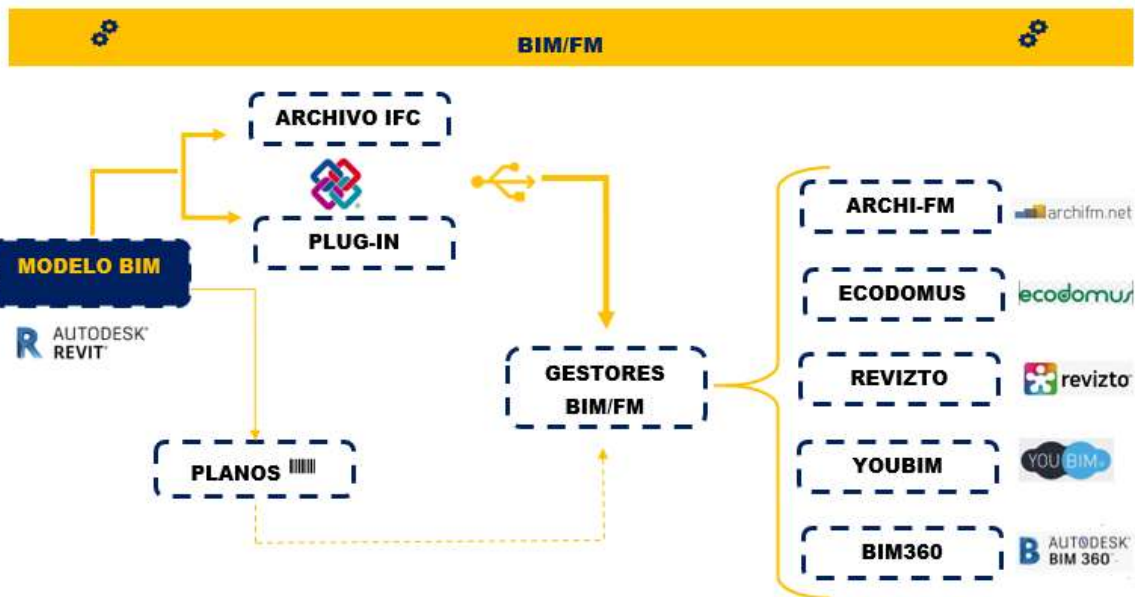


figura 28. BIM/FM fuente: Elaboración propia

ArchiFM

Se integró ArchiFM debido a que pertenece a la casa de Graphisoft, y siendo una aplicación directa de ArchiCad que, junto con Revit es uno de los programas de mayor uso en el proceso del modelado BIM.

ArchiFM es un programa dedicado a la gestión de instalaciones, que se puede trabajar desde un navegador web. Al ser un a aplicación directa de ArchiCad no necesita conectores y coordina automáticamente la información entre las bases de datos de las instalaciones ya que al realizar cambios en cualquier área de la edificación esta se actualiza automáticamente en la base de datos.

En este caso se crea un archivo IFC del modelo Revit, en el cuadro de dialogo de la interfaz de Revit presionamos exportar IFC (Figura 29), y en el cuadro que despliega se procede a dar nombre al archivo IFC y una ruta en el mismo cuadro (Figura 30) desplegamos Current Selected Setup y seleccionamos IFC 4 Desing Transfer View (Revit 2017). Esto permitirá visualizar el modelo libremente en ArchiCad y utilizar la aplicación de ArchiFM.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

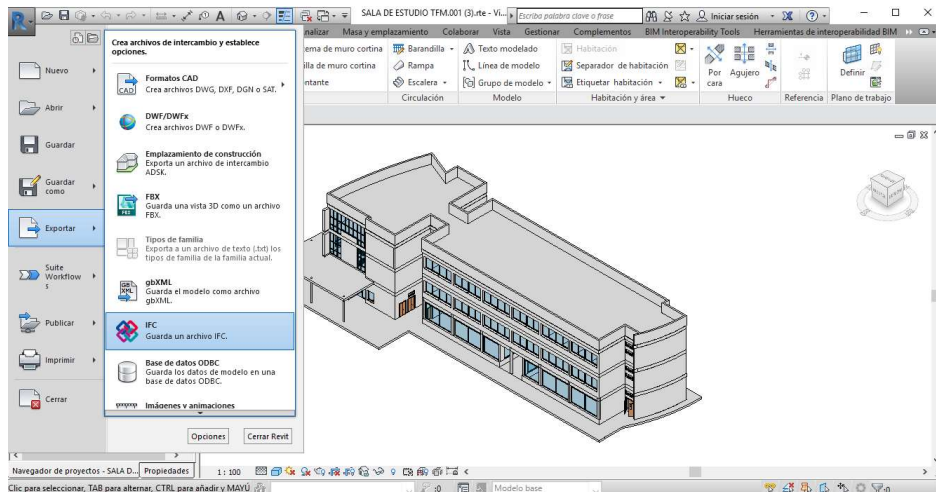


figura 29. Importación del modelo fuente: Elaboración propia

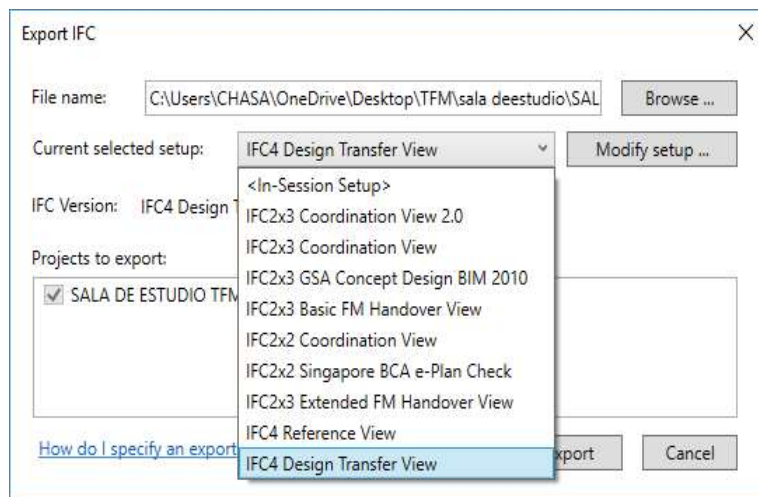


figura 30. Cuadro de selección de IFC fuente: Elaboración propia

ArchiFm cuenta con una interfaz que permite interactuar de una forma sencilla y práctica. Su interfaz del menú inicio se asemeja a un sitio WEB, de fácil acceso y navegación por sus contenidos, brindando facilidades al usuario. (Figura 31).



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)



figura 31. Visualización de interfaz fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se aprecia la manera de clasificar la información por rangos o categorías. El procedimiento que se realiza es un archivo similar a una hoja de cálculo (Figura 32)

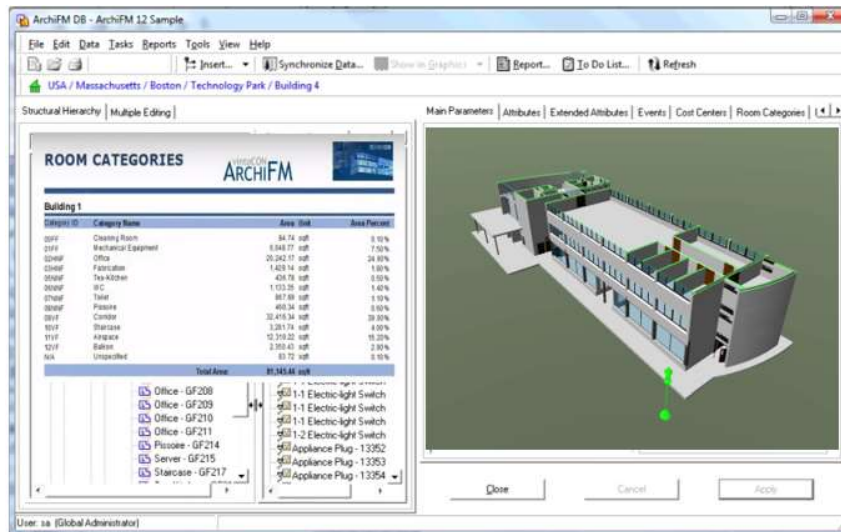


figura 32. Cuadro de clasificación fuente: Elaboración propia.

El modelo puede ser dividido realizando un despiece de los espacios, habitaciones y conjunto de espacios que tienen diferente actividad y realizar la respectiva orden de trabajo sea actividad de mantenimiento o resolución de problemas. Como se aprecia en la (figura 33) se realiza un paneo de dos departamentos, a los cuales se les genera una orden de trabajo individual.



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)



figura 33. Visualización de espacios fuente: Archifm.com.

EcoDomus

EcoDomus permite la integración de la información en tiempo real con el modelo 3D permitiendo tener una conexión de sus fuentes de datos para disponer de una imagen completa de todos los elementos de la instalación

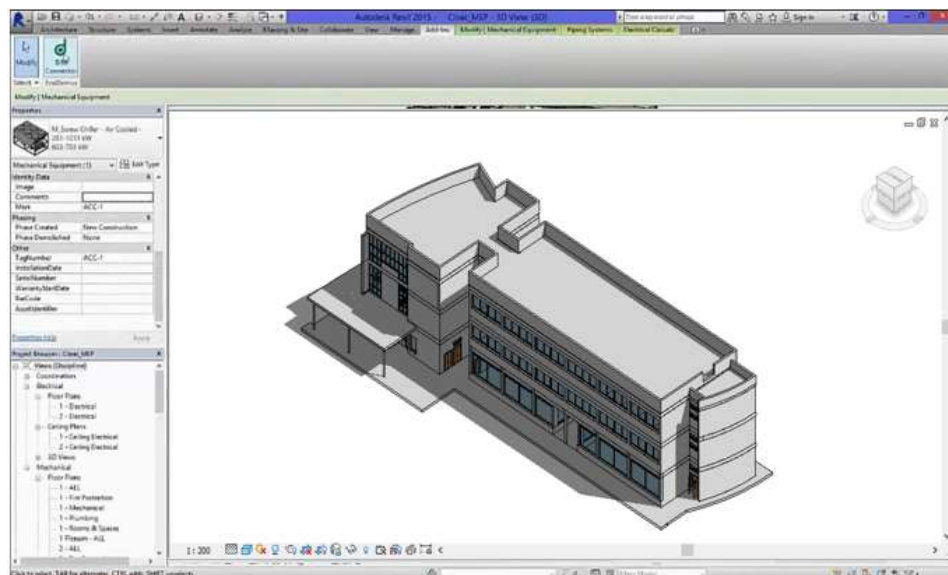


figura 34. Captura de exportación a ECODOMUS fuente: Elaboración propia

Este software es de fácil conexión mediante un plugin para Revit sin necesidad de crear un archivo IFC. Se obtiene una visión del modelo 3D en el cual se puede acceder a las instalaciones



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)

de manera fácil y eso permite realizar un análisis correcto del rendimiento del edificio. Cuenta con una versión de prueba EcoDomus COBie Basic

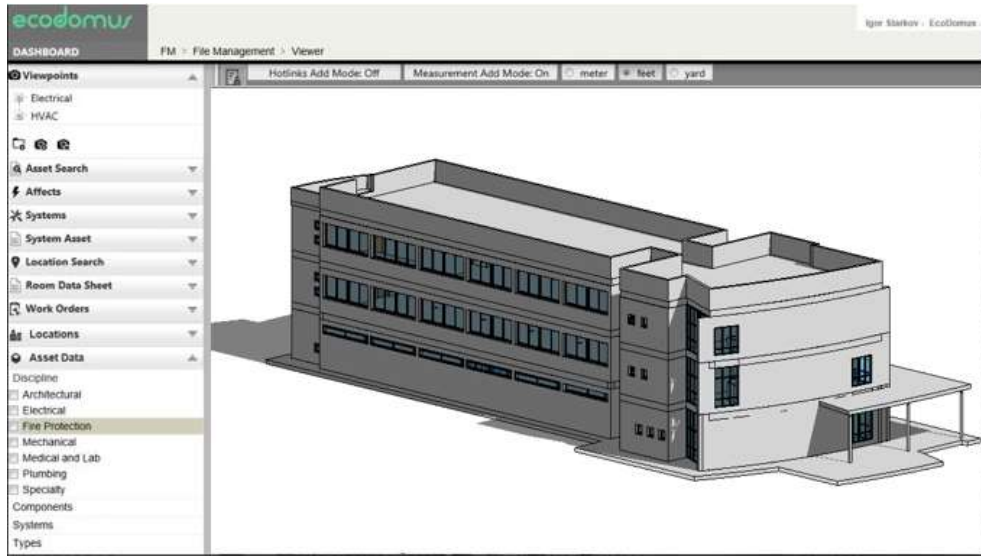


figura 35. Captura de exportación a ECODOMUS fuente: Elaboración propia

EcoDomus con soporte en la nube realiza la exportación de datos desde Revit hasta EcoDomus por medio de entidades COBie

| Name | Description | Location | Type | Material | Quantity | Unit | System | Assembly | Connection | Impact | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|----------|---------------|----------|----------|------|--------|----------|------------|--------|----------|----------|----------|-----|-----|------|-----|-----|--------|--------|--------|-------|--------|
| Backflow | Backflow | Fixed | ACME BPREV20 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Accesso | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Ball Valve | Ball valve | Fixed | ACME BV050 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Accesso | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Ball Valve | Ball valve | Fixed | ACME BV065 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Accesso | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Ball Valve | Ball valve | Fixed | ACME BV080 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Accesso | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Ball Valve | Ball valve | Fixed | ACME BV100 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Accesso | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Ball Valve | Ball valve | Fixed | ACME BV150 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Accesso | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Air Separator | Air separ | Fixed | ACME AS0314 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Accesso | 410379a | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Elevator | Elevator | Fixed | OTIS Gen2 200 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 5066398 | n/a | 20 | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Duplex Re | Receptac | Fixed | ACME REC-D-G | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | 24.89 | 31.75 | 106.68 | 2095W | Tradit |
| Duplex Re | Receptac | Fixed | ACME REC-D-S | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | 19.812 | 33.579 | 83.337 | 800KH | Tradit |
| Fire Extn | Fire extn | Fixed | ACME FEC-1 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 374a680 | n/a | 20 | Year | n/a | n/a | 232 | 594 | 1774 | n/a | n/a |
| Grab Bar | Grab bar | Fixed | ACME 8370-001 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | c16f204f | n/a | 10 | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Grab Bar | Grab bar | Fixed | ACME 8370-001 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | c16f204f | n/a | 10 | Year | n/a | n/a | 762 | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Equip-A11 | Mirror | Fixed | ACME A1066B | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4910d0e | n/a | 5 | Year | n/a | n/a | n/a | 610 | 914 | n/a | n/a |
| Shower S | Shower s | Fixed | ACME DISG6F | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4910d0e | n/a | 10 | Year | n/a | n/a | 430 | 570 | 194 | n/a | n/a |
| Towel Dis | Towel dis | Fixed | ACME T-04392 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4550215f | n/a | 10 | Year | n/a | n/a | 102 | 524 | 435 | n/a | n/a |
| Water Cb | Water cb | Fixed | ACME P-9950 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Drinking | Drinking | Fixed | ACME R-2201 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| M. Floor | Floor drai | Fixed | ACME FD100 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Lavatory | Lavatory | Fixed | ACME P-3070 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Shower P | Shower | Fixed | ACME P-5040 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Sink D-07 | Sink w | Fixed | ACME D-0795 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| M. Sink | Mop sink | Fixed | ACME P-4710 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | 762 | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Mon Basin | Mon basin | Fixed | ACME P-4700 | parts | warr | 3 | labor | warr | 3 | Year | Autodesk | Aparatos | 4ec17585 | n/a | n/a | Year | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |

figura 36. Muestra de un fichero COBie. fuente: Elaboración propia.



Revizto

Revizto es un visor y editor BIM. El modelo se exporta fácilmente desde Revit por medio del plugin que se incluye en su interfaz. Al ir a la pestaña Revizto 4, donde aparecerá el icono de exportar Revizto (Figura 37), la exportación no necesita de crear un archivo IFC. Se pueden realizar informes fotográficos con órdenes de trabajo y es posible editar objetos sin necesidad de regresar a Revit

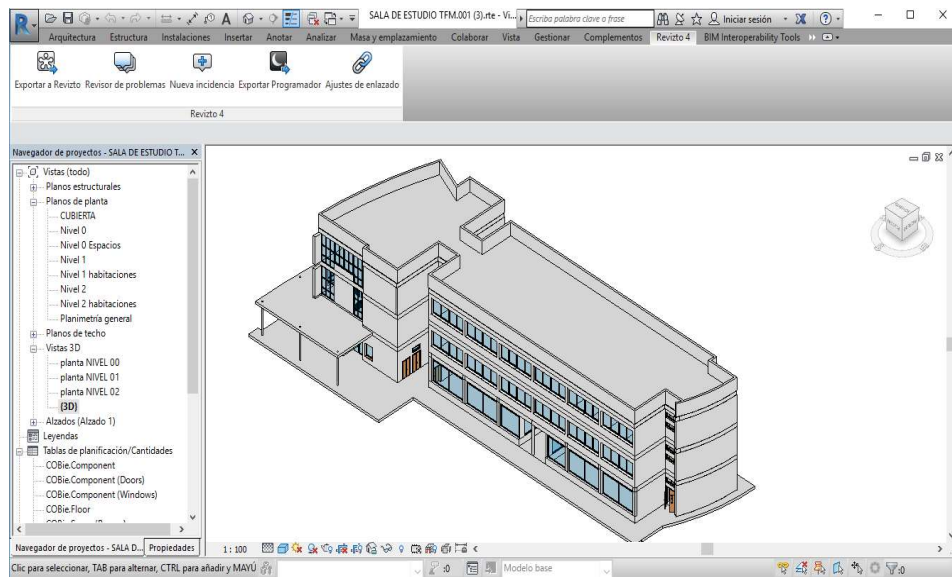


figura 37. Captura de la exportación a Revizto. fuente: Elaboración propia

El archivo exportado se aloja en la nube de Revizto y podrá visualizarse desde el editor (figura 38). El archivo puede ser compartido en tiempo real a otro usuario desde su visor



figura 38. Captura del visor. fuente: Elaboración propia



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)

Revit, mediante su herramienta Issue Tracker (rastreador de problemas), permite colaborar con todos los agentes involucrados en el proyecto y en cualquier fase que se encuentre. En este caso lo aplicamos a la infraestructura objeto de estudio. Al presionar rastreador de problemas se despliega la bandeja con todas las incidencias.



figura 39. Captura de vista de incidencias. fuente: Elaboración propia

Se puede revisar y organizar incidencias, delegar trabajos específicos según el nivel de requerimiento que le llegara a la persona responsable por medio de un mensaje (texto y mail) en su Tablet o móvil. Si pulsamos sobre la incidencia, ésta irá directamente al corte, planta, fotografía o 3D importado de Revit.

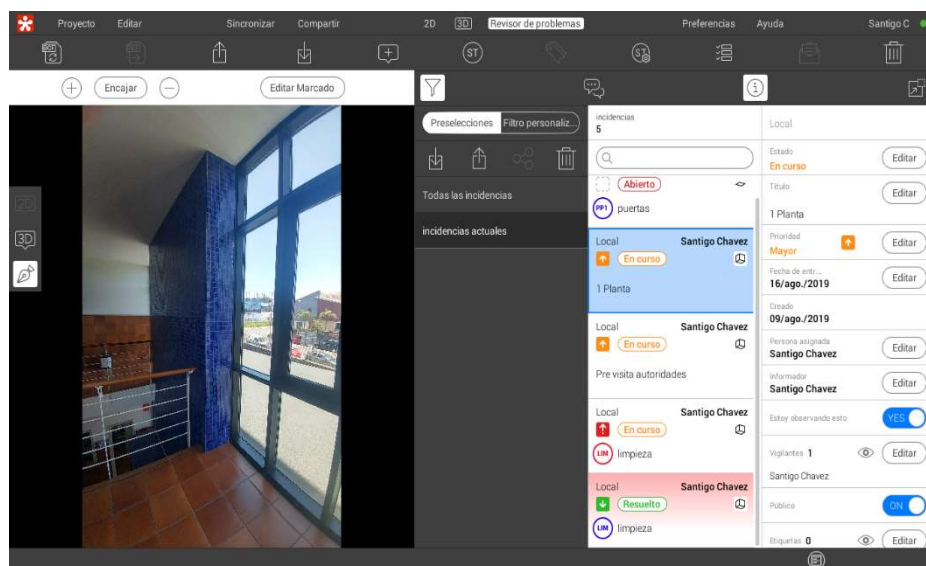


figura 40. Captura de detalle de incidencias. fuente: Elaboración propia



El cuadro de incidencias refleja el estado en que se encuentra la incidencia, tema a tratar, la prioridad, fecha de creación, fecha de límite de entrega, persona que creó la incidencia y persona responsable.

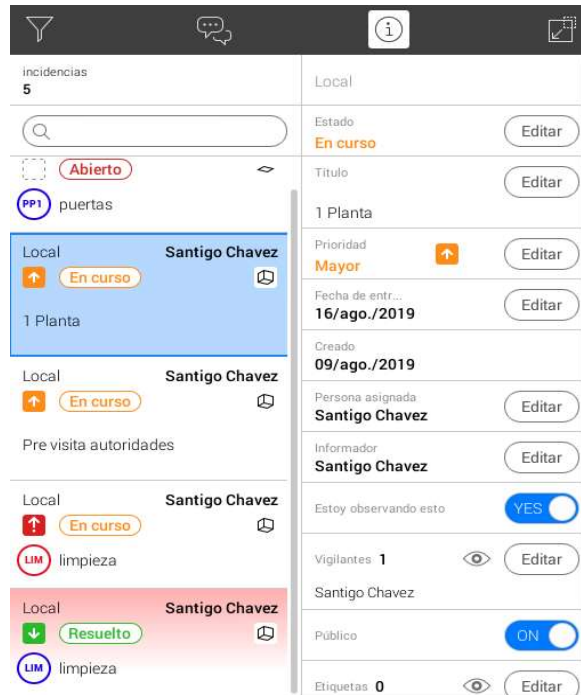


figura 41. Captura de cuadro de incidencias. fuente: Elaboración propia

Revizto al ser un visor cuenta con una aplicación gratuita para navegar por el proyecto Revizto Oculus Viewer con una sensación inmersiva a la edificación, igualmente lo que figura o sea observado por el usuario en su inmersión será observado en el ordenador o Tablet por otros usuarios (Figura 42).



figura 42. Captura de la función de Oculus Viewer. fuente: Revizto.com

YouBIM

YouBIM es un software con base en la nube y es útil en todo el ciclo de vida de la edificación. Siempre se tendrá acceso directo a la información sea en formato 2D o en modelo BIM. Cuenta con una versión de prueba a la que se puede acceder realizando previamente un curso de capacitación que ofrece la misma empresa obteniendo una certificación YouBIM.

De la misma manera que el software anterior, YouBIM debe ser descargado y la aplicación se incorpora directamente a la interfaz de Revit sin necesidad de crear un archivo IFC. La exportación de la información es rápida y sencilla resguardando los archivos en la nube YouBIM



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

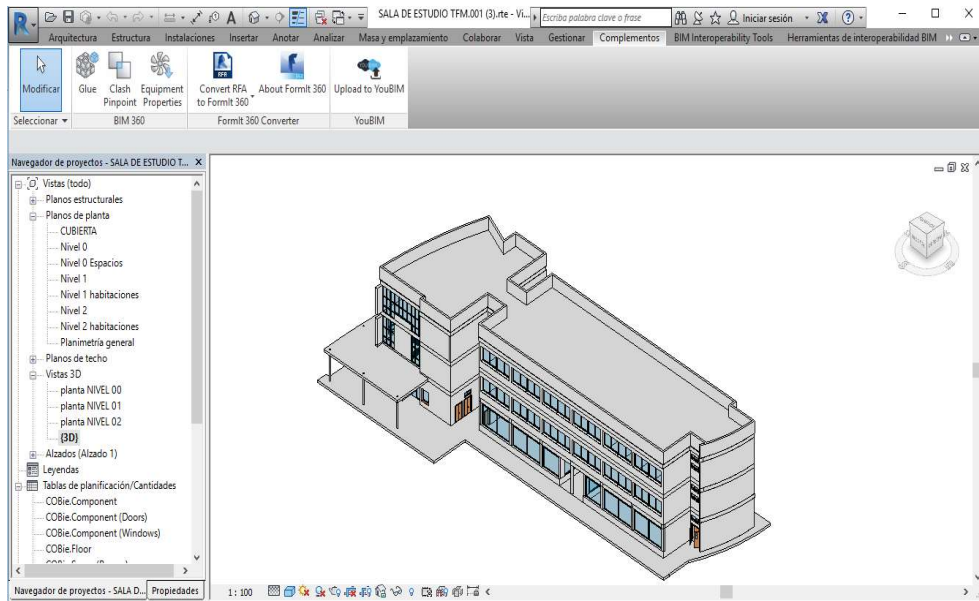


figura 43. Captura de exportación fuente: Elaboración propia

YouBIM, mediante sus visores 2D Y 3D activa solicitudes de trabajo, ordenes de trabajo, sean estas en equipos o en edificación. Dando la ubicación del problema en la infraestructura como si fuera un Google Maps y con el mérito que al realizar la ubicación se despliega la información de historial, especificaciones, medidas y tareas ya realizadas.

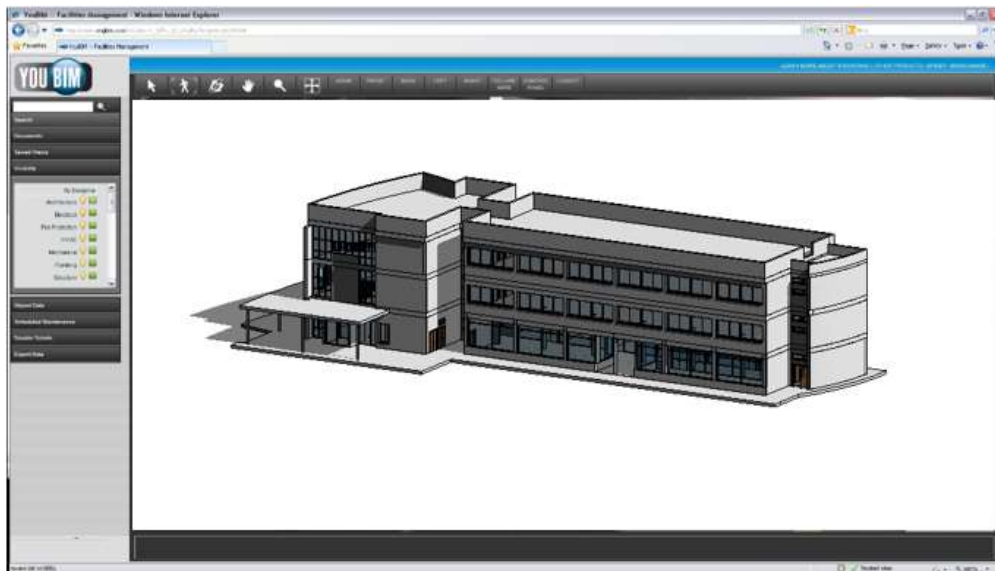


figura 44. Ubicación del problema fuente: Elaboración propia



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)

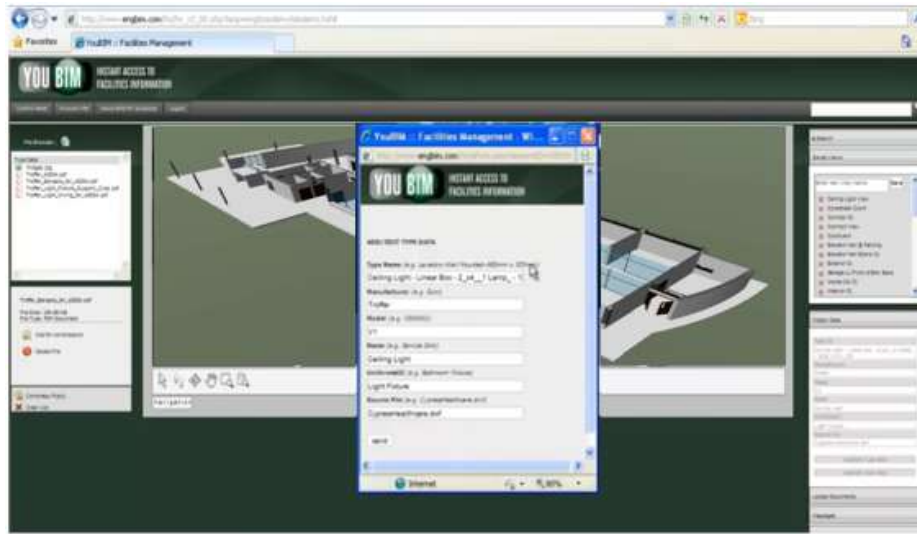


figura 45. Despliegue de información fuente: Elaboración propia.

BIM360

BIM360 sirve como herramienta de colaboración de gestión de proyecto en la que pueden intervenir todos los involucrados, ya que maneja su información desde la nube y eso facilita la coordinación para tratar de cometer el menor número de errores y confusiones, aprovechar ese tiempo y direccionarlo en producción.

Su principal función es coordinar en la fase de diseño y una variante que trabaja con los flujos de trabajo informando correctamente en la etapa de pre-construcción y construcción.

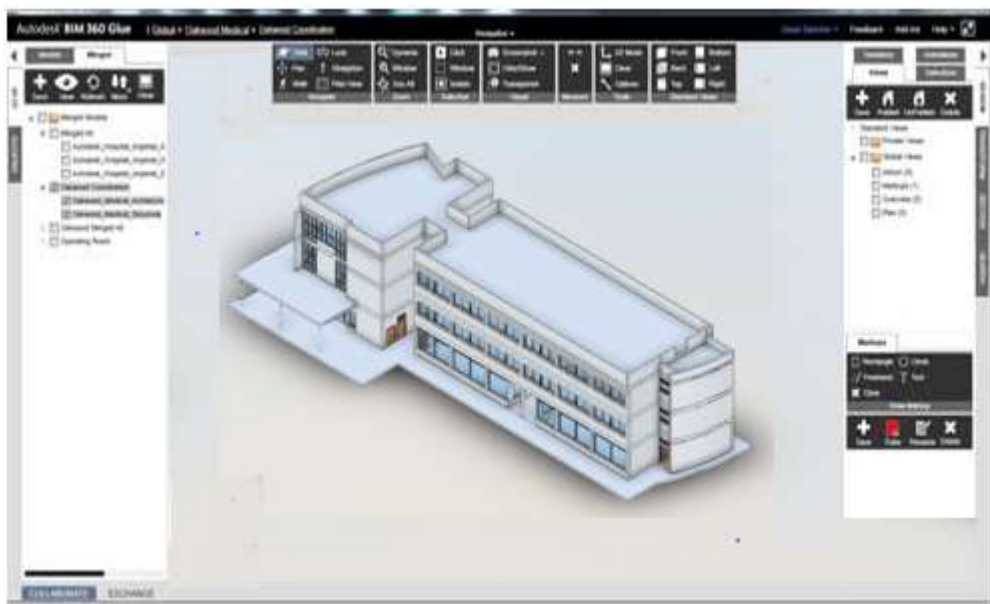


figura 46. Despliegue de información fuente: Elaboración propia



Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto: Edificio de Servicios al Alumnado ULL. (Caja Canarias del Campus Anchieta)

BIM360 cuenta con una interfaz muy accesible y fácil de manejar, en la interfaz de inicio se podrá contemplar cada proyecto que se esté trabajando o trabajado anteriormente, si el caso es realizar notificaciones de incidencias o avisos no se cuenta con ese sistema de aviso mediante chat o mail siendo una desventaja ante los otros softwares.

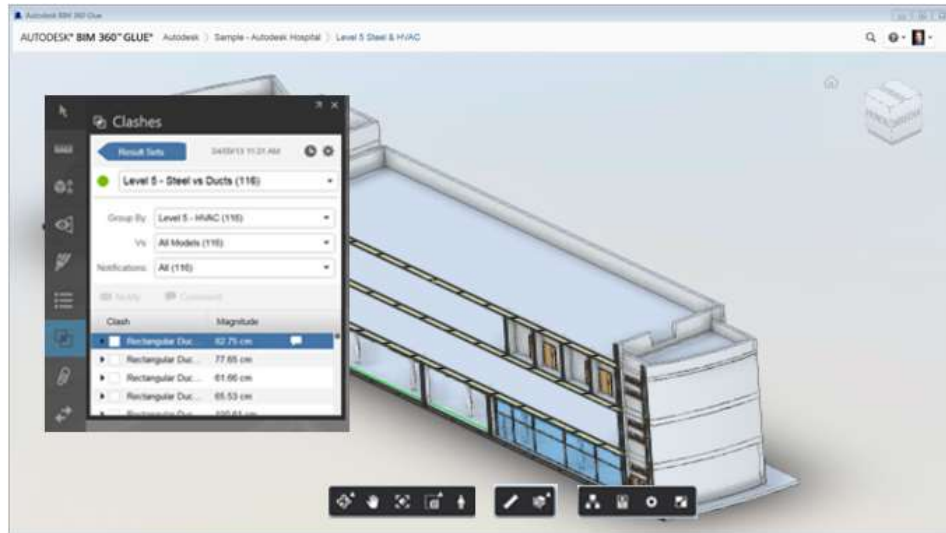


figura 47. Despliegue del modelo desde el visor fuente: Elaboración propia

| | ARCHIFM | ECO-DOMUS | REVIZTO | BIM360 | YouBIM |
|--|--|--|--|-------------------------|--|
| Características | | | | | |
| Objetivo principal | Planificación de construcción, activos y mantenimiento | Planificación de activos y mantenimiento | Planificación de activos y mantenimiento | Gestion de construccion | Planificación de activos y mantenimiento |
| Versión de prueba | X | X | X | X | X |
| Exporta por medio de Plugin | | X | X | X | X |
| Conexión BIM | Bidireccional | Bidireccional | Bidireccional | Bidireccional | Bidireccional |
| Visualizador de información | | COBie | AEC | ficheros | COBie |
| Conservación de información en la nube | X | X | X | X | X |
| Productor | GRAPHISOFT | ContEL | VIZERRA | Autodesk | STAR-UPS |
| Aplicación móvil | X | X | X | X | X |
| Coste | Por Plan de Proyecto | Por Plan de Proyecto | Por Plan de Proyecto | Por Plan de Proyecto | Por Plan de Proyecto |

Tabla 1. Comparativa de softwares FM. Fuente: Elaboración Propia



3.4 Relación de la gestión FM sin BIM y del FM integrado al BIM

Ya realizado el reconocimiento de los distintos entornos para una gestión FM por medio de la integración del BIM, se explicará el flujo de trabajo que se genera mediante una práctica habitual sin BIM al suscitarse una necesidad, incidencia o cualquier otro inconveniente generado en la infraestructura. De igual forma, se explicará el flujo de trabajo que produce al realizar el FM integrado al BIM.

En la (figura 48) se interpreta el flujo de trabajo habitual al momento de enfrentar una incidencia, en la que los involucrados de gestionar el mantenimiento y operación de la infraestructura se rigen por un plan de mantenimiento tradicional sin herramientas de gestión y análisis que intercambien datos de manera simultánea entre todos los involucrados.

El orden de proceder para resolver una incidencia no cuenta con la sincronización de todos los implicados en una gestión de mantenimiento, donde el flujo de trabajo colaborativo debe destacar para no perder detalle de la incidencia. Una incidencia podría necesitar apoyo de involucrados indirectamente y sin los canales de comunicación necesario se generan ordenes de trabajo menos productivas.

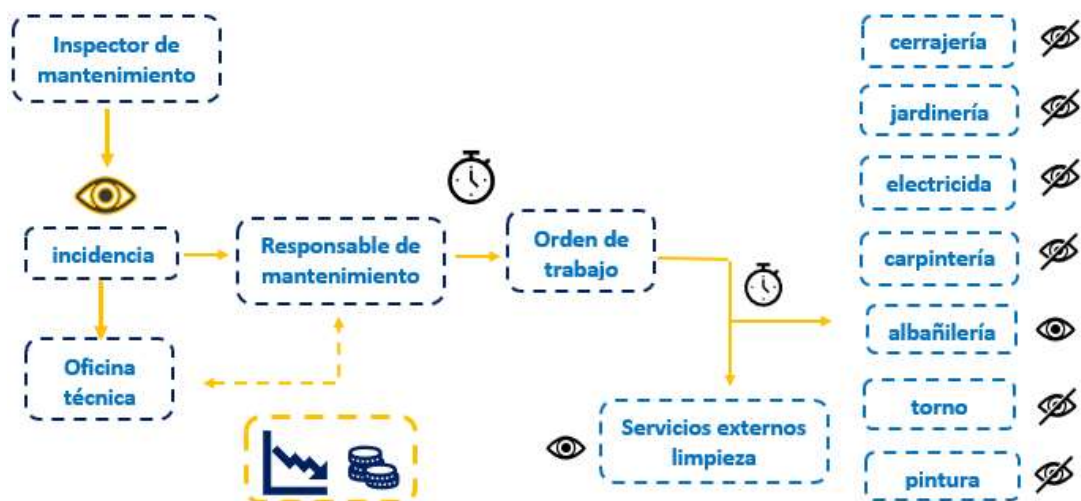


figura 48. Diagrama de procedimiento habitual de reporte de incidencia fuente: Elaboración propia

A continuación, en el siguiente diagrama (figura 49) es importante interpretar el relieve de la gestión del mantenimiento mediante BIM para afrontar una incidencia en la que los involucrados en la gestión del mantenimiento y operación de una edificación se asocian mas a un plan de mantenimiento contemporáneo con un intercambio de datos dinámico y participativo.



Al crearse una incidencia esta notificara en el mismo periodo de tiempo a todos los involucrados, si bien la incidencia debería ser resuelta por un involucrado en particular, el que los demás involucrados están al tanto de la incidencia permite valorar y saber si es necesario el apoyo e intervención de otro involucrado del grupo de mantenimiento. Esta genera mejores tiempos de trabajo evitando realizar diferentes ordenes de trabajo para una sola incidencia, los flujos de trabajo planteados se favorecen permitiendo tomar acciones correctivas anticipadas ya que al integrar el BIM en las gestiones del mantenimiento se obtiene una mejor fluidez de los datos y un modelo con su información actualizada.

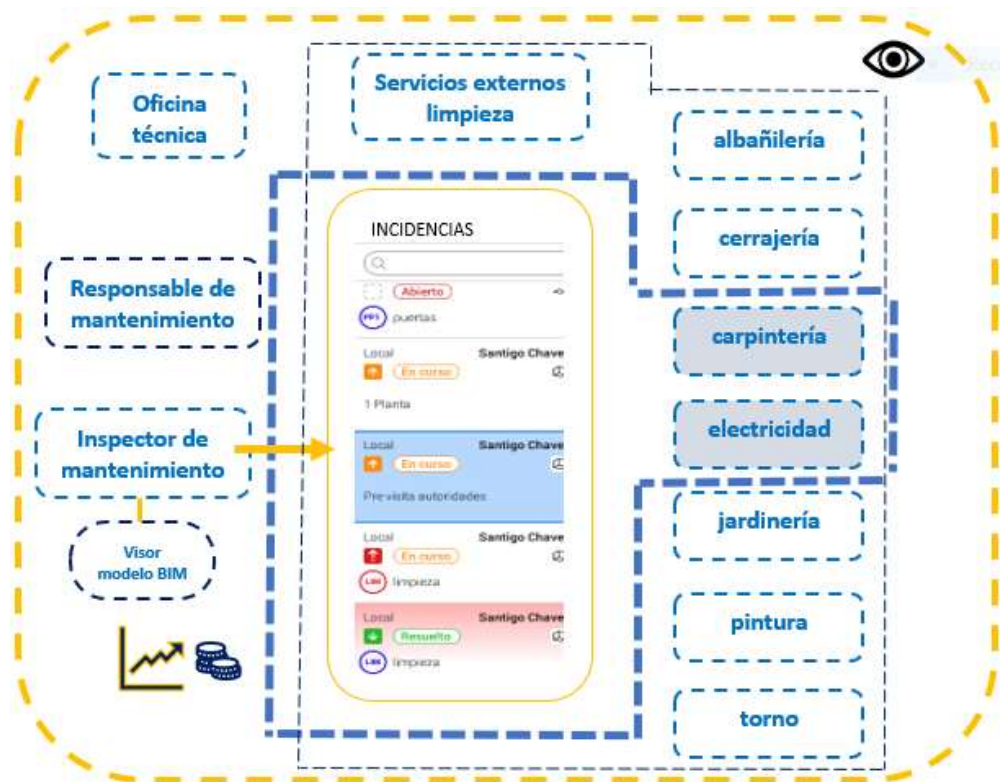


figura 49. Diagrama de flujo de incidencias FM/BIM fuente: Elaboración propia



4 Resultados

Para los resultados de este presente trabajo se tomará en cuenta la secuencia de lo realizado, de esta manera se puede informar los resultados de acuerdo con la recopilación de información, modelado de la infraestructura existente, los softwares BIM/FM e implementación del modelo en un entorno FM.

En el desarrollo del presente trabajo se evidencio que la información investigada tanto bibliográfica como de trabajos de investigación que relaciona el BIM con el FM es escasa, comprobando que es una disciplina del BIM con alto potencial en desarrollo, con el material recopilado se logró extraer la suficiente información para poder comprender la gestión del mantenimiento integrado al BIM.

El usar el software Revit como herramienta en la fase del modelado de la infraestructura existente permitió convalidar los conocimientos adquiridos en la asignatura del presente máster denominado Modelado y Gestión de la información de la Construcción-BIM. Herramienta que proporciona buenos resultados y un modelo IFC útil, cabe indicar que la interfaz permite una visualización clara de las opciones y operaciones con las que se obtiene un modelo de calidad para el desarrollo del trabajo.

En cuanto a los softwares de edición y colaboración visual para realizar una gestión FM mediante un entorno BIM, de la gran variedad que existe en el mercado los que se han elegido para el presente trabajo destacan por el almacenamiento en la nube permitiendo acceder a una interfaz donde el modelo 3D es visualizado por todos los interesados y propietarios de igual manera la información generada estará actualizada en conjunto con el modelo.

Para la implementación del modelo en un entorno BIM de los softwares citados en este presente trabajo, Revit es el que mejores resultados exhibió desde su exportación, sin necesidad de guardarlo en formato IFC, exportando el modelo mediante el plugin instalado en el interfaz de Revit una vez descargado el software. El manejo del modelo es accesible a través de su visor y con la ayuda de su aplicación Issue Tracker (rastreador de problemas) como gestor de incidencias, la resolución de incidencias resulta ser funcional permitiendo la participación de todos los implicados exhibiendo un flujo de trabajo dinámico.

Como proyecto piloto es propicio para poder abrir el campo de esta rama del BIM y poder desarrollarlo en conjunto con las demás infraestructuras existentes de la Universidad.



5 Conclusiones

Durante el desarrollo del presente trabajo, se evidencia determinados beneficios de la integración del BIM a la gestión del mantenimiento y lo provechoso que resulta el uso de softwares BIM para tener un modelo con una información actualizada.

La operación de una edificación es un recurso que existe desde hace mucho tiempo y que ha cursado diferentes etapas en las que al inicio los propios usuarios u operarios se encargaban de gestionar el mantenimiento. A medida que las incidencias han adquirido complejidad se han ido creando departamentos de mantenimiento, normalmente sustentados en tablas o archivos informáticos con poco orden sin contar con un cruce de datos acorde (ej. Excel).

En la actualidad la gestión del mantenimiento integrado al BIM mediante la disciplina del Facility Management es una rama del BIM en pleno desarrollo con numerosas opciones por la variedad de softwares que cuenta el mercado cada uno adaptándose a la necesidad del interesado.

La creación de un modelo BIM para gestionar el mantenimiento de una infraestructura es esencial, debiéndose tomar precauciones al recopilar información si se parte de un modelo existente, ya que la mismo ha podido sufrir modificaciones sin quedar registradas. Trabajar con una infraestructura existente acarrea ciertos inconvenientes por no poder contar con la información completa, como ha sido nuestro caso, sin embargo, el realizar un plan con un flujo de trabajo ordenado para realizar el modelo BIM desenlaza en la obtención de un modelo acorde a las necesidades del trabajo sin dejar de lado el alcance que se le quiere dar al modelo.

La interoperabilidad que ofrecen los softwares FM es una ventaja, ya que al momento de exportar el modelo desde Revit al software FM es sencillo, ya que lo efectúa por medio de un plugin localizado en la interfaz de Revit, una vez descargado el programa de FM. El no usar un formato IFC permite obtener un archivo o información exportada de calidad, ya que conserva la mayor cantidad de información del proyecto. Asimismo, realizar cambios en el modelo desde el editor Facility Management permite que la información se actualice simultáneamente sin perder datos en ese lapso.

En conclusión, la normativa actual deja saber que trabajar con una metodología BIM ya es una realidad y viene a ser el presente y futuro de la industria de la construcción en cualquiera que sea su etapa (diseño, construcción, operación y mantenimiento). Incluir una metodología BIM en los procesos de gestión del mantenimiento es la base para lograr periodos de tiempos cortos y provechosos en la gestión de una necesidad o incidencia que genera la infraestructura en operación o mantenimiento,



reflejando ahorros en los costes generados. Teniendo en cuenta que el mayor gasto significativo en el ciclo de vida de una edificación es la etapa de operación y mantenimiento, se deberá hacer hincapié en una buena gestión del mantenimiento mediante BIM más aún si la edificación es desarrollada por el estado.

6 Líneas de trabajo futuro

Una vez se obtuvieron las conclusiones de este proyecto piloto se pueden plantear diversas líneas de trabajo. A continuación, se expondrán algunas que pueden resultar interesantes y se pueden desarrollar con el fin de exhibir la utilidad del BIM en este campo.

- Crear una plataforma BIM que incluya un visor de los propuestos en este trabajo en la que se incorpore todas las edificaciones de la Universidad con su respectiva clasificación por departamentos y servicios en la que se obtenga una base de datos de las necesidades e incidencias más habituales que permita planificar un mantenimiento preventivo
- Un punto para tener en cuenta es la variedad de alternativas con las que se puede realizar un modelo 3D. Ante la necesidad de un nivel de detalle mas riguroso, se podría optar por el uso de un escáner laser 3D que permite recopilar datos de difícil obtención en el caso de que la información proporcionada sea insuficiente y lograr un mejor desempeño en la gestión del mantenimiento integrado al BIM
- Una línea de trabajo con visión de un futuro no muy distante es hacer uso de las aplicaciones que prestan los softwares de mantenimiento, en este caso Revizto, que con un modelo 3D bien estructurado hacia el tipo de mantenimiento que se lo quiera destinar, se puede gestionar visitas o inspecciones en realidad virtual por medio de su aplicación Revizto Oculus Viewer. Esto permitirá agilizar la toma de decisiones en la resolución de incidencias por cualquier otro involucrado.



7 Bibliografía

- AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK. (2015). ¿Qué es BIM? recuperado de <https://forums.autodesk.com/t5/revit-bim-espanol/que-es-bim>
- Agustín Hernández, L. (2012). HACIA EL PROYECTO DIGITAL. *EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 16(18), 270–279. <https://doi.org/10.4995/ega.2011.1112>
- Armas, D. H., & Rodríguez, M. H. (2015). Estudio técnico con tecnología BIM de la instalación de protección contra incendios en edificio de oficinas universitario: caso práctico edificio decanato del. Retrieved from <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/1426>
- BIM en Español - BuildingSMART Spanish Chapter. (n.d.). Retrieved June 18, 2019, from <https://www.buildingsmart.es/>
- Building Smart Spanish Chapter, J. (2014). *Spanish journal of BIM : building smart. Spanish Journal of Building Information Modeling*, ISSN-e 2386-5784, N.º. 15, 1, 2015, págs. 40-56. Building Smart Spanish Chapter. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5496892>
- Eastman, C. M. (2011a). *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. Wiley. Retrieved from <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=aCi7Ozwkoj0C&oi=fnd&pg=PP7&dq=BIM+handbook:+a+guide+to+building+information+modeling+for+owners,+managers,+designers,+engineers,+and+contractors,+Hoboken,+N.J.,+Wiley.&ots=ZbDcQWy3Dp&sig=7zdJJ4jay2Rz4yizJQRChuPsAMc#v=onepage&q=BIM+handbook%3A+a+guide+to+building+information+modeling+for+owners%2C+managers%2C+designers%2C+engineers%2C+and+contractors%2C+Hoboken%2C+N.J.%2C+Wiley.&f=false>
- Eastman, C. M. (2011b). *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. Wiley.
- Gómez Rodríguez, M. (2015). Integración de procesos BIM en levantamiento de edificios existentes : edificio de laboratorios de la E.T.S.I.E., Campus Universitario Reina Mercedes, Sevilla. Retrieved from <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/36449>
- Jesus González Marquez, R. (2014). *INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA BIM ESPAI BARÇA View project*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/284159764>



- Kivits, R. A., & Furneaux, C. (2013). BIM: enabling sustainability and asset management through knowledge management. *TheScientificWorldJournal*, 2013, 983721. <https://doi.org/10.1155/2013/983721>
- León Muñoz, M. Á. (2017). Modelo para la gestión autónoma del mantenimiento. (Aplicación del TPM a un Colegio Mayor de la Universidad de Sevilla). Retrieved from <https://idus.us.es/xmlui/handle//11441/71332>
- Monteiro, A., & Martins, J. P. (2018). *Building Information Modeling (BIM)-Teoria e Aplicação Educational Laboratory-BigMachine View project IMPROVING CONSTRUCTION SAFETY USING BIM-BASED SENSOR TECHNOLOGIES View project*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/308164357>
- Montiveros Toribio, J. M. (2018). Facility management de edificaciones universitarias con el uso de tecnología BIM. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. Retrieved from <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624948>
- Oussouboure, G., & Delgado Victore, R. (2017). *Revista de arquitectura e ingeniería. Revista Arquitectura e Ingeniería, ISSN-e 1990-8830, Vol. 11, N°. 1, 2017, pág. 4* (Vol. 11). Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6450734>
- Picó, E. C. (2008). *INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA BIM*. Retrieved from <http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologiabim/>
- Piruat, F., Tutor, P., & Crespo, A. (2016). Trabajo Fin de Máster Máster Universitario en Organización Industrial y gestión de Empresas (M . O . I . G . E .) Integración del Building Information Modeling (BIM) con la práctica del Facility Management (FM) . Mejora de procesos de toma de decisio.
- Unión Europea. (2014). Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014 sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE. Diario Oficial de la Unión Europea. Bruselas, 28.3.2014(L94/65), 65-242.



8 Anexos

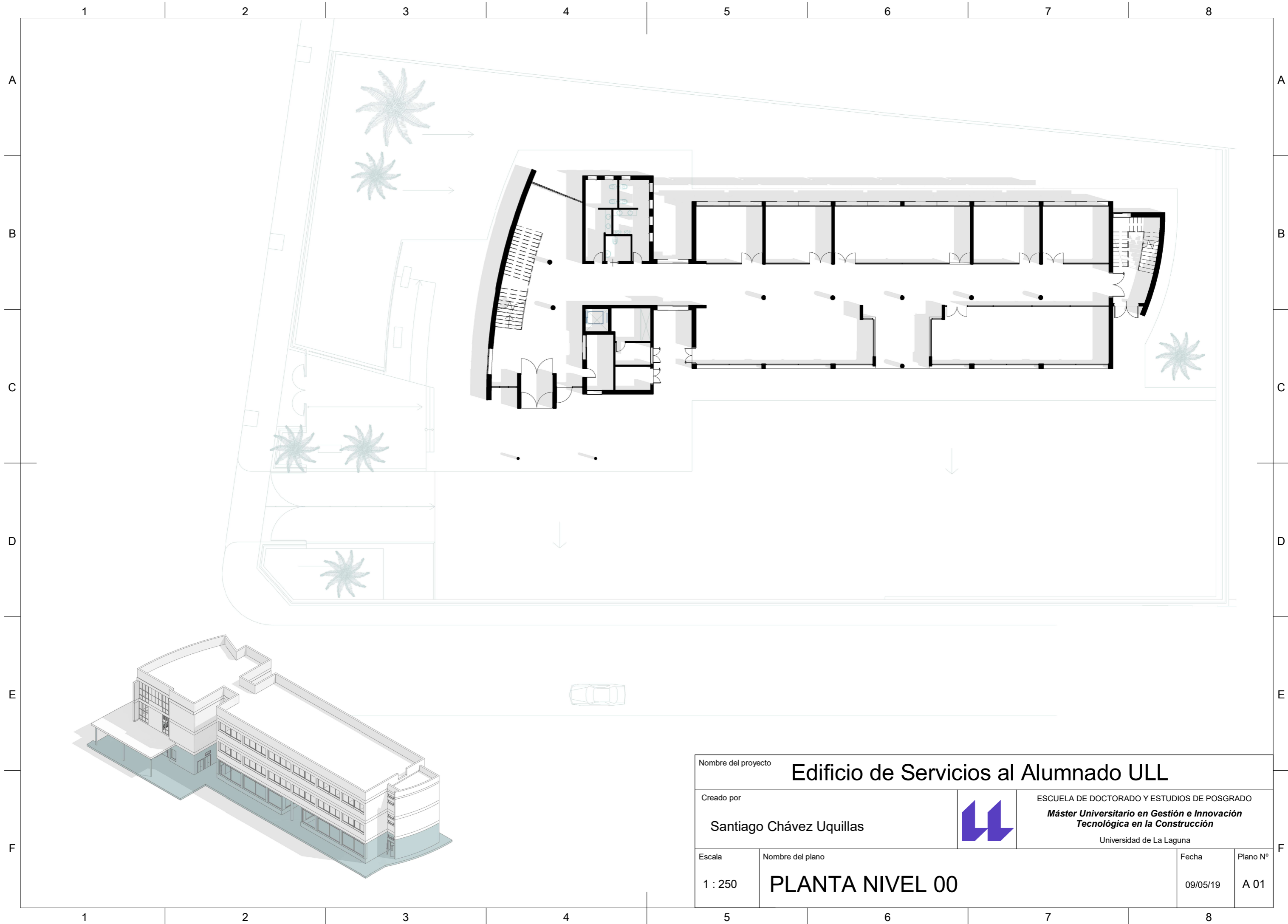
- Enlace del modelo

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>https://a360.co/2zTJJFi</p> | |

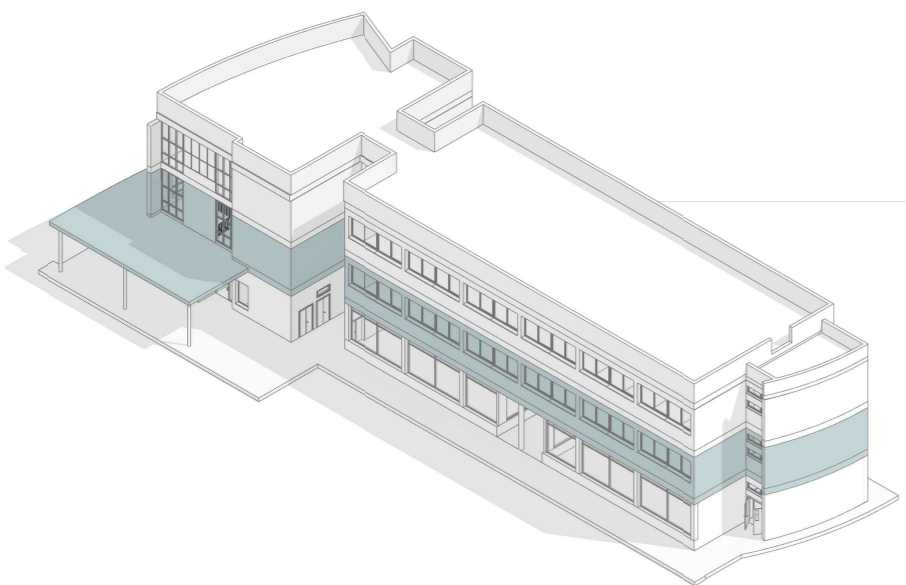
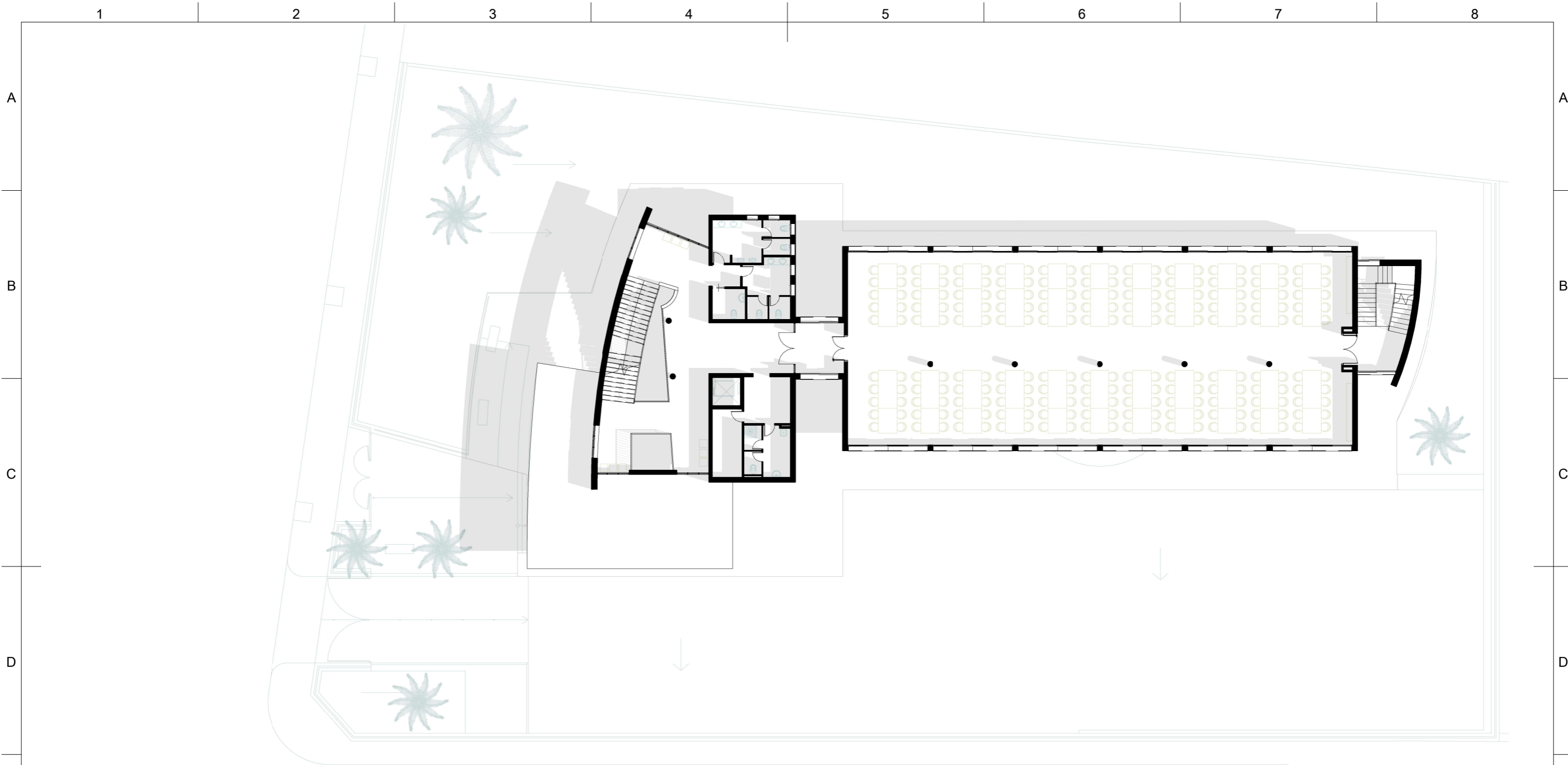


Gestión de mantenimiento, Mediante BIM Aplicado a una infraestructura Existente. Proyecto piloto:
Edificio de Servicios al Alumnado ULL.
(Caja Canarias del Campus Anchieta)

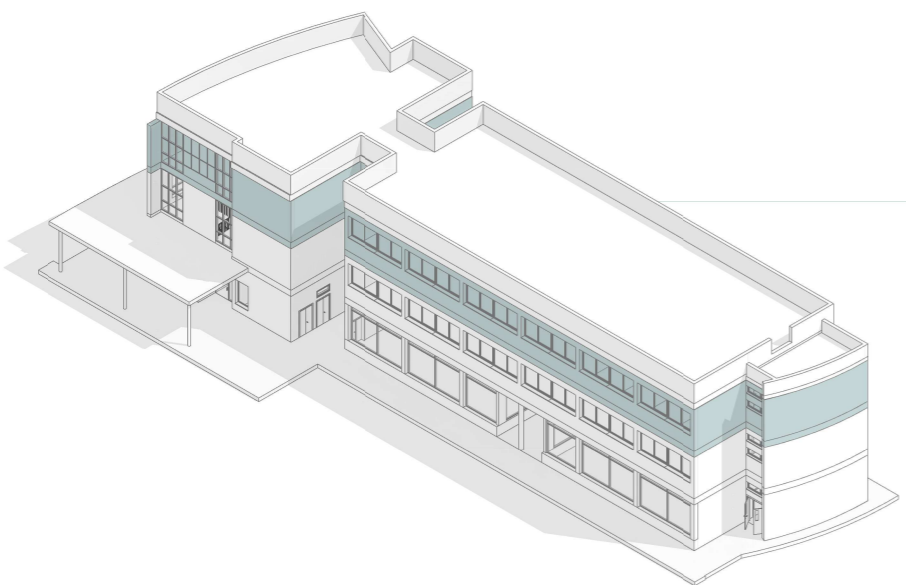
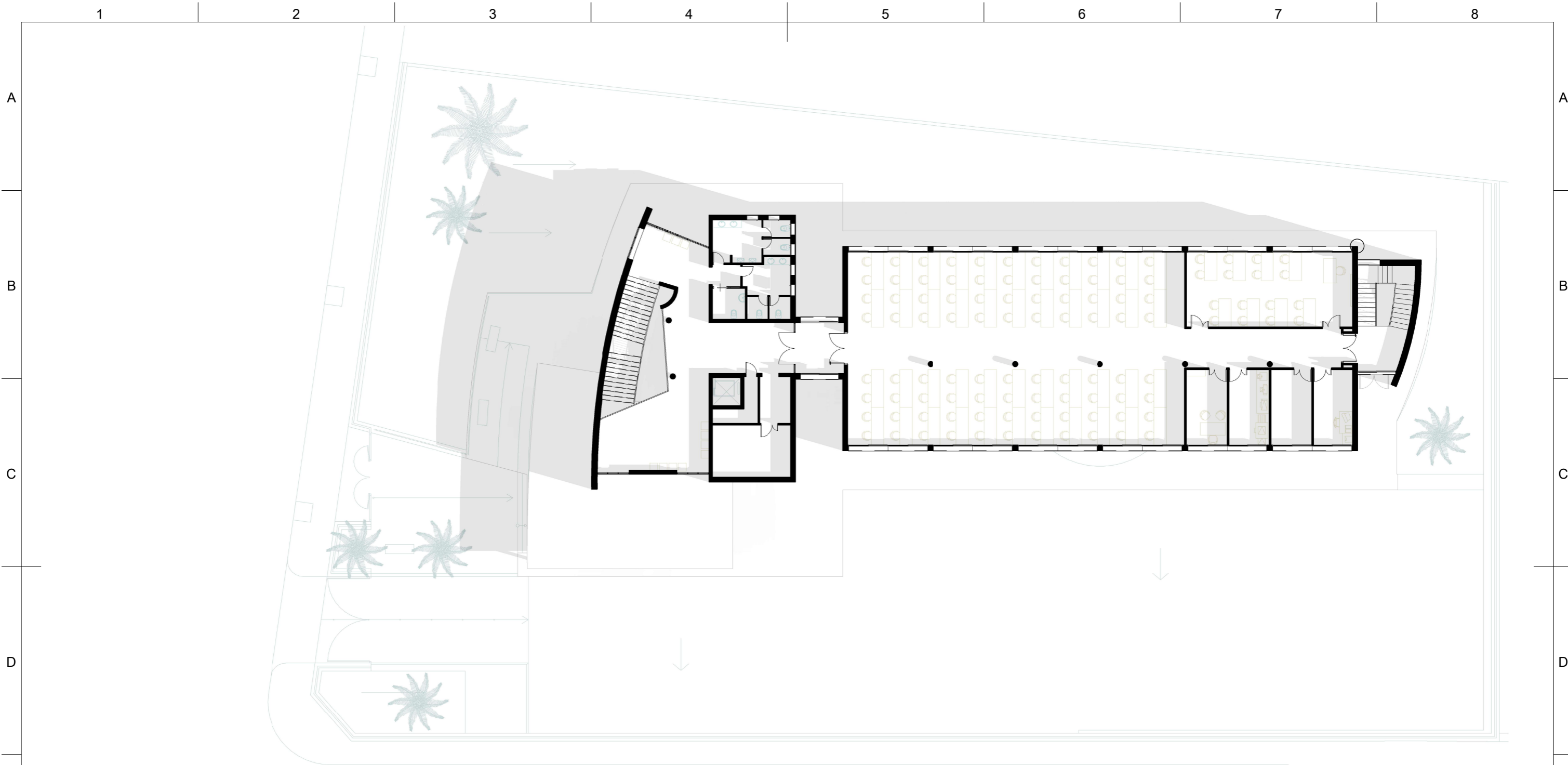
- **Planos**



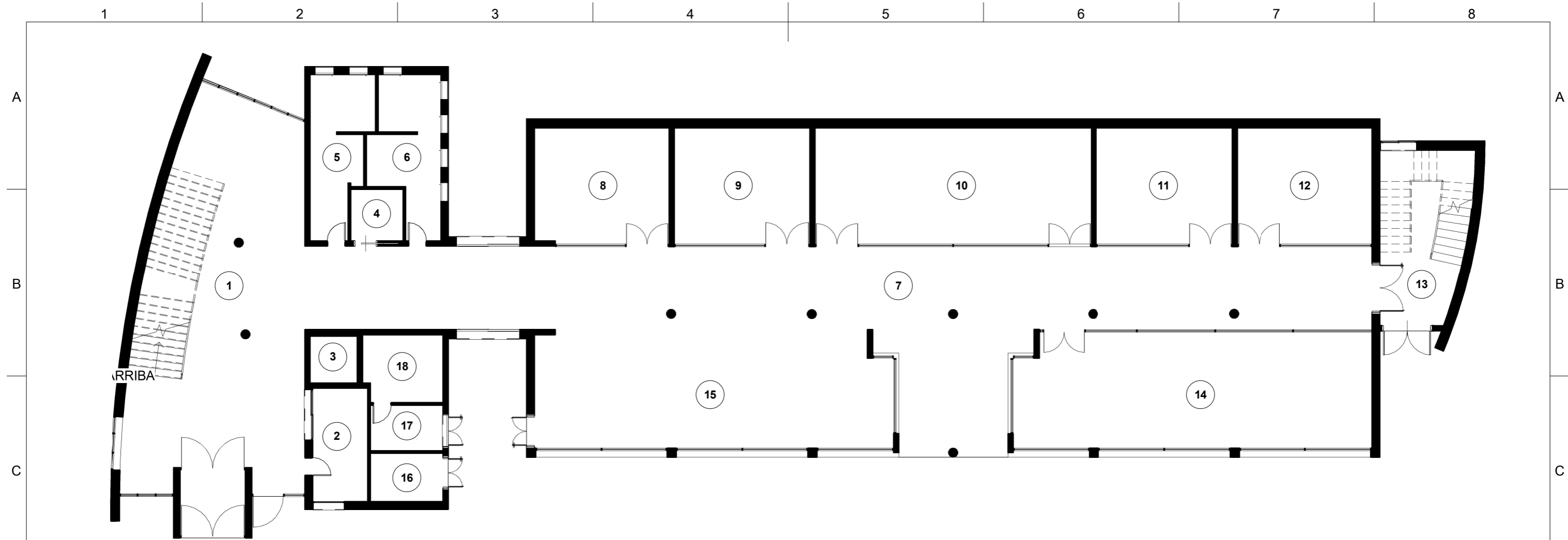
| | | | |
|--------------------------|------------------------|---|--|
| Nombre del proyecto | | Edificio de Servicios al Alumnado ULL | |
| Creado por | |  | ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO Máster Universitario en Gestión e Innovación Tecnológica en la Construcción Universidad de La Laguna |
| Santiago Chávez Uquillas | | | Fecha 09/05/19 |
| Escala | Nombre del plano | | |
| 1 : 250 | PLANTA NIVEL 00 | | |



| | | | | | |
|---------------------|------------------------|--|--|--|----------|
| Nombre del proyecto | | Edificio de Servicios al Alumnado ULL | | | |
| Creado por | | Santiago Chávez Uquillas | |  ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO Máster Universitario en Gestión e Innovación Tecnológica en la Construcción Universidad de La Laguna | |
| Escala | Nombre del plano | | | Fecha | Plano N° |
| 1 : 250 | PLANTA NIVEL 01 | | | 09/06/19 | A 02 |

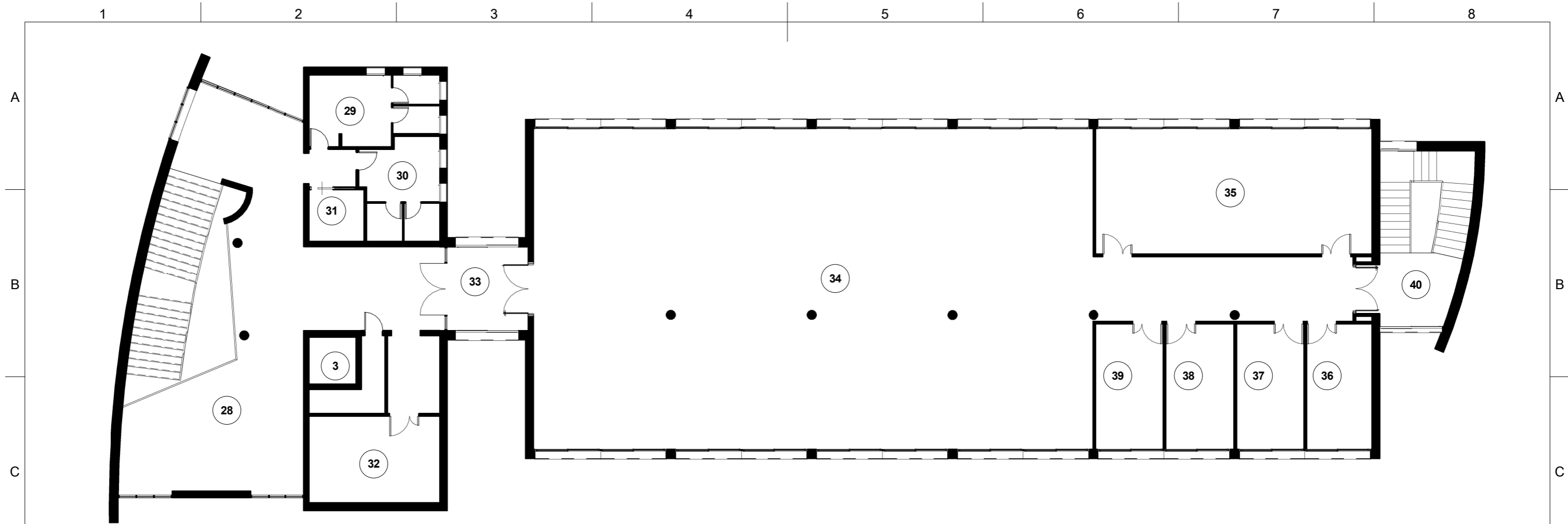


| | | | | | |
|---------------------|------------------------|--|--|--|----------|
| Nombre del proyecto | | Edificio de Servicios al Alumnado ULL | | | |
| Creado por | | Santiago Chávez Uquillas | |  ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO Máster Universitario en Gestión e Innovación Tecnológica en la Construcción Universidad de La Laguna | |
| Escala | Nombre del plano | | | Fecha | Plano N° |
| 1 : 250 | PLANTA NIVEL 02 | | | 09/06/19 | A 03 |



| Nivel | Nº | Nombre | Área | Mantenimiento | Incidencias | Comentarios |
|-------------------|----|------------------------|-----------------------|---------------|-------------|-------------|
| NIVEL 00 | 1 | Recibidor | 90.18 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 2 | Conserjería | 9.13 m ² | No | | |
| NIVEL 00 | 3 | Ascensor | 3.24 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 4 | Aseo PMR | 3.95 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 5 | Aseo femenino | 12.70 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 6 | Aseo masculino | 13.87 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 7 | Distribuidor 1 | 152.81 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 8 | Local 1 (CC) | 23.15 m ² | No | | |
| NIVEL 00 | 9 | Local 2 | 23.40 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 10 | Local 3 (zona comedor) | 47.70 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 11 | Local 4 | 23.40 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 12 | Local 5 | 23.29 m ² | No | | |
| NIVEL 00 | 13 | Vestibulo 2 | 22.12 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 14 | Local 6 | 60.94 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 15 | Local 7 (CajaCanarias) | 60.22 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 16 | Cajero Caixa | 5.18 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00 | 17 | Cuarto bombas | 4.90 m ² | No | | |
| NIVEL 00 | 18 | Distribuidor 2 | 7.83 m ² | Sí | | |
| NIVEL 00: 18 | | | 588.01 m ² | | | |
| Total general: 18 | | | 588.01 m ² | | | |

| | | | |
|--------------------------|------------------------------|---|--|
| Nombre del proyecto | | Edificio de Servicios al Alumnado ULL | |
| Creado por | |  | ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO Máster Universitario en Gestión e Innovación Tecnológica en la Construcción Universidad de La Laguna |
| Santiago Chávez Uquillas | | | Fecha |
| Escala | Nombre del plano | | |
| 1 : 150 | DEPENDENCIAS NIVEL 00 | | 09/06/19 A 04 |



| Nivel | Nº | Nombre | Área | Mantenimiento | Incidencias | Comentarios |
|----------|----|---------------------|-----------------------|---------------|-------------|-------------|
| NIVEL 02 | 28 | Recibidor | 123.44 m ² | Sí | | |
| NIVEL 02 | 29 | Aseo hombres | 12.65 m ² | Sí | | |
| NIVEL 02 | 30 | Aseo mujeres | 11.08 m ² | Sí | | |
| NIVEL 02 | 31 | Aseo PMR | 4.15 m ² | No | | |
| NIVEL 02 | 32 | Almacén | 16.60 m ² | Sí | | |
| NIVEL 02 | 33 | Vestíbulo | 10.18 m ² | No | | |
| NIVEL 02 | 34 | Sala de informatica | 288.31 m ² | Sí | | |
| NIVEL 02 | 35 | Aula de informatica | 50.78 m ² | No | | |
| NIVEL 02 | 36 | Almacen 2 | 12.02 m ² | No | | |
| NIVEL 02 | 37 | Almacen 1 | 12.50 m ² | Sí | | |
| NIVEL 02 | 38 | Impresora | 12.50 m ² | Sí | | |
| NIVEL 02 | 39 | Administración | 12.50 m ² | Sí | | |
| NIVEL 02 | 40 | Vestíbulo | 23.86 m ² | Sí | | |

NIVEL 02: 13 590.58 m²
 Total general: 13 590.58 m²

| | | | |
|--------------------------|------------------------------|--|----------|
| Nombre del proyecto | | Edificio de Servicios al Alumnado ULL | |
| Creado por | |  ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO Máster Universitario en Gestión e Innovación Tecnológica en la Construcción Universidad de La Laguna | |
| Santiago Chávez Uquillas | | | |
| Escala | Nombre del plano | Fecha | Plano Nº |
| 1 : 150 | DEPENDENCIAS NIVEL 02 | 09/07/19 | A 06 |

