



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica de Jaén

Trabajo Fin de Grado

MODELADO BIM PARA EL PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES EN LA CIUDAD DE JAÉN.

Alumno: Álvaro Mimbrera Romero

Tutor: Prof. D. Francisco Javier Gallego Álvarez
Dpto: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Junio, 2021



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Don FCO. JAVIER GALLEGO ÁLVAREZ , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado:
MODELADO BIM PARA EL PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES EN
LA CIUDAD DE JAÉN , que presenta ÁLVARO MIMBRERA ROMERO, autoriza su
presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, MAYO de 2021

El alumno:

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser "ÁR", sobre un fondo ligeramente desenfocado.

ÁLVARO MIMBRERA ROMERO

El tutor:

FCO. JAVIER GALLEGO ÁLVAREZ

ÍNDICE

RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
I MEMORIA	14
1. INTRODUCCION.....	14
2. OBJETIVOS	16
3. ANTECEDENTES	17
3.1. Definición de BIM.....	17
3.2. Historia del BIM.....	21
3.3. Implantación del BIM	23
3.3.1. BIM en Europa	23
3.3.2. BIM en América.....	25
3.3.3. BIM en Oceanía	25
3.3.4. BIM en Asia.....	25
3.3.5. BIM en Africa.....	26
3.4. Niveles de BIM.....	27
3.4.1. Nivel de detalle.....	29
3.4.2. Nivel de desarrollo.....	29
3.5. Ventajas e inconvenientes de usar BIM	33
3.5.1. Ventajas de BIM	33
3.5.2. Inconvenientes de BIM	35
3.6. Diferencias entre el sistema CAD y BIM	38
3.7. Situación de BIM en España en el 2021.	40
3.8. Aplicaciones de BIM	43
3.8.1 Gestión de Proyectos	43
3.8.2 Mediciones y control de costes.....	43
3.8.3. Estructura e Instalaciones	43
3.8.4. Análisis y estudios de eficiencia energética.....	43
3.8.5. Plan de emergencias.....	44
3.9. BIM Manager	45
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	46
4.1. Ubicación de la edificación.....	46
4.2. Edificación existente	49
4.3. Necesidades y requerimientos del nuevo proyecto	53
4.4. Descripción de la solución adoptada.....	55

4.5. Justificación urbanística y ordenación legal	57
5. METODOLOGÍA.....	59
5.1. Software utilizado.....	59
5.2. Procedimiento general	59
6. MODELADO DEL PROYECTO.....	61
6.1. Configuración del proyecto	61
6.2. Modelo estructural	63
6.2.1. Zapatas	63
6.2.2. Pilares	65
6.2.3. Vigas de atado	66
6.2.4. Sistemas de vigas	66
6.2.5. Suelo estructural	68
6.3. Modelo arquitectónico	69
6.3.1. Muros.....	70
6.3.2. Cristaleras	74
6.3.3. Escaleras	76
6.3.4. Barandillas.....	79
6.3.5. Falsos techos	80
6.3.6. Cubierta.....	82
6.3.7. Dársenas.....	87
6.3.8. Puertas.....	90
6.3.9. Ventanas	93
6.3.10. Otros componentes	93
6.4. Emplazamiento	105
6.5. Visualización del modelo.....	115
6.6. Comparación de la nueva y vieja estación de autobuses.	121
6.7. Programación fases constructivas	130
7. Documentación.....	131
7.1. Planos.....	131
7.2. Tablas de planificación.....	132
7.3. Presupuesto.....	134
8. Conclusión.....	136
9. Bibliografía.....	137
ANEJOS	139
ANEJO I. TABLAS DE PLANIFICACIÓN	139

ANEJO II. PRESUPUESTO.....	150
ANEJO III. PLANOS	171

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Visualización de un modelo 3D	14
Imagen 2: Modelos 3D arquitectónico, estructural y MEP de un mismo proyecto. ...	18
Imagen 3: Las 7 dimensiones del BIM.....	20
Imagen 4: Charles Eastman, considerado el creador de BIM.....	21
Imagen 5: Mapa implantación BIM a nivel mundial	23
Imagen 6: Modelo de madurez BIM de Mervyn Richards y Mark Bew.	27
Imagen 7. Vista de un mismo objeto, en este caso una puerta, en diferentes niveles de detalle.....	29
Imagen 8. Niveles de desarrollo.	30
Imagen 9. Niveles de desarrollo.	31
Imagen 10. Ahorro en fases de construcción y operaciones gracias a BIM.	34
Imagen 11. Ventajas de BIM respecto a otras metodologías.....	35
Imagen 12: Problemas frecuentes del uso BIM	37
Imagen 13: Curva de esfuerzo del proceso constructivo	38
Imagen 14: Gráfico de la administración eficiente de proyectos.....	39
Imagen 15: Gráfico de visitas en internet de BIM vs CAD	39
Imagen 16: Evolución trimestral de la inversión en licitaciones BIM.....	40
Imagen 17: Mapa con la inversión en millones de € por comunidades autónomas en España.	41
Imagen 18: Modelado BIM del nuevo estadio Santiago Bernabéu	42
Imagen 19: Plano de evacuación de una edificación.....	44
Imagen 20: La figura del BIM Manager	45
Imagen 21: Localización de la estación de autobuses de Jaén.....	46
Imagen 22: Localización de la parada más próxima al tranvía	47
Imagen 23: Parcela correspondiente a la estación de autobuses actual.....	47
Imagen 24: Emplazamiento real del proyecto.....	48
Imagen 25: Situación del proyecto con referencias locales.	48
Imagen 26: Fachada de la estación de autobuses durante su año de inauguración	49
Imagen 27: Interior de la estación de autobuses durante su año de inauguración...	49
Imagen 28: Dársenas de la estación de autobuses durante su año de inauguración	50
Imagen 29: Estación de autobuses del año 1950.....	50
Imagen 30: Interior de la estación de autobuses de Jaén a día de hoy.....	50

Imagen 31: Estación de autobuses de Jaén a día de hoy.	51
Imagen 34: Niveles de referencia y cotas de altura.	63
Imagen 35: Inserción de las zapatas.	64
Imagen 36: Configuración de la cimentación.	64
Imagen 37: Zapata armada.	65
Imagen 38: Colocación de los pilares sobre las zapatas.	65
Imagen 39: Planta estructural a nivel 1 (cota 0 m).	66
Imagen 40: Vista 3D de la estructura en fase de construcción.	66
Imagen 41: Vista 3D de la estructura en fase de construcción.	67
Imagen 42: Vista 3D de la estructura en fase de construcción.	68
Imagen 43: Características del suelo estructural.	68
Imagen 44: Vista 3D del suelo en el modelo.	69
Imagen 45: Interfaz para vincular el modelo.	69
Imagen 46: Propiedades de los muros exteriores	70
Imagen 47: Propiedades analíticas de la tabiquería interior.	71
Imagen 48: Vista 3D de la configuración de muros en la primera planta.	72
Imagen 49: Distribución del nivel 1.	72
Imagen 50: Vista 3D del modelo con la configuración de muros en la primera planta.	73
Imagen 51: Distribución de espacios en la primera planta	74
Imagen 52: Vista 3D del modelo con los muros cortina.	75
Imagen 50: vista Oeste del modelo.	75
Imagen 51: Reglas de cálculo de escaleras.	76
Imagen 55: Modelado de la escalera in situ.	76
Imagen 56: Vista 3D de la escalera modelada in situ.	77
Imagen 57: Situación de las escaleras desde el nivel 2.	77
Imagen 58: Vista 3D de las escaleras en el modelo.	78
Imagen 59: Componente escalera automática.	78
Imagen 60: Ubicación en el modelo de las escaleras mecánicas.	79
Imagen 61: Ubicación de las barandillas en el hueco de las escaleras automáticas.	80
Imagen 62: Ubicación de las barandillas en el nivel 2.	80
Imagen 67: Croquis con las dimensiones de la cubierta por masa.	82
Imagen 68: Cotas de los distintos puntos de la cubierta.	83
Imagen 69: Vista lateral 3D del modelo de la cubierta	83

Imagen 70: Masa con la forma final para la cubierta.	83
Imagen 71: Entramado en el que se colocará cada panel acristalado.	84
Imagen 72: Vista 3D de la estructura que soporta el panel acristalado.	84
Imagen 73: Vista 3D de la estructura que soporta el panel acristalado.	85
Imagen 74: Vista superior de la cubierta ya modelada.	85
Imagen 75: Detalles de la cubierta ya modelada.	85
Imagen 76: Vista 3D del modelo con la cubierta instalada sobre la estructura.	86
Imagen 77: detalle de los muros enlazador superiormente a la cubierta.	86
Imagen 78: Clasificación de los tipos de autobuses.	87
Imagen 79: Ancho de la vía viene definido por la Instrucción de Carreteras Española.	88
Imagen 80: plano con el nuevo suelo destinado al tránsito de pasajeros entre las dársenas.	88
Imagen 81: Ubicación de los bordillos en la planta baja.	89
Imagen : Vista 3D del bordillo en la planta baja.	89
Imagen 83: Ubicación de las puertas en la primera planta.	90
Imagen 84: Vista por cara de la ubicación de las puertas en el muro cortina.	91
Imagen 85: Vista 3D de la fachada Este con las puertas en los muros cortina.	91
Imagen 86: Vista 3D de la fachada Oeste.	91
Imagen 87: Puertas de los cuartos de baño y cuarto de mantenimiento.	92
Imagen 88: Ubicación de puertas en los cuartos de baño de la primera planta.	92
Imagen 89: Ubicación de las ventanas de las taquillas.	93
Imagen 90: Ubicación de las luminarias de la planta baja.	94
Imagen 91: Ubicación de las luminarias de la primera planta.	94
Imagen 92: Distribución de los componentes de los cuartos de baño.	95
Imagen 93: Mobiliario de las oficinas.	95
Imagen 94: Interior de la entrada Este de la estación de autobuses.	96
Imagen 95: Componentes interiores de la entrada Este.	97
Imagen 96: Componentes de las dársenas.	97
Imagen 97: Componentes a lo largo del modelo en la planta baja.	98
Imagen 98: Componentes interiores de la entrada Oeste.	98
Imagen 99: Componentes del archivo y cuartos de almacenamiento.	99
Imagen 100: Componentes de los aseos de la planta baja.	99
Imagen 101: Componentes de la primera planta.	100

Imagen 102: Componentes de las oficinas de la primera planta.	100
Imagen 103: Componentes de las escaleras de la primera planta.	101
Imagen 104: Componentes de las zonas comunes de la primera planta.	101
Imagen 105: Componentes del pasillo de la primera planta.	102
Imagen 106: Componentes de las librerías y kioscos.	102
Imagen 107: Componentes de la cafetería.	103
Imagen 108: Componentes de la sala de atención al público y seguridad.	103
Imagen 109: Distribución final de los componentes de la planta baja.	104
Imagen 111: Distribución de la cubierta.	104
Imagen 112: Emplazamiento de la parcela.	105
Imagen 113: Muro exterior de la parcela.	106
Imagen 114: Bolardos ubicados en el acerado exterior.	106
Imagen 115: Comando para modificar la cota de una subelemento.	107
Imagen 116: Escalera modelada in situ en la esquina noroeste.	107
Imagen 117: Vista 3D de las escaleras que conectan nivel 1 con la calle.	107
Imagen 118: Emplazamiento con zonas verdes.	108
Imagen 119: Emplazamiento con sobras debido a la vegetación.	109
Imagen 120: Componente farola exterior.	109
Imagen 121: Características de la luz exterior incrustada en muros.	110
Imagen 122: Marquesinas ubicadas en el interior de la estación de autobuses.	110
Imagen 123: Componentes exteriores en la entrada principal.	111
Imagen 124: Marcas viales en el exterior.	111
Imagen 125: Parking público.	112
Imagen 126: Componentes exteriores puerta oeste.	112
Imagen 127: Zonas verdes y de descanso puerta este.	113
Imagen 128: Calles con acceso a la estación de autobuses.	113
Imagen 129: Vista aérea del modelo en el emplazamiento real.	114
Imagen 130: Vista aérea del modelo realista.	114
Imagen 131: Renderizado de la primera planta.	115
Imagen 132: Renderizado de las zonas de ocio.	116
Imagen 133: Renderizado del interior de la estación.	116
Imagen 134: Renderizado de la primera planta frente a la entrada principal.	117
Imagen 135: Renderizado del lado sur de la estación de autobuses.	117

Imagen 136: Renderizado de los pasillos de la estación de autobuses.	118
Imagen 137: Renderizado de la zona de descanso para pasajeros.	118
Imagen 138: Renderizado de los andenes para pasajeros.	119
Imagen 139: Renderizado de la entrada de autobuses a la estación.	119
Imagen 140: Renderizado de la fachada principal.....	120
Imagen 141: Modelo 3D de la vieja estación de autobuses.....	121
Imagen 142: Nivel cimentación antigua estación de autobuses.	122
Imagen 143: Sección de la antigua estación de autobuses.....	122
Imagen 144: Vista 3D de la estructura de la antigua estación de autobuses.	123
Imagen 145: Vista sur de la estación.....	123
Imagen 146: Comparativa de accesos entra las 2 estaciones de autobuses.	124
Imagen 147: Recorrido de evacuación en la vieja estación.....	125
Imagen 148: Recorrido de evacuación del nivel 1 de la nueva estación.	126
Imagen 149: Recorrido de evacuación del nivel 2 de la nueva estación.	126
Imagen 150: Análisis solar de la nueva estación de autobuses.	129
Imagen 151: Análisis de la vieja estación de autobuses.	129
Imagen 152: Cajetín para los planos.	131
Imagen 151: Plano A3.	132
Imagen 154: Comando para obtener las tablas de planificación.	133
Imagen 155: Campos de planificación para las tablas.	133
Imagen 156: Agrupación de los componentes según su familia y tipo.	134
Imagen 157: Tabla editada en Excel de los pilares estructurales.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Justificación urbanística del PGOU en la ubicación de la estación de autobuses...	52
Tabla 2: Orientación de las rejillas y calle asociada a cada una.....	60
Tabla 3: Longitud y duración de cada recorrido de evacuación.....	119
Tabla 4: Longitud y duración de cada recorrido de evacuación.....	121
Tabla 5: Comparativa de distribución de espacios entre las 2 estaciones.....	122

RESUMEN

Una estación de autobuses moderna, con todas las instalaciones y necesidades del día a día, cómoda y versátil es el puente a la prosperidad del turismo en la ciudad de Jaén.

Dado que la actual estación de autobuses, inicialmente inaugurada en el año 1949, se ha quedado anticuada, se plantea una nueva solución con el objetivo de mejorar las instalaciones y espacios para el disfrute de los pasajeros.

El presente trabajo pretende abordar el diseño y modelado de una nueva estación de autobuses para dotar a Jaén de una infraestructura vanguardista que revalorice la ciudad.

Se muestra unos antecedentes sobre la metodología BIM y se elabora una solución en la que una nueva infraestructura mejora a la edificación existente. Dicha solución se modela con el software Revit 2021.

Se ha programado las fases constructivas que van desde la demolición de la actual estación, hasta la construcción de la nueva, pasando por cada categoría de componentes (pilares, vigas muros, cubierta, etc). El modelado presenta una solución de una estructura de 2 plantas para ganar superficie útil, con una ubicación central en la parcela que mejora la accesibilidad desde las calles colindantes.

Finalmente la memoria consta de una serie de documentos en los que incluye fotos de la visualización del proyecto, tablas de cantidades, cálculos, un presupuesto, planos, etc.

ABSTRACT

A modern bus station, with all the facilities and daily needs, comfortable and versatile, is the bridge to the prosperity of tourism in the city of Jaén.

Given that the current bus station, initially inaugurated in 1949, has become outdated, a new solution is proposed with the aim of improving the facilities and spaces for the enjoyment of passengers.

The present work aims to address the design and modeling of a new bus station to provide Jaén with an avant-garde infrastructure that revalues the city.

Background information on the BIM methodology is shown and a solution is developed in which a new infrastructure improves the existing building. This solution is modeled with Revit 2021 software.

The construction phases have been scheduled, ranging from the demolition of the current station to the construction of the new one, passing through each category of components (pillars, beams, walls, roof, etc.). The modeling presents a solution of a 2-storey structure to gain useful area, with a central location on the plot that improves accessibility from the adjacent streets.

Finally, the memory consists of a series of documents in which it includes photos of the project visualization, tables of quantities, calculations, a budget, plans, etc.

I MEMORIA

1. INTRODUCCION

La tecnología BIM (Building Information Modeling) representa una revolución en el campo del diseño industrial y arquitectónico. La concepción actual del BIM es muy amplia: hay quién la entiende como un tipo de software mientras que también hay quien piensa que el BIM es la representación en 3D de una edificación. Otra concepción errónea que presenta el BIM es la del uso como herramienta que solo sirve para organizar de forma ordenada al equipo de profesionales la información de la que consta el proyecto (elementos, materiales, propiedades, características, etc.).

El BIM (Building Information Modeling or Management o modelado de información de construcción) consiste en la generación de un modelo virtual como el de la imagen 1 que representa la idea final futura previa a la construcción o la propia realidad tal y como se encuentra en construcción física.

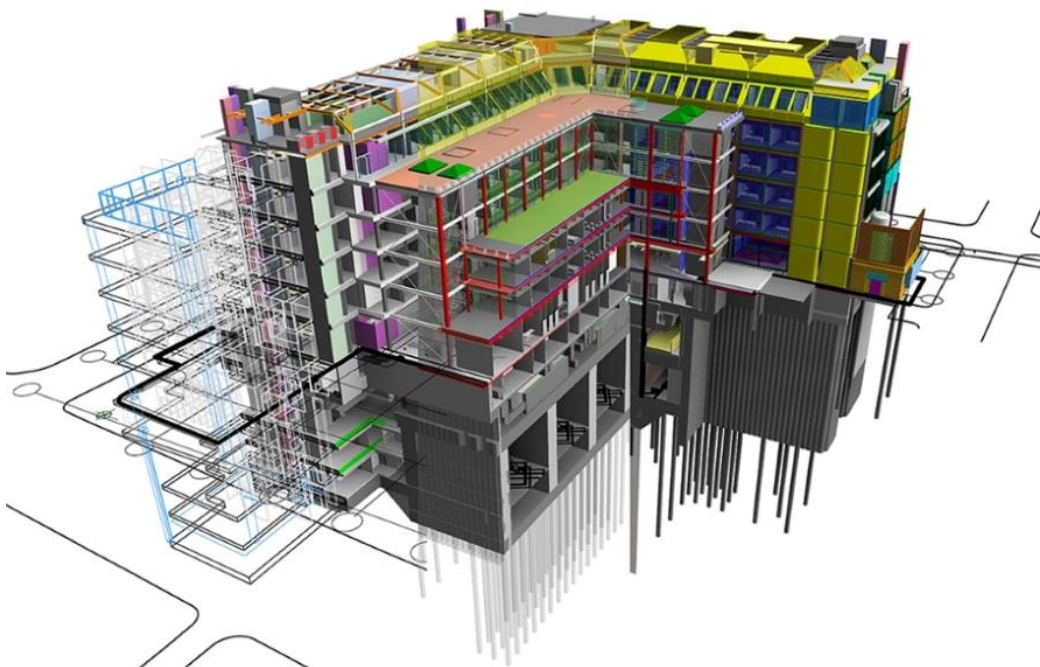


Imagen 1: Visualización de un modelo 3D

Fuente: [25]

En este modelo virtual generado se incluirían todas las características tanto físicas como estéticas de los elementos que forman parte de la estructura, así como que también podría dar cavidad a instalaciones eléctricas, red de saneamientos, instalación de calefacción, ventilación, etc.,

Este nuevo concepto de método de diseño, aplicado a la ingeniería industrial representa una completa revolución en el campo de la Ingeniería y Arquitectura. Supone el paso de una representación en 2D de una construcción a través de un conjunto de planos a una visión en 3D de un proyecto completo en la que se relacionan todos los aspectos lo conforman: terreno, estructura, elementos arquitectónicos, instalaciones, etc.

Este trabajo pretende aplicar esta metodología para un proyecto de una estación de autobuses en la ciudad de Jaén cuyo objetivo principal es dotar de mejores instalaciones para los ciudadanos en las que se incluyen mayor número de accesos desde distintas calles, zonas de descanso, mayor número de aseos, mejora de la climatización, iluminación natural, ahorro energético, estacionamiento tanto para autobuses como para los usuarios y creación de zonas verdes entre otros muchos.

Jaén no deja de crecer en número de habitantes y un factor muy importante para ser una ciudad concienciada con el medio ambiente es el transporte público. Por ello se propone una solución que facilite el uso de este transporte comunicando la red de transporte interurbano con la red urbana en un mismo lugar. Para ello se ha permitido el acceso de entrada de autobuses urbanos al recinto, así como una zona dotada para la parada de estos y no tener que andar 500 metros como pasa actualmente.

2. OBJETIVOS

La finalidad de este TFG es diseñar y modelar una nueva estación de autobuses aplicando la metodología que ofrece BIM y comparar la nueva solución respecto a la actual estación de autobuses de Jaén, para analizar las ventajas que supondría el nuevo proyecto.

Concretamente los objetivos son:

- Diseñar, modelar y gestionar la información de un proyecto básico de una estación de autobuses mediante la utilización de la tecnología BIM.
- Programar las fases constructivas de la demolición de la actual estructura y de la construcción del nuevo proyecto.
- Analizar las ventajas energéticas respecto a la actual estación de autobuses.
- Calcular el presupuesto para la ejecución del nuevo proyecto.
- Generar planos, tablas, vistas y documentos a partir de un modelo 3D creado con el programa REVIT 2021.

3. ANTECEDENTES

3.1. Definición de BIM

BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo que se aplica al sector de la construcción tanto industrial como civil que utiliza una tecnología mas avanzada que permite el intercambio de información durante la duración de todo el proyecto, entre cada uno de los miembros de trabajadores gracias a ciertos softwares dotando así de un proyecto con continuas actualizaciones para poder ahorrar tiempo ante futuros imprevistos y por lo tanto reducir el coste final de la obra.

Para un mejor entendimiento del concepto BIM se analiza por separado el significado y la relación que existe entre cada palabra:

- Building (Edificación): informa del objeto en el cual se basa la metodología, ampliando su uso de en obras de edificación, también de rehabilitación, obras civiles y otros posibles proyectos. Además, considera el proceso de diseño y engloba un proceso que se inicia con el diseño del proyecto, seguido de la construcción y explotación y finaliza con la reconversión del mismo, es decir, participa en todo el ciclo de vida del activo. Aun habiéndose empleado básicamente en edificaciones, no se descarta su uso en la concepción y seguimiento de construcción de infraestructuras, hecho que poco a poco se empieza a imponer bajo el nombre de Bridge Information Modelling.

- Information (Información): son todos los contenidos de cada componente que se diseña en durante todo el ciclo de vida de un edificio tales como detalles constructivos, cálculos estructurales, cálculos de instalaciones, cálculos energéticos, mediciones y presupuestos que se pueden utilizar, modificar o completar por los integrantes del proyecto.

- Modeling (Modelo): es la representación 3D de la idea del proyecto en torno a la cual se trabaja. En este concepto la mayor es el de mayor utilidad de la metodología BIM gracias a la posibilidad de poder exportar los modelos en otros formatos compatibles con otras herramientas informáticas.

Una novedad de la metodología es la posibilidad de poder enlazar diferentes plantillas de trabajo en las que se pueden encontrar la arquitectónica, estructural, mecánicas para poder trabajar por separado y a la vez de manera simultanea. Pero no es únicamente la posibilidad de englobar todos aquellos sistemas que requiere un proyecto en un único modelo, sino lo que lo hace productivo y eficiente es que permite la coordinación de los participantes, dando lugar al deseado trabajo colaborativo. En la imagen 2 se ve el mismo proyecto pero cada modelo según su plantilla de trabajo diseñado por un grupo especializado para cada uno de ellos, en primer lugar el modelo arquitectónico, el siguiente el modelo estructural y por último la red de saneamiento que conecta todas las tuberías de agua del edificio.

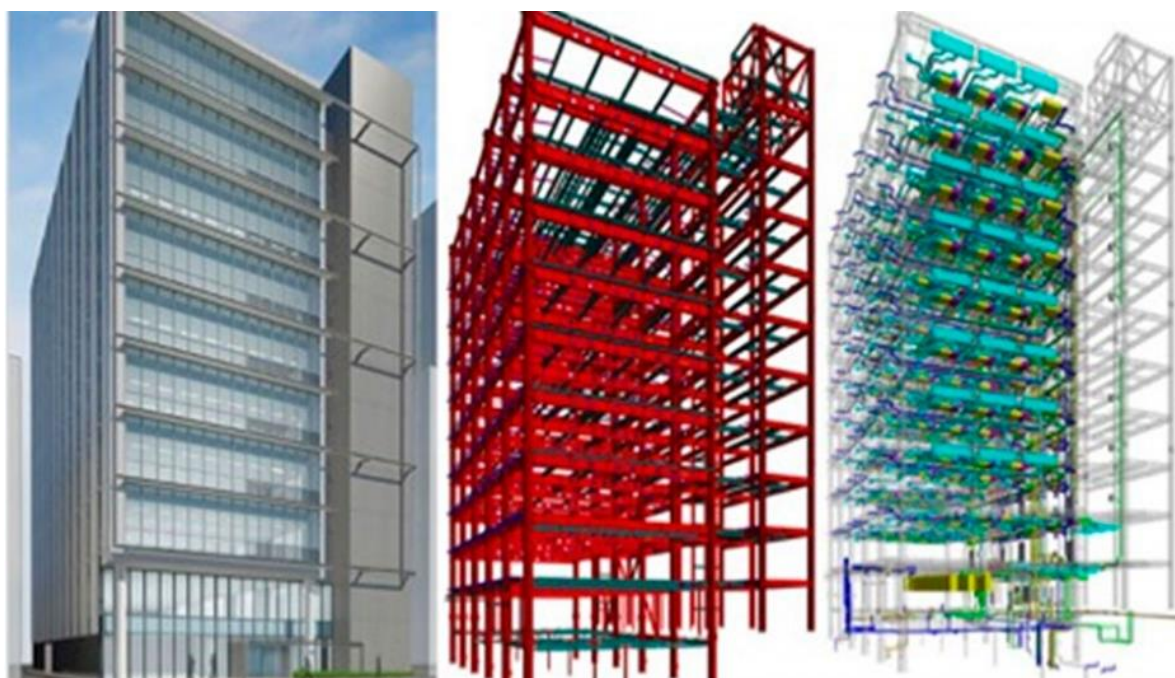


Imagen 2: Modelos 3D arquitectónico, estructural y MEP de un mismo proyecto.

Fuente: Canales sectoriales Interempresas

La evolución de BIM ya no requiere el laborioso trabajo de la representación de líneas y figuras geométricas que representaban componentes arquitectónicos o reflejados en planos bidimensionales. Los softwares de representación BIM permiten crear elementos en 3D, además los cuales tienen asignados características específicas tales como físicas, técnicas, comerciales, de mantenimiento.

A continuación, se nombra una serie de objetivos que viene a solucionar BIM frente a la metodología anterior:

- A la hora del trabajo para una empresa es la herramienta en la que se basan para tomar decisiones. En ella aplican cada una de las posibles soluciones optando siempre por la mas beneficiosa. Siempre que se calcule a través del modelo ahorrará tiempo y dinero que si por contrario se hace a traves del proyecto real.
- Mejorar la eficiencia energética cada vez mas exigente por las autoridades competentes adoptando medidas comprometidas con el medio ambiente y la salud de las personas.
- Visualización del diseño, permitiendo que todos los públicos tenga un concepto del modelo sin que tenga la necesidad de tener conocimientos previos, debido a que un gran sector de la población no entiende la planimetría.
- Se genera un presupuesto, el cual dirá si el proyecto es rentable, existe margen de mejora o no es viable desde el punto de vista económico
- Establecer unos fases constructivas para definir la secuencia de trabajo.
- La manipulación de la información a pie de obra permite mejorar en las fases de construcción y en el propio mantenimiento de la edificación en cada momento de sus fases de vida.

El ciclo de vida de un proyecto BIM comienza con una idea y termina con el derribo y reciclaje del proyecto hecho realidad. Este ciclo puede dividirse en fases que se han denominado dimensiones BIM, [3]:

1D – La idea: inicialmente se tiene que pensar en una solución para el problema. Dicha solución será el resultado de la mejor idea planteada. Se recopila información, antecedentes, posibles diseños, se especula el posible presupuesto.

2D – Boceto: a lapiz y papel se se diseñan posibles soluciones para la edificación. Se decide el programa adecuado para llevarlo a cabo y se plantean las bases del proyecto.

3D - Modelo: se genera un modelo 3D que permite visualizar el proyecto final, se genera información y se corrigen posibles conflictos.

4D - Tiempo: el tiempo pasa a tener un papel fundamental debido a que es una función a la que asignándole unos parámetros se obtienen informes tales como la eficiencia energética, el ciclo del sol, las fases constructivas, mantenimiento en su vida útil.

En la siguiente imagen 3 se ve como en cada fase del proyecto se agrupa en un modelo, el cual es trabajado por cada grupo de profesionales de manera simultanea.

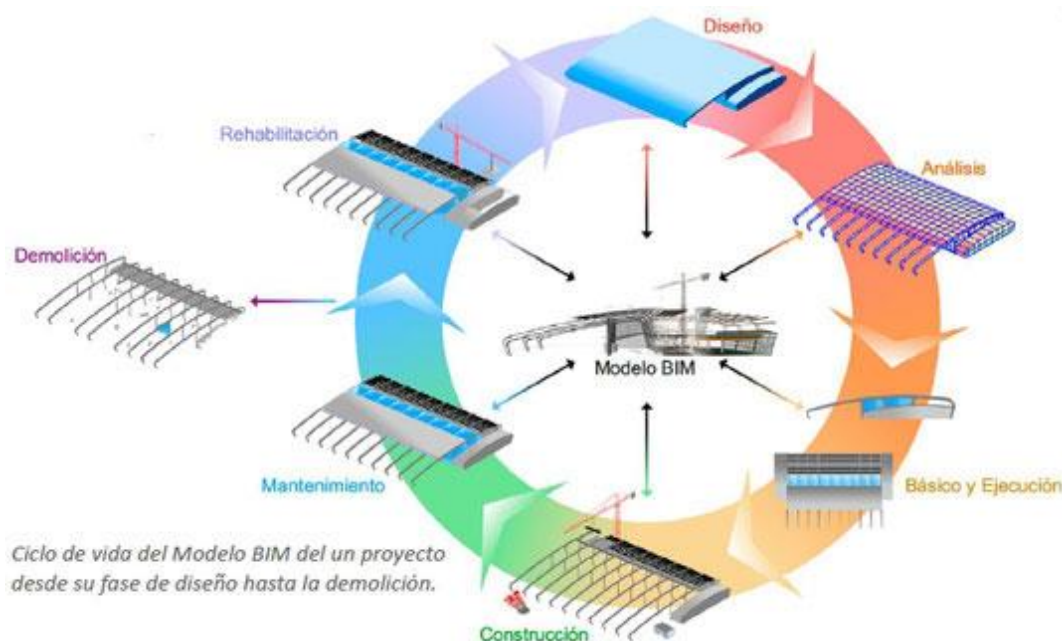


Imagen 3: Las 7 dimensiones del BIM

Fuente: [3]

5D - Coste: se elabora un presupuesto en función de cantidades de componentes y su correspondiente mano de obra con el fin de mejorar la rentabilidad y obtener un mayor beneficio.

6D - Simulación: una vez finalizado el modelo se pueden simular las cantidades de luz que recibe la edificación o los recorridos de evacuación en caso de emergencia.

7D - Gestión: una vez finalizada la construcción debe de seguir con un mantenimiento de sus instalaciones.

Durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde la idea hasta su derribo y reciclaje se produce un proceso continuo de retroalimentación. Es decir, el modelo BIM se va modificando continuamente.

3.2. Historia del BIM

Años atrás no existía lo que ahora conocemos como BIM, en la década de los 60, cuando el Dr. Douglas Englebart escribió su artículo “Aumentando el intelecto humano: un marco conceptual” [5] en el que describía al arquitecto introduciendo especificaciones y datos en el diseño de un edificio y observando cómo una estructura tomaba forma, lo que se asemejaba mucho con la metodología BIM.

Tres años más tarde, en 1965, se creó el primer software CAD (Computer-Aided Design) a un precio no apto para las empresas de 500.000 dólares.

En 1974, Charles Eastman (imagen 4) presentó su investigación “Esquema del Sistema de Descripción de Edificación (Building description System)” en donde sentaba las bases para lo que hoy llamamos BIM. Coloquialmente entre los impulsores le apodaron el creador de BIM.



Imagen 4: Charles Eastman, considerado el creador de BIM.

Fuente: [5].

Un año después, en el 1975 cuando por fin surgió la capacidad de modelar futuras construcciones mediante la tecnología 3D por medio de ordenadores. A raíz de esto, se desarrolló el denominado BDS (Building Description System) en la Universidad Carnegie Mellon. Dos años más tarde crearon uno de los primeros programas de modelado 3D llamado GLIDE.

El origen del BIM no tiene un punto de partida único, sino que fue el resultado de múltiples avances con diferentes técnicas que tenían un mismo fin. Recopilando el trabajo de cada uno de ellos se ha llegado a día de hoy a la idea que se tienen de BIM.

Por otro lado, Autodesk comenzó a utilizar la metodología BIM tras hacerse con la adquisición en el 2002 de la empresa Revit Technology Corporation

Actualmente se ha desarrollado poco a poco esta metodología para ser parte del futuro. Esta metodología es ofrecida por diferentes proveedores tecnológicos en la actualidad como Autodesk, Bentley Systems o Nemetschek.

3.3. Implantación del BIM

La evolución de la tecnología BIM en el proceso de diseño viene siguiendo una curva exponencial en los últimos años. La situación actual es muy próspera ya que como ejemplo los Estados Unidos superan el 70% de implantación en sus proyectos, mientras que en Europa oscila entre un 30%. En la imagen 5 se ve el panorama mundial de BIM en el año 2016.

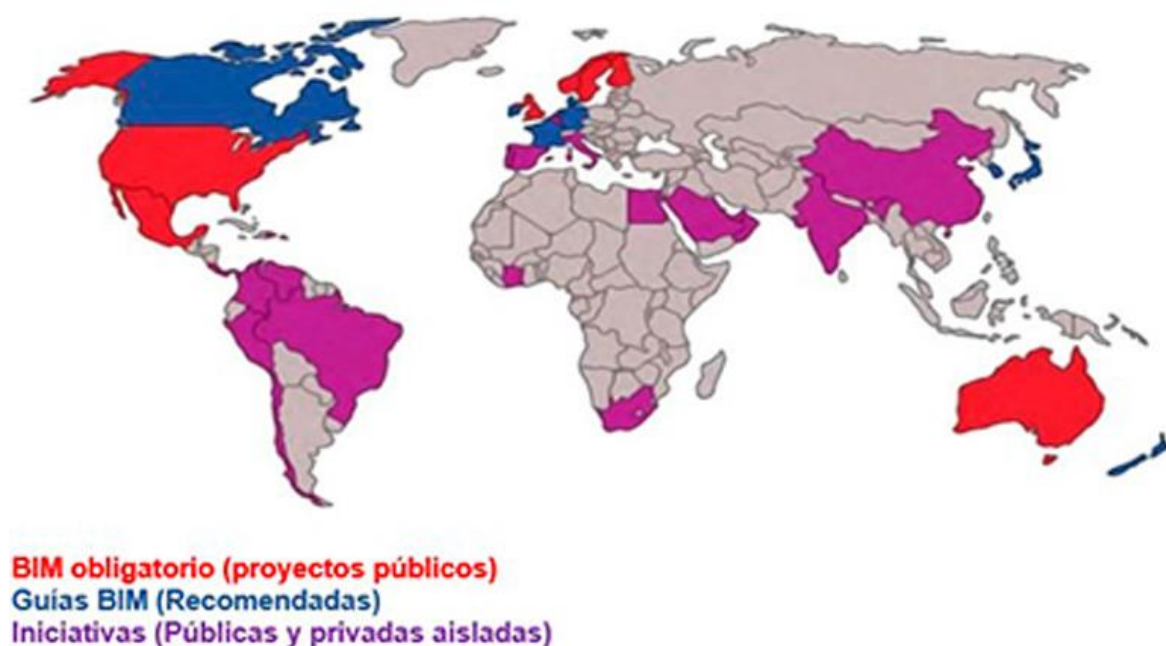


Imagen 5: Mapa implantación BIM a nivel mundial

Fuente: [15]

3.3.1. BIM en Europa

Desde este año, el gobierno francés ha adoptado oficialmente BIM en más de 500.000 viviendas y ha exigido su uso en proyectos que superen los 20 millones de euros, aunque BIM será obligatorio para todos los proyectos en un futuro próximo.

En los Países Bajos, establecieron BIC (Building Information Commission) en 2012 y realizaron el 76% de la práctica en BIM desde la etapa de diseño hasta el mantenimiento en 2015.

Desde 2017, Suiza ha comenzado a tener las "Directrices Open BIM", que pueden ayudar a los usuarios a desarrollar proyectos utilizando métodos, estándares y regulaciones BIM.

En el Reino Unido, desde 2016, BIM debe ser obligatorio para proyectos gubernamentales. BIM tiene actualmente un mercado muy maduro, aunque la falta de tiempo, experiencia y niveles de costes hacen que no todas las empresas hayan migrado a BIM, pero el 80% de las empresas ya están utilizando proyectos BIM.

En Alemania, más clientes privados necesitan BIM, que en realidad es el 90%, que es más alto que el requisito del gobierno, que no requiere la migración de BIM en proyectos públicos.

En 2019, todos los proyectos encargados por el gobierno ruso deben utilizar BIM.

Entre los países escandinavos, la proliferación de BIM es más eficaz que la de sus vecinos europeos. Noruega comenzó a implementar algunos proyectos BIM en 2007 y, para 2010, muchos países comenzaron a utilizar el formato IFC basado en BIM. Desde el año pasado, han estado implementando BIM en una amplia gama de sectores públicos, con un enfoque en la eficiencia energética, la coordinación y la optimización de errores.

En Finlandia, comenzaron a realizar algunos proyectos BIM en 2007 y han sido la metodología de la federación de la construcción desde 2012.

En Suecia, la Alianza BIM sueca nació en 2014. Convocó a varios grupos BIM para unificar estándares, por lo que la mayoría de las empresas actualmente utilizan BIM. Por otro lado, Dinamarca utiliza este método desde 2011. Todos los proyectos locales y regionales que superen los 2,7 millones de euros utilizarán proyectos centrales si el presupuesto supera los 700.000 euros.

3.3.2. BIM en América

En los países centroamericanos y sudamericanos la implantación BIM va más lenta, sin embargo en grandes proyectos se empieza a utilizar. Actualmente, están adoptando el BIM con la intención de disminuir un 30% sus costes a lo largo del ciclo de vida de un edificio.

En los EE.UU. son pioneros en esta metodología desde el 2003 con su Programa Nacional 3D-4D BIM y llevan años expandiendo el BIM en grandes proyectos públicos los cuales poseen diversos protocolos BIM según sus estados, diversas rutas y estándares para el ciclo de vida de un edificio. Por otro lado, en Canadá no ha sido hasta el 2015 que ha impuesto estándares BIM en su gobierno.

3.3.3. BIM en Oceanía

Desde 2014 Australia y Nueva Zelanda ofrecen una guía BIM para planificación, transporte e infraestructuras para agencias gubernamentales, consultores y contratistas. También han hecho público que en 15 años todo proyecto deberá ser realizado en BIM.

3.3.4. BIM en Asia

Desde el año 2013, los proyectos de los países del golfo, como Dubai, BIM es obligatorio su uso. Singapur pretende estandarizar la industria a partir del 2015, que estipula el uso BIM para proyectos de más de 5000 m². China en el año 2014 desarrolló un plan de implantación BIM, donde se espera que de cara a este 2021 un 30% de los proyectos se realicen bajo este estándar. Hong Kong y Taiwan lideran la migración BIM.

Todos los proyectos públicos de más de 50 millones de dólares en Corea Del Sur son BIM de manera obligada desde el 2016. El gobierno lleva desde 2010 promoviendo proyectos BIM y obligan su uso para proyectos de más de 50 millones. Y en Japón desde el año 2017, el 46% de las empresas han trabajado ya con la metodología BIM. Por lo que se puede que Asia está en pleno auge.

3.3.5. BIM en Africa

Alrededor del 16% de las empresas han subcontratado parcial o totalmente BIM para alguno de sus proyectos. Este dato nos muestra que su nivel de desarrollo sigue estando muy por detrás del resto del continentes. Alguno de los paises mas vanguardistas son Egipto, Nigeria o Sudáfrica [16].

3.4. Niveles de BIM

Debido a la complejidad en la información que puede compartirse a través de la tecnología BIM, se plantea la posibilidad de facilitar el intercambio de información. Para ello se consideran diferentes niveles de desarrollo (Level of Development) y niveles de detalle (Level of Detail).

Los niveles de desarrollo de un proyecto realizado a través de un software BIM permiten infinitos resultados a partir de la combinación de la aplicación de diferentes niveles en los elementos del proyecto. Por ello, Mervyn Richards y Mark Bew dieron forma a un diagrama en el que muestra el “Modelo de Madurez BIM”. El diagrama puede ser encontrado [14] tal como se muestra en la imagen 6.

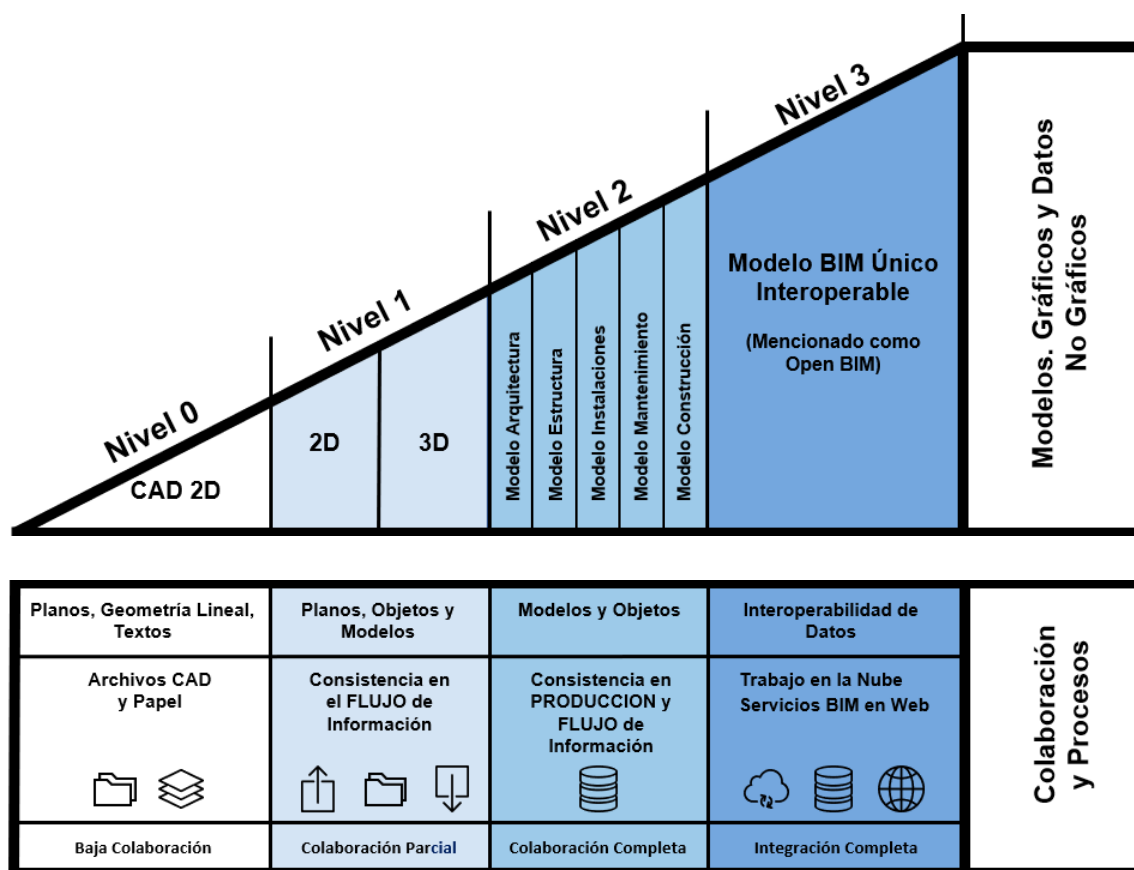


Imagen 6: Modelo de madurez BIM de Mervyn Richards y Mark Bew.

Fuente: [14]

Niveles de desarrollo:

- Nivel 0. En este nivel, el diseño se hace de forma tradicional en 2D, abandonando cualquier tipo de medio digital. También se pueden utilizar bocetos en 3D. Es decir, nos encontramos con dibujos y documentos en papel. En este nivel, el objetivo principal es generar información del proyecto y para la obra en forma de papel, impresiones electrónicas en formatos portables como PDF o una mezcla de papel y formatos electrónicos.
- Nivel 1. Esta etapa relaciona el trabajo con objetos en 3D. Estos objetos se desarrollan de forma virtual gracias al empleo de algún software de diseño. No obstante, en este nivel se sigue trabajando con representaciones en 2D, siempre y cuando estas tengan algo que ver con el modelo 3D. La colaboración es parcial.
- Nivel 2. En este punto, ya nos olvidamos del 2D. Ahora, lo que ocurre es que se combina y se comparte toda la información. Es decir, todos los profesionales se unen en red con el fin de representar e integrar todos los aspectos en el modelado. Por otra parte, se introduce el 4D (parámetros temporales) y el 5D (costes).
- Nivel 3. Este nivel es la meta final. El objetivo primordial es alcanzar la plena integración de los datos, no solo entre los miembros de una organización, sino, entre distintas empresas. Esto se obtiene mediante el uso de un modelo compartido en común. De esta manera, la evolución de una obra puede estar bajo control en todo momento, pudiendo ser modificada en cualquier momento por cualquier agente que tenga que ver con el proyecto.

No obstante, los niveles de madurez BIM no tienen nada que ver con las dimensiones de los datos del modelo de las estructuras. Como ya se ha mencionado anteriormente la dimensión 4D hace referencia al tiempo, 5D a los costes, 6D a la sustentabilidad del proyecto y, por último, 7D a la gestión a la que está destinada la construcción cuando ésta esté finalizada.

3.4.1. Nivel de detalle

- Niveles de detalle (Level of Detail): hace referencia al detalle con el que se presenta cada uno de los elementos que componen el proyecto. De esta forma una puerta podría representarse desde una línea (detalle mínimo) hasta un renderizado para tener una completa visión estética del elemento. Dicha comparación se ve en la imagen 7 donde la puerta pasa a tener un grosor, describe una parábola en su recorrido y tiene un marco en el muro.

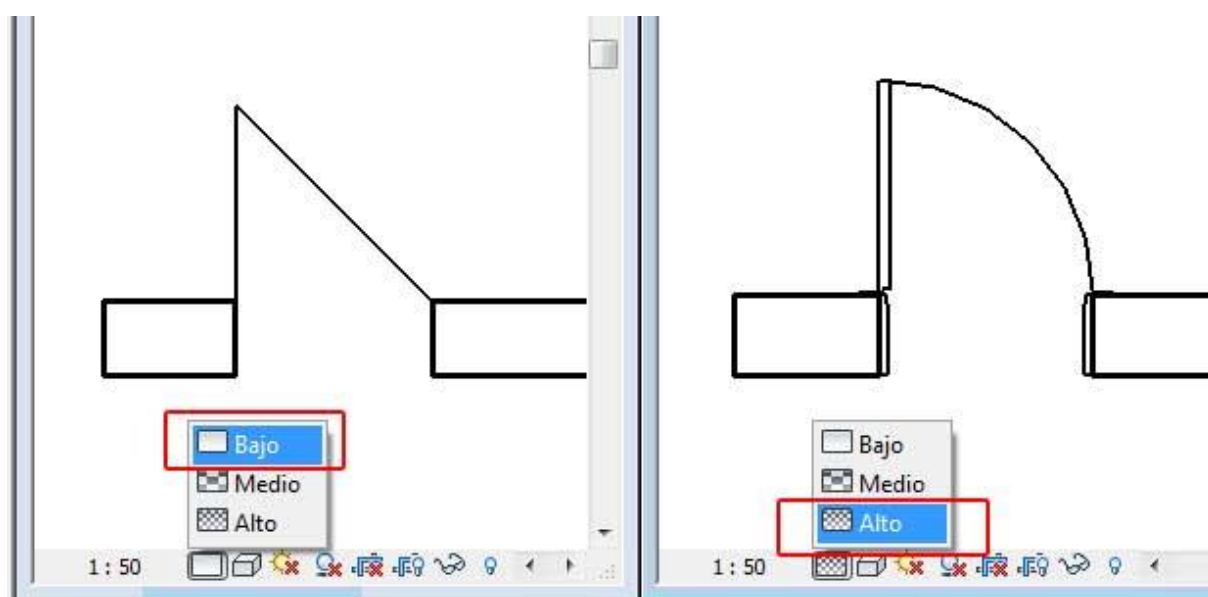


Imagen 7. Vista de un mismo objeto, en este caso una puerta, en diferentes niveles de detalle.

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Nivel de desarrollo

El acrónimo LOD significa actualmente “Level of Development”, que hace referencia al nivel de desarrollo en el modelado, aunque en sus orígenes, significaba “Level of Detail”, nivel de detalles, ya que su objetivo principal era la cantidad de detalles incluidos en el modelo y no la calidad de estos. La encargada de modificar este término fue la AIA (American Institute of Architects) puesto que para ellos no solo la cantidad de detalles era lo importante para definir un modelo, sino que también, la calidad de estos detalles jugaba un papel fundamental.

A continuación, se define por separado cada uno de estos niveles de desarrollo en el diseño y en las imágenes 8 y 9 se ve su evolución [1] y [2]:

- LOD 100: Es el nivel más básico. Consiste en un diseño más conceptual, el cual nos aporta una visión general de nuestro proyecto con datos como altura, orientación o área. No es necesaria su definición geométrica aunque este puede depender de otros objetos definidos gráfica y geoméricamente. Muchos elementos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases muy avanzadas del proyecto. Podríamos establecer el uso de este nivel de desarrollo para redacción de Anteproyecto.

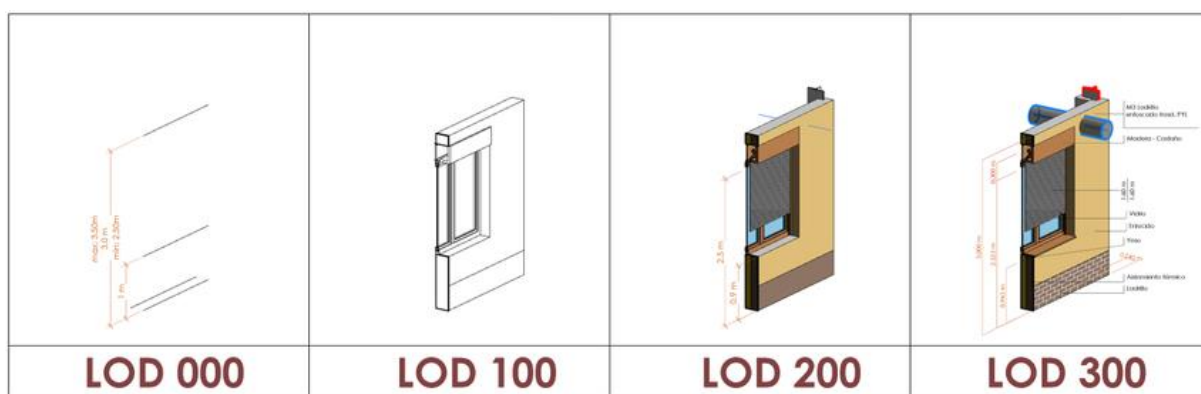


Imagen 8. Niveles de desarrollo.

Fuente: [1]

- LOD 200: En este nivel la visión aún sigue siendo general, pero en este caso, se puede obtener más información como magnitudes, forma, localización o tamaño. Aunque las mediciones son una aproximación, su función es el incremento de la capacidad de análisis. Este nivel se correspondería con uno Proyecto Básico de Arquitectura o Ingeniería.

- LOD 300: La diferencia con los niveles anteriores ya comienza a ser más que considerable. Pues bien, en este nivel la información y la geometría del modelo ganan en precisión, a falta de definir algún detalle constructivo. Las mediciones continúan sin ser exactas, aunque son bastante más precisas que en el nivel anterior.

- LOD 400: Una vez el objeto está definido geoméricamente en detalle se añade información específica sobre su posición específica, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación con detalle completo. Podríamos estar en este nivel de desarrollo durante el proceso de ejecución de la Obra donde irán surgiendo modificaciones o necesidades de definición del proyecto, como detalles constructivos.

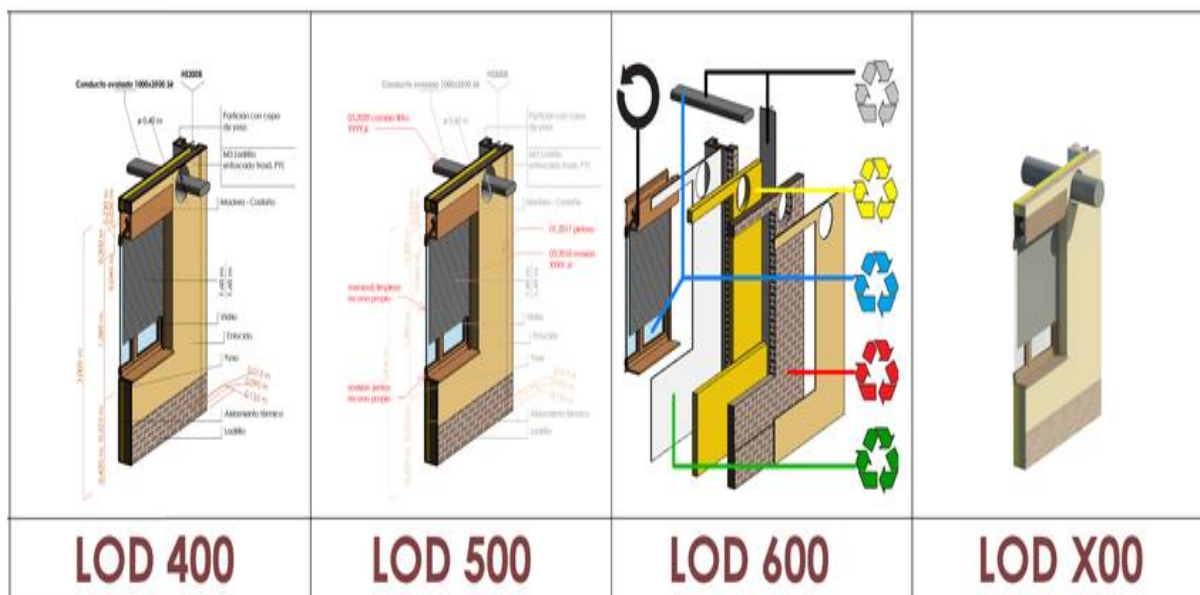


Imagen 9. Niveles de desarrollo.

Fuente: [1]

- LOD 500: Este nivel de desarrollo se identifica normalmente con el nivel de proceso constructivo finalizado “as built”. El proyecto terminado cuenta con toda la información necesaria para utilizarlo adecuadamente y las diferentes operaciones a realizar durante su vida útil.

- LOD 600. A diferencia del anterior, la forma geométrica del elemento objeto no está definida en detalle, pero en cambio sí lo están sus condiciones de reciclaje, tales como materiales propios, toxicidad, distancia al punto de fabricación/ reciclaje, peso y volumen, métodos de traslado y desmontaje, etc. Se basa principalmente en información no gráfica vinculada al proyecto.

Un ejemplo para ver los LOD seria:

- LOD 000: Se requiere una estantería.
- LOD 100. Hay una estantería.
- LOD 200. La estantería necesita un espacio de 1200 mm x 1000 mm.
- LOD 300. Además, tiene 3 baldas.
- LOD 400. La estantería es de un modelo concreto de un fabricante y con un número de serie.
- LOD 500. La estantería es de un fabricante, tiene un número de serie, tenemos un proveedor y la fecha de compra y de instalación.
- LOD 600. Dicha estantería la utilizaré durante 5 años y después la llevare al punto de reciclaje.

3.5. Ventajas e inconvenientes de usar BIM

Como ya venimos comentando la metodología BIM tiene muchos puntos a favor con respecto a los métodos convencionales y nos da soluciones a problemas de difícil solución pero también tenemos que tener en cuenta las limitaciones o desventajas de usar BIM [4;8].

3.5.1. Ventajas de BIM

Las ventajas de utilizar el método BIM son numerosas, entre ellas destacan las siguientes:

- Mayor comunicación. Un proyecto modelado en BIM permite compartir su información, por contrario los planos de dibujo en papel no lo permiten. Con herramientas basadas en la nube la colaboración BIM puede darse sin problemas en todas las disciplinas dentro del proyecto. El acceso a la nube también permite a los equipos de proyecto llevar la oficina a pie de obra. Con aplicaciones y herramientas BIM, los equipos pueden revisar modelos en el sitio y en sus dispositivos móviles, asegurando que tengan acceso a información actualizada del proyecto en cualquier momento.
- Visualización del proyecto. Al usar BIM se puede planificar y visualizar todo el proyecto durante la preconstrucción. Las simulaciones de uso del espacio y las visualizaciones en 3D permiten a los clientes experimentar cómo será al final de la obra, ofreciendo la posibilidad de realizar cambios antes de comenzar la construcción. Tener una mejor visión general desde el principio minimiza los costosos y largos cambios posteriores.
- Detección de posibles fallos. BIM permite detectar cualquier conflicto entre las instalaciones de iluminación, redes de fontanería o de calefacción antes de que comience la construcción. Con un determinado software BIM, como es Revit, se puede evitar conflictos con la detección automática de errores. Al evitar contratiempos, se reduce la cantidad de retrabajo necesario lo que equivale a un ahorro. Con BIM se evitan los

cambios de última hora y problemas imprevistos al permitir una fácil revisión entre múltiples disciplinas. Si se llevan a cabo toda esta serie de ventajas se obtiene un considerable ahorro que hace imprescindible la aplicación de la metodología BIM como se ve resumido en la imagen 10.



Imagen 10. Ahorro en fases de construcción y operaciones gracias a BIM.

Fuente: Informe de la comisión Europea de Marzo de 2019

- Estimación de costes. Muchas empresas de AEC (Asociación española de empresas de consultoría) se han dado cuenta de que incluir estimadores al inicio de la etapa de planificación permite una estimación de costes de construcción más efectiva.
- Programación mejorada. De la misma manera que muchos de estos beneficios ahorran dinero, ahorran tiempo al reducir el tiempo de los ciclos del proyecto y eliminar los contratiempos del cronograma de construcción. BIM permite que el diseño y la documentación se realicen al mismo tiempo y que la documentación se cambie fácilmente para adaptarse a la nueva información. Al modificar un componente por un conflicto los planos al que pertenece y las tablas de componentes se actualizan automáticamente.
- Mayor productividad en la prefabricación. Los datos BIM se pueden utilizar para generar instantáneamente bases de datos para fines de fabricación, lo que permite un mayor uso de la tecnología de prefabricación y construcción modular. Al diseñar y construir en un entorno controlado se puede disminuir el desperdicio y aumentar la eficiencia y reducir los costos de mano de obra y materiales. En la imagen 11 se ve la cantidad de mejora que se puede obtener al aplicar BIM.

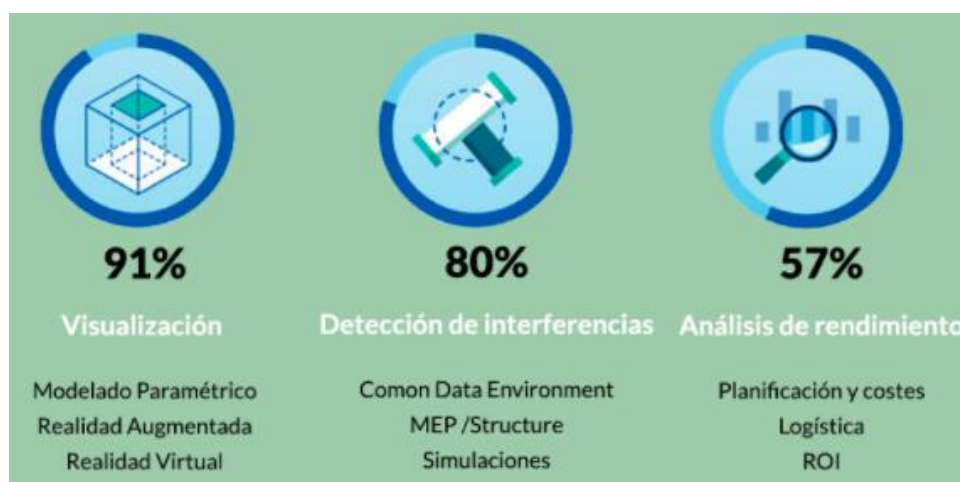


Imagen 11. Ventajas de BIM respecto a otras metodologías.

Fuente: [26]

- Aumento de la seguridad. BIM puede ayudar a mejorar la seguridad de la construcción al identificar los peligros antes de que se conviertan en problemas y evitar riesgos físicos al visualizar y planificar la logística del sitio con anticipación.
- Mejor gestión durante la vida de instalaciones. La información en un modelo también permite la operación del edificio después de que finalice la construcción. Esto es valioso para la administración de las instalaciones durante todo el ciclo de vida del edificio. Los datos pueden enviarse al software de mantenimiento de edificios existente para su uso posterior a la ocupación.

3.5.2. Inconvenientes de BIM

- Resistencia al cambio. La mayoría de las empresas están acostumbradas a trabajar con herramientas tradicionales que conocen y dominan debido a la experiencia adquirida hasta el momento. Por esto existen muchas desventajas asociadas como miedo al fracaso, salida de la zona de confort, tiempo para aprender a utilizar el software y en muchos casos falta de apoyo de sus responsables y de la dirección de la empresa [6]. La implementación de una tecnología radicalmente diferente dentro de este entorno requiere una toma de decisiones

estratégicas adecuadas por parte de las empresas para que involucren a los empleados haciendo uso del conocimiento y la experiencia disponibles para ejecutar la implementación sin alterar el modelo de trabajo existente.

- Alto coste de la implantación. Es el mayor problema que puede surgir en cualquier organización empresarial es el alto coste de la implementación de BIM. No hablamos tanto del coste de equipos y tecnología sino de gastos menos tangibles pero muy importantes. Además, como veremos a continuación, hay que tener en cuenta el posible coste de formar o contratar personal con conocimientos y experiencia suficiente en BIM. En empresas grandes y medianas puede ser más sencillo alinear sus equipos con BIM, ya que tienen equipos amplios que pueden adaptar adecuadamente. En empresas más pequeñas es más difícil comprometer a todo un equipo con el proyecto BIM en un momento o incluso durante un período de tiempo. Una opción viable para ellas sería aprovechar la experiencia y los conocimientos de consultores externos que les ayudaría a mantener sus equipos intactos, facilitando una mejor integración de las tecnologías BIM dentro de su modelo de negocio.

- Liderazgo débil. Este es el desafío más importante al que se enfrentan los proyectos de implementación de BIM. A pesar de que las empresas están bien informadas sobre los beneficios generales de esta nueva forma de manejar el negocio de la construcción, los clientes no terminan de comprender el alcance real ni las implicaciones de la metodología en la forma de trabajar de las empresas. Sin un liderazgo fuerte que entienda la verdadera dimensión de BIM y adopte las medidas para incorporar a todos los empleados al proyecto, el éxito es mucho más complicado.

- Convivencia con sistemas no BIM. El uso de sistemas BIM y no BIM que funcionan dentro de la misma empresa plantean una serie de conflictos. Los proyectos de BIM o de formación en BIM deben

seleccionarse cuidadosamente según el tamaño, el calendario y la disponibilidad de los miembros del equipo. Esta división de los miembros del equipo podría costar a la organización la eficiencia del equipo y el tiempo facturable.

- Costes de licencia. La licencia de este tipo de software es bastante alta debido sobre todo a que el modelaje en BIM es una técnica que está en auge y que está cambiando la forma de trabajo en numerosos proyectos industriales. El hecho de que la licencia de adquisición de este tipo de software sea alta hace que debamos considerar este tipo de inversión inicial a la hora de realizar el proyecto. Actualmente la licencia profesional de AutoDesk Revit viene a costar unos 3.200€ anuales.

En la siguiente imagen 12 se aprecia una serie de desventajas mas comunes en la aplicación BIM como es por ejemplo la realización de doble trabajo tras una mala distribución de tareas entre el personal.



Imagen 12: Problemas frecuentes del uso BIM

Fuente: Especialista3D

3.6. Diferencias entre el sistema CAD y BIM

Hasta ahora se ha hablado de las capacidades de BIM, sus ventajas y desventajas. Ahora se va a comparar respecto a CAD que es o era la forma de trabajo mas común para tabajar con proyectos. CAD sigue una trayectoria linal de trabajo. Si se modifica algun componente habria que cambiar todos los documentos a los que pertenece [11].

Por un lado, se deberá actualizar la documentación gráfica, así como también el presupuesto y otros documentos que pudiesen tener implicación con la misma, ya que se trabaja con distintos softwares que son capaces o no de actualizarse.

Por otro lado, las empresas contratistas deberán detectar qué documentación deja de ser válida por no estar actualizada y cuando se realiza el envío de la nueva documentación actualizada. Puede suceder que sea la misma oficina técnica quien desarrolle parte de las modificaciones del proyecto, pudiéndose llegar a posibles conflictos si no se notifican dichos cambios por parte de los trabajadores.

En la imagen 13 se observa un gráfico que indica la relación entre el trabajo realizado y los costes. Se ve con claridad que aplicar BIM supone un gran esfuerzo inicial pero por contrario realizar cambios saldrá mucho mas economico en función del tiempo transcurrido en el proyecto.

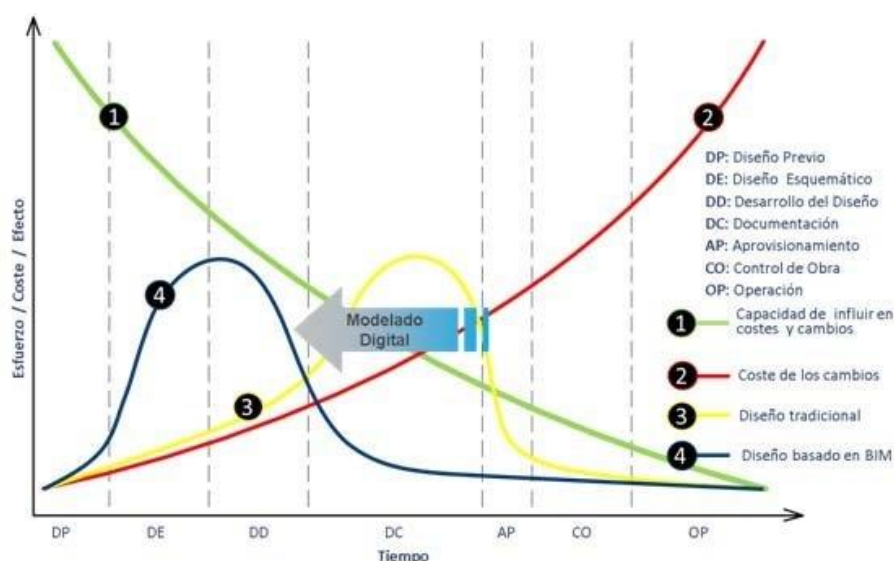


Imagen 13: Curva de esfuerzo del proceso constructivo

Fuente: Blog Scientific Macleamy

Las correcciones tempranas resultan menos costosas al hacerlas en el modelo a construir evitando los sobrecostos en el momento de la ejecución. Es mejor invertir tiempo y recursos en la planificación que gastarlos descontroladamente en la ejecución del proyecto [10]. La imagen 14 compara el coste de un imprevisto entre un proceso tradicional y uno aplicando BIM.

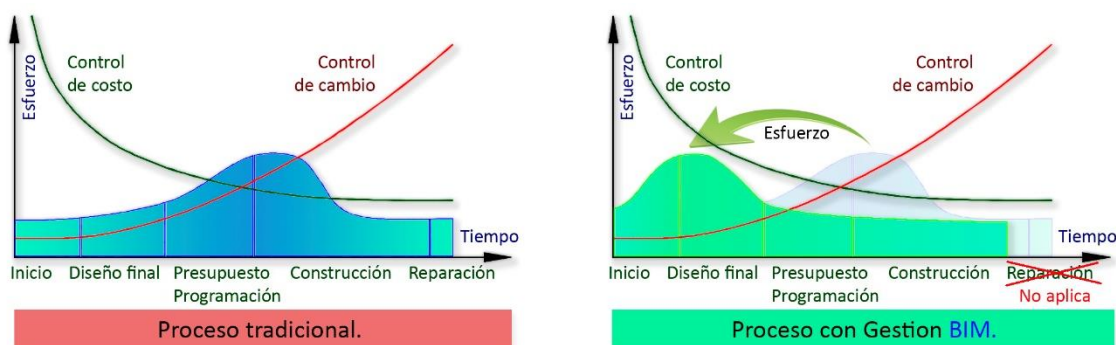


Imagen 14: Gráfico de la administración eficiente de proyectos.

Fuente: [14]

Habiendo visto las principales ventajas que ofrece el BIM, es lógico que el usuario piense que el BIM tiene la batalla ganada al CAD. Sin embargo, resulta interesante observar la evolución del volumen de búsquedas del término CAD y BIM, mediante la herramienta Google Trends (imagen 15).

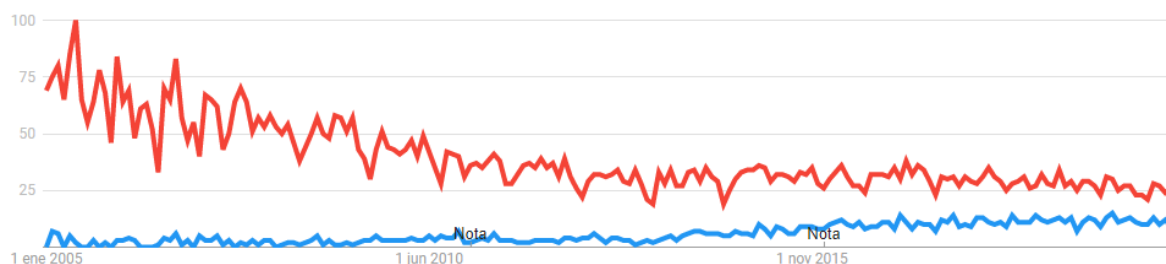


Imagen 15: Gráfico de visitas en internet de BIM vs CAD

Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google Trends.

Muestra como el CAD, especialmente la herramienta AutoCAD de Autodesk, lideran el uso de software de diseño para la construcción. Apareciendo dicha gráfica en 5 años existirá cierta igualdad y con el paso de los años el sistema BIM acabará imponiéndose ya que una vez establecido en las principales empresas y afianzados por las ventajas que ofrecen tanto a propietarios, proyectistas o constructores, y la labor docente en las universidades, los sistemas CADs quedarán obsoletos.

3.7. Situación de BIM en España en el 2021.

Se puede decir que BIM no es obligatorio en España en general, o a nivel de Ley. Comparado con otros reglamentos tal como el código técnico de edificación que si es de obligado cumplimiento. En una licitación pública se sobreentiende que el CTE es obligatorio a día de hoy pero por el contrario con BIM no se produce y a corto plazo no esta previsto que esto vaya a cambiar [9].

En la siguiente imagen 16 se observa un gráfico con la evolución trimestral de la inversión y número de licitaciones públicas con requisitos BIM en España.

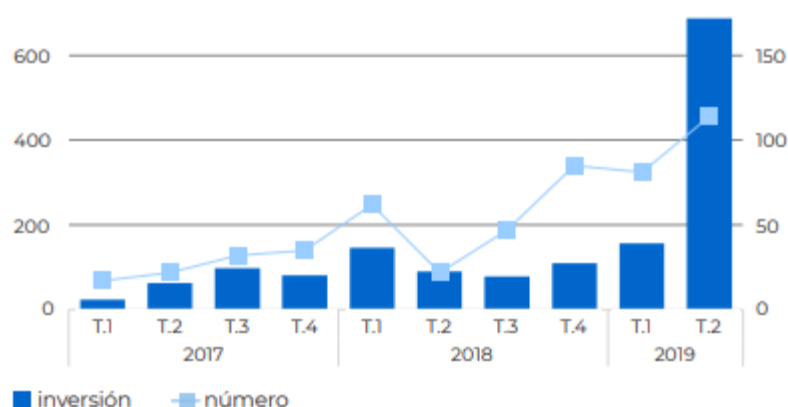


Imagen 16: Evolución trimestral de la inversión en licitaciones BIM

Fuente: [7]

Con frecuencia aparecen mensajes y anuncios que dan la impresión de que si es obligatorio. Pero lo cierto es que solo es obligatorio en determinadas instituciones o zonas geográficas. Algunos ejemplos de aplicación son:

- BIM es obligatorio en las obras publicas que dependen del Ministerio de Fomento tales como los aeropuertos con AENA, los ferrocarriles con Renfe y Adif, autoridades portuarias, etc.
- BIM es obligatorio en las obras publicas de Cataluña. El acuerdo de gobierno de Cataluña obliga al uso del BIM en proyectos públicos a partir del 11/03/2019. El BIM se debe aplicar de forma obligatoria, en contratos superiores a 5 millones de euros en obras y 200 mil euros euros en proyectos. En abril de 2021 se han ampliado los contratos en los que el BIM debe de ser obligatorio .

En la imagen 17 se ve el mapa de España con la distribución en millones de euros por comunidades, donde destaca cataluña sobre el resto de España.

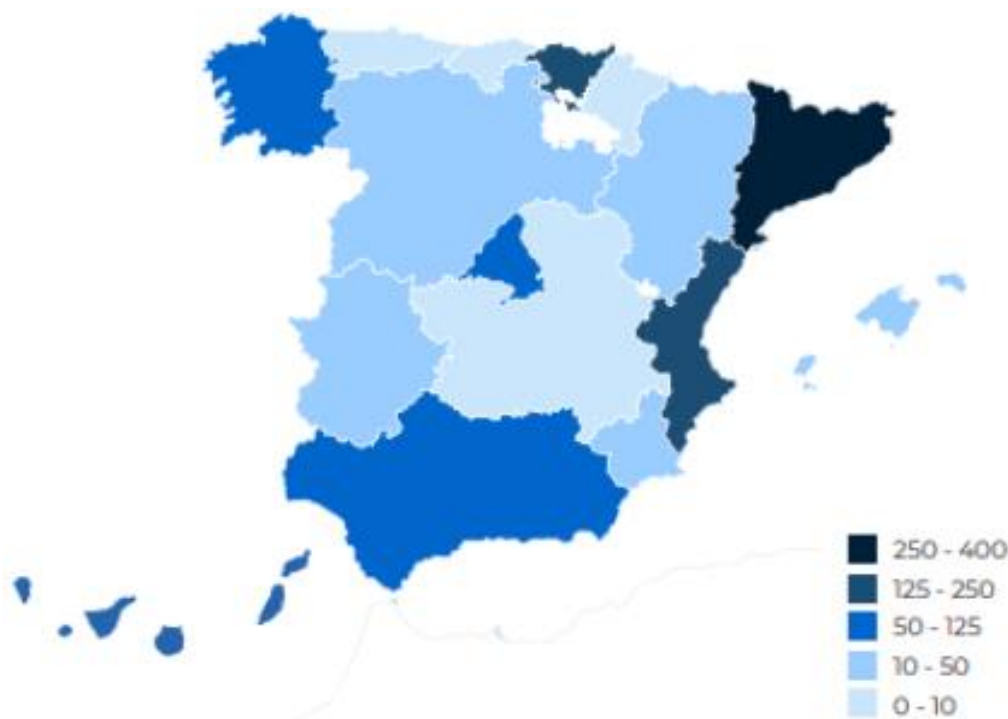


Imagen 17: Mapa con la inversión en millones de € por comunidades autónomas en España.

Fuente: [7]

- En el País Vasco tienen obligaciones parciales por promotores los proyectos que dependen de la dirección General de Vivienda del Gobierno Vasco como pueden ser Visesa, Alokabide o Bilbao Ria 2000 que se piden en BIM, pero hasta la fecha no hay ninguna ley que regule la aplicación en los proyectos.
- En el sector de alimentación, distribución y logística destacan el Grupo Zara, Mercadona o Amazon. Un ejemplo es que Amazon abrirá en 2022 tres grandes centros de datos con metodología BIM en España con una inversión estimada de 2500 millones de euros.
- En el sector deportivo se están creando grandes proyectos para dar acceso al público a ver dichos eventos. Un ejemplo son las remodelaciones de los estadios del Real Madrid con una inversión de más de 500M€ o el del FC Barcelona con casi 600M€. En la imagen 18 se ve una representación 3D de un modelo 3D de un estadio de fútbol.



Imagen 18: Modelado BIM del nuevo estadio Santiago Bernabéu

Fuente: [7]

En conclusión podemos decir que aún existe mucho margen de mejora que iremos viendo progresivamente. Según un estudio aproximado sin datos oficiales de “Bimchannel Tecnologia & Construcción” el nivel de inversión en España es del 1% en las diferentes administraciones [7].

3.8. Aplicaciones de BIM

El empleo de herramientas BIM no está vinculado a una única fase del proyecto ni a un tipo particular de obras, sino que conforman un conjunto de herramientas útiles en toda la vida del proyecto [17].

3.8.1 Gestión de Proyectos

Primero, la creación de una simulación de la fase de construcción puede identificar posibles conflictos inherentes al proyecto. Permiten comprobar la compatibilidad de tareas en un tiempo y espacio similar al mismo tiempo que mejoran el rendimiento del proyecto. La planificación y organización de tareas se convierte en un portal para los agentes del proyecto, lo que facilita la gestión y programación de recursos.

3.8.2 Mediciones y control de costes

Cada elemento definido incluirá su representación en el presupuesto e incluirá su medición real. Las métricas pueden ser longitud, área y volumen, incluidos los importes totales y netos. Hoy en día, hemos encontrado muchos programas de cálculo de medición y control de costos, que se pueden vincular con modelos de arquitectura Presto o Medit (Autodesk) a través de archivos IFC.

3.8.3. Estructura e Instalaciones

Es importante saber diferenciar entre software de representación y software de cálculo y dimensionamiento. Los más representativos a nivel mundial son los siguientes: Revit, Allplan, AECOSim y ArchiCAD.

3.8.4. Análisis y estudios de eficiencia energética

Actualmente, cada día se busca realizar proyectos más sostenibles y más respetuosos con el medio ambiente. En especial, emplear modelos BIM, complementados con información relativa como transmitancias, coeficientes térmicos, etc., como base de estudio y análisis en programas más especializados.

Según el informe de la IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), las viviendas llegan a consumir un 25% de la demanda de energía eléctrica. Según datos ofrecidos por la Unión Europea, casi el 40% de los gases que provocan el efecto invernadero son emitidos por los edificios existentes.

En el caso de Autodesk, la empresa ha apostado por un servicio web en la nube llamado Autodesk Green Building, que permite evaluar los perfiles de energía y las huellas de carbono de diversos diseños de edificios. El servicio web ofrece funciones de análisis del uso de la energía, el agua y las emisiones de CO2 de forma gráfica para simular y analizar a fondo el rendimiento del edificio.

3.8.5. Plan de emergencias

Usar el modelo por los servicios de emergencia para prevenir incidencias, ya que con BIM podemos obtener los planos de evacuación para una edificación de la forma más eficaz y rápida en caso de catástrofe. En la imagen 19 se aprecia el recorrido de evacuación de la planta desde cualquier cuarto de la edificación.

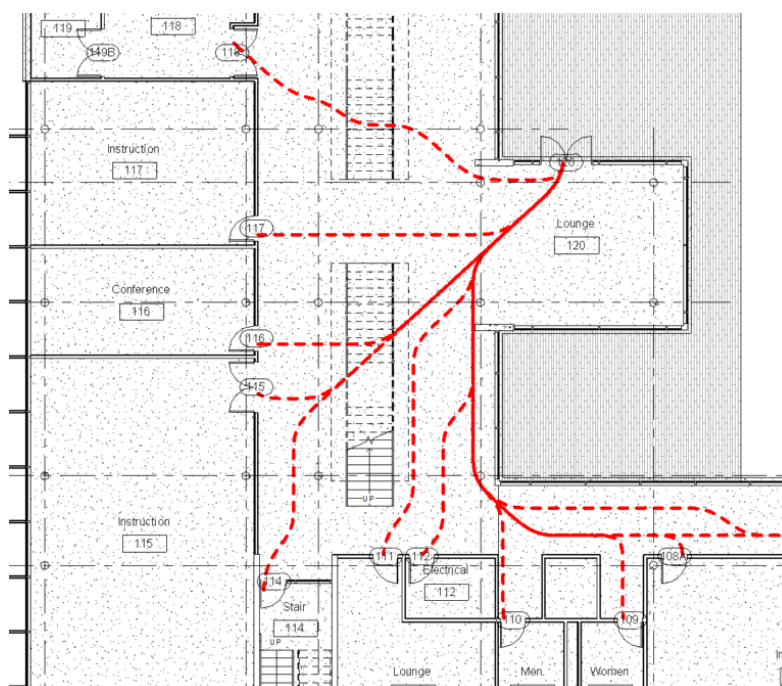


Imagen 19: Plano de evacuación de una edificación

Fuente: Google

3.9. BIM Manager

Un BIM manager es una profesión muy popular en el ámbito laboral. Es el responsable de la calidad y estructura de la información de toda la etapa del proyecto BIM: redacción, ejecución, etc. Su función principal no es más que la implementación y uso del método BIM en el proyecto de liderazgo ejecutivo, y cómo coordinar los diferentes equipos técnicos para cumplir con los estándares especificados en desarrollo y entrega [18].

Sus funciones principales son:

- Guiar la definición, implementación y cumplimiento de BIM.
- Control por software BIM.
- Promocionar el uso de BIM.
- Participar en el entorno BIM.
- Liderar el equipo de diseño del proyecto y el entorno del proyecto.
- Gestionar modelos y procesos BIM para garantizar la interoperabilidad.
- Reunirse con el equipo de diseño del proyecto o clientes.

En la imagen 20, muestra como epicentro del proyecto la figura del BIM manager y a su alrededor el resto de profesionales que intervienen a lo largo del proyecto.



Imagen 20: La figura del BIM Manager

Fuente: [18].

Una estipulación del sueldo medio de un BIM Manager, en España es de un rango entre los 25.000 € y los 45.000 € brutos anuales.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Ubicación de la edificación

La localización de la estación de autobuses de Jaén se encuentra en pleno centro de la ciudad. Situada entre las calles Avenida de Madrid, que es la única por la que circulan los autobuses, calle Santo Reino, calle Reyes Católicos y plaza de la Libertad (anteriormente llamada plaza coca de la Piñera) que es la única con acceso para peatones.

El proyecto será llevado a cabo en la misma ubicación, pero con una distinta distribución para así poder darle acceso desde las 3 calles y la plaza.



Imagen 21: Localización de la estación de autobuses de Jaén

Fuente: Google Maps.

La imagen 21, corresponde con la localización de la parcela donde va ubicada la estación de autobuses. Las coordenadas asociadas son:

Latitud: 37.7715 Norte.

Longitud: -3.7869 Este.

El tiempo de conexión entre la estación de autobuses y la parada de tranvía más cercana en la calle paseo de la estación es de 4 minutos andando, como se ve en la imagen 22. Esta última mencionada se espera que empiece a funcionar definitivamente en el último trimestre del 2021, por lo que se

conseguiría que Jaén tenga una ciudad con una red de transporte público acorde a su población.



Imagen 22: Localización de la parada más próxima al tranvía

Fuente: Google Maps.

La parcela tiene una extensión de 7.008 m², la cual pertenece al sector terciario según el Plan General De Ordenación Urbanística De Jaén.

En la siguiente imagen 23, se ve que la estación de autobuses le corresponde la parcela número 08092 en el catastro de Jaén.



Imagen 23: Parcela correspondiente a la estación de autobuses actual.

Fuente: Sede del catastro del gobierno de España.

Del plan general de ordenación urbana se ha extraído la siguiente imagen 24, donde delimita el área de la parcela respecto al emplazamiento. En la imagen 25 se halla una perspectiva real extraída de google Maps.



Imagen 24: Emplazamiento real del proyecto.

Fuente: PGOU del municipio de Jaén



Imagen 25: Situación del proyecto con referencias locales.

Fuente: Google Maps.

4.2. Edificación existente

El edificio fue proyectado en la década de 1940, e inaugurado en 1949. Con el paso del tiempo y dado su mal estado debido a las goteras y a su desfase tecnológico, ha estado al borde de la demolición en varias ocasiones. Fue declarado Bien de Catalogación General y restaurado en parte por el Ayuntamiento de Jaén y la Junta de Andalucía [13].

La estación se compone de una gran sala de espera y un vestíbulo principal, sobre el que se levanta el hotel (el cual está declarado en ruinas). El edificio se cierra sobre sí mismo con un muro que crea el espacio para los andenes y posee en la entrada una torre de reloj.

En las siguientes imágenes (26 a la 31) se muestran diferentes fotografías con la evolución de la estación de autobuses en los últimos 70 años.



Imagen 26: Fachada de la estación de autobuses durante su año de inauguración

Fuente: Jaén en la memoria, 1950



Imagen 27: Interior de la estación de autobuses durante su año de inauguración

Fuente: Jaén en la memoria, 1950



Imagen 28: Dársenas de la estación de autobuses durante su año de inauguración

Fuente: Jaén en la memoria, 1950



Imagen 29: Estación de autobuses del año 1950.

Fuente: Todocolección, 1950.

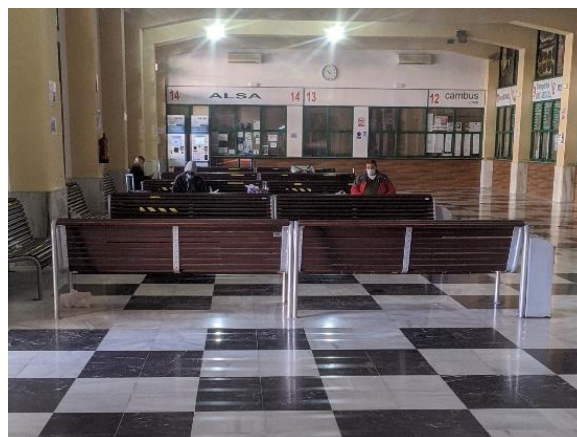


Imagen 30: Interior de la estación de autobuses de Jaén a día de hoy.

Fuente: Elaboración propia.



Imagen 31: Estación de autobuses de Jaén a día de hoy.

Fuente: Elaboración propia.

La actual estación de autobuses no satisface todas las necesidades que pide la ciudad de Jaén. Sus instalaciones están anticuadas, es la más antigua de todas las capitales de provincia en Andalucía y su estado de conservación transmite un valor negativo a sus visitantes.

A pie se puede acceder desde la plaza de la libertad o bien desde la Avenida de Madrid, pero esta última con unas medidas de seguridad ineficientes, ya que no existe acera y los autobuses pasan cerca de los peatones.

Al cabo del día pasan más de 3500 personas, lo que supone una estimación de 1.300.000 personas al año transitan la estación de autobuses, por lo que es un gran foco de actividad para realizar gestiones [23].

En noviembre de 2009 se inauguró la estación de autobuses tras su reforma, en la que se trabajó durante seis meses y con un coste de 1,4 millones de euros financiados por la Junta de Andalucía. Se repararon las cubiertas, se mejoró la instalación eléctrica, se construyó un nuevo pavimento en la zona de autobuses y se instalaron paneles informativos digitalizados, entre otras cosas.

Otra cosa es el edificio de la estación, que en estos 12 años ha ido deteriorándose y que vuelve a estar en un estado de dejadez considerable. Hoy, de nuevo, la estación está a la espera de que se decida su futuro. Por no hablar del hotel, que se encuentra en estado de ruina [12].

Actualmente, la estación dispone de 7.008 metros cuadrados de los cuales 1.475 metros cuadrados están destinados a la nave donde se alojan las taquillas, cuartos de baño o zonas de descanso.

- Baños públicos: 2 (46 m²)
- Taquillas de venta de billetes: 14 (342 m²)
- Resto de zonas de servicio: (759 m²)
- Andenes: 18 (1510 m²)
- Carril de circulación: (3950 m²)

El número de andenes para autobuses es de 18, de los cuales 6 serían para microbús y 12 para el resto de autobuses normales.

Esta información ha sido obtenida por elaboración propia gracias a imágenes, vistas aéreas con Google Maps y visitas presenciales a la infraestructura, por lo que son datos aproximados.

4.3. Necesidades y requerimientos del nuevo proyecto

La finalidad de la construcción de la nueva estación de autobuses consiste en satisfacer todas las necesidades que la actual infraestructura no cumple bien porque no dispone de todos requerimientos de la actual normativa o porque el estado de sus instalaciones se encuentra muy anticuadas y mejorar la calidad de los servicios que se están prestando a día de hoy [27].

Una estación de autobuses ha de tener como mínimo las siguientes áreas:

- Área propia de autobuses y pasajeros: son los espacios propios necesarios de toda la estación para el funcionamiento de los autobuses y las actividades de los pasajeros por las aceras (debido a la concentración de peatones la anchura mínima ha de tener 300 cm) y dársenas, así como las paradas y carriles de circulación.
- Área de servicio: son los espacios necesarios para prestar un mejor servicio al ciudadano y que son indispensables para las estaciones modernas como tener salas de espera con asientos y mobiliario de descanso, aseos públicos independientes para los dos sexos (4 lavabos e inodoros por cada 2.000 m² de superficie), puntos de venta de tickets, así como puntos de información o seguridad, habitaciones de almacenaje, alquiler de taquillas y maletas, etc.
- Área de recreativos: Son los que ayudan a que los usuarios tengan un mayor confort y eleven la calidad de los pasajeros para una mayor demanda de usuarios, entre los que se pueden diferenciar zonas verdes, parking propio (Nº de plazas de estacionamiento por cada 100 metros cuadrados contruidos), locales comerciales, cafeterías, etc.

Las necesidades de una estación de autobuses tienen que seguir los siguientes requerimientos [27]:

- Accesibilidad: Debe permitir el acceso a todo tipo de ciudadanos, independientemente de su condición física. Debe de poderse entrar y salir fácilmente de la estación desde cada calle adyacente. Las escaleras,

rampas y pasillos deben de tener como mínimo una anchura de 100 cm. La estación de autobuses de la ciudad debe estar cerca de la entrada principal de la estación o dentro de su parcela. Define entradas y salidas separadas en el área de operaciones para minimizar los problemas de tráfico interno. Los pasos de vehículos y peatones han de estar separados para evitar accidentes a los usuarios.

- Bienestar: Se debe crear un cierto grado de confort para la estación de autobuses, y la temperatura interior debe fluctuar entre 21 y 26 °C. La disposición de las áreas verdes beneficiará al medio ambiente de cada área, formando así una barrera natural de luz solar. La vegetación utilizada debe ser de tallos altos para permitir la libre circulación del viento.

4.4. Descripción de la solución adoptada

La estación de autobuses de Jaén se encontrará situada en el centro de la ciudad, estando la entrada principal de vehículos en la avenida de Madrid. Su ubicación poseerá una posición estratégica ya que estará a 1.2 km de la estación de tren de Jaén y a 280 m de la parada del tranvía.

La parcela cuenta con una superficie de 7.008 m² de los cuales 1.425 m² serán utilizados para la edificación de la estación en la zona central para mejorar la accesibilidad desde las calles colindantes. El resto del terreno se utilizará para la creación de zonas verdes, espacios de descanso o parking.

El modelo se va a dividir en distintos niveles, partiendo de la cimentación donde las zapatas se encuentran a una cota de - 0.5 metros de profundidad, dos plantas de 5 metros de altura cada una y un punto más elevado de 15,7 m correspondiente a la altura de la cumbrera.

La distribución de la estación de autobuses final será la siguiente:

- La edificación irá ubicada en el centro de la parcela estando a 20 metros de distancia de la avenida Madrid, 15 metros de las calles Santo Reino y Reyes Católicos y a 30 metros de la plaza de la Libertad. El resto de la parcela quedará libre para la circulación de autobuses, aceras y el parking público.
- La estación tendrá forma rectangular de dimensiones 75 x 30 metros, estando las 4 esquinas redondeadas por un radio de 5 metros. La estructura se dividirá en 2 plantas, la primera destinada principalmente a las paradas de autobuses e intercambio de pasajeros y la segunda planta irá destinada al resto de servicios para los clientes. La nueva cubierta estará formada por una estructura de perfiles tubulares de acero que soportarán paneles de cristal. Tendrá forma parabólica y voladizos de 0.5 metros en los laterales y 8 metros de voladizo en las fachas Este y Oeste.
- La cimentación irá situada a una cota de -0.5 metros compuesta por zapatas de hormigón armado modelas in situ de dimensiones 240x120x450 centímetros en el caso de las de mayor tamaño y vigas de atado cuadradas de 45 centímetros.

- La estructura estará compuesta por perfiles metálicos de acero 45-S345. Los pilares tendrán un perfil 457X20CHS y las vigas estarán compuestas por IPN 240.
- Los cerramientos de la nueva estación de autobuses estarán formados por muros de 50 cm de grosor y paneles de vidrio. Los muros a su vez estarán compuestos por acabados de yeso y en su interior hormigón armado y 3 capas de aislamiento, una capa de aire de 5 centímetros, otra capa de aislamiento rígido para mantener la temperatura de 3,5 centímetros y una última capa membranosa contra la humedad de 1 centímetro.
- La distribución de la estación de autobuses se hará a través de particiones interiores con muros de bloques de hormigón de 15 centímetros quedando de la siguiente manera. La planta baja constará de 1 entrada principal, 1 entrada secundaria, 20 dársenas para autobuses, 2 almacenes, 2 cuartos de baños (masculino y femenino) y un pasillo central para el movimiento de los pasajeros. La primera planta contendrá 10 oficinas destinadas a la venta de billetes, 1 oficina para atención al cliente, 2 cuartos de baño (masculino y femenino), 1 cafetería, 2 quioscos para la venta de libros, 1 zona de descanso y pasillos para conectar cada servicio.
- El exterior de las instalaciones contendrá a lo largo de su perímetro una valla exterior compuesta por un muro de 1 metro de altura y reja de 1.20 metros para proteger a los peatones del exterior, además de bolardos colocados cada 2 metros colocados en el interior separando el carril de la acera.
- El parking tiene una superficie de 841 m² y constará de 25 plazas para vehículos de las cuales 2 están destinadas para minusválidos según las necesidades del proyecto. En el interior de la parcela existe una parada de autobuses destinada al transporte urbano independiente de las otras 20 paradas ubicadas en el interior de estructura dedicadas al transporte de pasajeros interurbano.

4.5. Justificación urbanística y ordenación legal

Según el plan general de ordenación urbanística de Jaén (PGOU) la ubicación de la estación se ha obtenido la siguiente serie de datos. Donde dice que tendrá la consideración de ordenación estructural la superficie real del área, a la que se aplicarán la edificabilidad y densidad globales [20].

En la tabla 1 se compara las exigencias del PGOU de Jaén con la solución adoptada:

	PGOU de JAÉN	PROYECTO
FRENTE MÍNIMO DE PARCELA (m)	30	66
SUPERFICIE MÍNIMA DE PARCELA (m ²)	2.000	7.008
ALTURA MÁXIMA DE CORNISA 3P. (m)	13,3	10,0
OCUPACIÓN MÁXIMA DE LA PARCELA (%)	100	32,6
SEPARACIÓN MÍNIMA A CADA CALLE (m)	5	15
SEPARACIÓN MÍNIMO A LINDEROS (m)	5	15
ALTURA MÍNIMA POR PLANTA (m)	2,5	4,5
ANCHURA MÍNIMA DE LAS VIAS PARA LOS VEHÍCULOS (m)	3,5	3,5
PENDIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA (%)	8	3,33
Nº MÁXIMO DE PELDAÑOS EN UNA ESCALERA SIN UN DESCANSO	12	12
Nº DE PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO (1/100 m ² CONSTRUIDOS)	23	25

Tabla 1: Justificación urbanística del PGOU en la ubicación de la estación de autobuses.

Fuente: Elaboración propia.

Las principales normativas a la que se debe ajustar una edificación de una estación de autobuses a nivel nacional son:

- Edificación: El Código Técnico de la Edificación (CTE), Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08), Instrucción de Acero Estructural (EAE-2011), Norma de Construcción Sismo resistente (NCSE-02).
- Instalaciones: Reglamento Electrotécnico para Alta Tensión y Baja tensión BT 01 a BT 51 (REBT), BT 01 A BT 51 (REBT), Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).
- Normativa adicional: La Ley General de Sanidad, 14/1986, La Ley De Prevención De Riesgos Laborales 31/1995, etc.

5. METODOLOGÍA.

5.1. Software utilizado.

El programa con el que se ha desarrollado el proyecto es AUTODESK REVIT en su versión más actual de 2021.

Autodesk Revit es un software de Modelado de información de construcción para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite a los usuarios diseñar elementos de modelación y dibujo paramétrico que permite un diseño basado en objetos inteligentes y en 3 dimensiones.

Otro software utilizado en el TFG ha sido Presto 2021 para la elaboración del presupuesto.

5.2. Procedimiento general

El cálculo de la estructura no es el objetivo del proyecto, pero para el modelado se ha utilizado como referencia otros proyectos similares. Los perfiles de acero destinados a la construcción de la cubierta, vigas o pilares no están optimizados.

En el presupuesto final se obtendrá un precio más elevado debido a la no optimización.

Los componentes utilizados en el proyecto han sido cargados de librerías extraídas de las webs BIMObject y Bimtool.

Se ha optado por una solución de una estructura metálica porque supone una serie de ventajas frente a las estructuras de hormigón armado como una mayor rapidez de montaje. La ejecución de una obra de este calibre conlleva mucho tiempo por lo que estación de autobuses estaría fuera de funcionamiento. La construcción de una estructura metálica reduce el tiempo de entrega del nuevo proyecto. Otra ventaja es que al ser más ligeras que las de hormigón armado se puede obtener un ahorro sustancial en la cimentación

El proceso del diseño y ejecución obra de la estación de autobuses de la instalación se ha realizado siguiendo la metodología estándar de

construcción. El procedimiento que se ha llevado a cabo consta de las siguientes fases:

- Se ha modelado la cimentación la cual consta de zapatas de hormigón armado y vigas de atado.
- Se ha levantado la planta baja con pilares de acero de un perfil CHS que llegaran hasta el nivel de la cornisa.
- En este nivel, sobre el suelo estructural irán las paradas de autobuses y el resto de espacios para pasajeros.
- En la primera planta contiene un suelo compuesto por viguetas y láminas que soportará el peso de las oficinas y zonas de ocio.
- La estación está cerrada por muros de hormigón de 500 mm y cristaleras.
- La cubierta de la estación de autobuses está situada a una altura de 10 metros y compuesta por una estructura de paneles de acero con láminas de vidrio.
- En el exterior de la estructura se encuentran las áreas verdes, carriles de circulación y el parking público.

El nivel de detalle que se ha utilizado en el modelado es LOD 400, el cual indica que objeto está definido geométricamente, en detalle se añade información específica sobre su posición específica, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación con detalle completo.

6. MODELADO DEL PROYECTO.

El modelado consiste en llevar a cabo el conjunto de ideas que han surgido a partir de un estudio previo realizado por elaboración propia a través de una representación tridimensional. El modelado será lo más próximo al proyecto ya finalizado en la vida real.

En los apartados siguientes se detalla paso a paso el desarrollo del diseño y del modelado con imágenes de elaboración propia con el software Revit 2021.

6.1. Configuración del proyecto

Para la elaboración del modelo se han utilizado las unidades del sistema internacional. Se modifican los parámetros de unidades de obra en gestión de unidades y como se indica en la imagen 32.

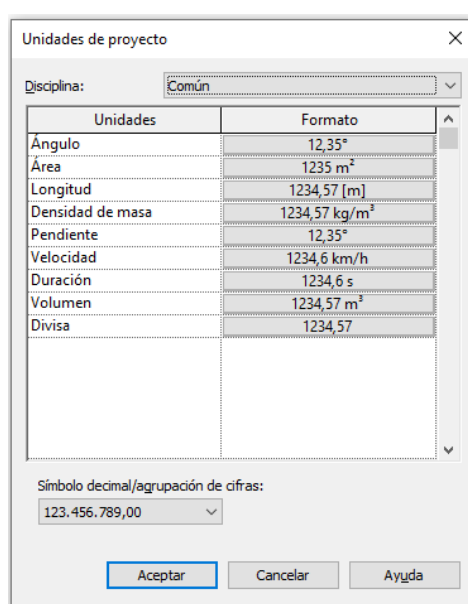


Imagen 32: Unidades del proyecto.

Para la colocación de componentes tales como pilares o zapatas se ha utilizado elementos de referencia “Rejillas” las cuales permiten insertar automáticamente los componentes en la ubicación que se le indique. Esta función es de utilidad ya que, en el caso de querer modificar algún parámetro, se cambia el de todos los componentes que se encuentre en dicha rejilla.

Para el modelado de la estación de autobuses se utilizan 6 rejillas horizontales equidistantes por 5 y 10 metros y nombradas alfabéticamente y 16

rejillas verticales equidistantes por 5 metros nombradas numéricamente como se aprecia en la imagen 33.

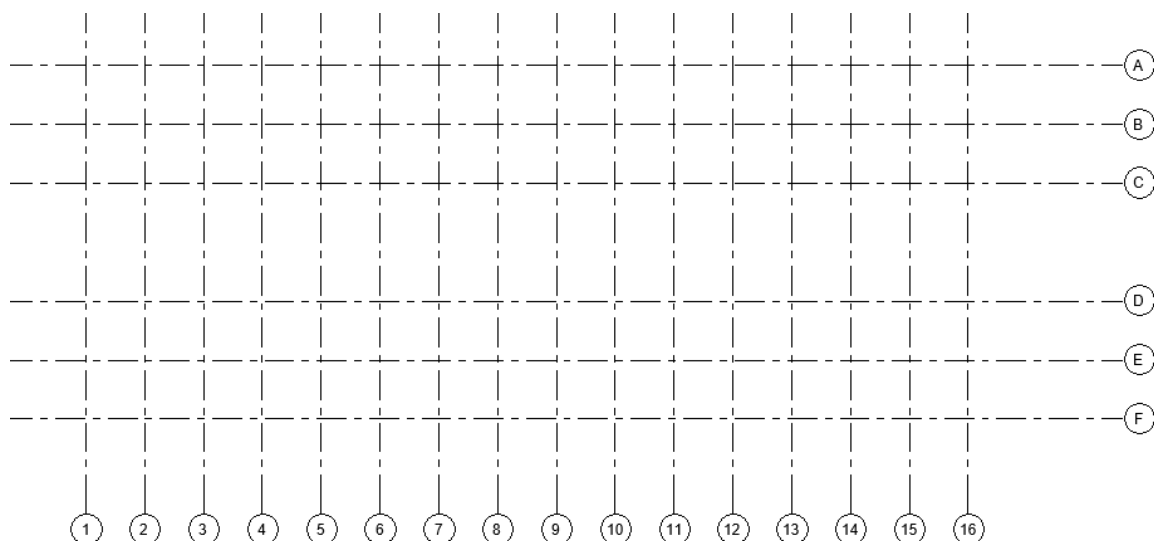


Imagen 33: Configuración de rejillas verticales y horizontales.

Las rejillas exteriores corresponden con lo indicado en la tabla 2.

Rejilla	Ubicación real
A	La rejilla A corresponde al lateral de la nave con orientación Sur. Frontal a la plaza de la libertad.
F	La rejilla F corresponde al lateral de la nave con la orientación Norte. Frontal a la calle Santo Reino.
1	La rejilla 1 es el frontal de la nave con orientación Este. Frontal a la Av. de Madrid.
16	La rejilla 16 es la trasera de la nave con orientación Oeste. Frontal a la calle Reyes Católicos.

Tabla 2: Orientación de las rejillas y calle asociada a cada una.

Para la elaboración del modelo del proyecto se ha utilizado varias plantillas del software de Revit. En primer lugar, se ha cargado la plantilla estructural, y una vez se definen estos componentes se vincula a una nueva plantilla arquitectónica para finalizar con la inserción del resto de componentes.

Los niveles son cada uno de las plantas del proyecto a diferentes niveles de altura. Cada uno de ellos va a generar un plano de trabajo. En el modelo constará de 5 niveles como se aprecia en la imagen 34.

- Cimentación (-0.5 metros): donde se va a modelar las zapatas y vigas de atado.
- Planta baja (0 metros): se encuentra el primer nivel de la estación de autobuses, así como el emplazamiento definido por las vías, aceras, calles...
- Primera planta (5 metros): segundo nivel del proyecto destinado a la parte arquitectónica
- Cornisa (10 metros).
- Cumbre (15,7 metros).

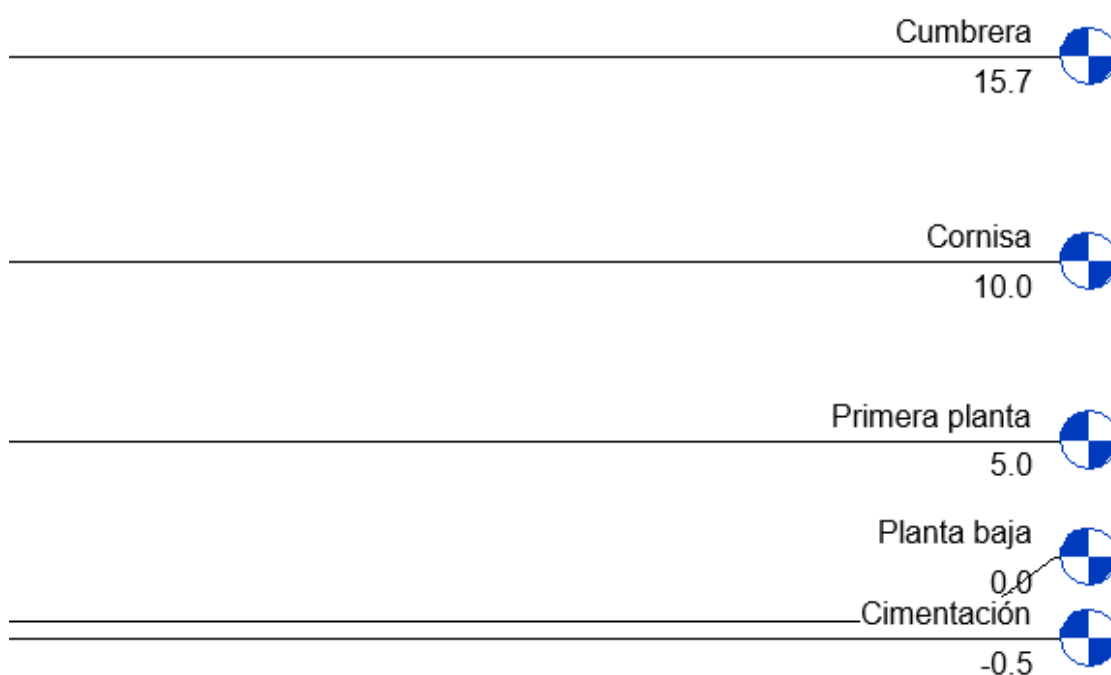


Imagen 34: Niveles de referencia y cotas de altura.

6.2. Modelo estructural

6.2.1. Zapatas

Para introducir las zapatas se ha cogido el plano de trabajo "Cimentación" situado a - 0.5 metros como se indicaba anteriormente y con ayuda de las rejillas se introducen las zapatas.

El dimensionado de las zapatas no está optimizado ya que no es el objetivo de este proyecto.

Se ha utilizado 2 tipos de zapatas aisladas de hormigón en función de su tamaño las cuales no han sido calculadas, pero sus valores son los más aproximados posibles para empeñar su función.

Para las rejillas exteriores se ha optado por la zapata rectangular 1800x1200x450 mm y para las situadas en el interior de la nave y que han de soportar mayores cargas se utiliza la zapata 2400x1800x450 mm.

En la imagen 35 se ve la distribución en planta

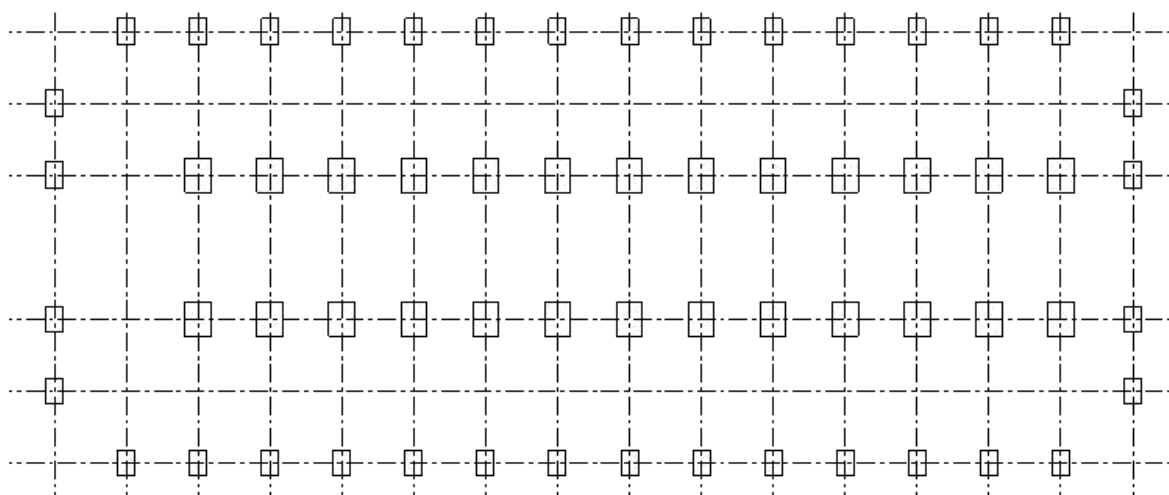


Imagen 35: Inserción de las zapatas.

Las vigas de atado darán una mayor estabilidad a la cimentación de la estación de autobuses uniendo las zapatas.

Se utiliza una viga de atado con un perfil rectangular de hormigón armado modelado in situ de dimensiones 450 x 450 mm. En la imagen 36 se ve una perspectiva 3D de la cimentación del proyecto.

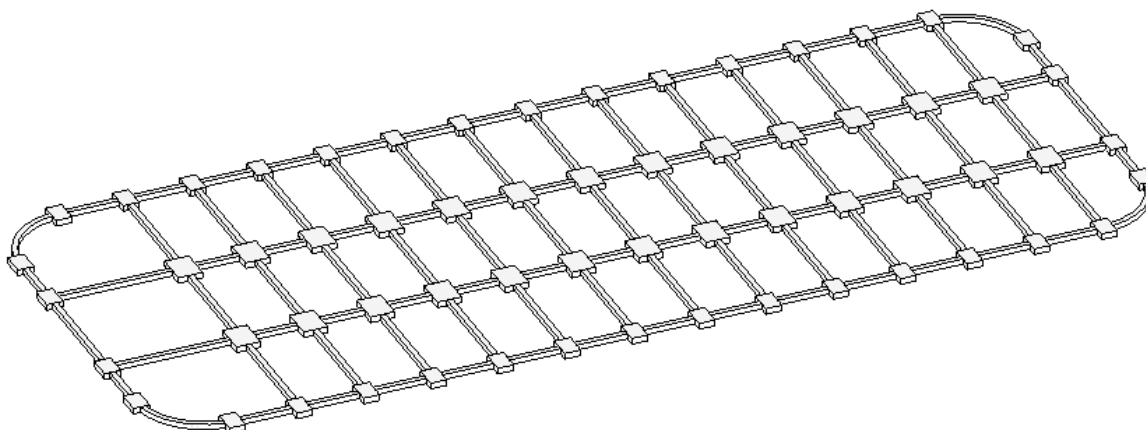


Imagen 36: Configuración de la cimentación.

Tanto las zapatas como las vigas de atado llevarán un refuerzo de acero. Esta armadura se distribuirá en ambas direcciones con una separación máxima de 200 milímetros como se ve en la imagen 37.



Imagen 37: Zapata armada.

6.2.2. Pilares

Los pilares que van a sostener la estación de autobuses son pilares estructurales cuyo material es acero 45-S345 y con un perfil CHS – sección hueca circular 457 x 20 mm.

Para la fachada frontal se utilizarán pilares de acero 45-S345 con perfil HEA 300.

En la imagen 38 se puede ver los pilares donde se diferencia los frontales de distinto perfil al resto. Estos van desde las zapatas a nivel de cimentación, hasta la primera planta a una altura de 5 metros.

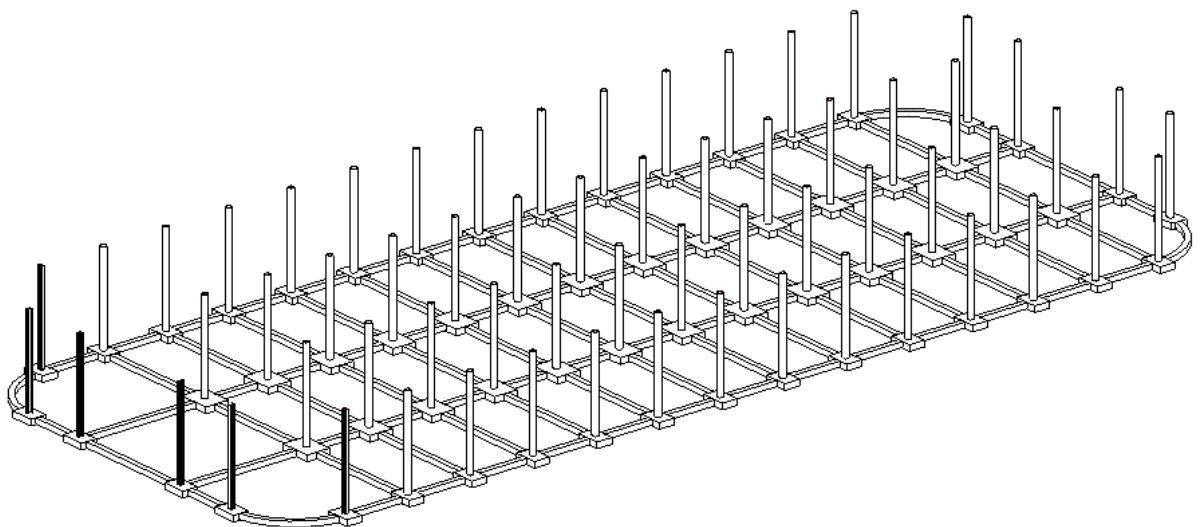


Imagen 38: Colocación de los pilares sobre las zapatas.

6.2.3. Vigas de atado

Para unir la parte superior de los pilares se usarán unas vigas de atado de acero 45-S345 con un perfil IPN - 240.

En las imágenes 39 y 40 se aprecia la planta estructural una vez modelada y una perspectiva del frontal de la estación de autobuses.

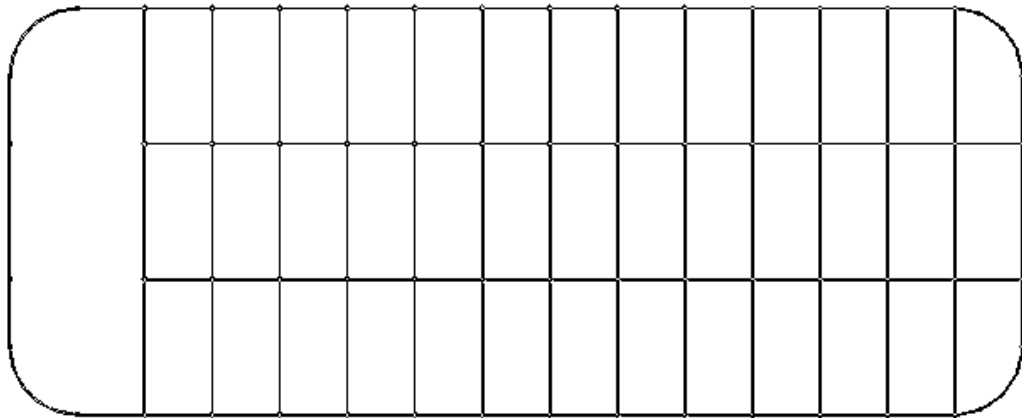


Imagen 39: Planta estructural a nivel 1 (cota 0 m).

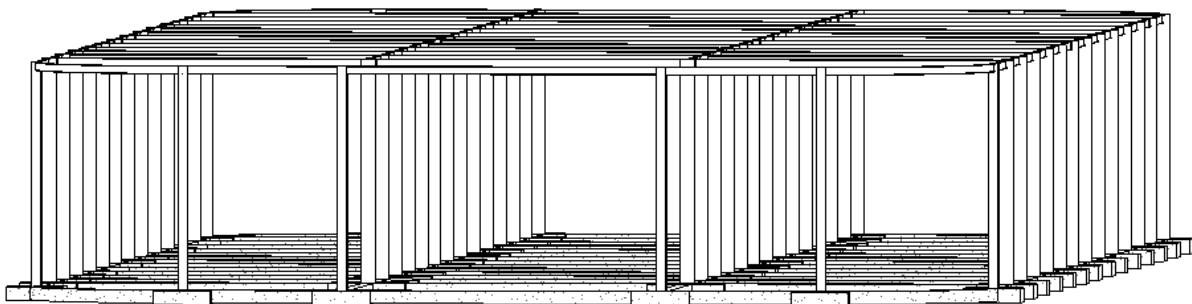


Imagen 40: Vista 3D de la estructura en fase de construcción.

6.2.4. Sistemas de vigas

Es un conjunto estructural de vigas por norma general en posición horizontal o inclinada que son apoyadas sobre la jácena cuya finalidad es soportar cargas.

El sistema de vigas de la estructura sirve para crear sobre él, placas y obtener el suelo de la primera planta, así como de estructura para la instalación del falso techo que más adelante se creará en los planos de techos.

Se ha optado por la solución de perfiles de viguetas de hormigón doble T 18 colocadas en el nivel 2 sobre las vigas de atado para soportar el peso del suelo.

Se realiza el mismo procedimiento en toda la planta baja, quedando como resultado final el mostrado en la imagen 41, se aprecia que en centro de la estructura del nivel 2 no hay sistema de vigas ya que ese espacio irá destinado a una escalera que conecte la planta baja (0 metros) y la primera planta (5 metros). Otra singularidad ocurrió en la fachada Este, ya que es un espacio libre hasta el nivel de cornisa, por lo que no tendrá ningún elemento estructural en la primera planta.

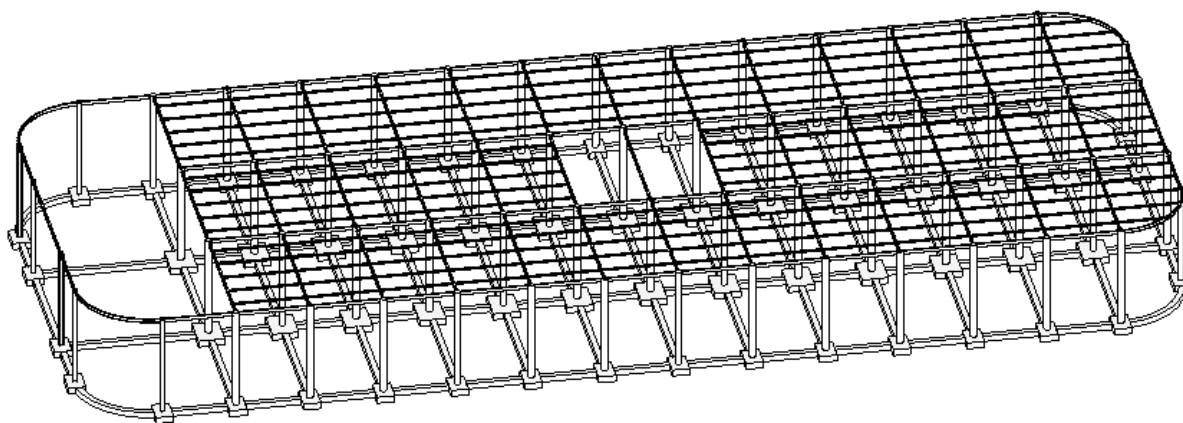


Imagen 41: Vista 3D de la estructura en fase de construcción.

De cara a la primera planta se repite el mismo proceso que para la planta baja. Los perfiles de los pilares, vigas de atado y sistemas de vigas siendo los mismos con las mismas dimensiones. Se ha conectado la primera planta (5 metros) con el nivel de la cornisa (10 metros), a excepción de que en la cornisa no existen el hueco destinado a la escalera y si existe un techo sobre la entrada Este. La imagen 42 muestra los componentes nuevos.

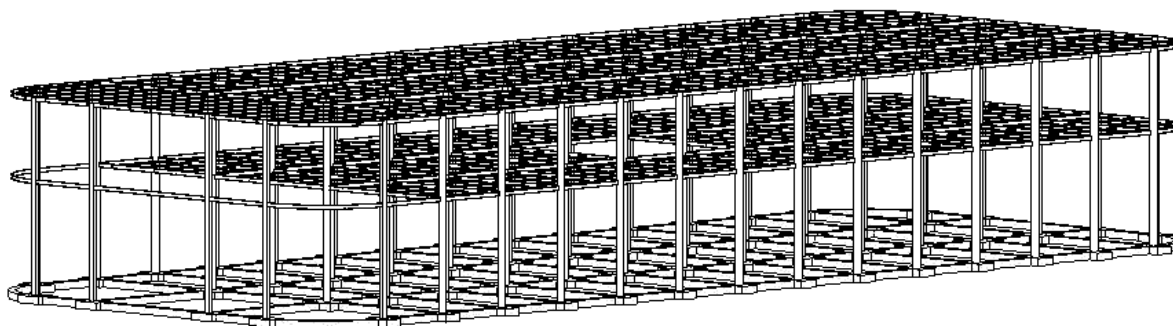


Imagen 42: Vista 3D de la estructura en fase de construcción.

6.2.5. Suelo estructural

Para el suelo de la estación de autobuses de Jaén se ha optado por la solución de un suelo estructural modelado in situ de hormigón de un espesor de 225 mm el cual irá ubicado en la primera planta, como se ve en la imagen 43 presenta las siguientes características principales. Su estructura consta de una capa de 175 mm de hormigón in situ, un armado compuesto por mallazo de 10 mm de diámetro, una capa intermedia de 20 mm de membrana aislante y un acabado superficial de 30 mm de mármol blanco.

Parámetro	
Construcción	
Estructura	
Grosor predeterminado	0,2250
Función	Interior
Gráficos	
Patrón de relleno de detalle bajo	
Color de relleno de detalle bajo	Negro
Materiales y acabados	
Material estructural	Hormigón, moldeado in situ
Propiedades analíticas	
Coficiente de transferencia de calor (U)	4,6489 W/(m ² ·K)
Resistencia térmica (R)	0,2151 (m ² ·K)/W
Masa térmica	31,59 kJ/K
Absortancia	0,700000
Aspereza	3

Imagen 43: Características del suelo estructural.

El espacio restante entre la cimentación y el suelo estructural que corresponde con una diferencia de altura de 50 cm (imagen 44) ha sido rellenado con grava filtrante.

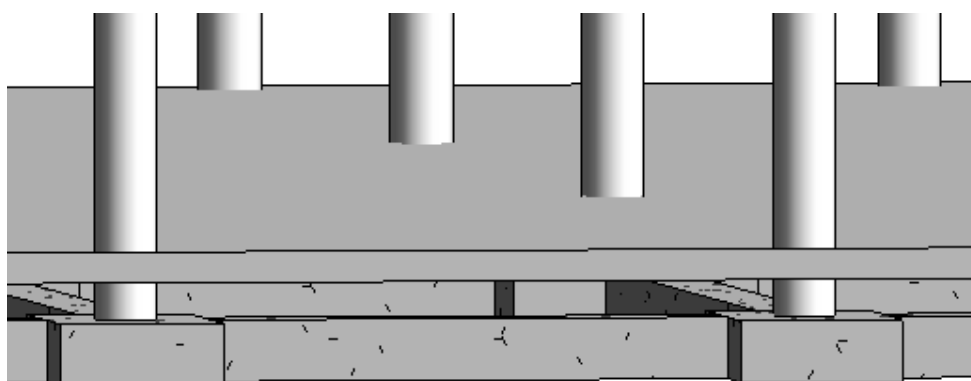


Imagen 44: Vista 3D del suelo en el modelo.

En la primera planta se ha modelado un suelo de placas sobre el entramado de viguetas. Dicho suelo tendrá un acabo superficial de mármol blanco.

6.3. Modelo arquitectónico

En el modelo arquitectónico se ha introducido el resto de componentes del modelo tales como muros, escaleras, barandillas, etc. Se ha trabajado de manera paralela al modelo estructural ya que Revit permite modelar desde distintos archivos estando estos vinculados (imagen 45).

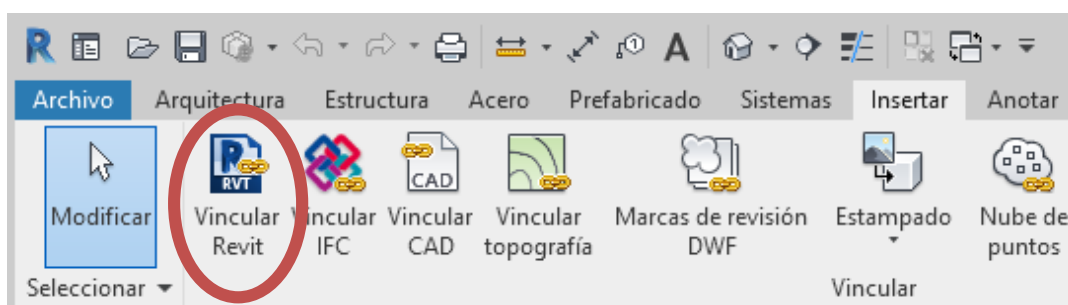


Imagen 45: Interfaz para vincular el modelo.

Gracias a esta función se podrá ir tantas veces como se requiera de la plantilla arquitectónica a la estructural, estando estas siempre actualizadas con los cambios que se van planteando.

Este trabajo no tiene como finalidad diseñar la red de saneamientos ni eléctrica, pero en el caso de querer calcularlo, se podrán cargar archivos de proyecto de plantillas diferentes de Revit. Esta función permite detectar posibles conflictos en el modelo, ya que cada área será diseñada por diferentes ingenieros.

6.3.1. Muros.

En la planta baja, la nave que va a estar dedicada a las dárseas no tienen muros exteriores ya que necesitan dicho espacio para la libre entrada y salida de los almacenes. En el frontal de la estación se va a utilizar tanto muros arquitectónicos como muros cortina para dar mayor entrada de luz natural.

En la primera planta, habrá más diversidad de muros ya que va a dar cavidad a múltiples espacios como zonas de descanso, salas de atención al cliente, taquillas de venta de billetes, locales comerciales, etc.

- Planta baja

La planta baja se divide en 3 partes: los frontales este y oeste que dan acceso a los peatones cuyos muros exteriores están formados por Muro con un perfil de 500 mm cuya estructura se ve en la imagen 46 y destaca por las capas de aire para mejor la resistencia térmica. Dicho perfil presenta un mayor grosor para dotar a la estructura de mayor seguridad ante posibles accidentes debidos a impactos por autobuses en movimiento, lo cual podría calcularse, pero no es objetivo de este trabajo.

Familia:	Muro básico		
Tipo:	Muro Ext. 500 mm acabado		
Grosor total:	0,5000		
Resistencia (R):	3,4939 (m²·K)/W		
Masa térmica:	54,04 kJ/K		
Capas			
CARA EXTERIOR			
	Función	Material	Grosor
1	Acabado 1 [4]	Tablero de muro de yeso	0,0150
2	Acabado 1 [4]	Ladrillo, común	0,1400
3	Capa térmica/de aire [3]	Aire	0,0500
4	Capa térmica/de aire [3]	Aislamiento rígido	0,0350
5	Capa membrana	Aislamiento contra la humed	0,0000
6	Contorno del núcleo	Capas de envolvente por enci	0,0000
7	Estructura [1]	Bloques de hormigón	0,2450
8	Contorno del núcleo	Capas de envolvente por debaj	0,0000
9	Acabado 2 [5]	Tablero de muro de yeso	0,0150

Imagen 46: Propiedades de los muros exteriores.

La parte central de la estación de autobuses con vistas norte y sur, no tendrán cerramientos ya que se encuentran las entradas a las dárseas.

Para la tabiquería interior de la planta 1 se ha optado por la solución de muro de 150 mm de bloques de hormigón con acabado de yeso. Otras de las características son indicadas en la Imagen 47. A pesar de que estos muros se encuentran a temperatura exterior no es de importancia su resistencia térmica ya que se destinan a almacenes.

Editar montaje			
Familia:	Muro básico		
Tipo:	Muro Ext. 150 mm acabado 2		
Grosor total:	0,1500		
Resistencia (R):	0,2544 (m ² ·K)/W		
Masa térmica:	16,93 kJ/K		

Familia:	Muro básico		
Tipo:	Muro Ext. 150 mm acabado 2		
Grosor total:	0,1500		
Resistencia (R):	0,1308 (m ² ·K)/W		
Masa térmica:	19,98 kJ/K		

Capas			
			CARA EXTERIOR
	Función	Material	Grosor
1	Acabado 1 [4]	Tablero de muro de yeso	0,0100
2	Contorno del núcleo	Capas de envolvente por enci	0,0000
3	Estructura [1]	Bloques de hormigón	0,1300
4	Contorno del núcleo	Capas de envolvente por debaj	0,0000
5	Acabado 2 [5]	Tablero de muro de yeso	0,0100

Imagen 47: Propiedades analíticas de la tabiquería interior.

En la imagen 48 se ve la configuración de los muros creados en la primera planta con una perspectiva 3D. Para ellos se ha desactivado temporalmente la visión de elementos como vigas de atado, techo de la planta baja y el suelo de la primera planta.

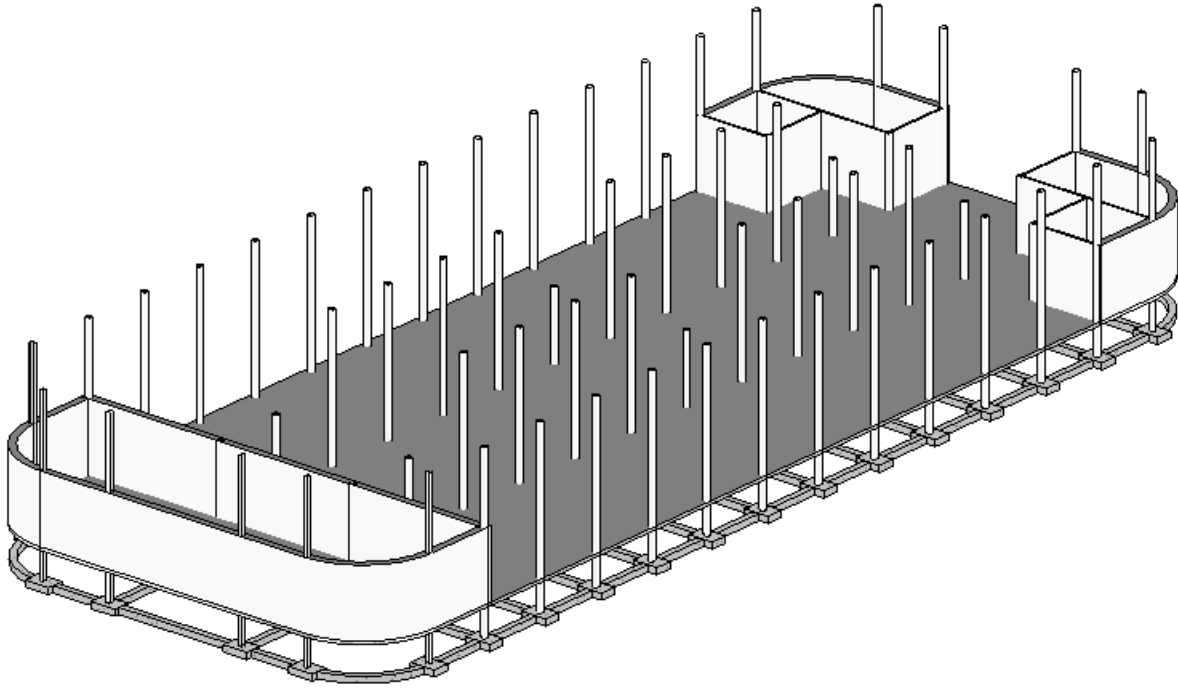


Imagen 48: Vista 3D de la configuración de muros en la primera planta.

En la imagen 49 se muestra la distribución de espacios de la primera planta. En punto 1 se encuentra la entrada principal a través de Avenida Madrid, en el punto 2 van las paradas de los autobuses, andenes y pasillos para pasajeros. Las habitaciones 3 y 5 son almacenes para el personal de limpieza y mantenimiento. Por último, los cuartos 4 y 6 corresponden con los aseos separados por género femenino y masculino.

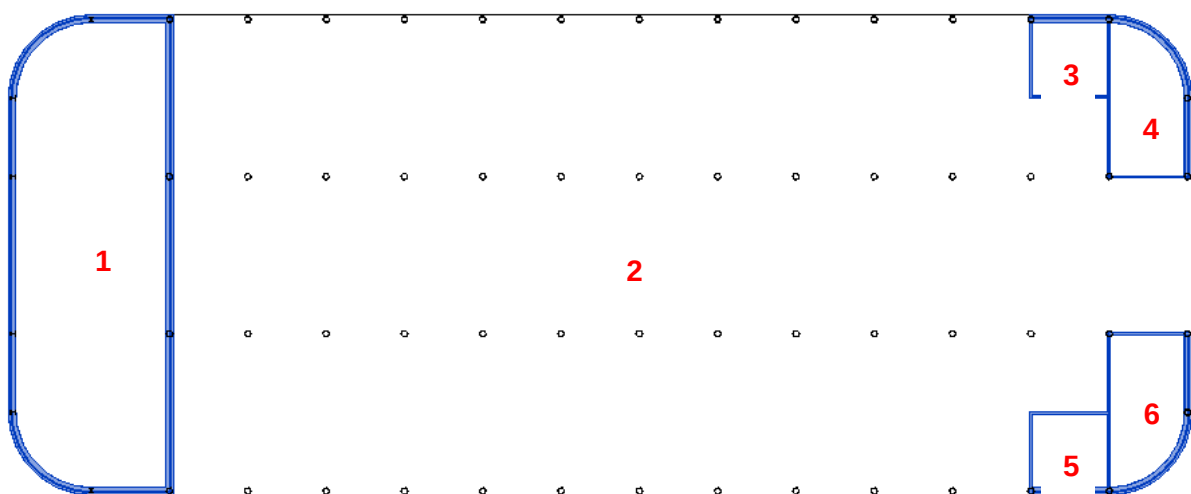


Imagen 49: Distribución del nivel 1.

- Primera planta

En la primera planta, los muros seleccionados son los mismos que en la planta baja en cuanto a características. Muros exteriores de 500 mm de hormigón con acabado de yeso en ambas caras y una tabiquería interior con perfil de 150 mm de bloques de hormigón con acabado también de yeso. En la primera planta también habrá cristalerías de las que se hablará más adelante.

Los muros de las 4 esquinas de forma curva estarán compuestos del mismo muro exterior de 500 mm desde la base de la primera planta hasta la altura de cornisa. El resto de muros exteriores son muros mixtos.

En las fachadas norte y sur, los muros exteriores están formados por una parte central de cristalería de 3 metros de altura sobre un muro interior de 150 mm de grosor y 1 metro de altura, de igual modo en la parte superior para conectar con la cornisa, como se ve en la imagen 50.

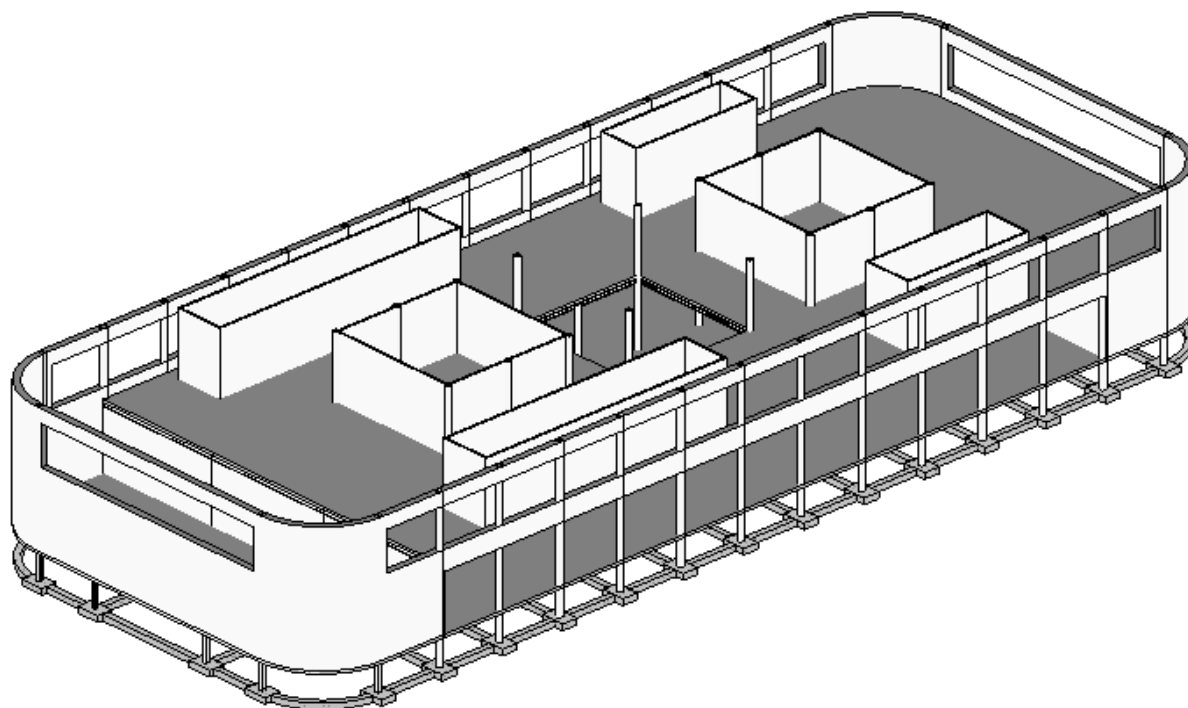


Imagen 50: Vista 3D del modelo con la configuración de muros en la primera planta.

La imagen 51 muestra la distribución de espacios de la primera planta.

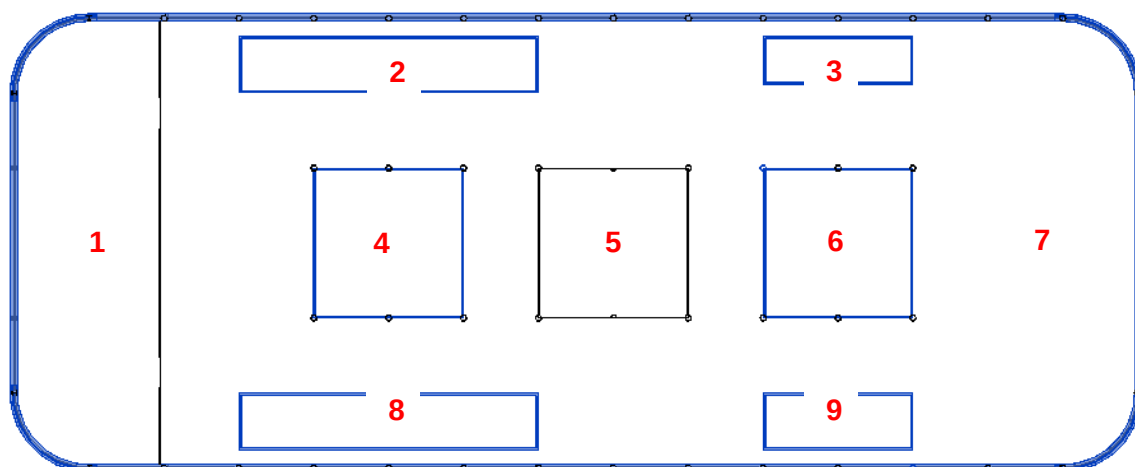


Imagen 51: Distribución de espacios en la primera planta

En área 1 corresponde una altura libre desde la planta baja a la cornisa. Las habitaciones 2 y 8 son las taquillas para venta de billetes a los pasajeros. La habitación 4 albergará una oficina de atención al cliente y los aseos masculinos y femeninos. El área 5 queda de nuevo libre ya que se encuentran las escaleras mecánicas que conectan los niveles inferior y superior. Las habitaciones 3 y 9 son quioscos para la venta de revistas y ocio, el área 6 es la cafetería y por último la zona número 7 corresponde con los pasillos y zonas de descanso de pasajeros.

6.3.2. Cristaleras

Las cristaleras están formadas por muros cortinas, estos están compuestos por láminas de cristal y montantes con la finalidad de permitir mayor entrada de luz ya que dicho nivel está destinado al tránsito de usuarios.

Los muros cortina van ubicados en los espacios abiertos que hay en la primera planta. Estos muros exteriores dentro de la interfaz de Revit pueden dividirse en 3 grupos: muro cortina, escaparate o cristalera exterior. En el proyecto se opta por colocar cristaleras exteriores en las 4 orientaciones del modelo quedando como se ve en la imagen 52.

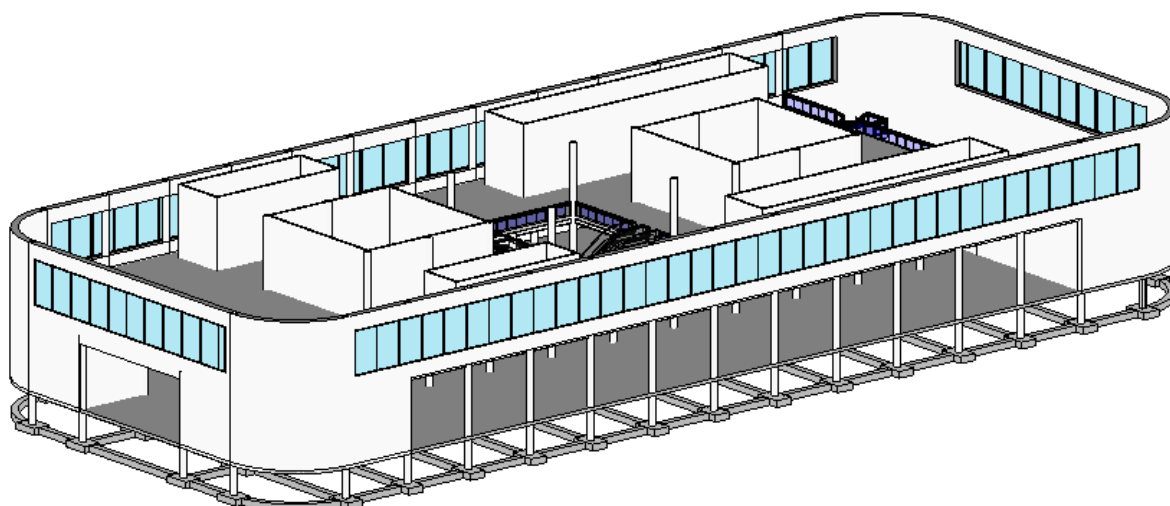


Imagen 52: Vista 3D del modelo con los muros cortina.

Un muro cortina además de estar compuesto por un panel, debe de incluir montantes que son los encargados de dar sujeción a los paneles de cristal. Para su modelado se han creado rejillas horizontales y verticales donde irán los ubicados. Los montantes sirven de separación para cada lámina de vidrio ya que no es posible hacer un escaparate de un solo panel con las dimensiones requeridas en la estación de autobuses. El montante utilizado está compuesto por un perfil rectangular de 50 x 150 mm de material aluminio y la lámina está fabricada con cristal.

Las entradas principales este y oeste también están formadas por muros cortina donde van alojadas puertas de esta misma familia. En la imagen 53 se ve los muros cortina en la fachada oeste.

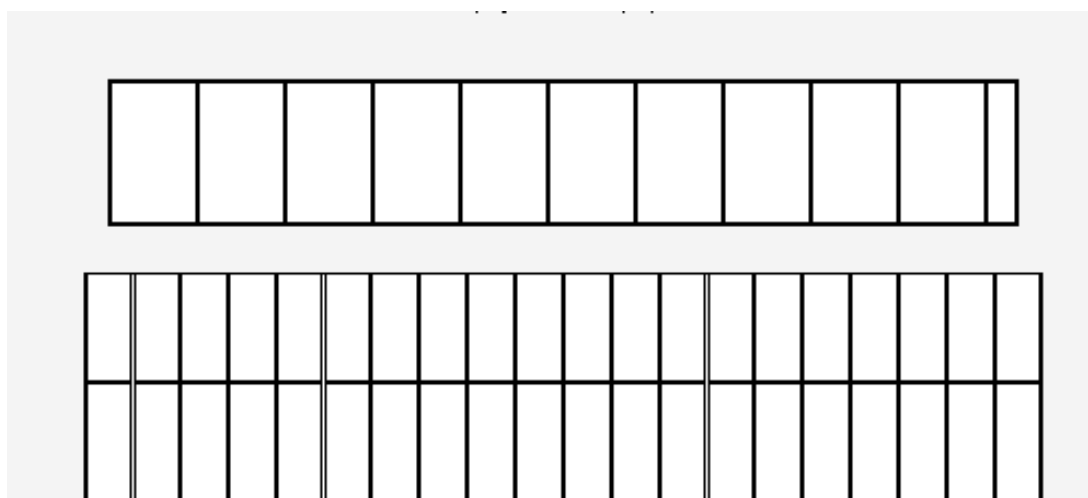


Imagen 50: vista Oeste del modelo.

6.3.3. Escaleras

Para conectar la planta baja y la primera planta se instalarán una serie de escaleras. Por un lado, hay 2 escaleras fabricadas in situ con hormigón armado, ubicadas en la entrada principal. Las escaleras estarán compuestas por 26 escalones con una altura de contrahuella de 0.192 metros y una profundidad de huella de 0.28 metros. Estas partirán del suelo arquitectónico y finalizarán sobre en el voladizo de la segunda planta al nivel del suelo. Las escaleras se construirán en función de las reglas de cálculo que muestra la imagen 54.

Reglas de cálculo	
Altura de contrahuella máxima	0,2100
Profundidad de huella mínima	0,2800
Anchura mín. de tramo	1,0000
Reglas de cálculo	
Construcción	
Tipo de tramo	Profundidad estructural 150 mm
Tipo de descansillo	Grosor 300 mm
Función	Interior

Imagen 51: Reglas de cálculo de escaleras.

Además, las escaleras se van a dividir en varios tramos con sus correspondientes descansos, ya que el número máximo de escalones sin descanso es 12. Las escaleras tendrán 2 metros de ancho y los descansos igual. En los dos primeros tramos hay 12 escalones y en el tercero hay 2. La escalera además incluirá barandillas a ambos lados de cada tramo. En la imagen 55 se ve la forma adoptada y en la imagen 56 su vista 3D.

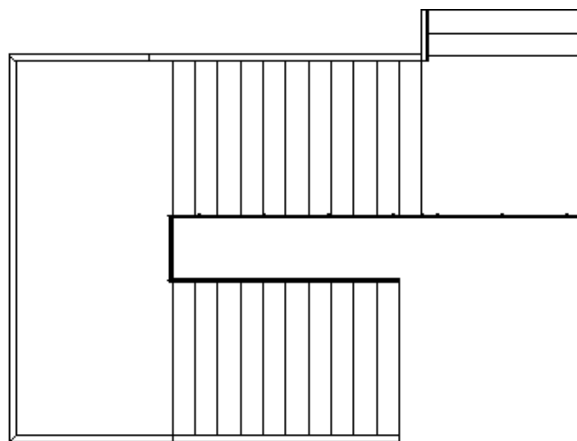


Imagen 55: Modelado de la escalera in situ.

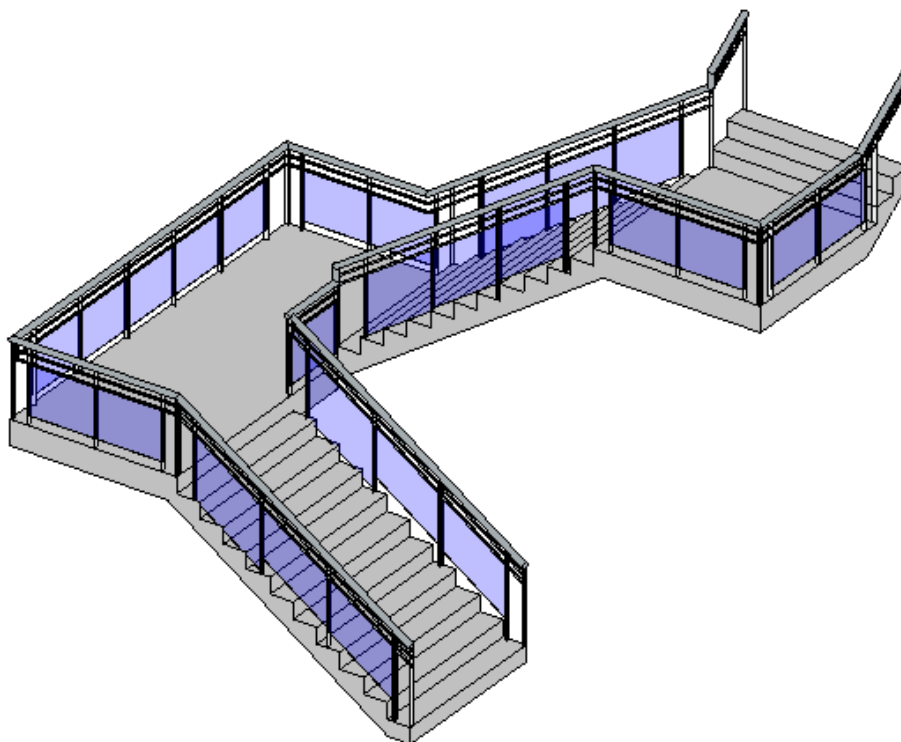


Imagen 56: Vista 3D de la escalera modelada in situ.

Las barandillas estarán compuestas por un panel de vidrio de relleno interior con una altura de 900 mm. En barandal superior estará formado por un perfil elíptico de dimensiones 40x30 mm y un acabado en mate.

En las imágenes 57 y 58 se ven unas perspectivas espaciales de las escaleras y otra de nivel 2 ubicadas en el modelo.

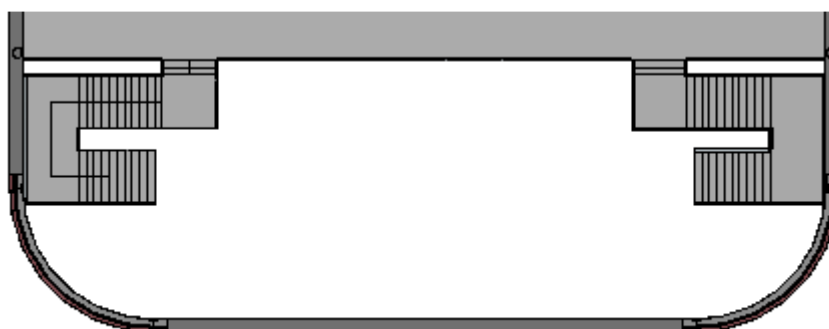


Imagen 57: Situación de las escaleras desde el nivel 2.

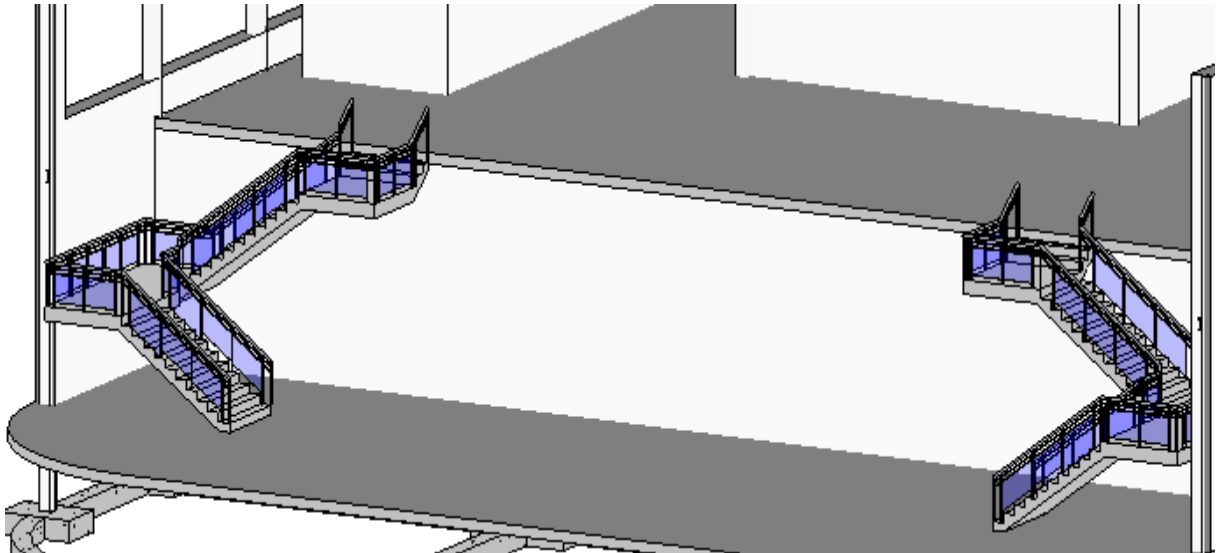


Imagen 58: Vista 3D de las escaleras en el modelo.

Por otro lado, existirán otras escaleras del tipo mecánicas que irán en el interior de la estación. Se han cargado en el modelo a través de insertar un componente de una familia. Dicho componente ha sido descargado de la web BIMObject y sus materiales principales son acero para la estructura y paneles de cristal. La anchura es de 800 mm, pendiente de 35° y una velocidad de 0.5 m/s.

En las imágenes 59 y 60 se ve el componente de escalera automática y la ubicación de las 4 en el modelo, 2 en cada sentido de la marcha.

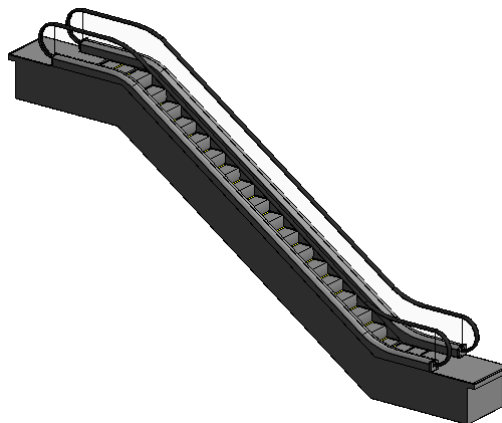


Imagen 59: Componente escalera automática.

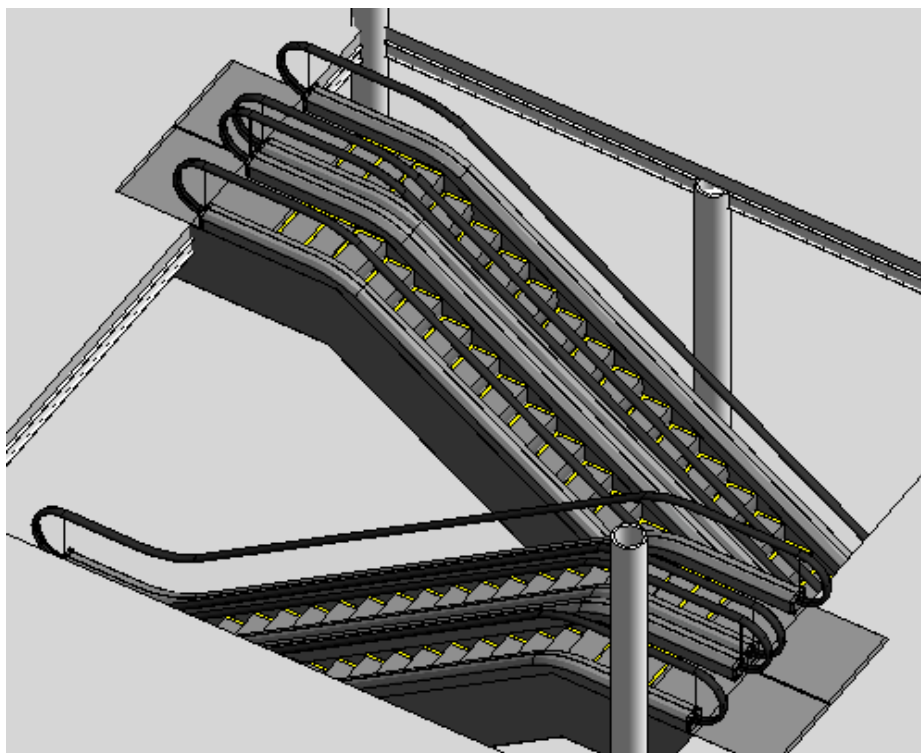


Imagen 60: Ubicación en el modelo de las escaleras mecánicas.

6.3.4. Barandillas

La estación de autobuses, al estar a 2 niveles de altura distintos ha de tener medios de seguridad para evitar caídas. Según la normativa vigente del Código técnico de edificación en el apartado barreras de protección y pasamanos, para un desnivel igual a 5 metros la altura de la barandilla tiene igual o superior a 900 mm y el pasamanos comprendido entre una altura de 900 y 1100 mm.

Las barandillas que se van a utilizar junto al pasamanos tienen una altura de 903 mm y el perfil utilizado será el mismo que en las escaleras modeladas in situ. En las imágenes 61 y 62 se ve la ubicación el modelado. Por un lado, en la zona de escaleras automáticas y por otro lado en la entrada principal juntos a las escaleras.

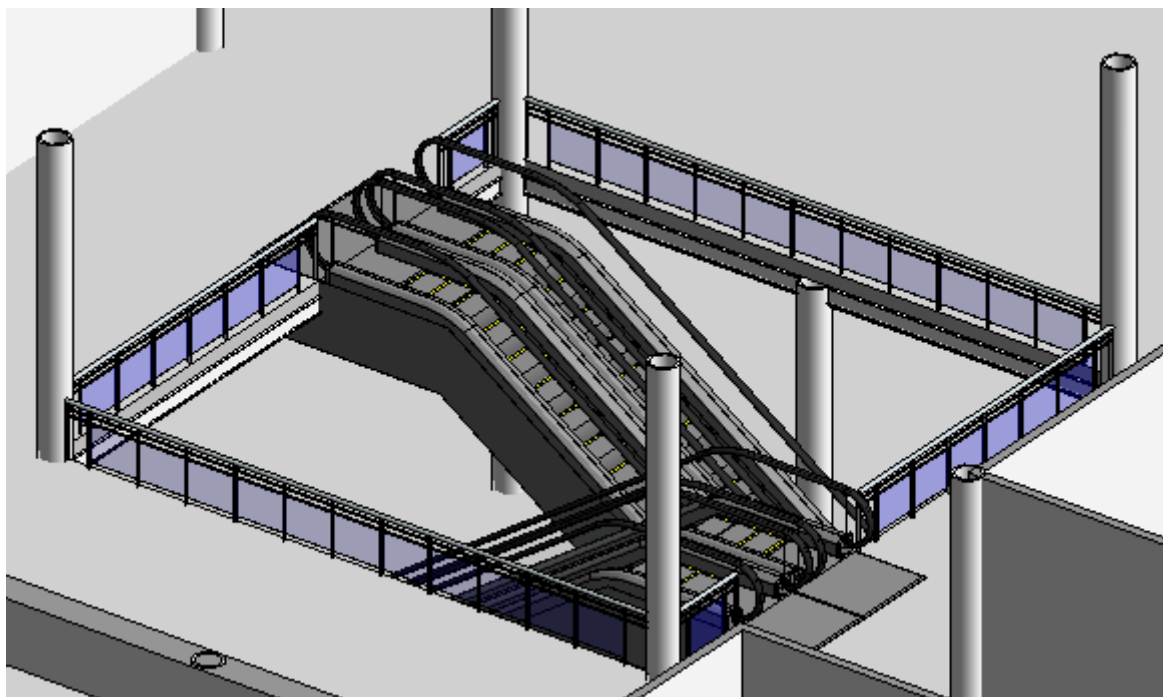


Imagen 61: Ubicación de las barandillas en el hueco de las escaleras automáticas.

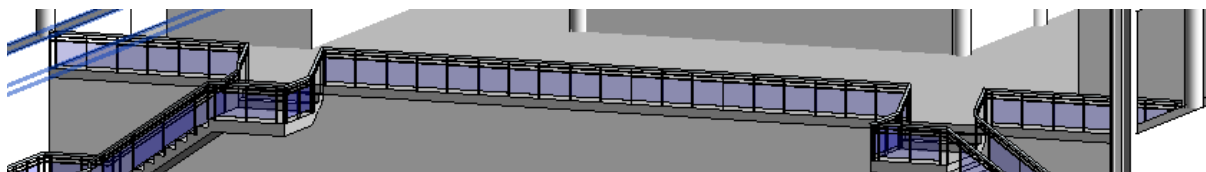


Imagen 62: Ubicación de las barandillas en el nivel 2.

6.3.5. Falsos techos

Los falsos techos irán situados tanto en la planta baja a una altura desfasada respecto al suelo de 4.75 metros para situarse bajo del entramado del sistema de vigas, como en la primera planta con un desfase inferior de 0.5 metros desde la cornisa de la estructura para dar cavidad a las instalaciones mecánicas de electricidad y refrigeración.

El techo tendrá un grosor de 50 mm de un material compuesto con baja densidad y unas propiedades analíticas según se ve en las imágenes 63, 64 y 65. El falso techó albergará las luminarias.

Propiedades analíticas	
Coficiente de transferencia de calor (U)	1,1400 W/(m ² ·K)
Resistencia térmica (R)	0,8772 (m ² ·K)/W
Masa térmica	1,81 kJ/K
Absortancia	0,700000
Aspereza	3

Imagen 63: Propiedades analíticas del techo estructural.

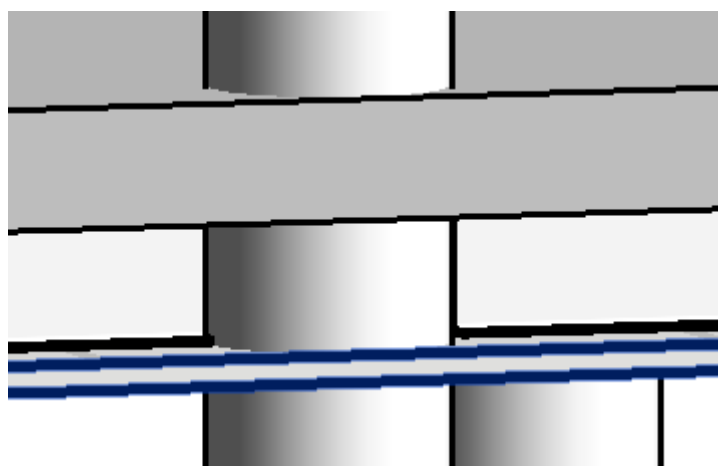


Imagen 64: Vista de detalle de la ubicación del techo estructural.

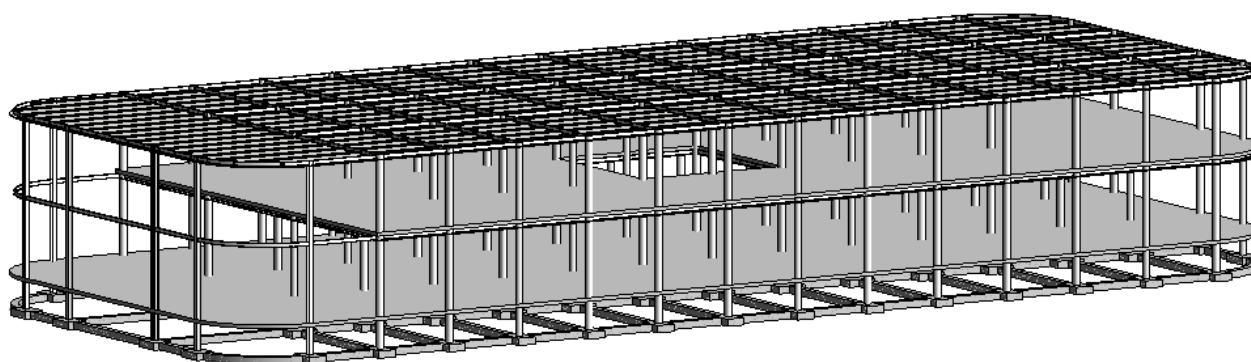


Imagen 65: Vista 3D del modelo con los techos estructurales.

El falso techo de la primera planta va a tener 2 aberturas a lo largo de su eje longitudinal, desde el inicio de las taquillas de venta de billetes hasta el área de descanso para pasajeros para permitir entrada de luz natural. Dichas aberturas tendrán una anchura de 3 metros y una longitud de 45 metros a una altura de 4 metros respecto al suelo estructural. En la parte superior va a ir alojado un panel acristalado como se muestra en la imagen 66.

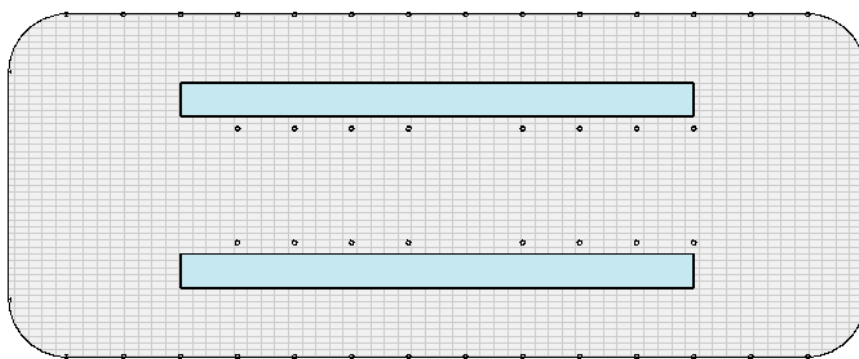


Imagen 66: Ubicación de los paneles acristalados en el plano de techo.

6.3.6. Cubierta

La cubierta de la estación de autobuses va a ser una estructura compuesta por paneles y montantes con la finalidad de hacerla más ligera y luminosa al permitir la entrada de luz directa a la primera planta.

Para modelar este tipo de cubierta hay que seguir un procedimiento distinto al que Revit proporciona para la creación de este componente. Al tratarse de una masa conceptual la cual se va a modelar hasta conseguir la forma deseada, hay que abrir una nueva plantilla de masa métrica.

En la imagen número 67 se ven las dimensiones de la planta de la cubierta la cual descansará sobre los muros exteriores norte y sur.

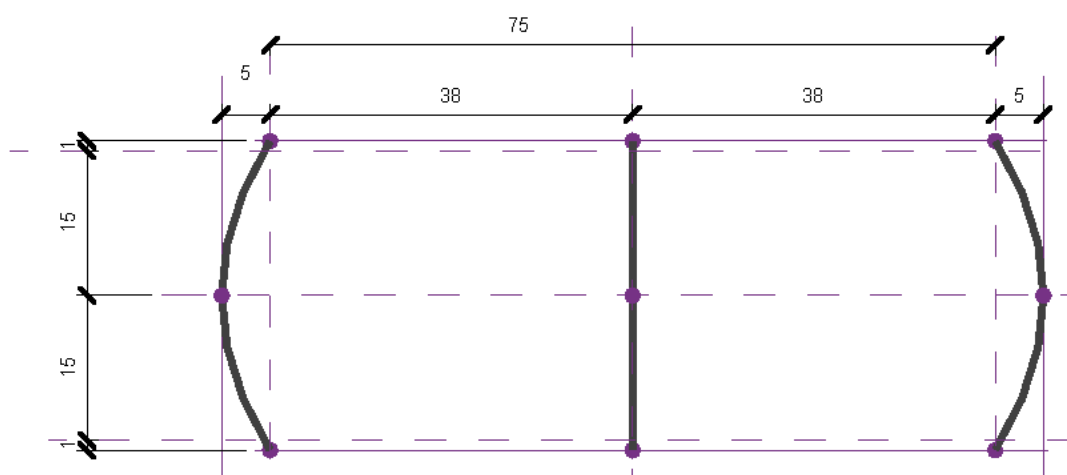


Imagen 67: Croquis con las dimensiones de la cubierta por masa.

En la imagen 68 se ve las cotas a las que se va a encontrar cada punto de referencia, estando las fachadas este y oeste en su punto central a una altura máxima de 11 metros (10 metros de cornisa + 1 metro por la forma de la cubierta) y el punto central de la cubierta coincidirá con el punto más alto de la edificación con una altura máxima de 15 metros.

Cotas	
Central fachadas	1.0000
Esquinas	0.0000
Punto Central	5.0000

Imagen 68: Cotas de los distintos puntos de la cubierta.

En la imagen 69 se aprecia las líneas de referencia para formar la cubierta.

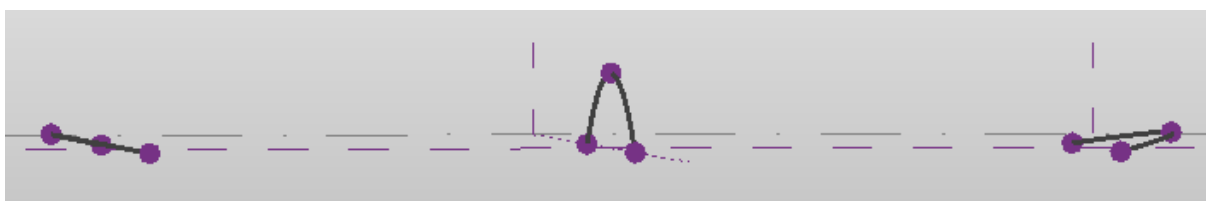


Imagen 69: Vista lateral 3D del modelo de la cubierta

Seleccionando las 3 líneas de referencia se ha creado una masa con el diseño modelado como se ve en la siguiente imagen 70.



Imagen 70: Masa con la forma final para la cubierta.

Una masa como tal no es un componente real, por lo que hay que modelarle una estructura y asignarle unos materiales. Se divide la superficie superior con rejillas, 10 horizontales y 10 verticales dando lugar a 100 sub-espacios. Cada una de estas divisiones es un panel de un muro cortina. En el modelo será una cristalera.

La imagen 71 muestra las 100 cuadrículas que van a formar los paneles de la cubierta.

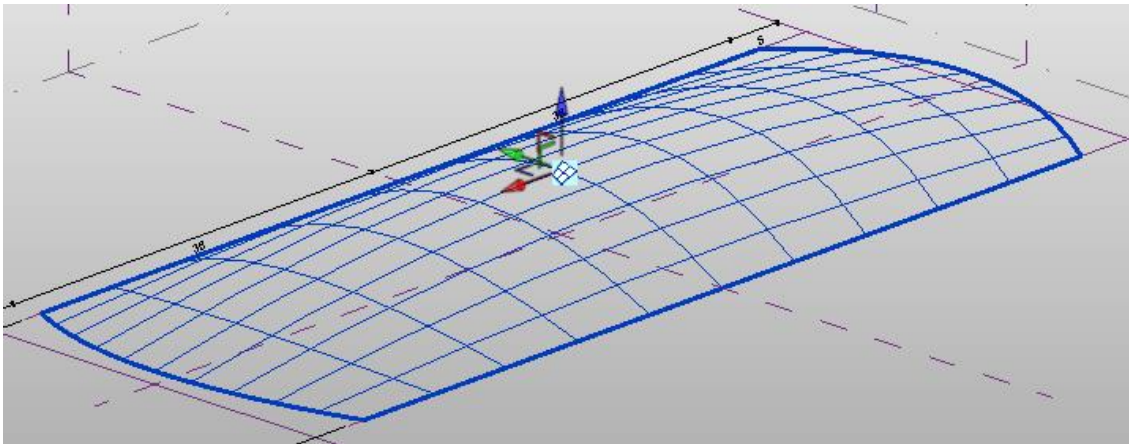


Imagen 71: Entramado en el que se colocará cada panel acristalado.

Cada uno de los 100 paneles necesita una estructura a la cual fijarse y sirva para conectar todos los paneles que forman la cubierta, para ello hay que modelar un patrón que servirá para cada sub-región.

Dicha estructura unirá la cubierta a estación de autobuses por medio de una viga de atado con una longitud de 30 metros que irá desde la fachada norte a la fachada sur.

En las siguientes imágenes 72 y 73 se ve el perfil creado. Para ello se utiliza secciones tubulares de 200 mm de acero para la viga de atado inferior y secciones tubulares de 100 mm de acero para conectar la viga con el panel laminado. El panel a su vez, tiene unos marcos de sujeción creados también con un perfil tubular de 200 mm de acero.

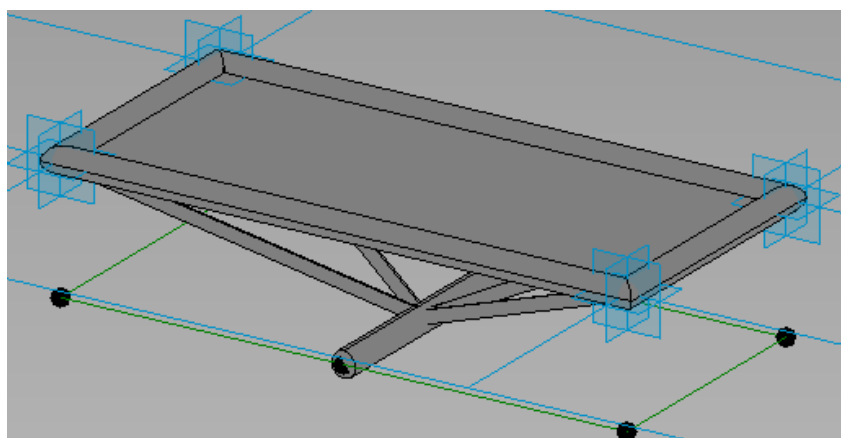


Imagen 72: Vista 3D de la estructura que soporta el panel acristalado.

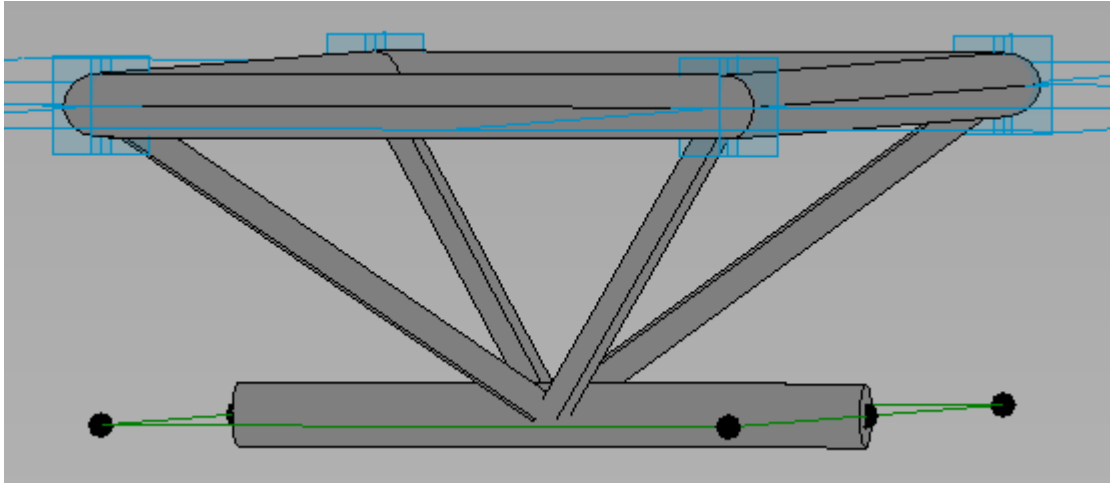


Imagen 73: Vista 3D de la estructura que soporta el panel acristalado.

Una vez terminado el modelo de patrón para la cubierta, se carga en la familia de masa conceptual anteriormente creada y se indica el nuevo patrón, quedando la cubierta de la siguiente manera (imágenes 74 y 75).

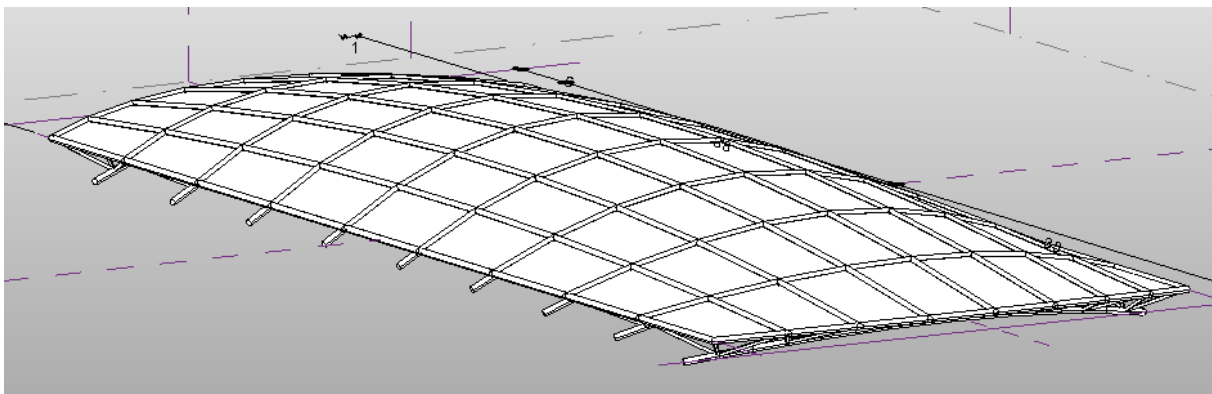


Imagen 74: Vista superior de la cubierta ya modelada.

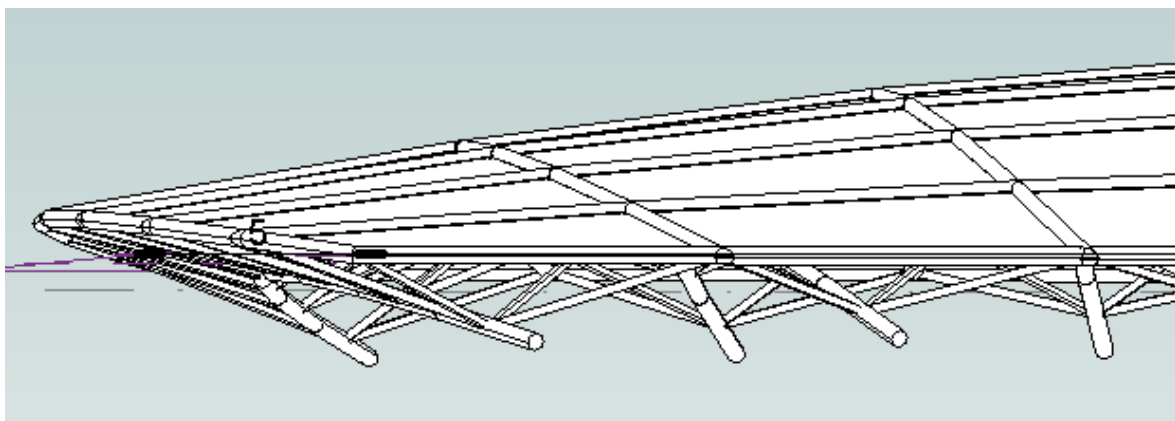


Imagen 75: Detalles de la cubierta ya modelada.

El último paso es cargar la masa en el modelo. Para ello se selecciona el nivel en el que va situada, en este caso a la altura de la cornisa, y con la herramienta de desplazar se sitúa la cubierta sobre los muros exteriores norte y sur como se ve en la imagen 76.

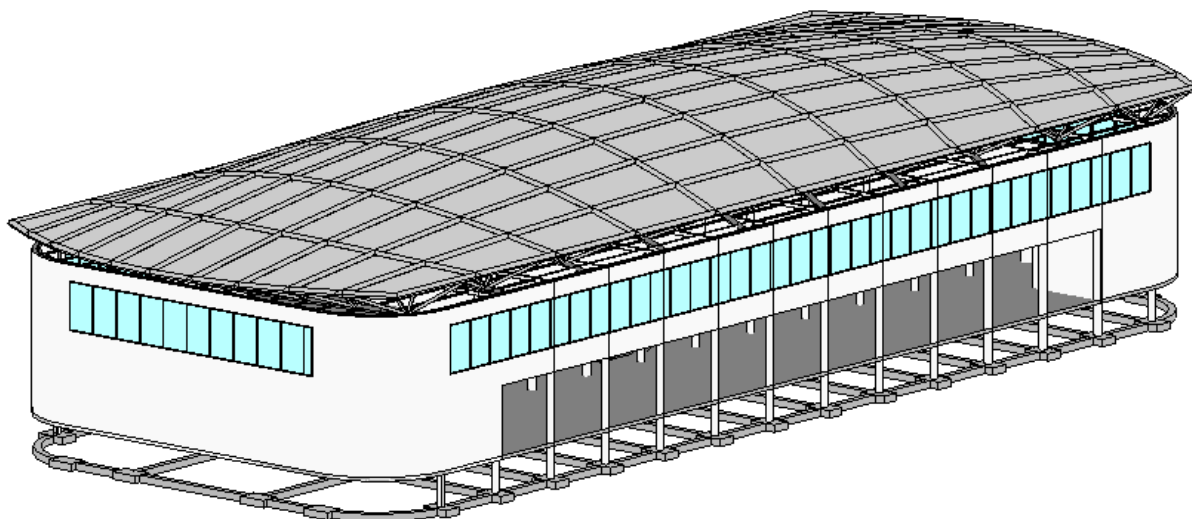


Imagen 76: Vista 3D del modelo con la cubierta instalada sobre la estructura.

Debido a que la cubierta en las fachadas este y oeste tiene una forma parabólica con mayor altura en el centro de la fachada, habrá que construir un nuevo muro exterior que conecte ambas partes para así cerrar el espacio al aire libre. Para ello se ha enlazado el muro exterior de 500 mm hasta la cubierta como se ve en la imagen 77.

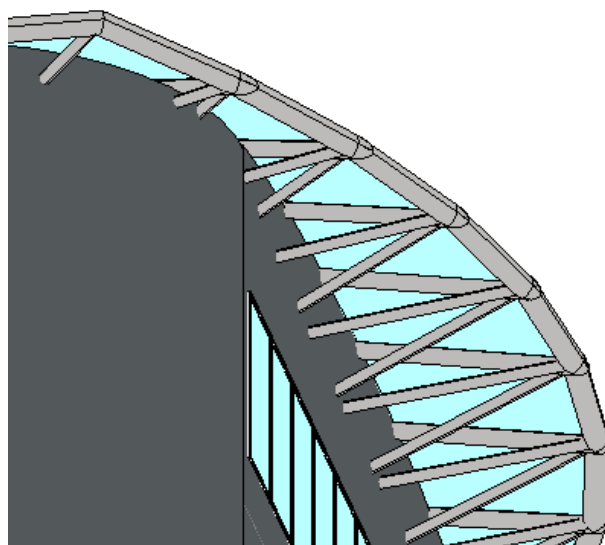


Imagen 77: detalle de los muros enlazados superiormente a la cubierta.

6.3.7. Dársenas

En el interior de la estructura se van a modelar las dársenas. Estos lugares están destinados a el estacionamiento de los autobuses donde se lleva a cabo intercambio de pasajeros. Se creará un contorno que dará cavidad a 20 autobuses.

El tráfico esperado en la estación es de autobuses, se entiende como autobús o autocar todo vehículo con más de 9 plazas destinado al transporte de personas y equipaje.

En esta estación se espera un tráfico de autobuses o autocares turísticos. La Dirección General de Tráfico (DGT) define unas dimensiones y peso máximos para los autobuses turísticos:

- Longitud: 15 metros.
- Anchura: 2.55 metros.
- Altura: 4 metros
- Peso: 19 toneladas.

En la imagen 78, se nombran cada uno de los tipos de autobuses que pueden circular por las vías y estaciones.



Imagen 78: Clasificación de los tipos de autobuses.

Fuente: Wikipedia, autobús

De la misma forma la DGT establece que los vehículos pesados deben ser capaces de describir una trayectoria circular de 360°, indicando unos radios de giro:

- Radio exterior: 12.5 m
- Radio interior: 5.30 m

Además, el ancho de la vía viene definido por la Instrucción de Carreteras Española, siendo éste de 3.50 m como mínimo, en la imagen 79 se ve la curvatura mínima de un autobús [21].

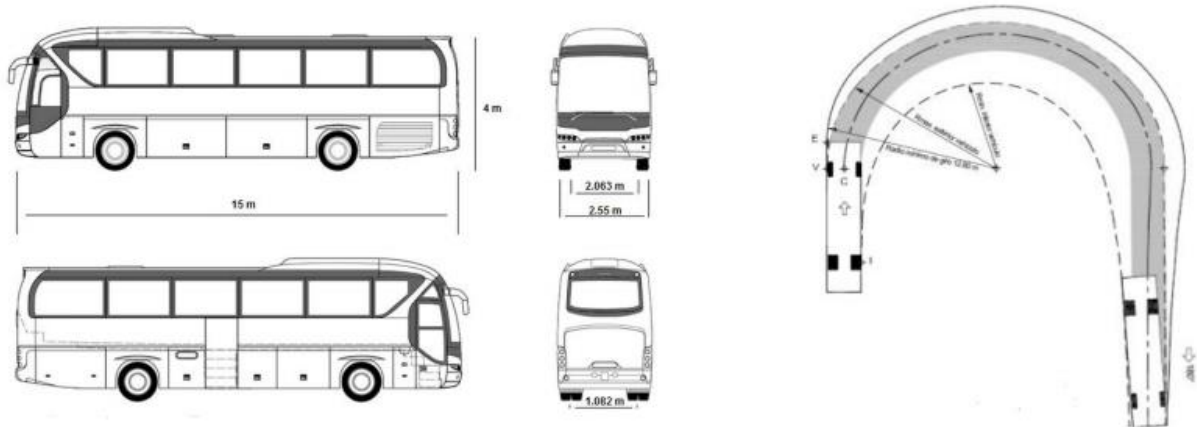


Imagen 79: Ancho de la vía viene definido por la Instrucción de Carreteras Española.

Fuente: BOE, Norma 3.1-IC

El suelo creado será de 150 milímetros de espesor modelado in situ de hormigón con acabado de mármol blanco. Tendrá unas dimensiones de 12 metros de longitud y 3,50 metros de anchura como se ve en la imagen 80. Dado que un autobús turístico puede llegar a medir hasta los 15 metros de longitud, la parte trasera (últimos 3 metros) de este quedará fuera de estructura, pero no va a interferir en la trayectoria de las paradas colindantes.

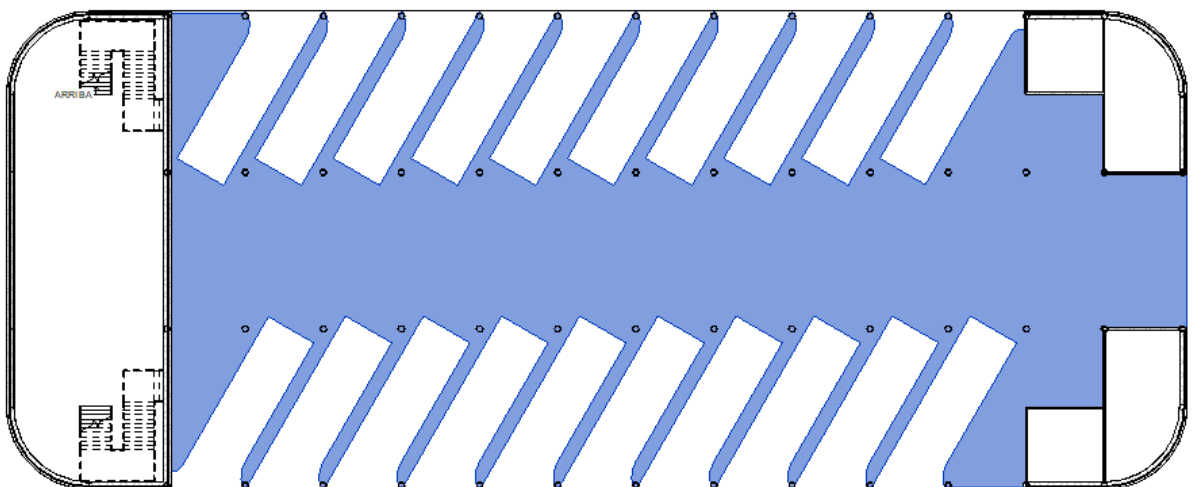


Imagen 80: plano con el nuevo suelo destinado al tránsito de pasajeros entre las dársenas.

El suelo creado para las dársenas necesita un bordillo alrededor de su perímetro ya que los autobuses podrían dañar el suelo en caso de subirse a este. Se modela un patrón con la herramienta de selección de líneas existentes y con la herramienta de copiar para crear todos los bordillos de las dársenas (imagen 81).

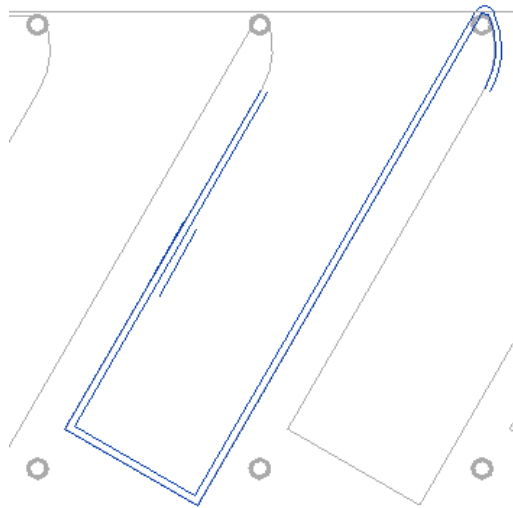


Imagen 81: Ubicación de los bordillos en la planta baja.

En la siguiente imagen número 82 se ve el modelado final del bordillo en el modelo.

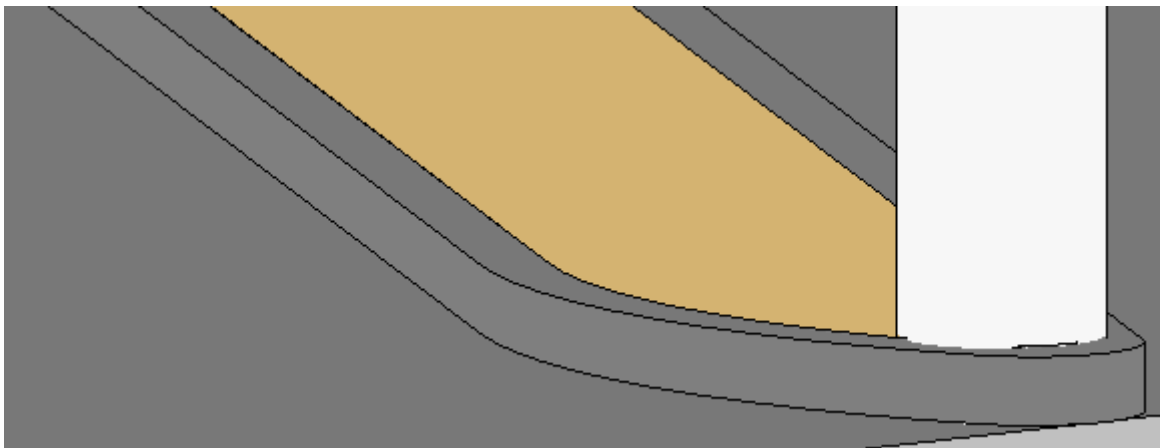


Imagen : Vista 3D del bordillo en la planta baja.

6.3.8. Puertas

En el modelo se utilizan distintos tipos de puertas según su uso. Para conectar la entrada principal con las paradas de los autobuses se va a optar por una puerta automática corredera de panel laminado. Los marcos son de aluminio y el panel de vidrio. Para evitar aglomeraciones de personas se modela un perfil de puerta de grandes con 2.42 metros de altura y 4.54 metros de anchura, como se ve en la imagen 83.

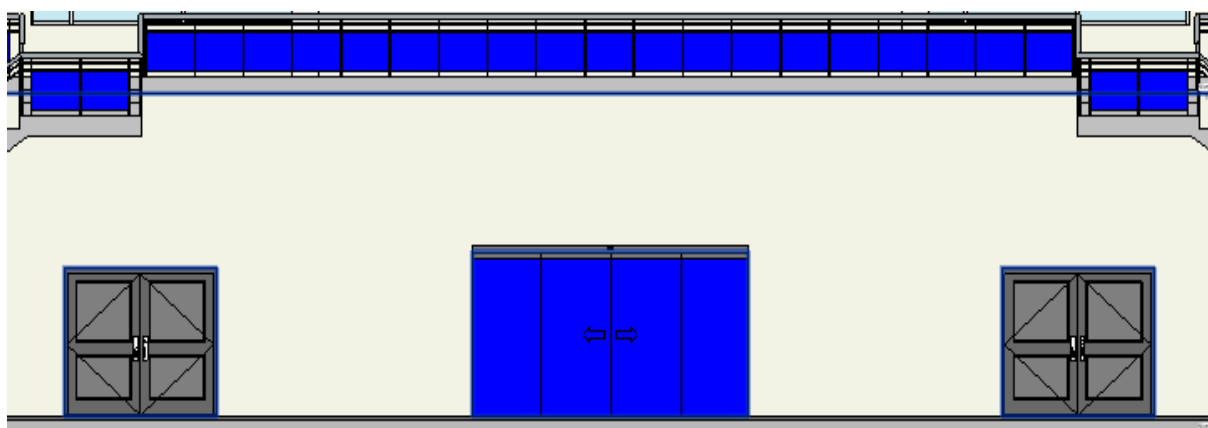


Imagen 83: Ubicación de las puertas en la primera planta.

En el mismo plano se añadirán 2 puertas extra de emergencia a cada lado con dimensiones de 2.4 metros de anchura y 2.1 metros de altura de material acero inoxidable.

En las cristaleras exteriores este y oeste se colocarán puertas acristaladas para muro cortina. Para añadir las puertas hay que seleccionar el panel donde irá la puerta y modificar el tipo de componente. Estas puertas tendrán la dimensión completa del panel donde irá ubicada.

Para la estación de autobuses se va a utilizar una puerta doble con montantes donde irá ubicada con un perfil rectangular de 150 mm x 150 mm. El resto de montantes tiene un perfil rectangular 150 mm x 50 mm de acero.

En las siguientes imágenes 84, 85 y 86 se ve la configuración de la fachada principal.

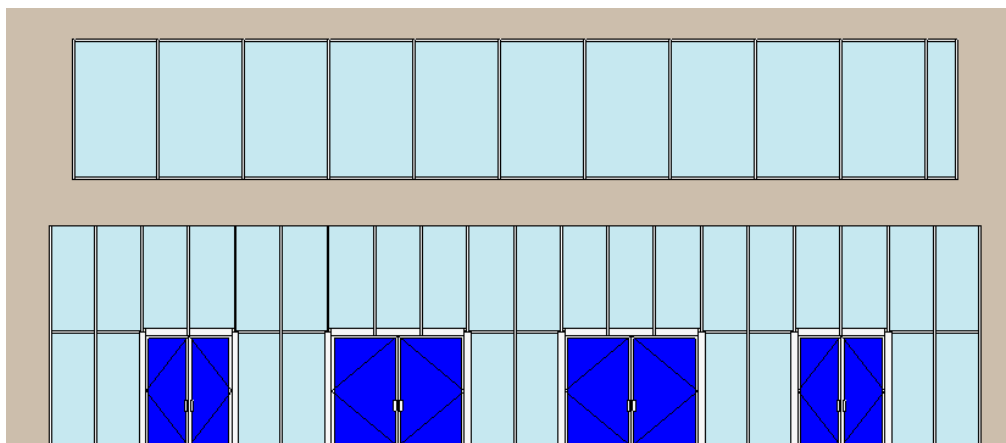


Imagen 84: Vista por cara de la ubicación de las puertas en el muro cortina.

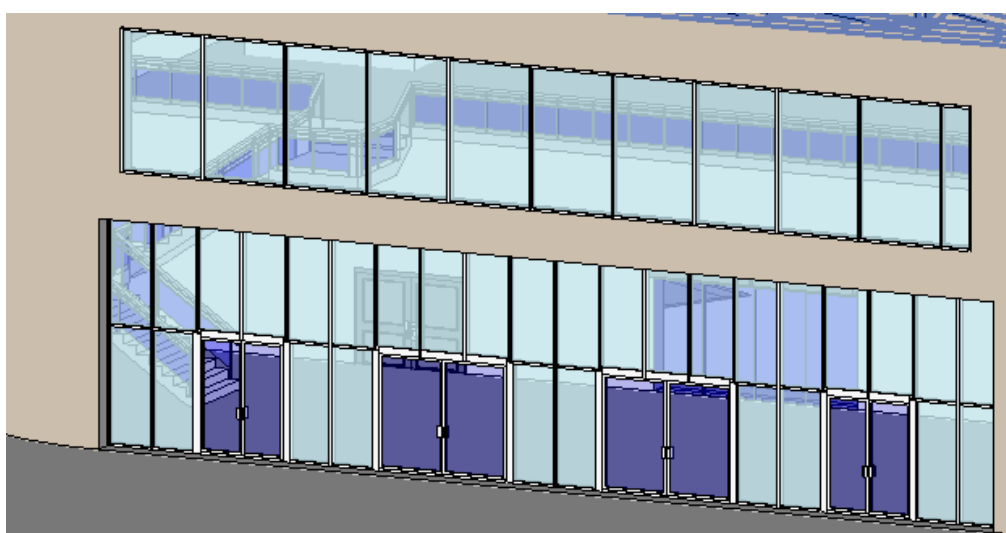


Imagen 85: Vista 3D de la fachada Este con las puertas en los muros cortina.

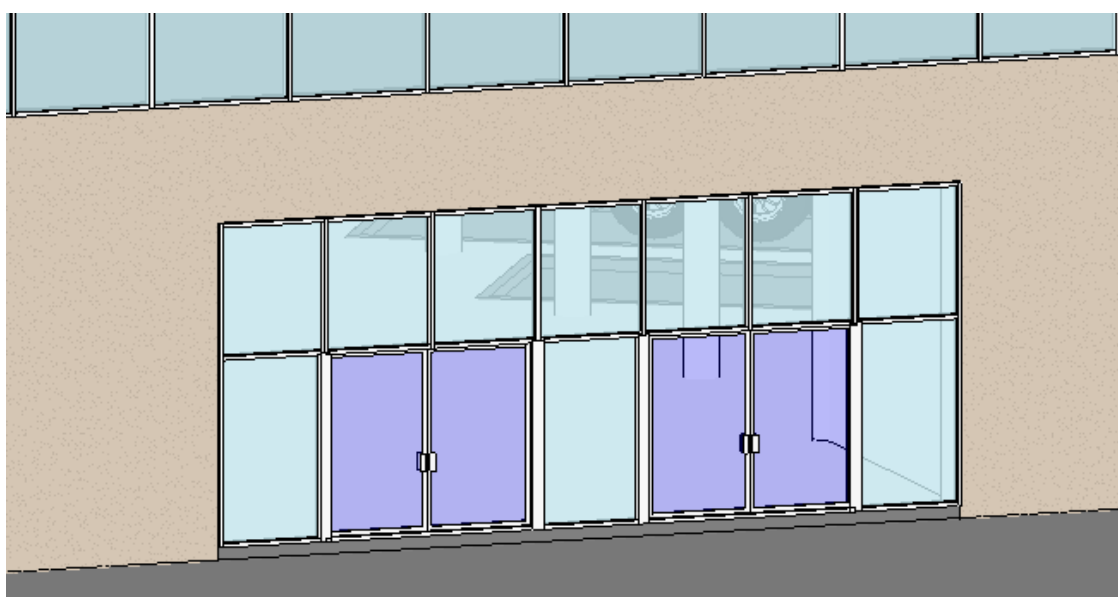


Imagen 86: Vista 3D de la fachada Oeste.

En la planta baja habrá 2 aseos y 2 cuartos destinados al almacenamiento de equipaje y un cuarto de mantenimiento. Para los cuartos de baño se optará por una puerta de 686x1900 mm de tamaño del fabricante Jeld-Wen y la puerta de entrada al baño es del mismo modelo, pero con dimensiones 986x2100 mm de tamaño. Para los cuartos colindantes se va a utilizar una puerta del mismo fabricante, pero en este caso de madera y doble hoja con unas dimensiones 1290x2280 mm como se ve en la imagen 87.

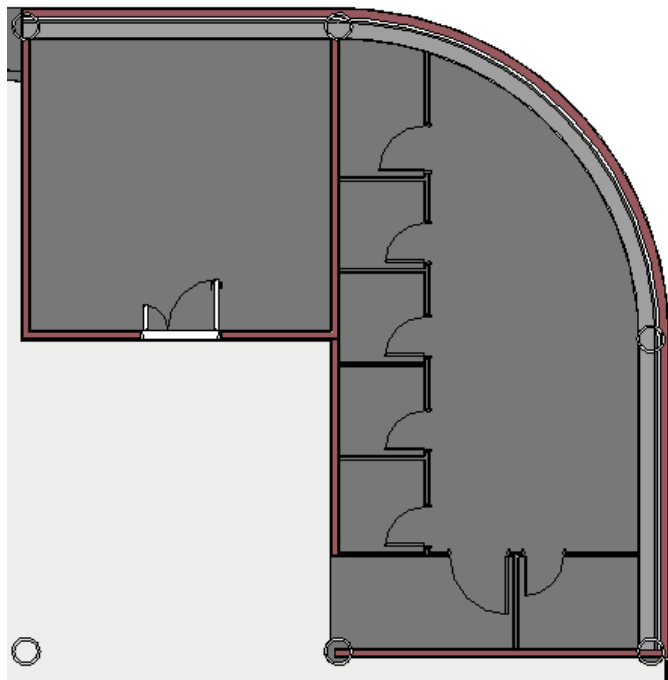


Imagen 87: Puertas de los cuartos de baño y cuarto de mantenimiento.

En la primera planta, para los cuartos de baño se va a optar por las mismas puertas de la planta baja como se ve en la imagen 88.

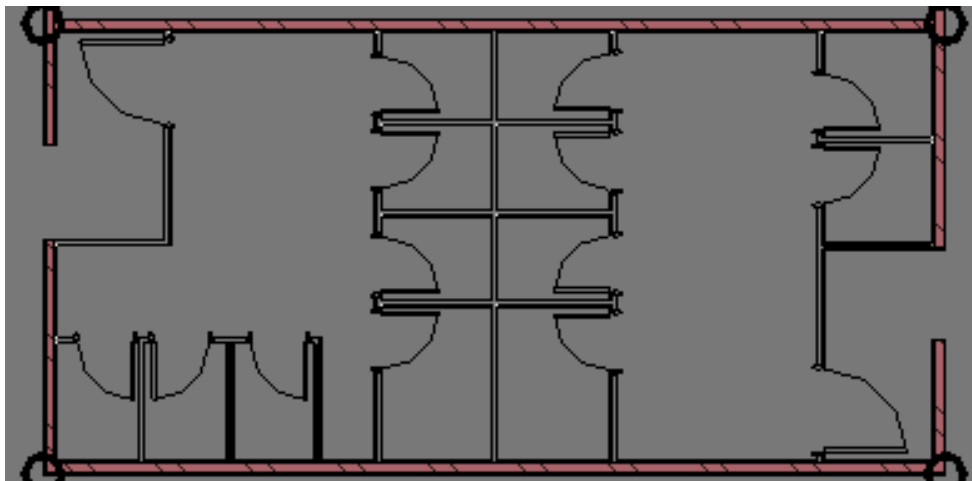


Imagen 88: Ubicación de puertas en los cuartos de baño de la primera planta.

Para las habitaciones destinadas a la venta de billetes se optará de nuevo por la puerta de hoja doble de madera 12930x2280 mm, así como en el resto de habitáculos de la primera planta.

6.3.9. Ventanas

En la primera planta, dentro de las taquillas de venta de billetes se pondrá una ventana por habitación con orientación al exterior para permitir la entrada de luz. El modelo es 1250x1500 mm.

En cada una de estas habitaciones se colocarán 2 ventanas adicionales, donde interactuarán los pasajeros con los vendedores de billetes. Las dimensiones serán de 2x2 metros como se ve en la imagen 89.

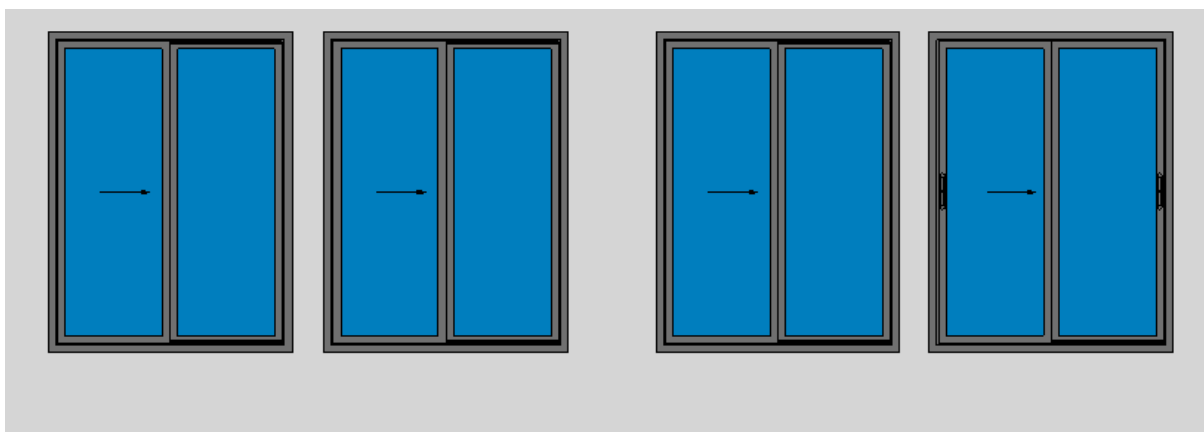


Imagen 89: Ubicación de las ventanas de las taquillas.

6.3.10. Otros componentes

El resto de componentes del modelo pueden ser mobiliario interior, mesas, sillas, luminarias o sanitarios:

- Luminarias. Para iluminar los andenes de los autobuses se van a instalar una serie de paneles luminosos de dimensiones 450x450 mm. Potencia de 45W y una temperatura de color de 6000K. La distribución se aprecia en la siguiente imagen 90 donde en la planta baja se colocarán 67 ejemplares con un patrón de separación de 5 metros.

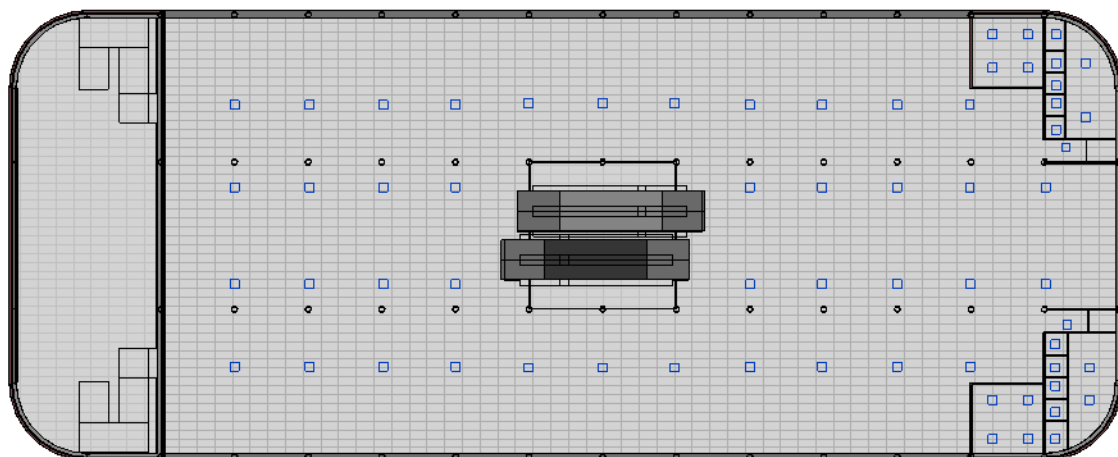


Imagen 90: Ubicación de las luminarias de la planta baja.

En la primera planta se colocarán 101 luminarias del mismo modelo como se ve en la vista plano de techo de la segunda planta (imagen 91):

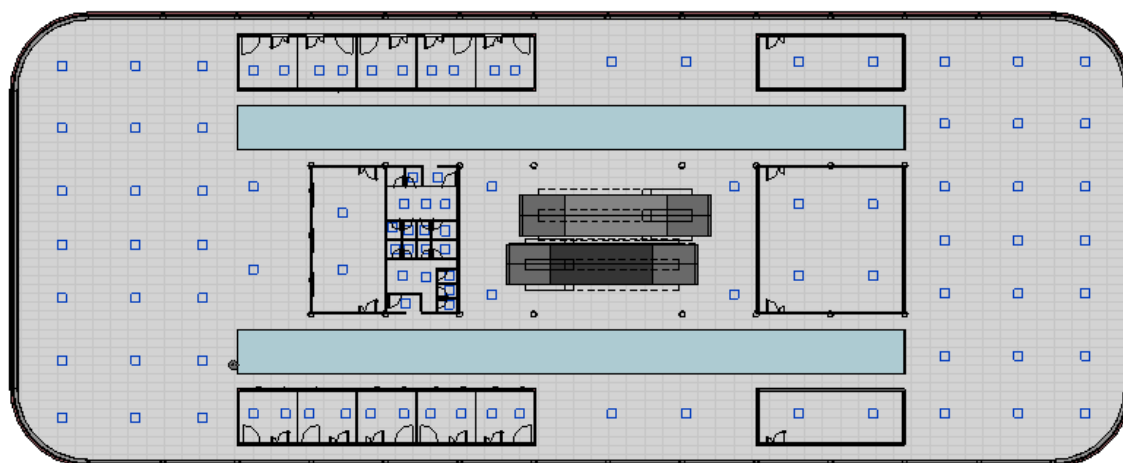


Imagen 91: Ubicación de las luminarias de la primera planta.

- Sanitarios. La estación de autobuses contendrá 4 cuartos de baño, 2 en cada planta destinados a caballeros y señoras por separado. En cada uno habrá un servicio para personas con movilidad reducida. Cada cuarto de baño estará dotado de WC domésticos y urinarios de pared, mueble de baño de dimensiones 1500x700 mm de madera con 2 lavabos cada uno y un espejo de 1400x35 mm, además del resto de complementos necesarios. En la imagen 92 se ilustra el modelado de dichos elementos.

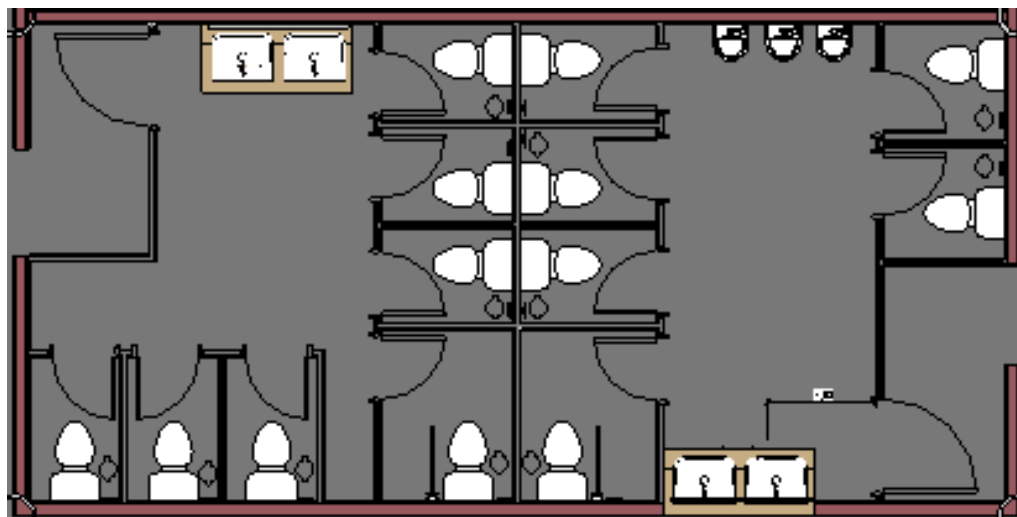


Imagen 92: Distribución de los componentes de los cuartos de baño.

- Mobiliario. Para las habitaciones destinadas a oficinas y puntos de venta de tickets se colocarán una serie de componentes tales como mesas de oficina, sillas, ordenadores portátiles para los oficinistas y pantallas de información, estanterías y macetas de decoración como se ve en la siguiente imagen 93.

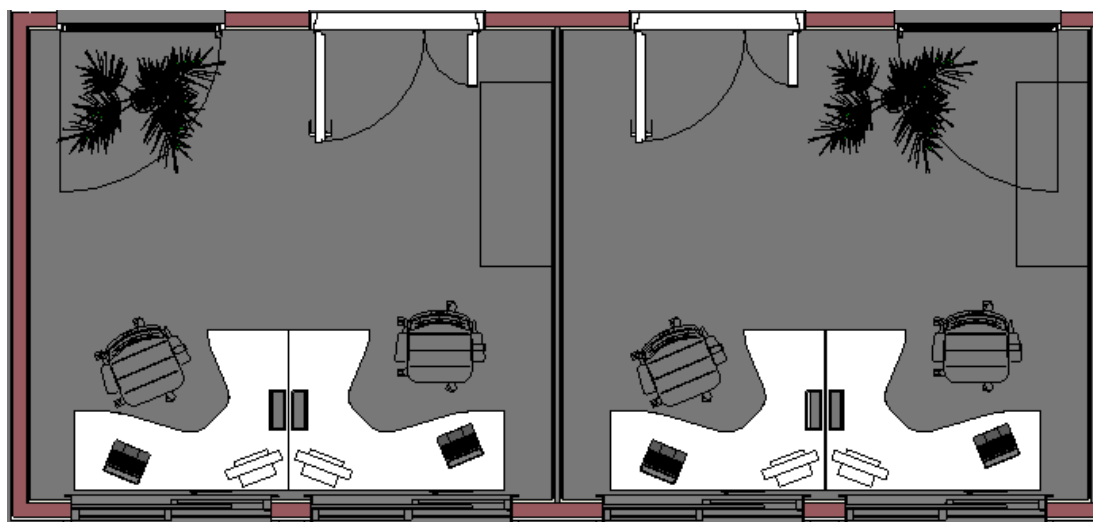


Imagen 93: Mobiliario de las oficinas.

En las imágenes comprendidas desde la 94 a la 108 se ilustran diferentes componentes en función de su ubicación.

El resto de mobiliario perteneciente al modelo consta de papeleras, extintores, plantas de decoración, asientos de espera y taquillas; en las oficinas se encuentran sillas, mesas, ordenadores y archivadores; en los baños urinarios, letrinas, espejos, lavabos, grifos y muebles de baño y, por último, componentes dedicados al ocio de los pasajeros tales como el mobiliario de hostelería y los quioscos de revistas.

Todos los componentes cargados han sido obtenidos de la web BimObjec.

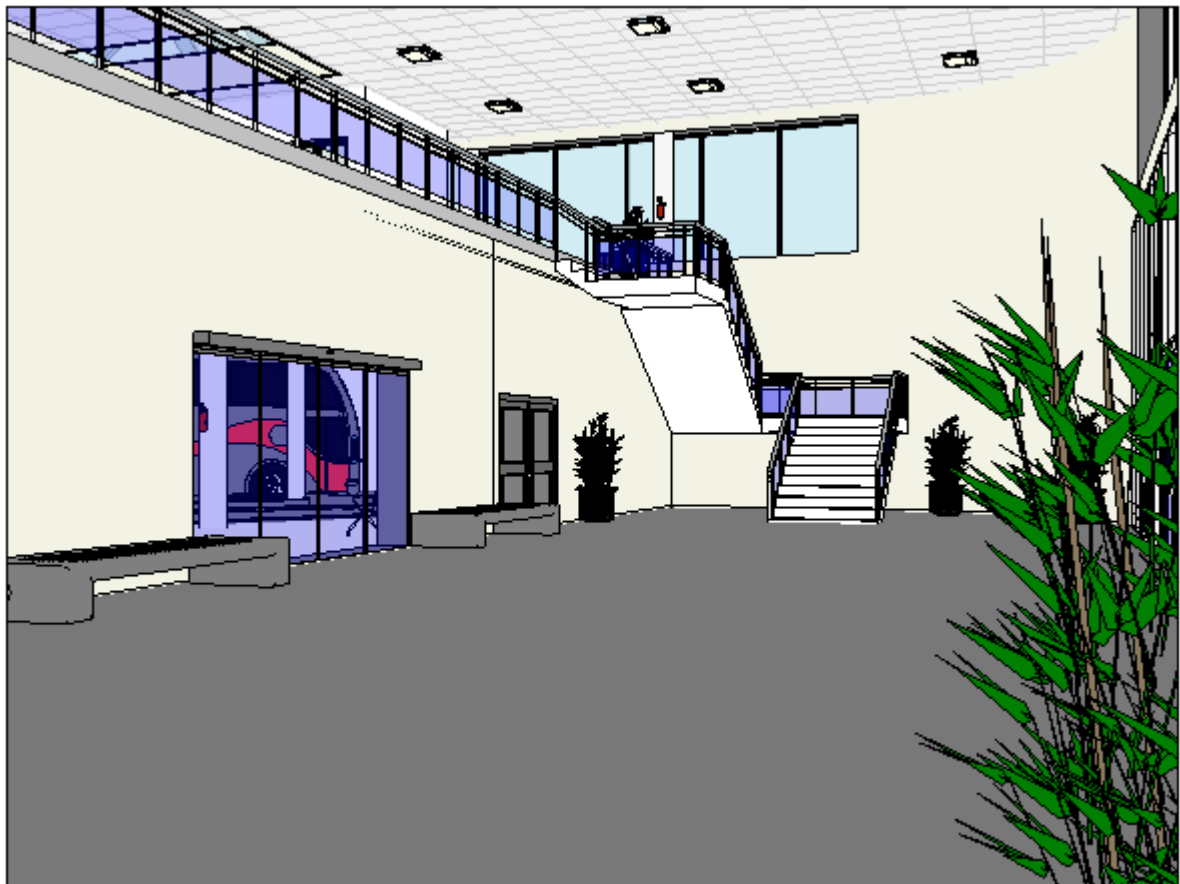


Imagen 94: Interior de la entrada Este de la estación de autobuses.



Imagen 95: Componentes interiores de la entrada Este.



Imagen 96: Componentes de las dársenas.

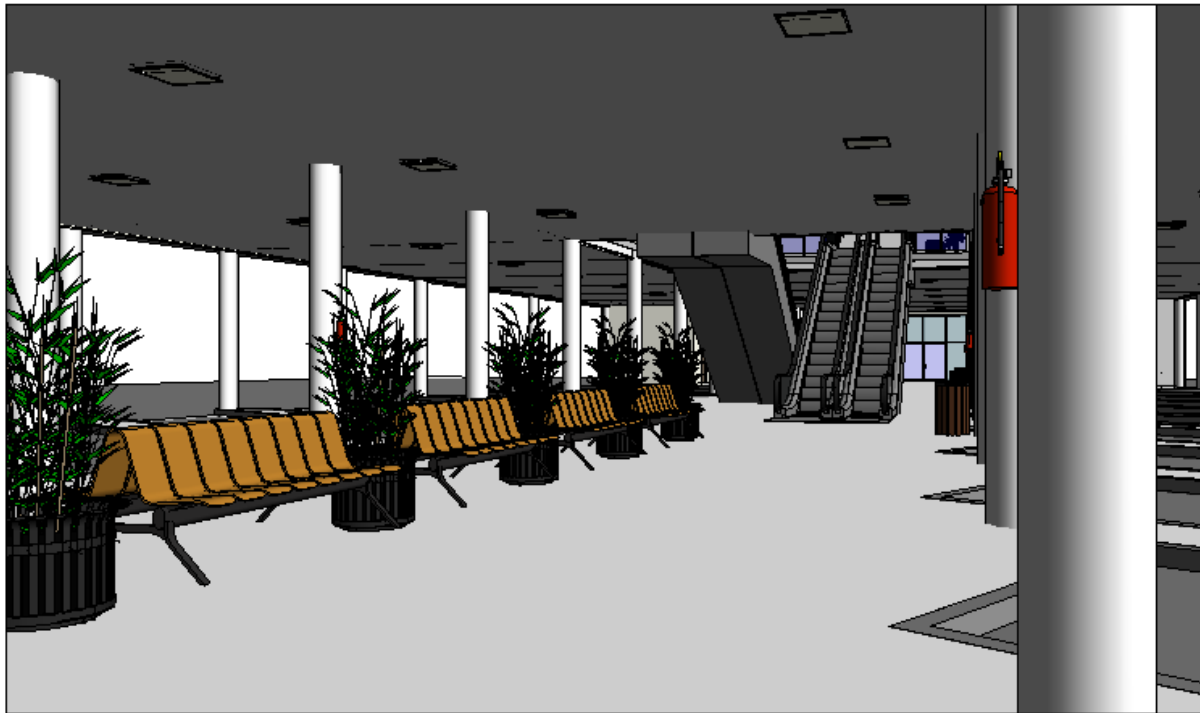


Imagen 97: Componentes a lo largo del modelo en la planta baja.

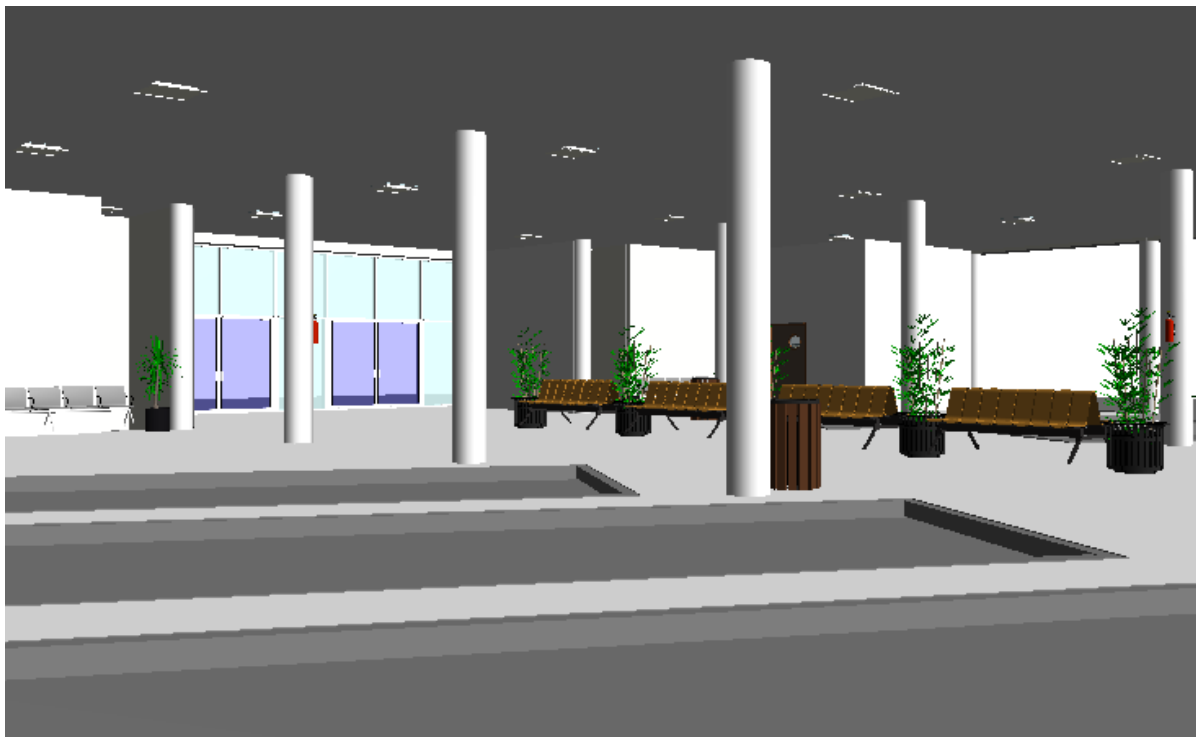


Imagen 98: Componentes interiores de la entrada Oeste.

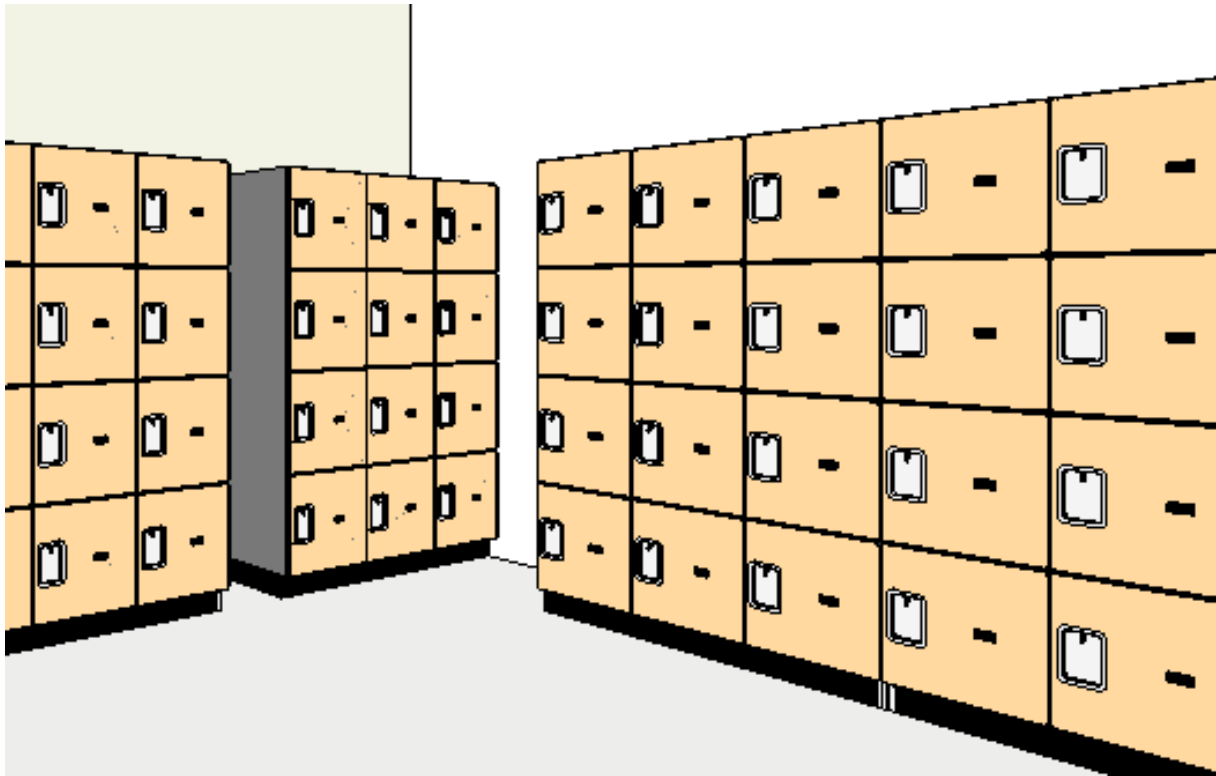


Imagen 99: Componentes del archivo y cuartos de almacenamiento.

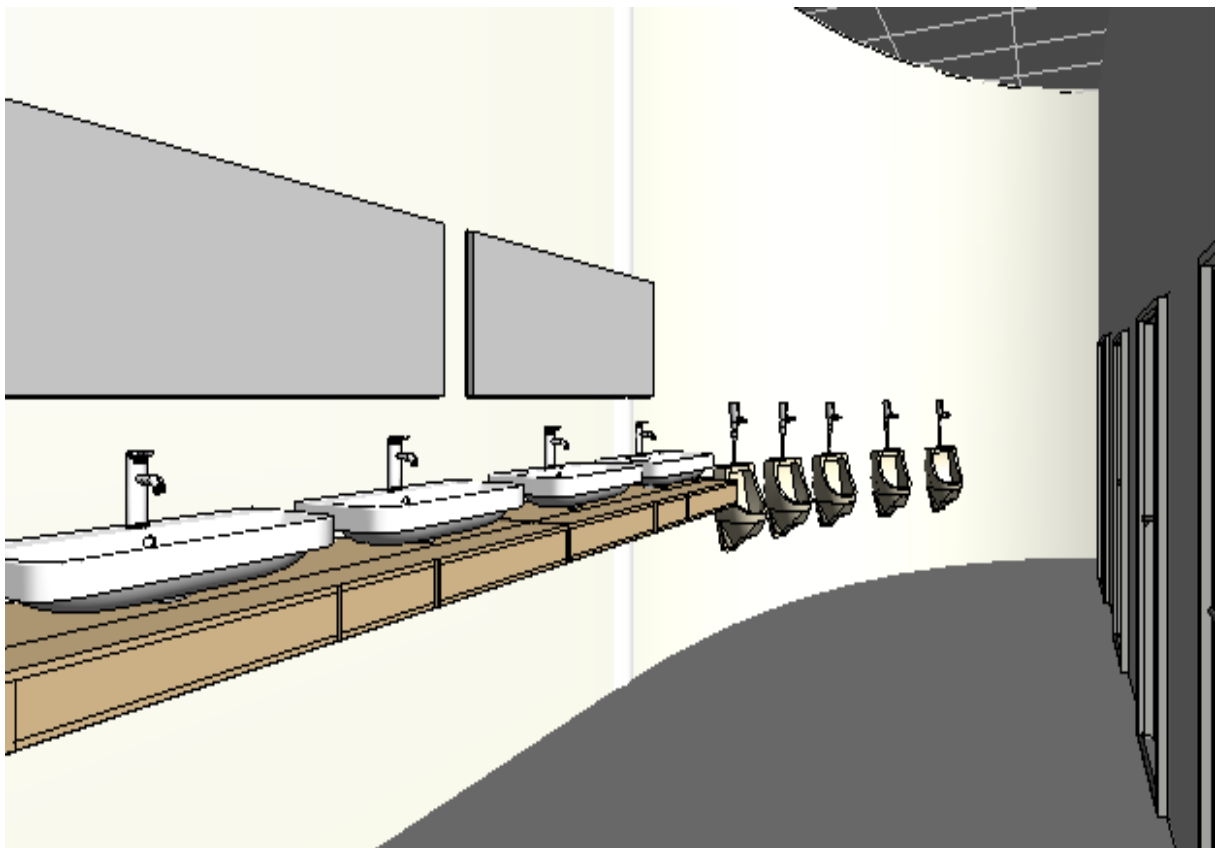


Imagen 100: Componentes de los aseos de la planta baja.



Imagen 101: Componentes de la primera planta.



Imagen 102: Componentes de las oficinas de la primera planta.

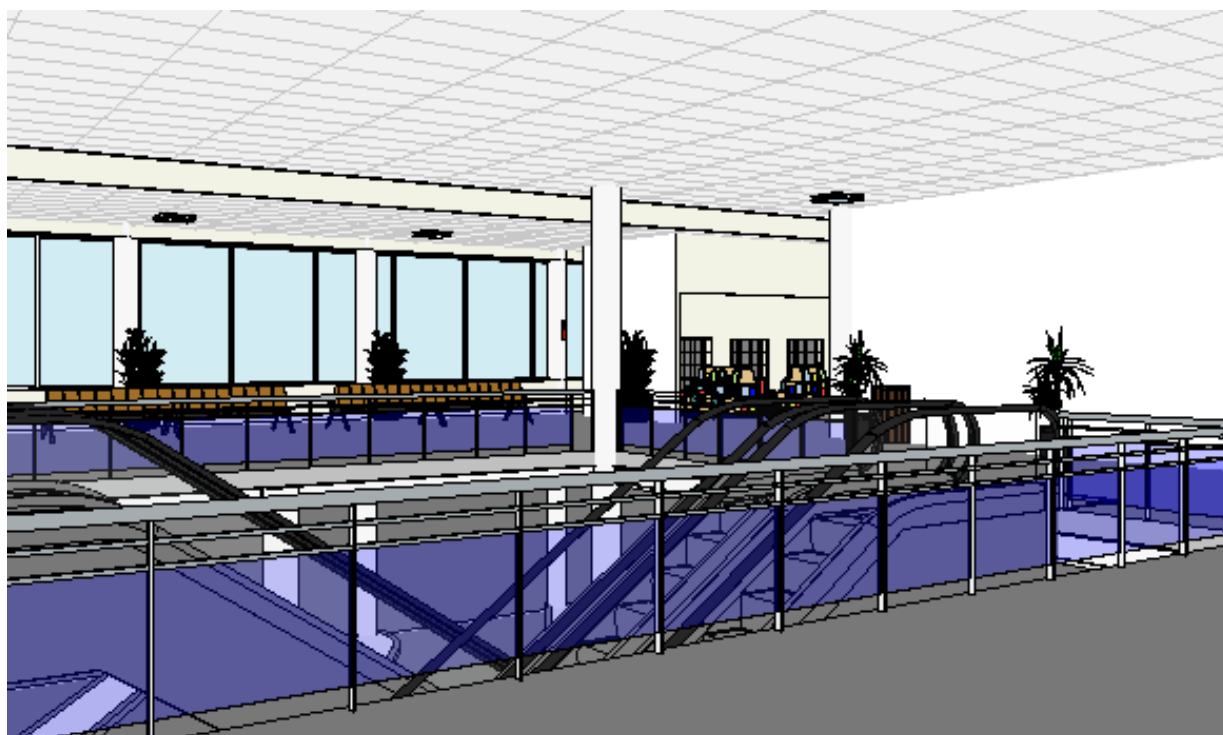


Imagen 103: Componentes de las escaleras de la primera planta.



Imagen 104: Componentes de las zonas comunes de la primera planta.



Imagen 105: Componentes del pasillo de la primera planta.



Imagen 106: Componentes de las librerías y kioscos.

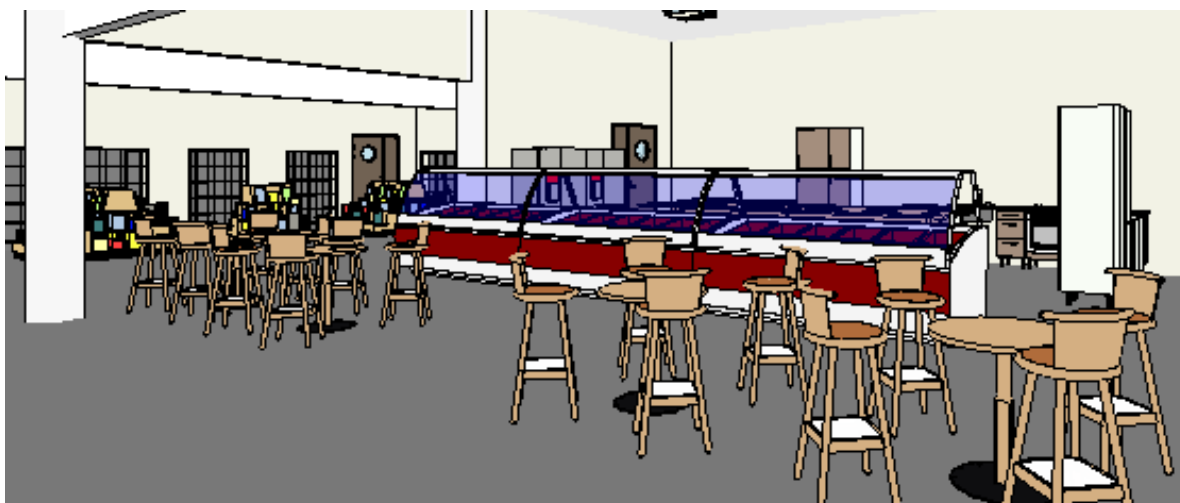


Imagen 107: Componentes de la cafetería.

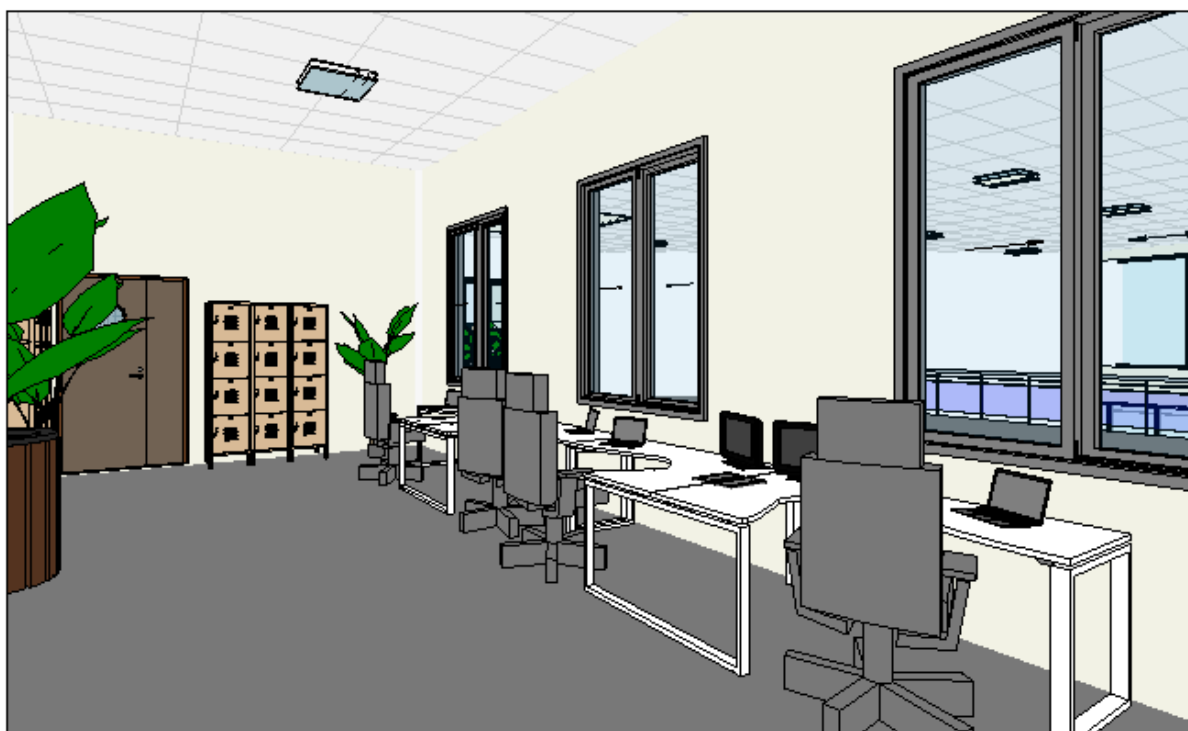


Imagen 108: Componentes de la sala de atención al público y seguridad.

En las imágenes 109, 110 y 111 se ven las plantas de la estación.

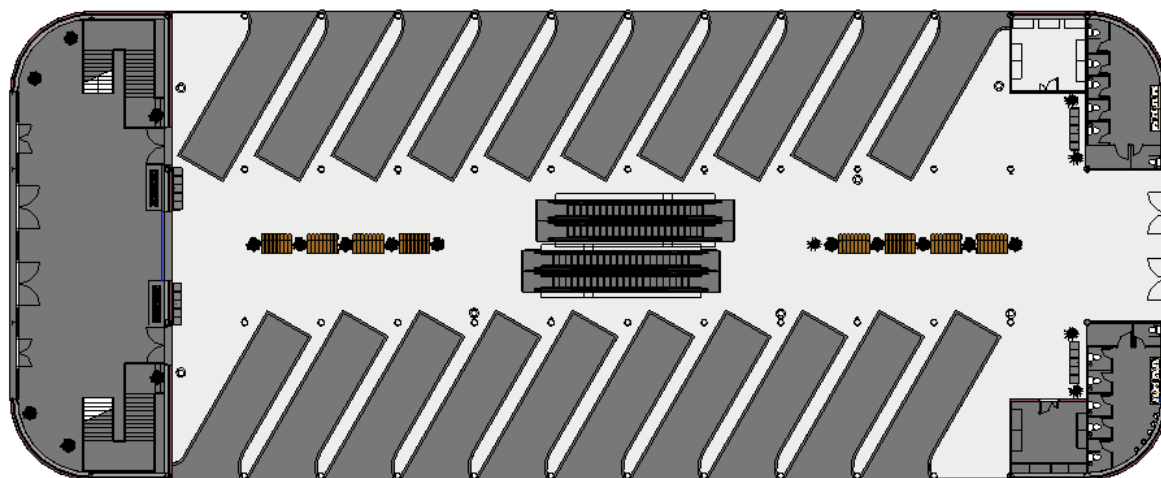


Imagen 109: Distribución final de los componentes de la planta baja.

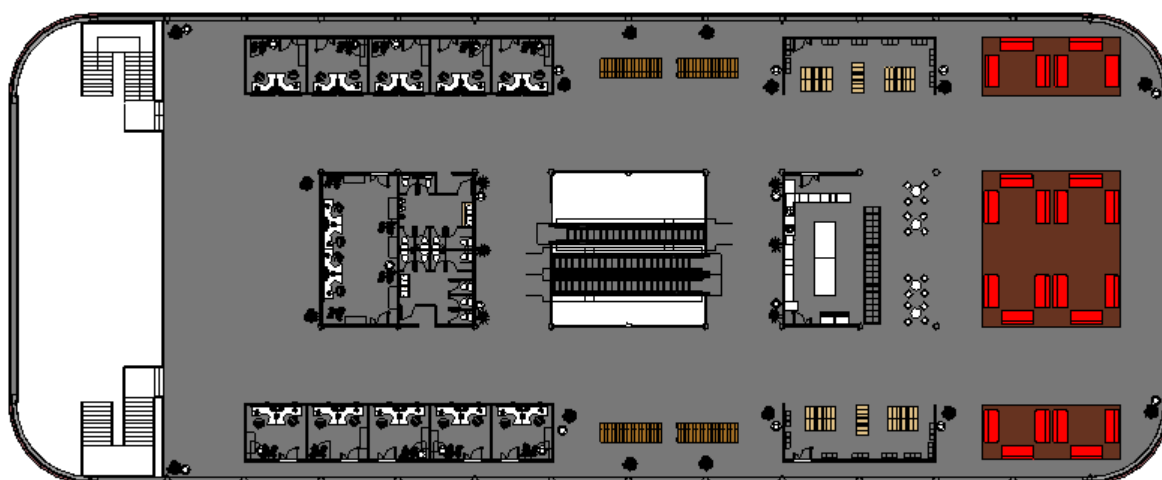


Imagen 110: Distribución final de los componentes de la primera planta.

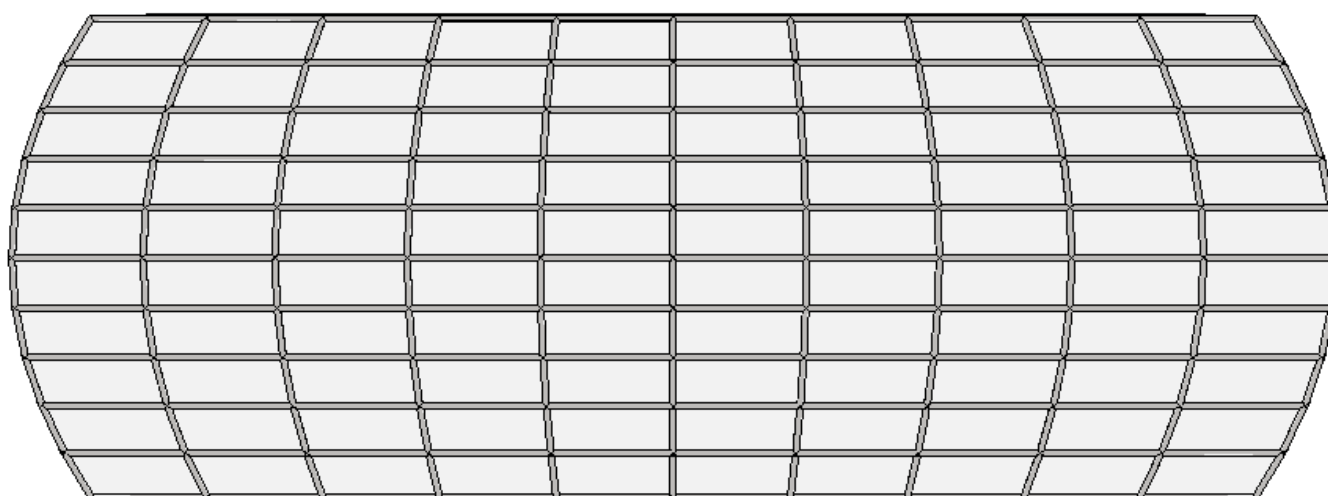


Imagen 111: Distribución de la cubierta.

6.4. Emplazamiento

En el exterior de la estación de autobuses se encontrarán las zonas destinadas a los aparcamientos, vías de circulación de los vehículos y aceras para peatones. Todos estos elementos serán diseñados en el plano de emplazamiento.

Las vías de circulación se han definido con unas medidas mínimas de 3.50 metros y unos radios de giro para autobuses de 12.50 y 5.30 metros respectivamente para el exterior e interior. El espacio restante a cada lado serán los Acerados que limitan con el extremo de la parcela como muestra la imagen 112.

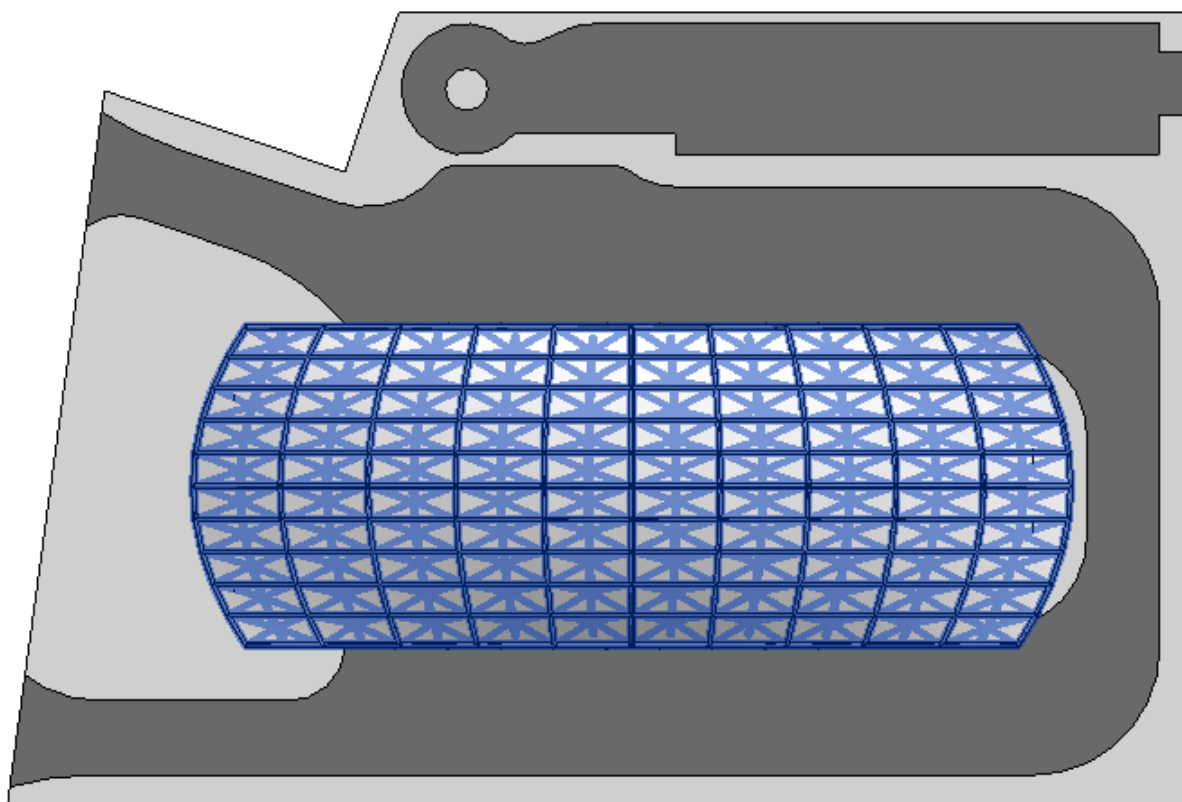


Imagen 112: Emplazamiento de la parcela.

A lo largo del perímetro de la parcela se construye un muro exterior de hormigón de 0.2 metros de anchura y 1 metro de altura desde la superficie en el cual irá instalada una reja de 1.20 metros como se ve en la imagen 113.

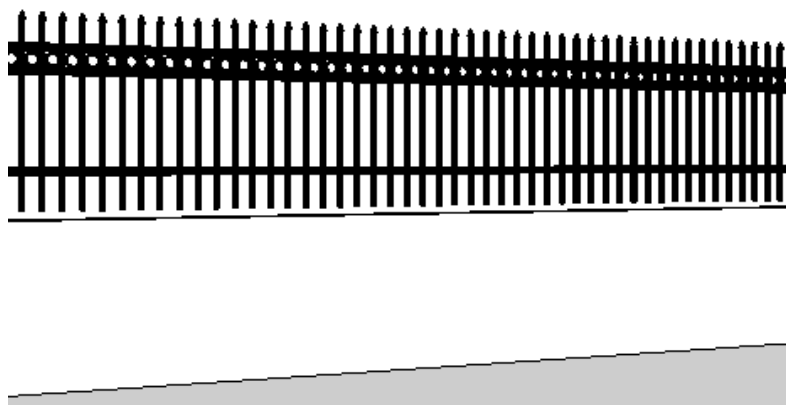


Imagen 113: Muro exterior de la parcela.

En la acera, además del muro, también va a ir una serie de componentes como son bolardos de protección, alumbrado exterior, bancos, marquesinas o vegetación.

Se colocarán los bolardos que darán protección a los usuarios, con unas dimensiones de 240 mm de altura por 300 mm de diámetro. El bolardo será el mismo modelo utilizado en las calles de acceso a la estación de autobuses, utilizando un comando de matriz con una separación de 2 metros. En la imagen 114 se ve el resultado de los bolardos.

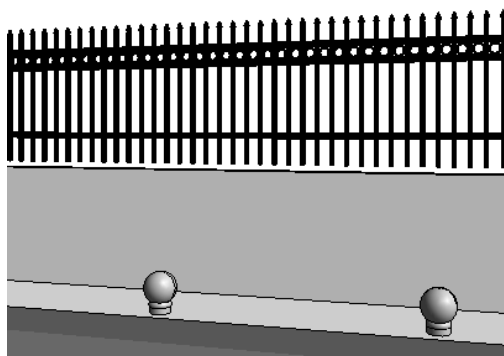


Imagen 114: Bolardos ubicados en el acerado exterior.

La superficie sobre la que se encuentra la estación de autobuses está nivelada pero los accesos desde las distintas calles están inclinados por lo que se tiene que salvar dicha altura. La avenida Madrid respecto a la parcela tiene un desnivel de -1 metro en la parte inferior y +1 metro en la parte superior. Estos saltos de altura se resolverán con rampas. Con el comando modificar

subelementos (imagen 115) se modificarán las cotas de los puntos en los perímetros.

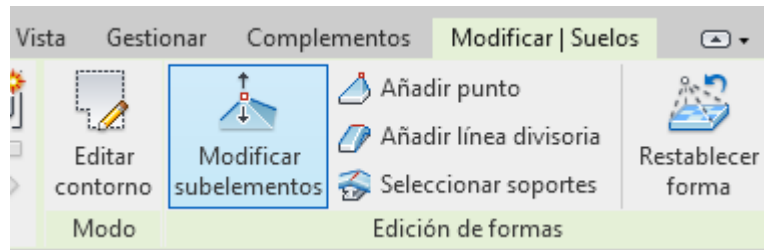


Imagen 115: Comando para modificar la cota de una subelemento.

En la esquina suroeste se diseñará una escalera in situ de hormigón armado con un boceto. En primer lugar, se diseñará el contorno deseado y en segundo lugar se colocarán tantas contrahuellas como altura a salvar (7 contrahuellas). En las imágenes 116 y 117 se aprecia el modelado de la escalera.

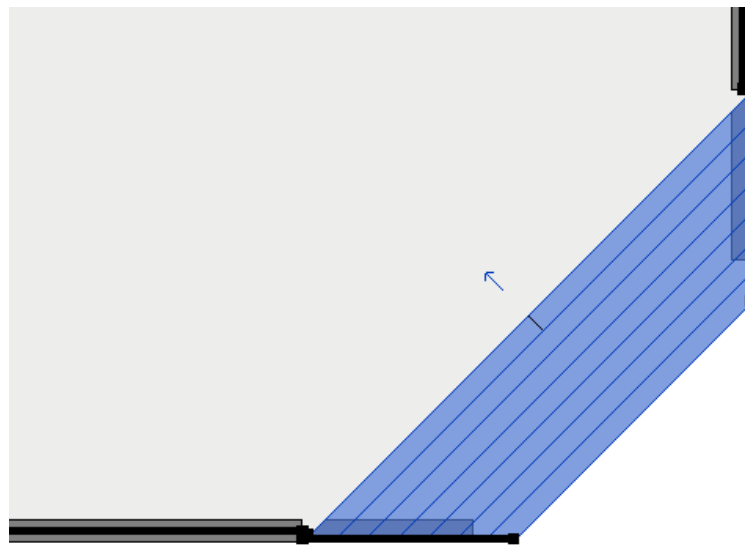


Imagen 116: Escalera modelada in situ en la esquina noroeste.

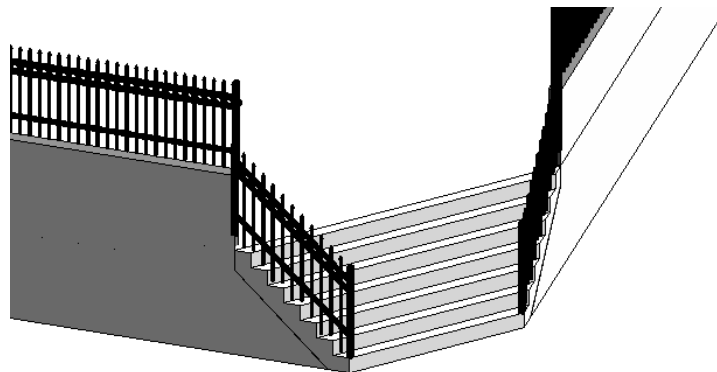


Imagen 117: Vista 3D de las escaleras que conectan nivel 1 con la calle.

En el proyecto se dedicará una serie de espacios a zonas verdes. Para su modelado se modificará el área destinada al acerado donde irán ubicados (imagen 118). Inicialmente se rebajará el nivel y se introducirá una nueva capa de suelo con estructura de hierba (grass). En las zonas verdes irán plantados una serie de árboles de hoja caduca para dar a lugar a sombras en verano y permitir el paso de la luz en invierno y así dotar de una mejor eficiencia energética a la estación de autobuses.

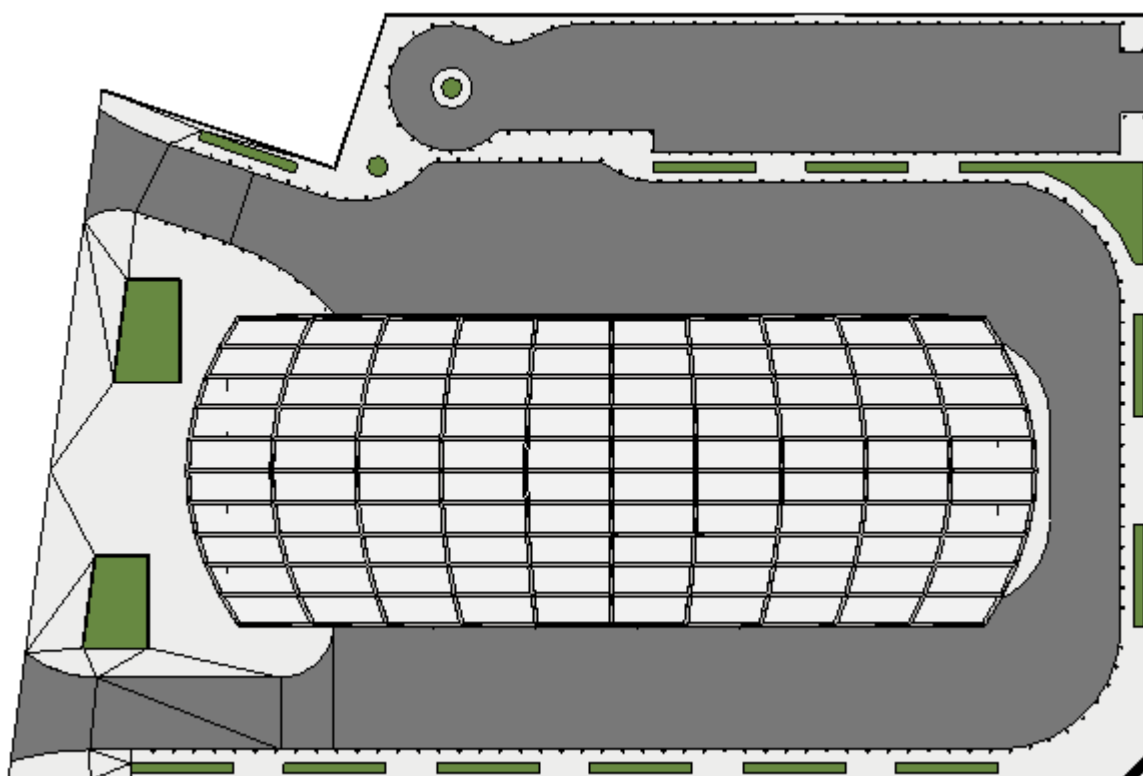


Imagen 118: Emplazamiento con zonas verdes.

En total se plantarán 32 árboles de hoja caduca. Estos árboles tienen la característica de ser altos, tanto para no interferir en la visión de los conductores de los autobuses como para no obstaculizar el paso de los peatones por las aceras. Las altas copas proporcionarán zonas de sombra como se muestra en la imagen 119.

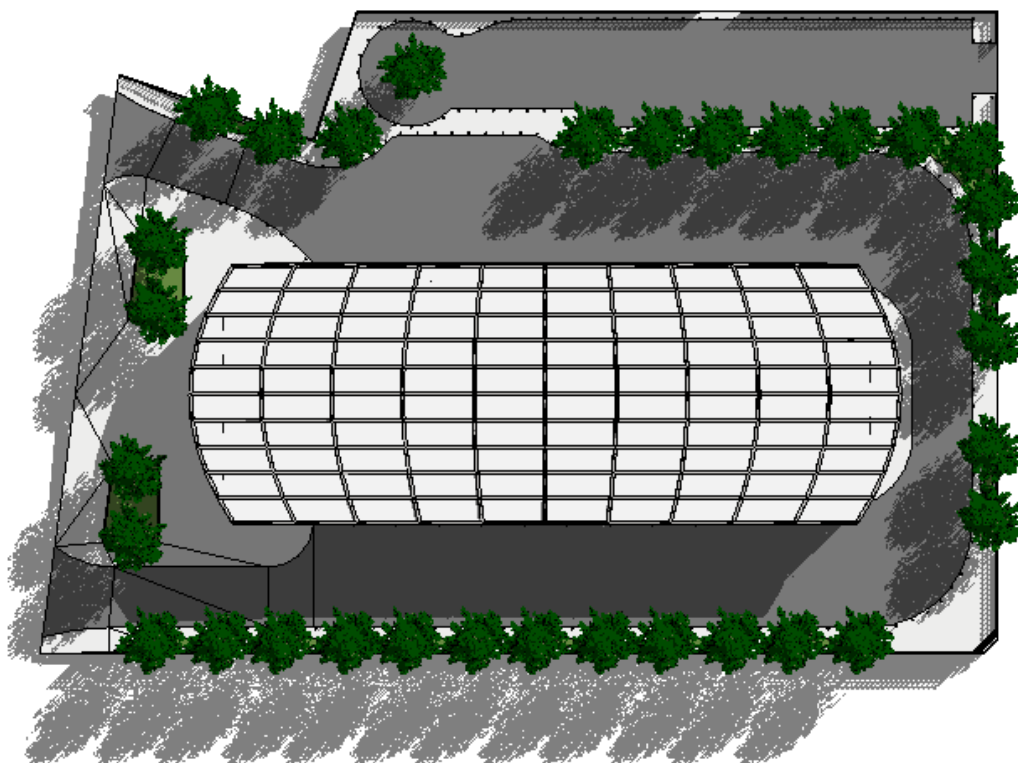


Imagen 119: Emplazamiento con sobras debido a la vegetación.

Para iluminar el exterior de la parcela se instalarán farolas del modelo Convex Pole LED 1940/32W y una altura de 4.5 metros (imagen120) con una separación entre cada una de 8 metros.

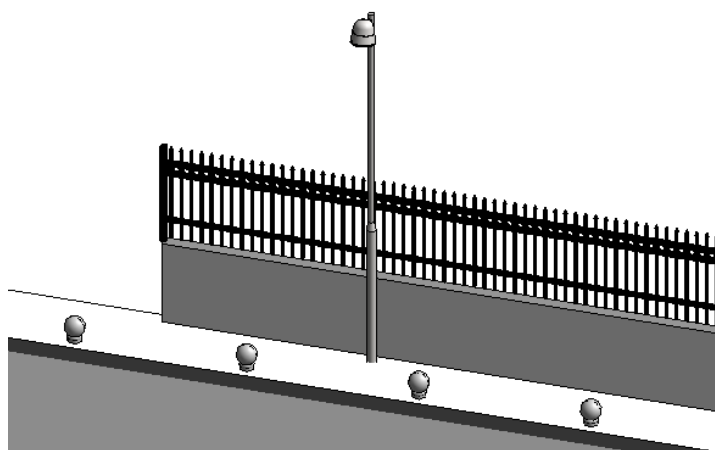


Imagen 120: Componente farola exterior.

Otro componente de iluminación serán las luces exteriores ubicadas en los muros, estas tienen una potencia de 37 W e irán colocadas cada 5 metros, con las siguientes características (imagen 121).

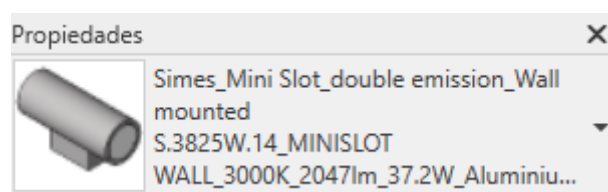


Imagen 121: Características de la luz exterior incrustada en muros.

Dentro del perímetro de la parcela irá incluida una parada de autobuses urbanos. Para su ubicación se modificará el acerado y se incluirán 2 marquesinas para el intercambio de pasajeros (imagen 122).

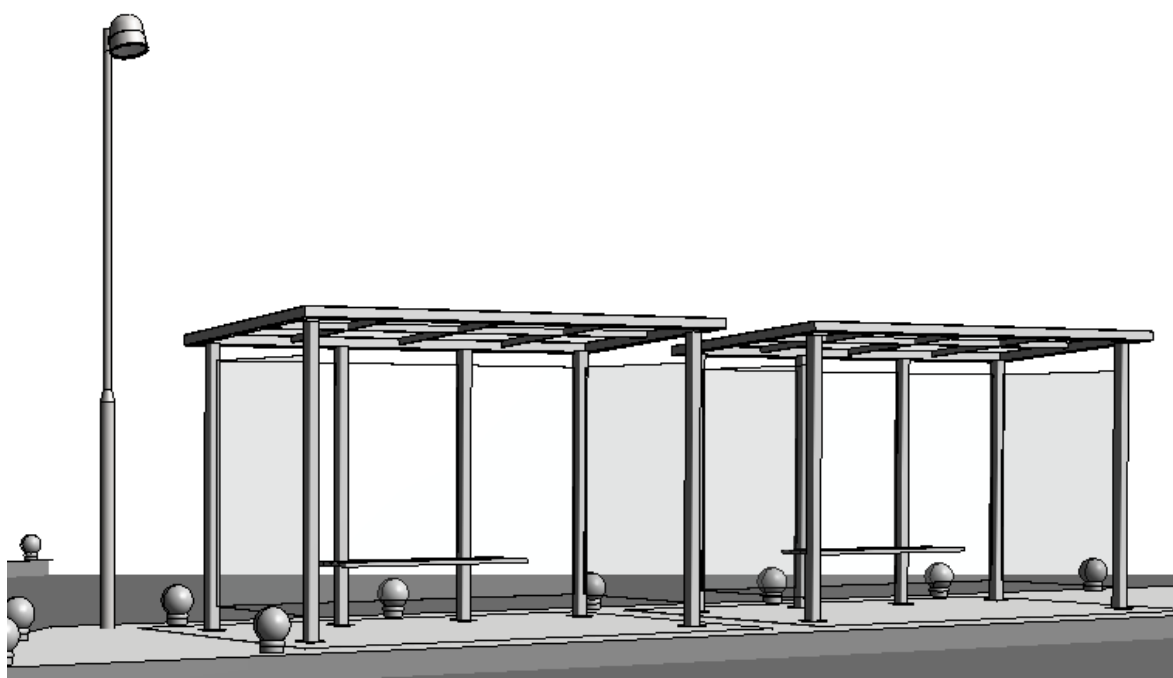


Imagen 122: Marquesinas ubicadas en el interior de la estación de autobuses.

En las siguientes imágenes se ve el acabado exterior de la estación de autobuses con los componentes añadidos y otros elementos que formarán parte como los propios autobuses.



Imagen 123: Componentes exteriores en la entrada principal.

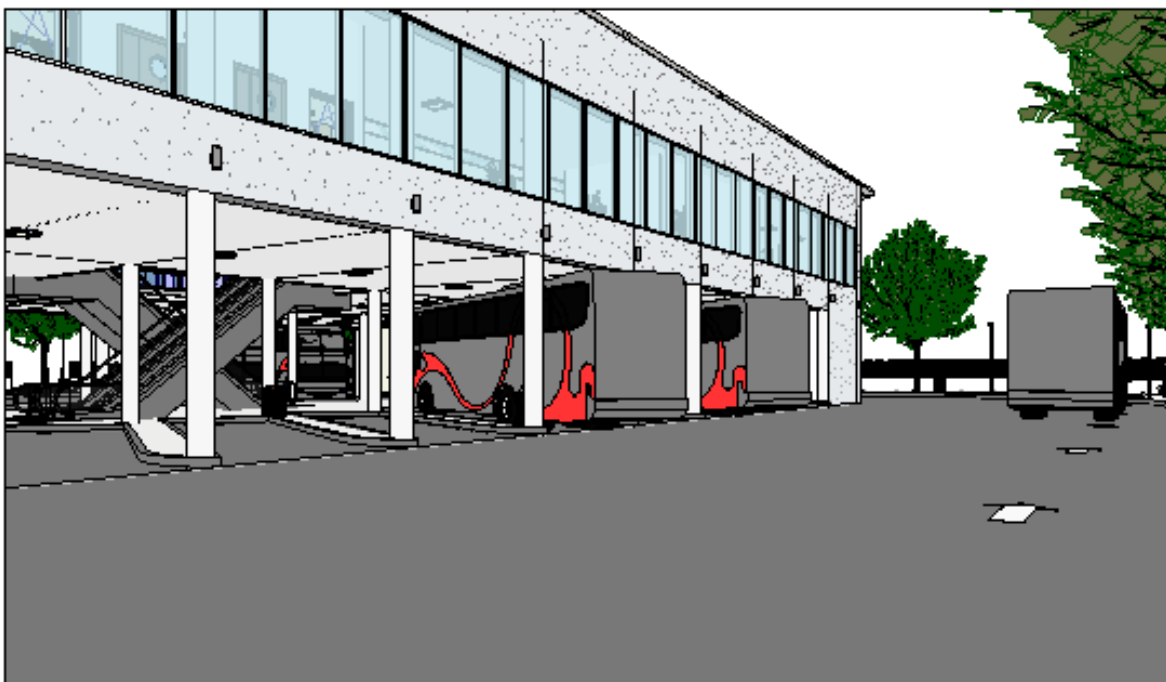


Imagen 124: Marcas viales en el exterior.



Imagen 125: Parking público.

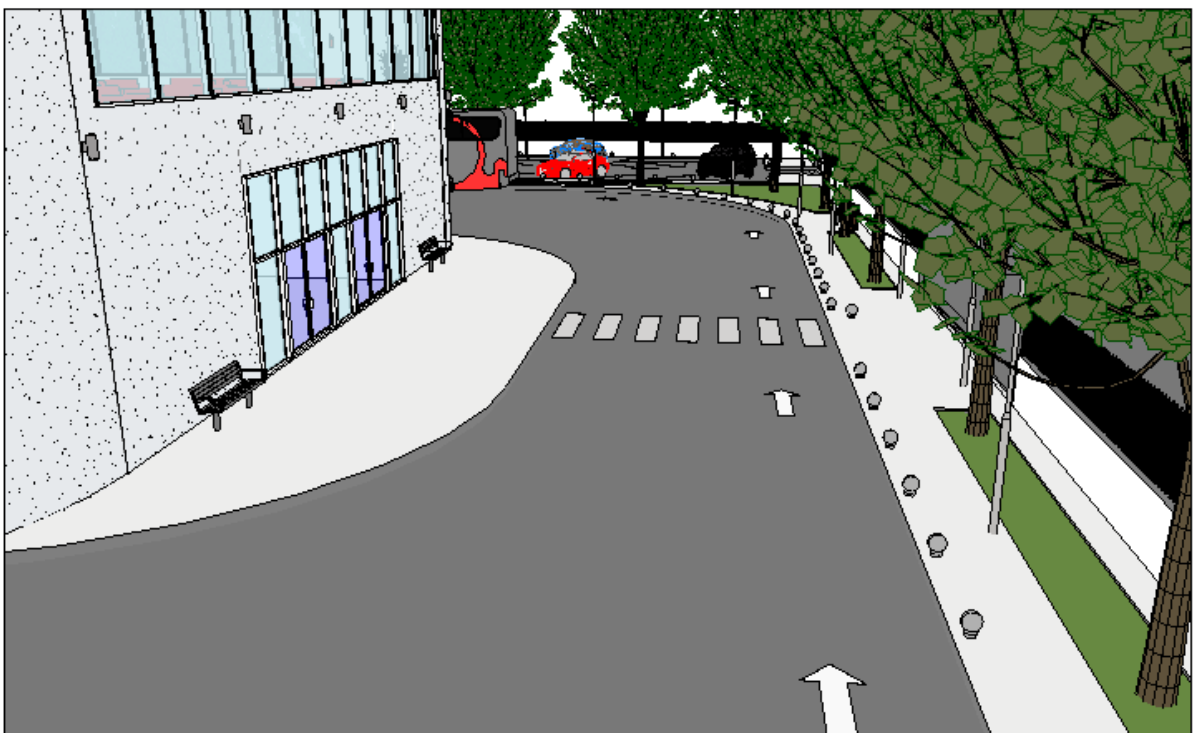


Imagen 126: Componentes exteriores puerta oeste.



Imagen 127: Zonas verdes y de descanso puerta este.

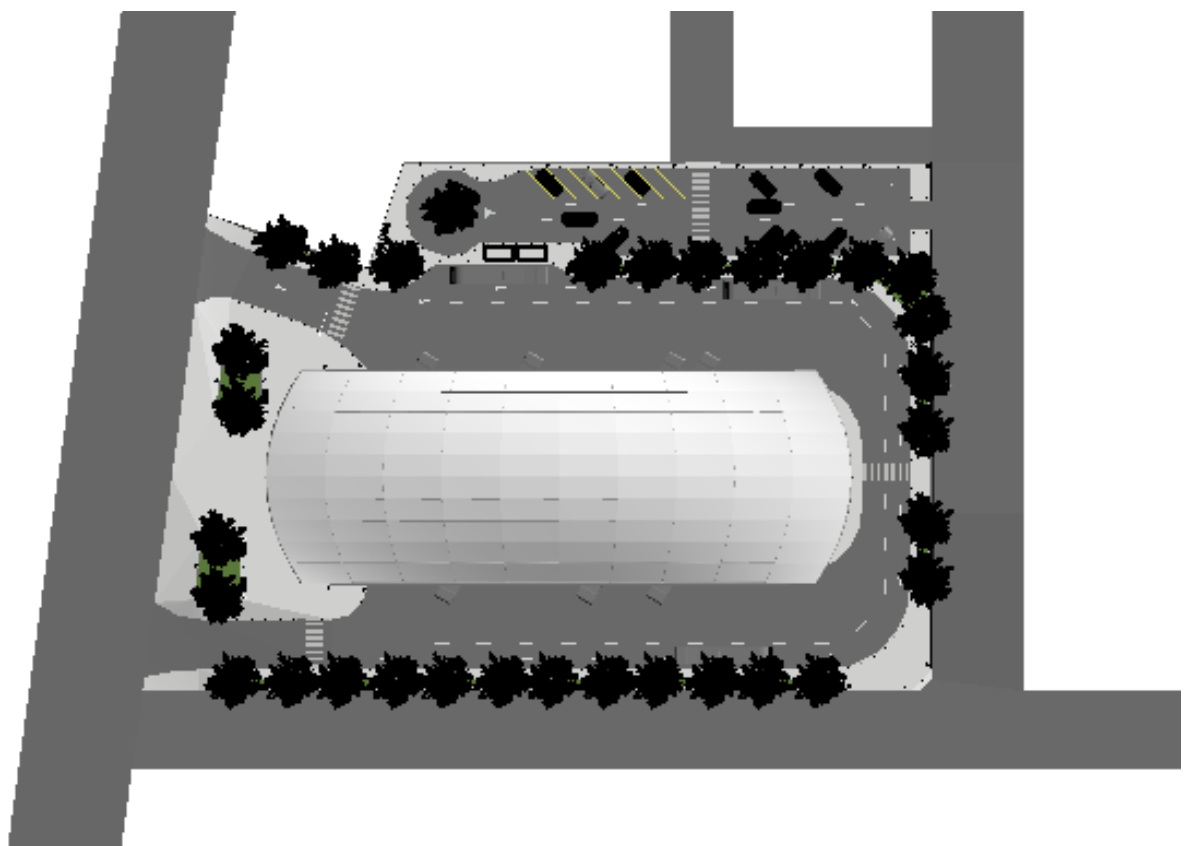


Imagen 128: Calles con acceso a la estación de autobuses.



Imagen 129: Vista aérea del modelo en el emplazamiento real.



Imagen 130: Vista aérea del modelo realista.

6.5. Visualización del modelo

Las visualizaciones del modelo ayudan a percibir de manera rápida y sencilla como será el modelo real. Gracias a las imágenes cualquier persona sin conocimientos técnicos tendrá la posibilidad de comprender la solución final. Esto es de gran ayuda en el caso de que los proyectos vayan destinados a la venta al público de edificaciones, ya que los compradores se sentirán atraídos ante imágenes realistas frente a los convencionales planos.

La creación de los renderizados se lleva a cabo partiendo de la ubicación desde la que se quiere obtener dicha visualización, con el comando cámara se selecciona el origen. Una vez modificado la región de visión, en vista, está operativa la función de renderizado. Esta permite cambiar factores como la calidad de la imagen en píxeles, la hora del día, el tipo de fondo, etc.

Las siguientes visualizaciones muestran el acabo final del modelo.



Imagen 131: Renderizado de la primera planta.

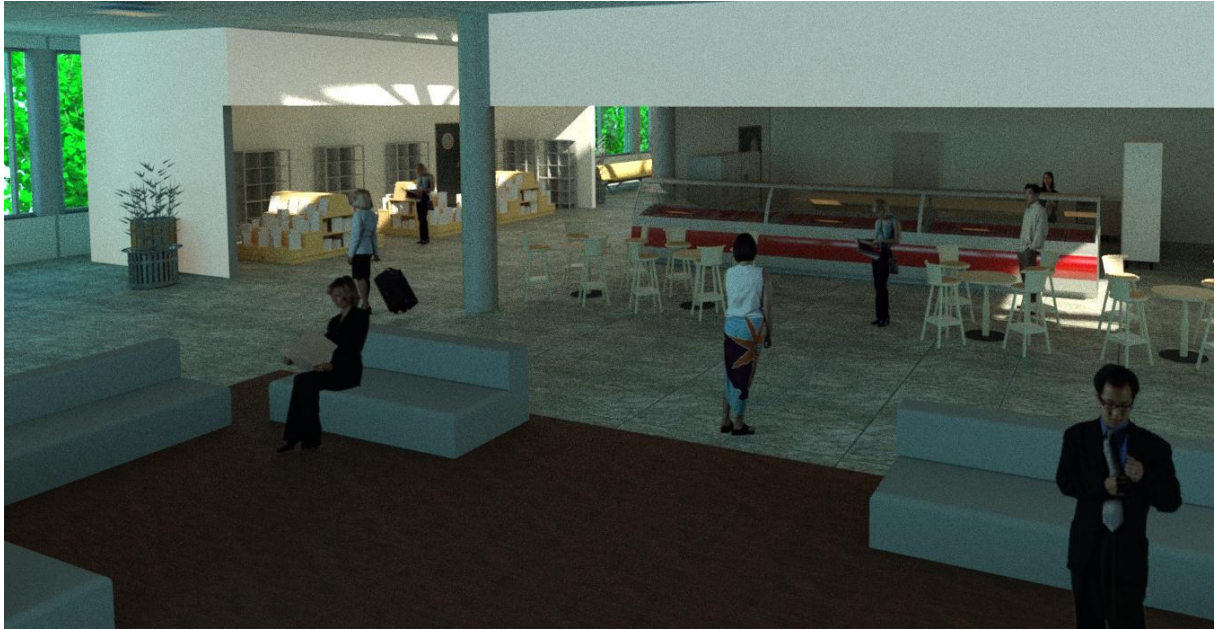


Imagen 132: Renderizado de las zonas de ocio.

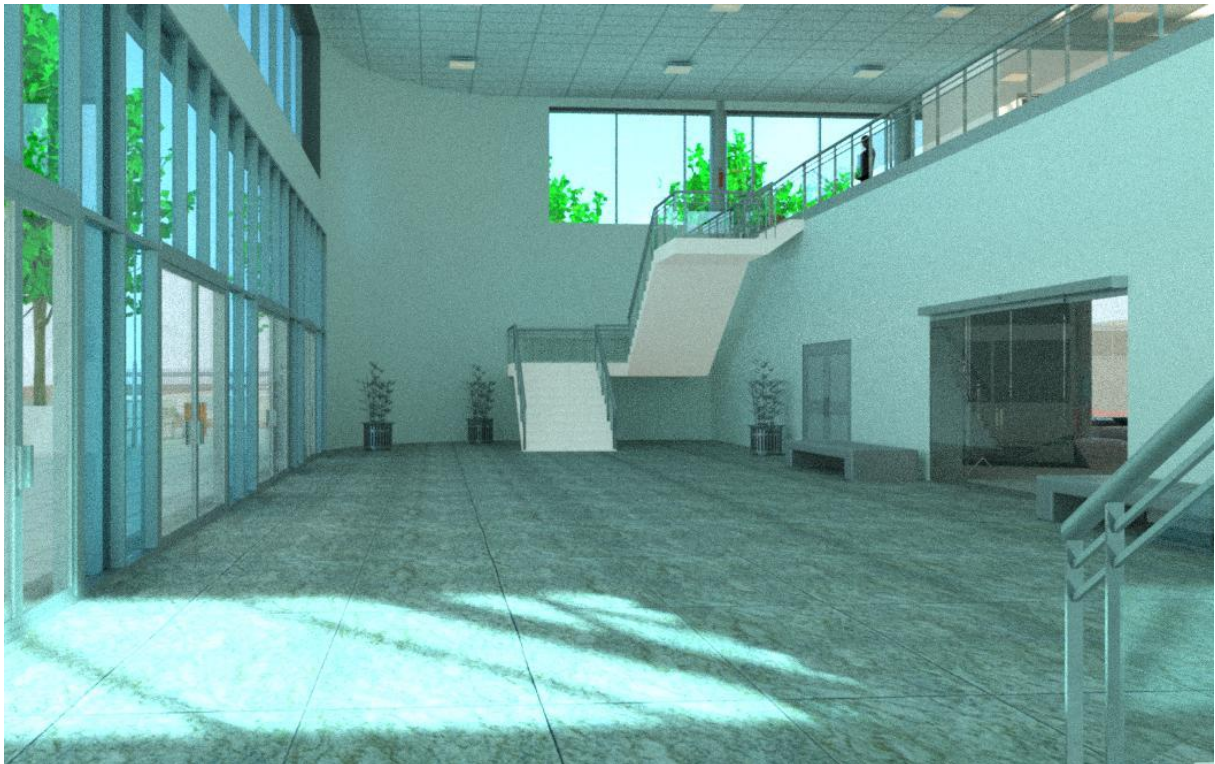


Imagen 133: Renderizado del interior de la estación.

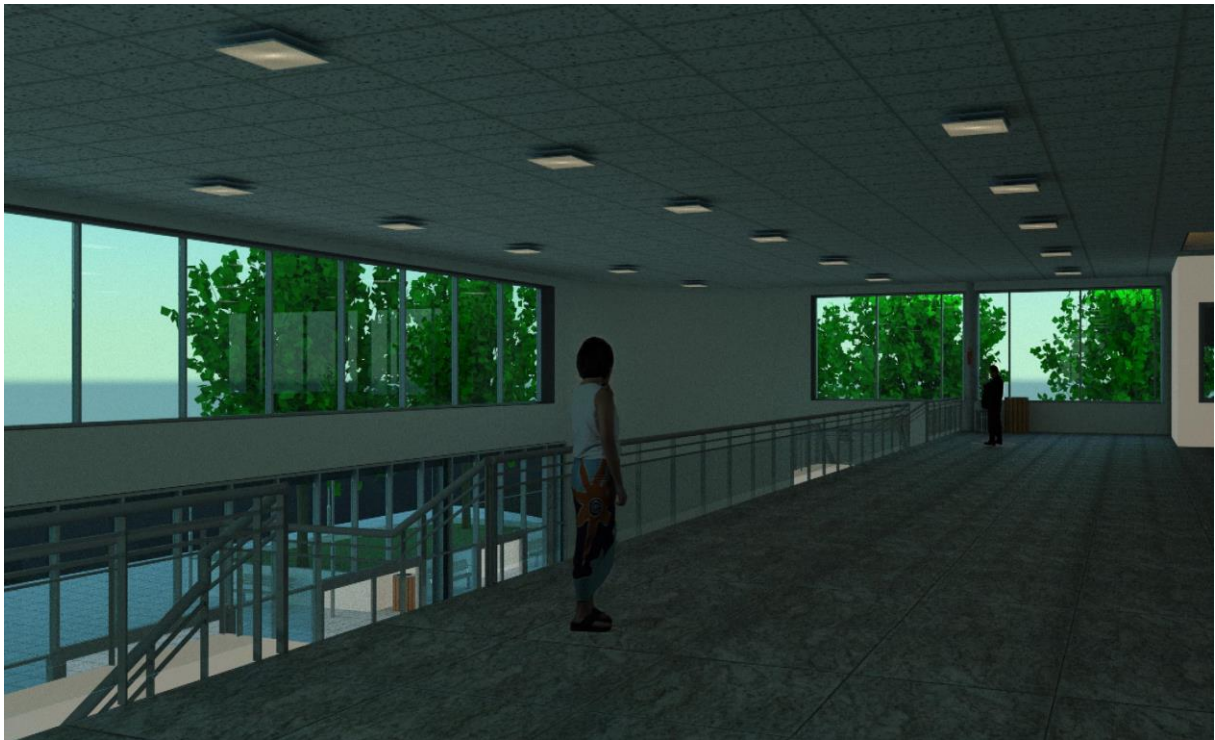


Imagen 134: Renderizado de la primera planta frente a la entrada principal.



Imagen 135: Renderizado del lado sur de la estación de autobuses.



Imagen 136: Renderizado de los pasillos de la estación de autobuses.



Imagen 137: Renderizado de la zona de descanso para pasajeros.

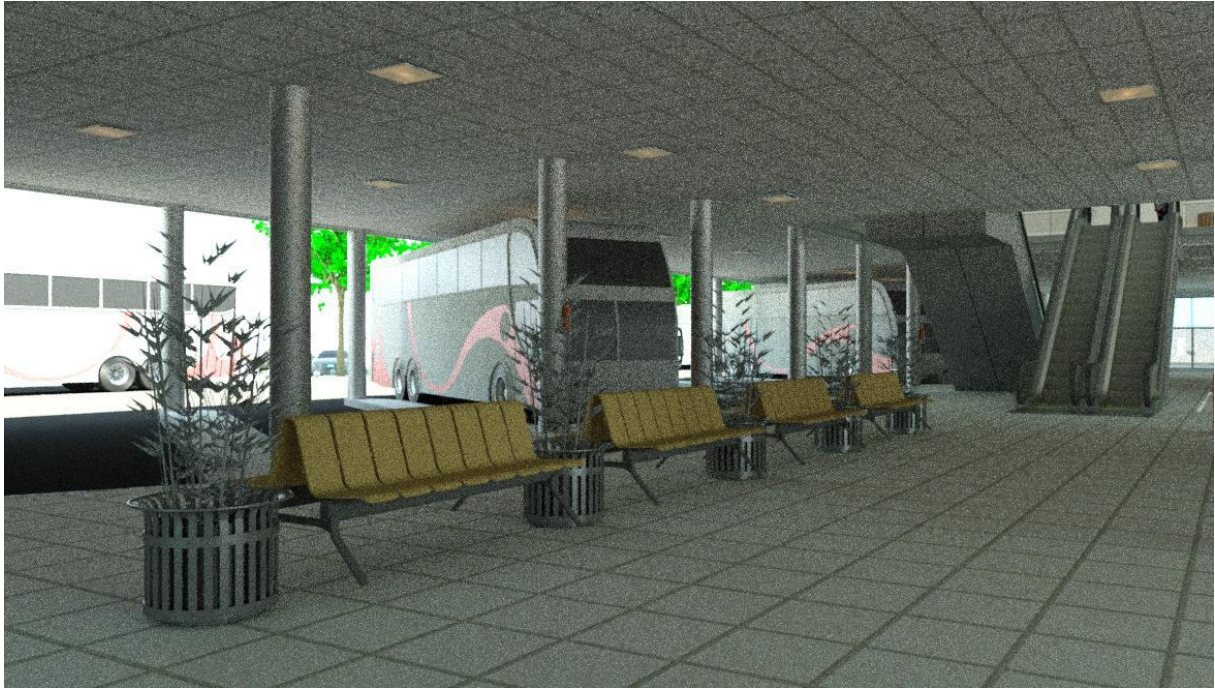


Imagen 138: Renderizado de los andenes para pasajeros.



Imagen 139: Renderizado de la entrada de autobuses a la estación.



Imagen 140: Renderizado de la fachada principal.

6.6. Comparación de la nueva y vieja estación de autobuses.

Una vez descrita la solución de la nueva estación de autobuses, se compararán los aspectos más importantes respecto al modelo actual. Para ello ha modelado la edificación existente para tener resultados reales.

Se ha utilizado la misma metodología de trabajo y se ha obtenido un resultado como se aprecia en la imagen 141.

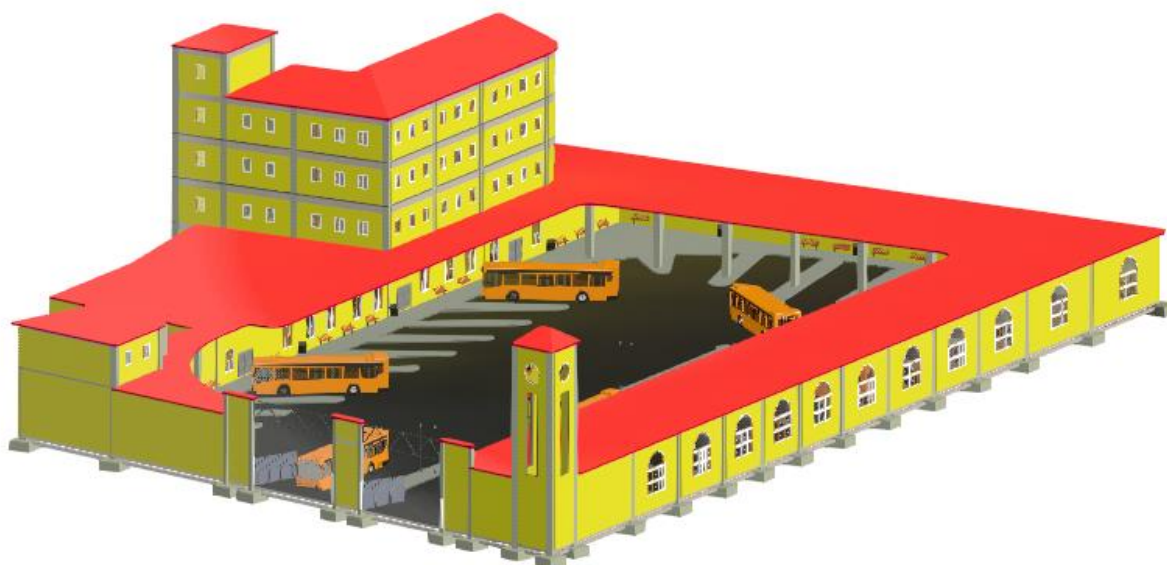


Imagen 141: Modelo 3D de la vieja estación de autobuses.

Para llegar a este modelo se han consultado mapas extraídas de Google Maps y mediciones de elaboración propia realizadas a pie de obra. Estas medidas no son precisas debido a que los mapas presentan deformaciones, por lo que el modelo no es preciso, sino una aproximación de la realidad.

En la imagen 142 se ve la cimentación de la antigua estación de autobuses, sobre la que se rigió una estructura de hormigón armado. Se ha utilizado rejillas para la inserción de elementos de referencia tales como zapatas o pilares.

En la imagen 143 se ve una sección entre la planta baja y la primera planta donde se aprecia las particiones del modelo.

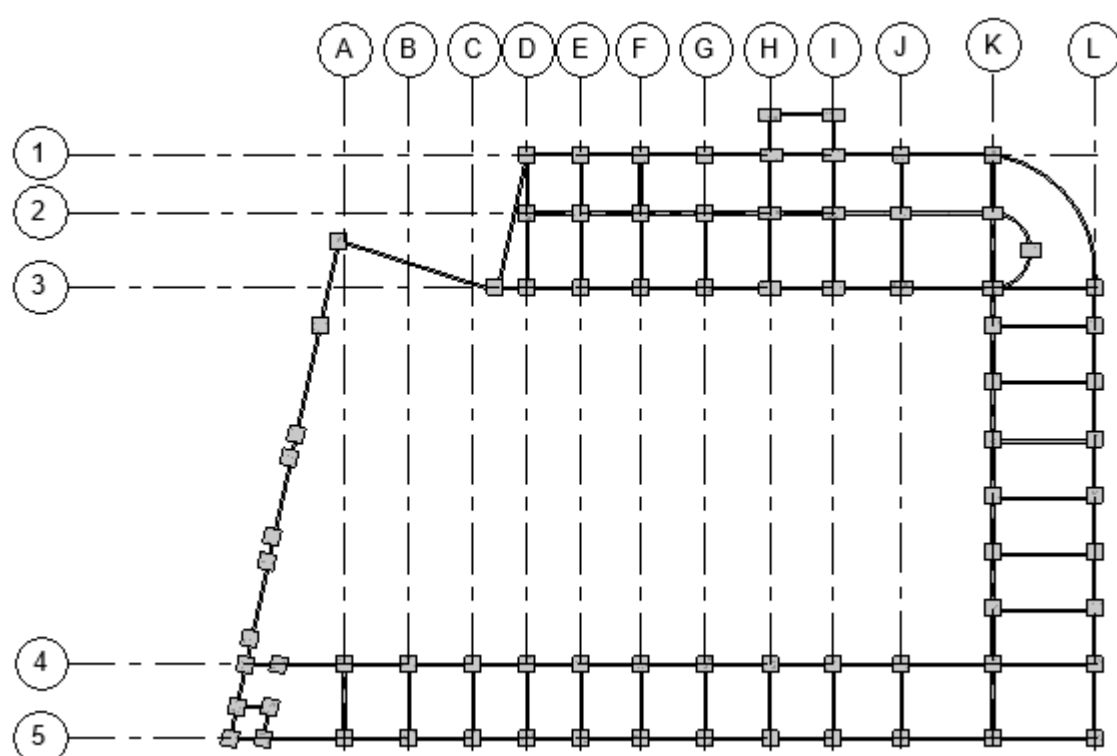


Imagen 142: Nivel cimentación antigua estación de autobuses.

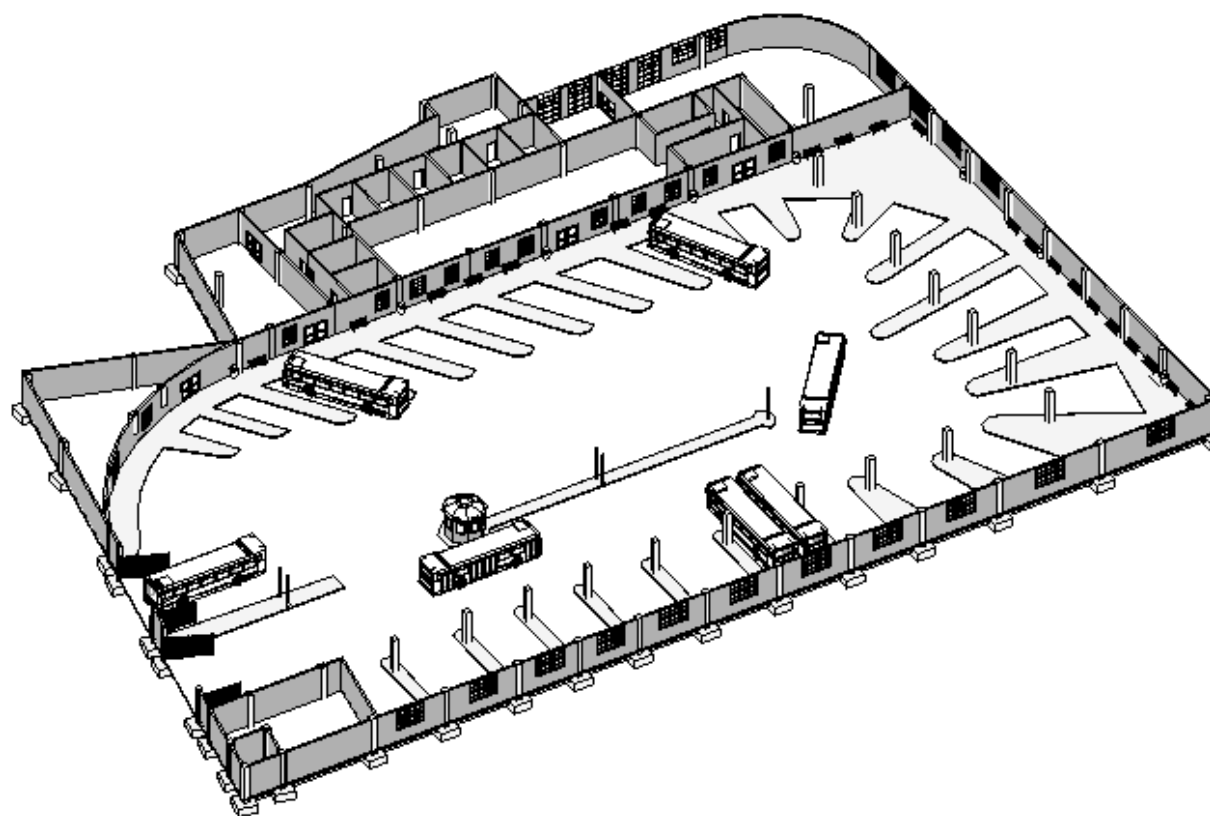


Imagen 143: Sección de la antigua estación de autobuses.

En la imagen 144 se ve la estructura que forma la estación de autobuses la cual está formada por pilares de hormigón armado de 800x800 mm. La altura de la planta baja es de 6 metros, siendo el resto de 4 metros hasta una altura máxima de 23 m.

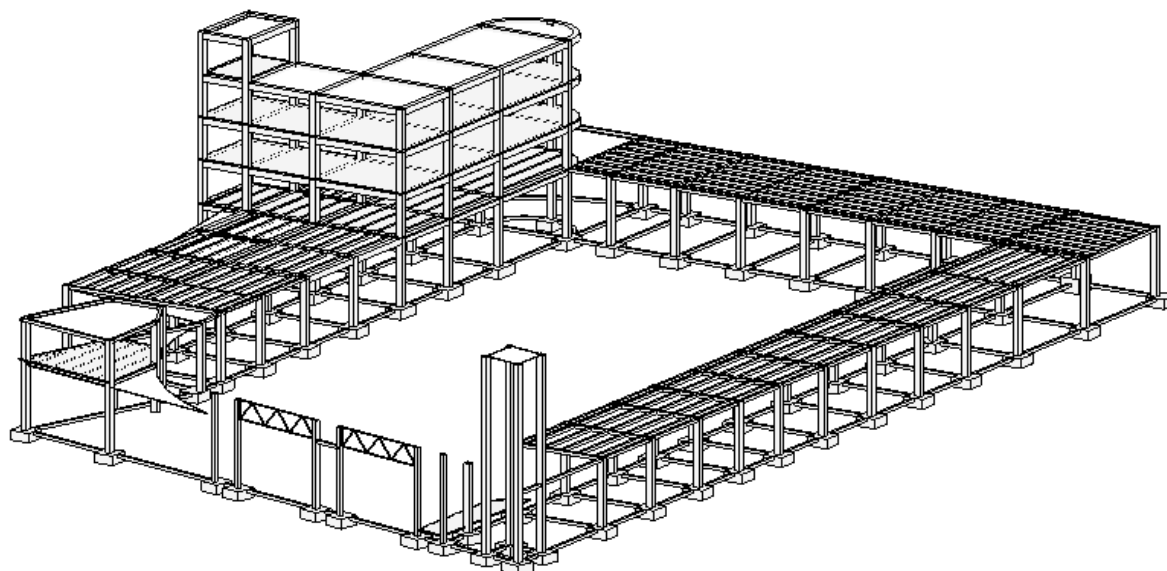


Imagen 144: Vista 3D de la estructura de la antigua estación de autobuses.

En la imagen 145 se ve una vista sur con las cotas de los niveles de referencia.

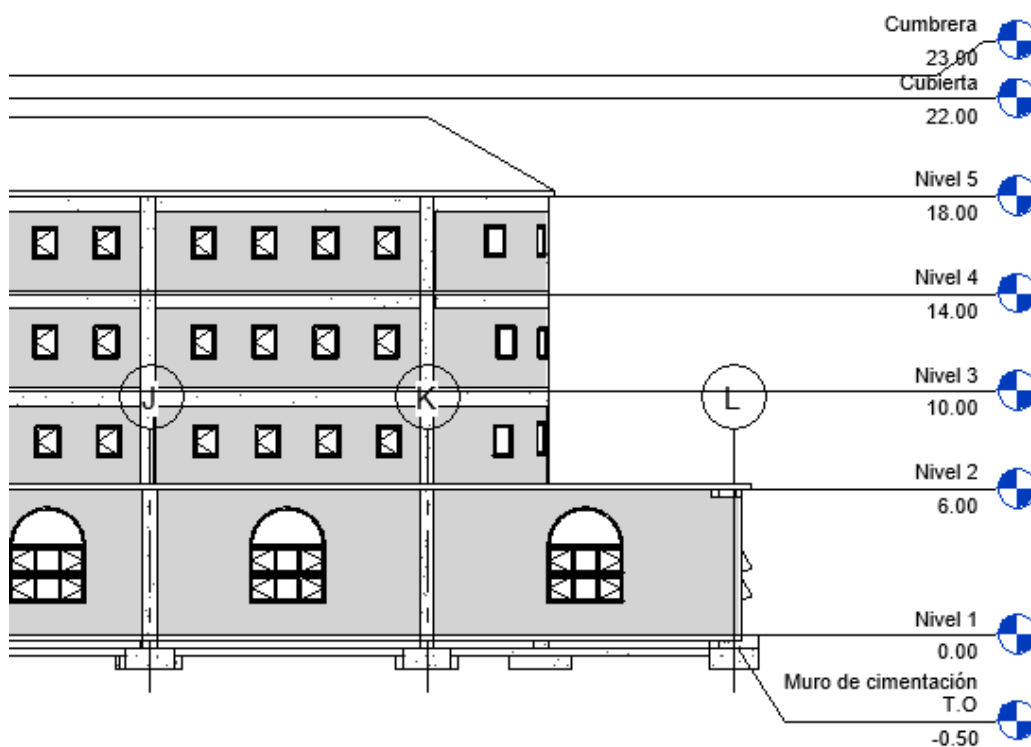


Imagen 145: Vista sur de la estación.

La vieja y la nueva estación de autobuses presentan una serie de diferencias y ventajas o inconvenientes respecto a la otra.

- Accesos y salidas de emergencia: La antigua edificación tenía 2 vías de acceso para peatones, desde la plaza de la libertad y a través de la calzada de autobuses en la calle Avenida Madrid. Por contrario, la nueva edificación permitirá la entrada a través de 4 puntos. Será posible el acceso desde la avenida Madrid en su totalidad, además desde la esquina Noroeste que da a las calles Santo Reino y Reyes Católicos, otra frente a la salida Oeste dando a la anterior calle mencionada y por último un acceso desde la plaza de la libertad por lo que la accesibilidad queda mejorada frente a la vieja estación. En la siguiente 146 imagen se señala dichos accesos.

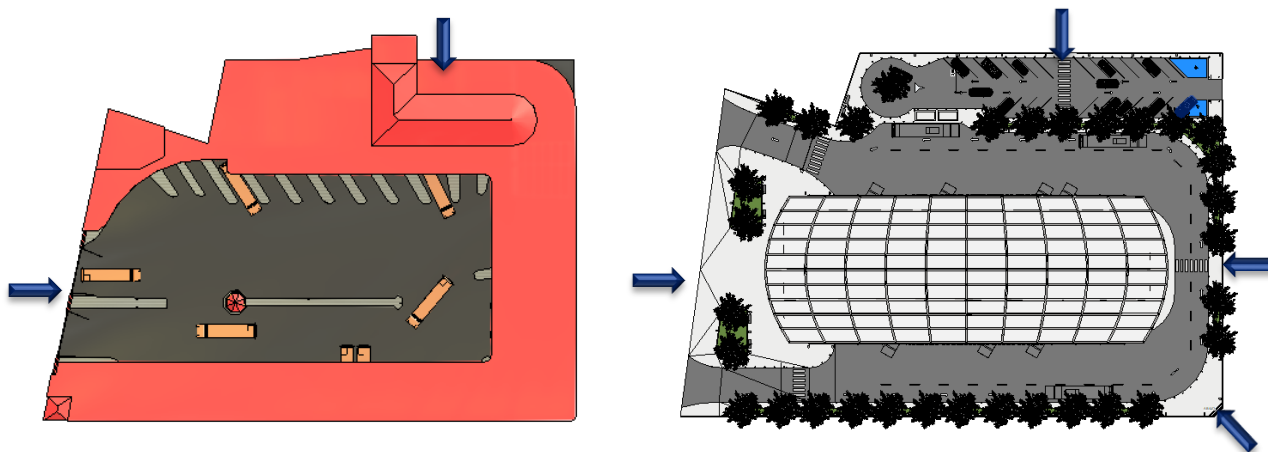


Imagen 146: Comparativa de accesos entra las 2 estaciones de autobuses.

En caso de emergencia se debe de seguir un recorrido de evacuación, para ello con la herramienta de Revit “camino de recorrido” se pueden crear desde cada punto del nivel para analizar si existe alguna habitación mal ubicada con muchos metros de distancia. En la siguiente imagen 147 se analizan los recorridos de la estación actual y en la tabla 3 se contabilizan pudiendo verse los de mayor duración.

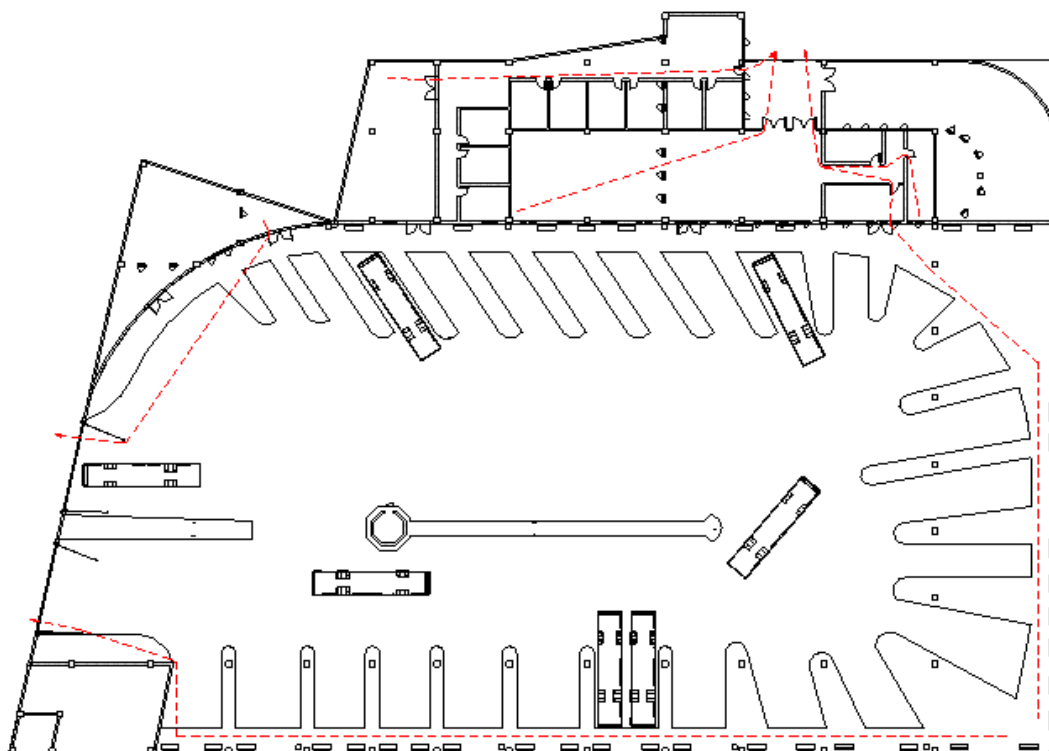


Imagen 147: Recorrido de evacuación en la vieja estación.

<Tabla de caminos del recorrido Estación actual>			
A	B	C	D
Nivel	Longitud	Velocidad	Duración
Nivel 1	28.26	4.8 km/h	21.1 s
Nivel 1	35.10	4.8 km/h	26.2 s
Nivel 1	35.24	4.8 km/h	26.3 s
Nivel 1	82.75	4.8 km/h	61.7 s
Nivel 1	108.86	4.8 km/h	81.2 s
Nivel 1	40.52	4.8 km/h	30.2 s

Tabla 3: Longitud y duración de cada recorrido de evacuación.

Para la antigua estación se da como situación más desfavorable una distancia de 109 metros durante un periodo de tiempo de 81.2 segundos. En comparación con la nueva estación de autobuses se obtiene una situación más desfavorable de 51 metros y 38 segundos para la planta baja y para la primera planta de 31 metros en 22 segundos que sumado a la distancia de la primera planta respecto a las escaleras, suma un total de 82 metros y 60 segundos. Por lo que la evacuación de pasajeros en caso de incendio o catástrofe queda optimizada frente a la solución de la antigua estación. En las imágenes 148 y 149 se ven los recorridos.

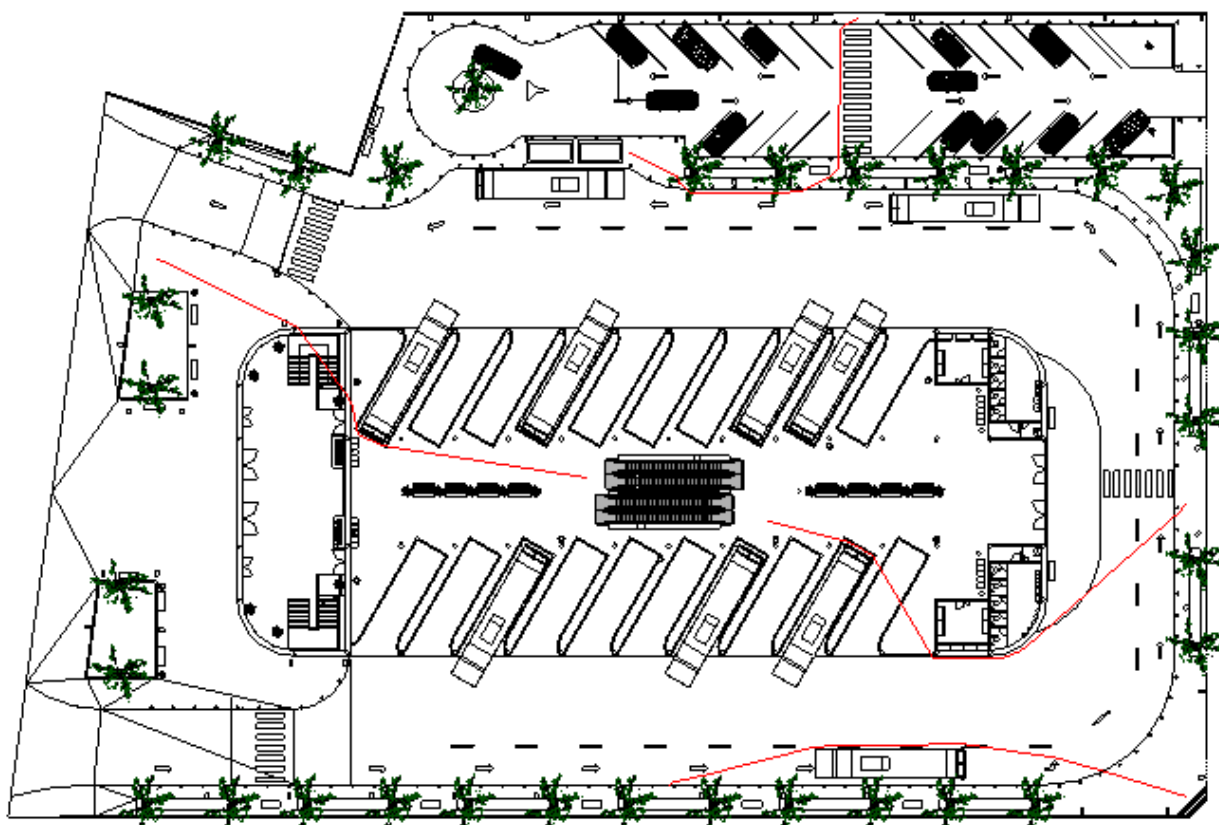


Imagen 148: Recorrido de evacuación del nivel 1 de la nueva estación.

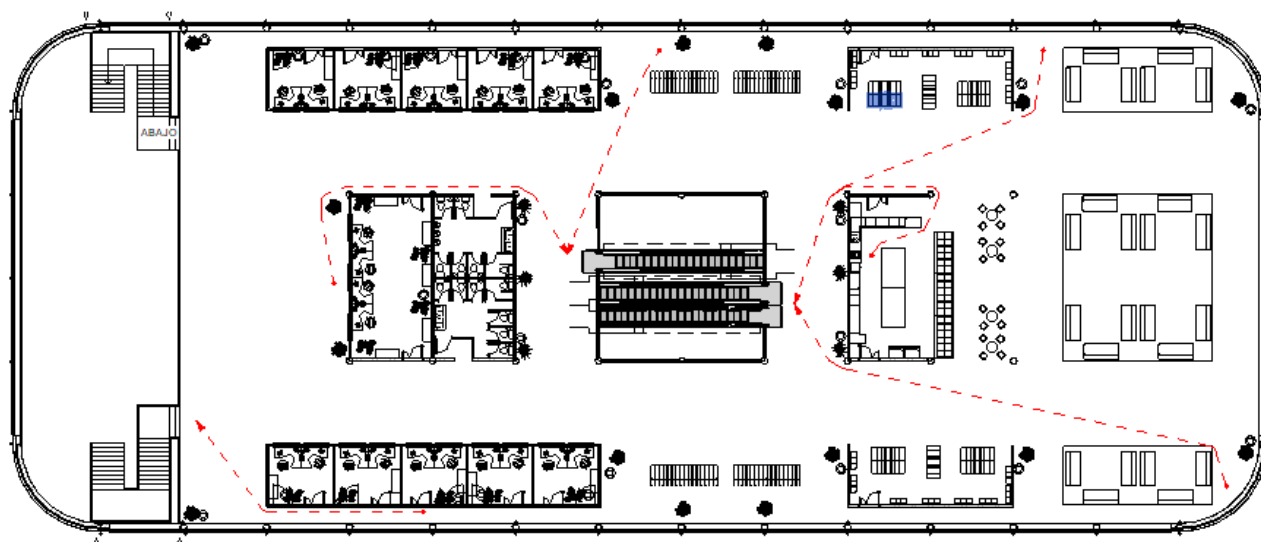


Imagen 149: Recorrido de evacuación del nivel 2 de la nueva estación.

<Tabla de planificación de caminos del recorrido de la nueva estación de autobuses>			
A	B	C	D
Nivel	Longitud	Velocidad	Duración
02 Nivel	30,20	4,8 km/h	22,5 s
02 Nivel	16,40	4,8 km/h	12,2 s
02 Nivel	22,43	4,8 km/h	16,7 s
02 Nivel	13,54	4,8 km/h	10,1 s
02 Nivel	23,88	4,8 km/h	17,8 s
02 Nivel	19,76	4,8 km/h	14,7 s
01 Nivel	49,68	4,8 km/h	37,0 s
01 Nivel	50,64	4,8 km/h	37,8 s
01 Nivel	48,17	4,8 km/h	35,9 s
01 Nivel	36,28	4,8 km/h	27,1 s

Tabla 4: longitud y duración de cada recorrido de evacuación.

La nueva solución es 27 metros o 22 segundos más rápida en caso de una posible evacuación de emergencia respecto a la antigua estación de autobuses.

- Gestión de espacios: Para comparar las 2 alternativas respecto a los espacios dedicados a cada uso, en la siguiente tabla 5 viene reflejado la cantidad de metros cuadrados y el tanto por ciento que supone. Inicialmente las parcelas de ambas estaciones de autobuses cuentan con una superficie de 7008 m² en planta. En el caso de la edificación existente hay más plantas, pero al no ser transitables no se han tenido en cuenta para los siguientes resultados. Por contrario, para la nueva edificación existe una primera planta adicional con un área de 1874 m².

Como dato destacado teniendo solo en cuenta la planta baja para la nueva edificación tenemos un área ocupada de 2242,5 m² que representa un 32% del total en comparación de la vieja estación que tiene 1425 m² que representa el 20%. Se puede decir que la antigua estación de autobuses tenía mucho espacio dedicado a la circulación de los autobuses, siendo este espacio ahora aprovechado para la creación de nuevos espacios.

DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS	ANTIGUA ESTACIÓN DE AUTOBUSES		NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES	
	m2	%	m2	%
Edificación	1425,00	20,33	4029,00	45,36
Zonas de descanso	327,00	4,67	2455,00	27,64
Oficinas, taquillas, punto de información...	628,00	8,96	229,00	2,58
Aseos	47,00	0,67	129,00	1,45
Cafetería/quioscos	423,00	6,04	143,00	1,61
Vía para la circulación de autobuses	4185,00	59,72	3286,00	37,00
Acerado	1398,00	19,95	1512,00	17,02
Zonas verdes	-	-	279,00	3,14
Parking	-	-	841,00	9,47

Tabla 5: Comparativa de distribución de espacios entre las 2 estaciones.

- **Análisis solar:** al realizar este análisis, permite comparar el recorrido de sol, el cual genera la proyección de las sombras. Con la información obtenida se obtiene un modelo en el que se observa las zonas en sobra y aquellas que más luz directa tienen. Para que los resultados sean exactos, hay que ubicar el modelo en la ciudad de Jaén. Se debe de modificar la orientación de ambos modelos ya que no coinciden los ejes del modelo con los reales. Dicha modificación se realiza desde el nivel de emplazamiento en la opción de “° Norte” indicando que la real es de 190°. Las vistas siguen teniendo la misma orientación, pero el recorrido del sol pasa a estar correctamente ubicado.

El nuevo modelo tendrá la ventaja de las sombras producidas por la vegetación, en concreto son 32 árboles. En las siguientes imágenes 150 y 151 se ve la comparación entre ambas soluciones, donde destaca la mayor cantidad de sombras producidas en la nueva estación.



6.7. Programación fases constructivas

El trabajo evoluciona partiendo de la estructura inicial de la antigua estación hasta la conclusión del modelo final. Con las fases constructivas se pueden aislar los elementos en función de la etapa a la que pertenezcan, bien existente, nueva o demolición. Este modelo consta de las siguientes fases constructivas:

- Demolición hotel existente. Esta fase estará compuesta por los elementos de la antigua estación que se encontraban en desuso como los pertenecientes al hotel. Los elementos corresponden con los pilares y las vigas de hormigón armado junto a la cubierta.
- Demolición estación existente. Fase compuesta por el resto de elementos existentes que seguían estando en uso. En esta fase se incluirá las dársenas, nave de la estación y torre del reloj.
- Fase cimentación. Esta fase estará compuesta por los elementos estructurales de cimentación como son las distintas zapatas y las vigas de atado.
- Fase planta baja. Fase que engloba todos los componentes ubicados desde la planta baja hasta el techo situado a una cota de 4.7 metros.
- Fase primera planta. Esta fase está compuesta por el resto de componentes ubicados desde el techo de la planta inferior hasta la altura de la cornisa.
- Fase cubierta. En esta fase se aislará solo la cubierta de la estación de autobuses.
- Fase entorno. Esta fase contendrá el resto de elementos que se encuentran en el exterior de la edificación tales como zonas verdes, marcas viales, etc.

7. Documentación

Se ha generado una serie de documentos completar el modelo. Los planos se han creado en formato A3 y contendrán la información sobre la ubicación de los componentes de la estación de autobuses. Estos planos serán entregados junto a la memoria en el Anejo I. Las tablas de cantidades contienen información sobre la cantidad de componentes que hay en el proyecto y que servirá para facilitar la elaboración de un presupuesto. Serán entregados en el anejo II. El presupuesto del modelo va incluido en el Anejo III y contiene la información perteneciente a los costes materiales y de mano de obra de la ejecución del modelo.

7.1. Planos

Los planos creados con Revit están vinculados con el resto del modelado, por lo que, cualquier cambio en el modelo se transformará en los planos y viceversa. Se han generado una serie de planos definidores de la construcción de la estación de autobuses.

Para ello se ha creado una familia específica de cuadro de rotulación donde se proyectarán los planos de la estación de autobuses conteniendo un cajetín como el que se ilustra en la imagen 152. Para este proyecto se ha optado por la solución de un cajetín como el que se ve en la siguiente imagen 153 donde las medidas de los distintos campos vienen indicadas, así como una imagen del logotipo de la universidad de Jaén.

0,18				
0,06	0,06	0,06		
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	PROYECTO: Modelado BIM para el proyecto de una estación de autobuses en la ciudad de Jaén		0,05	
	REALIZADO: Álvaro Mimblera Romero	FECHA: / /		FIRMA: 
	REVISADO: Fco. Javier Gallego Alvarez	FECHA: / /		FIRMA:
PLANO:	Nº DE PLANO:	ESCALA:		
0,09	0,045	0,045		

Imagen 152: cajetín para los planos.

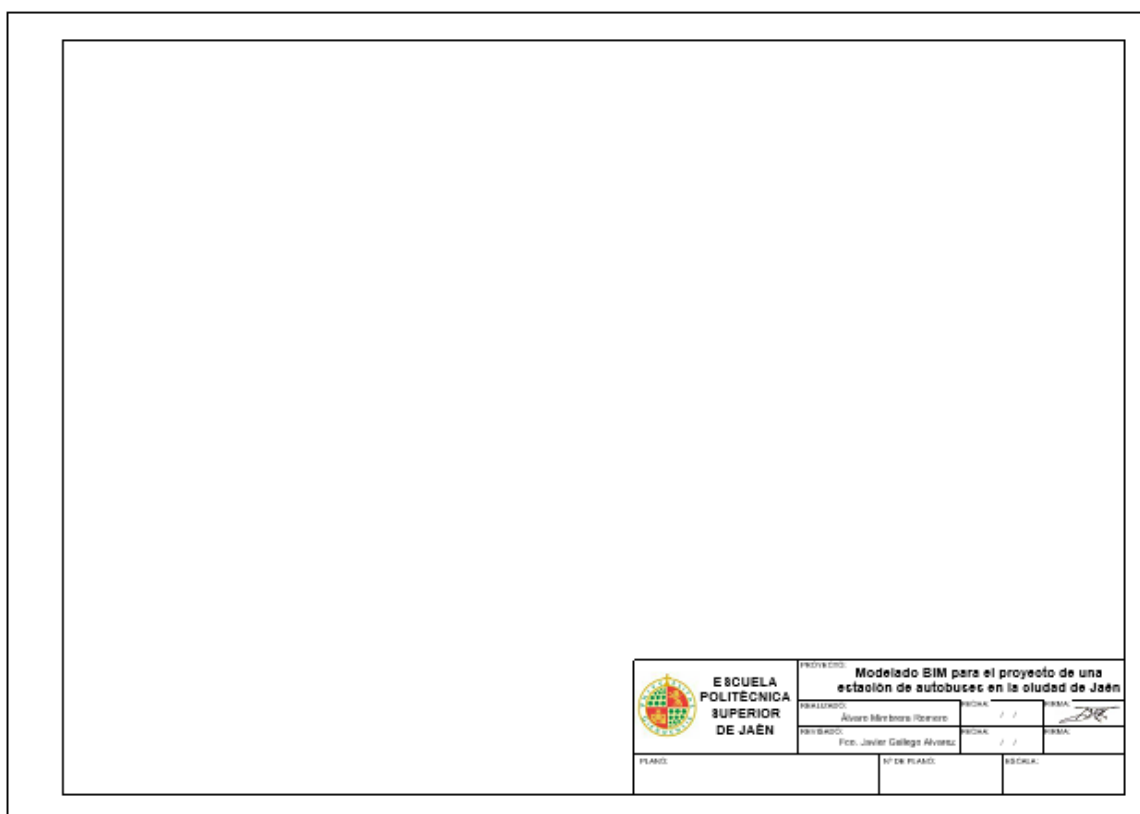


Imagen 151: plano A3.

Los planos de este proyecto se han creado en formato A3 métrico y se han generado en PDF. En el anejo III se encuentran los planos con la información del proyecto.

7.2. Tablas de planificación

Una de las principales ventajas del software Revit es el recuento de elementos del modelo. Una vez finalizado el proyecto se puede obtener de manera automática la cantidad de elementos que existen en el modelo.

Una tabla de planificación es una representación en forma de tabla con la información extraída de un proyecto. Estas tablas además vienen acompañadas de una serie de información tal como descripción, propiedades, nivel, etc.

Las tablas de planificación siempre estarán actualizadas, si se realiza en un futuro cambios en el modelo, automáticamente el recuento de componentes se verá reflejado, ahorrando el tiempo que llevaría hacer de nuevo los cálculos.

Los comandos se encuentran en vista, tablas de planificación / cantidades como se ve en la siguiente imagen 154.

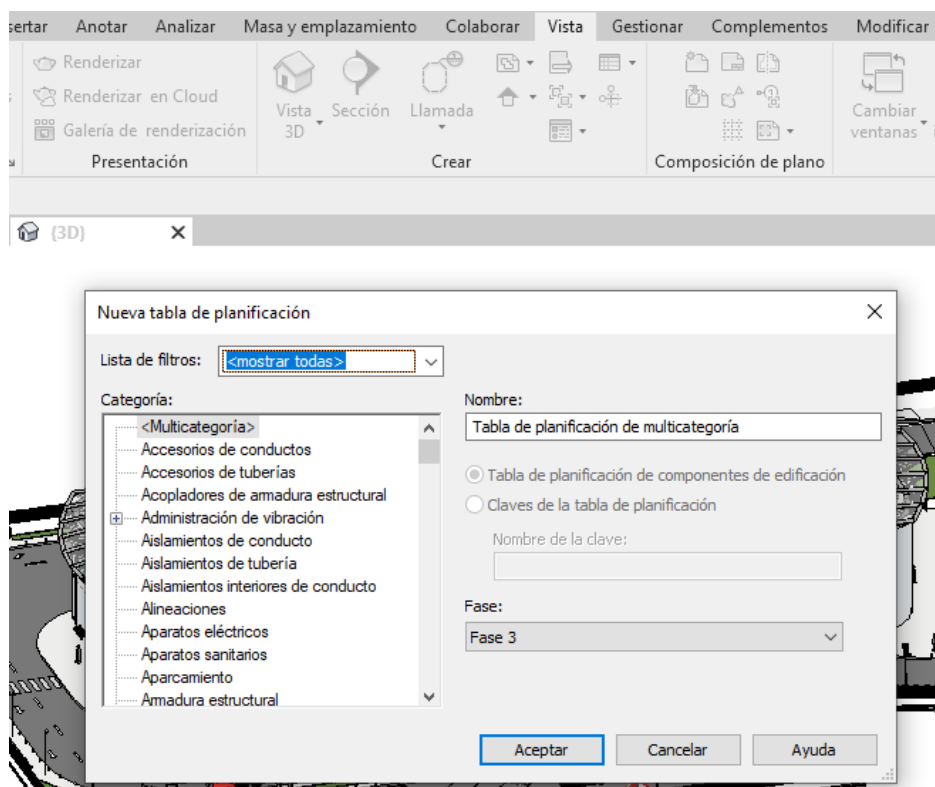


Imagen 154: comando para obtener las tablas de planificación.

Existen diversidad de campos disponibles, los que van a ser de mayor utilidad son familia, tipo, material longitud, volumen o recuento como se aprecia en la siguiente imagen 155.

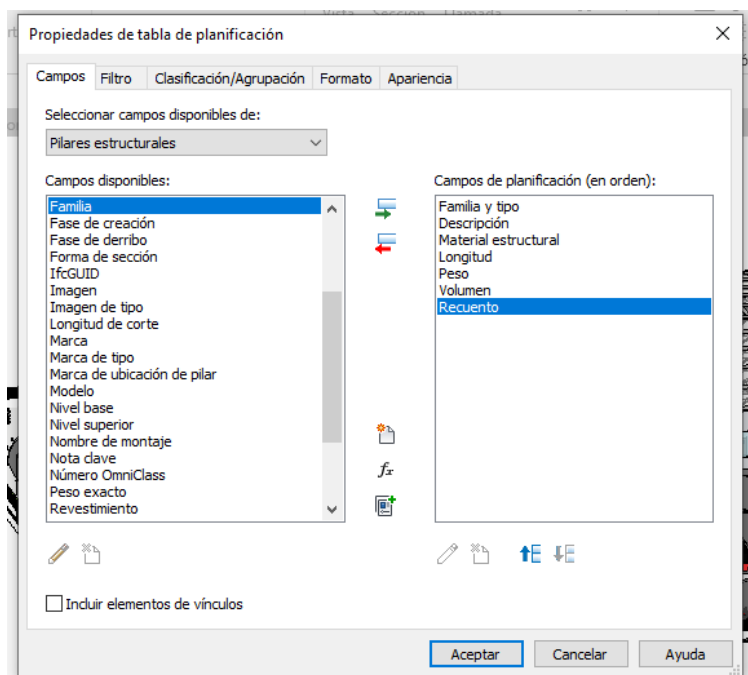
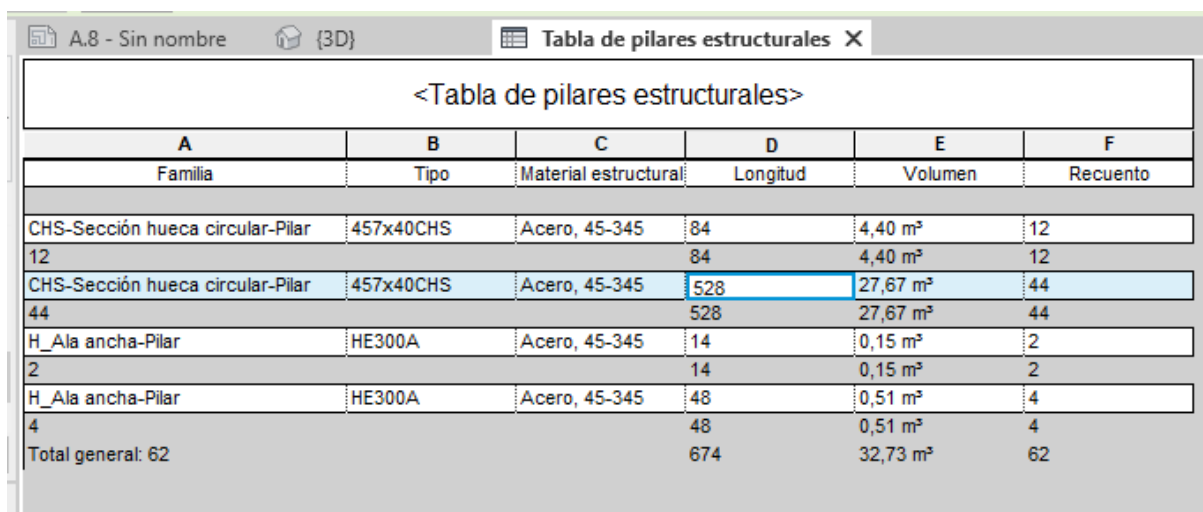


Imagen 155: campos de planificación para las tablas.

Dado que las tablas de planificación de Revit son de mayor complejidad se exportan a Excel como se ve en las siguientes imágenes 156 y 157.



<Tabla de pilares estructurales>					
A	B	C	D	E	F
Familia	Tipo	Material estructural	Longitud	Volumen	Recuento
CHS-Sección hueca circular-Pilar	457x40CHS	Acero, 45-345	84	4,40 m³	12
12			84	4,40 m³	12
CHS-Sección hueca circular-Pilar	457x40CHS	Acero, 45-345	528	27,67 m³	44
44			528	27,67 m³	44
H_Ala ancha-Pilar	HE300A	Acero, 45-345	14	0,15 m³	2
2			14	0,15 m³	2
H_Ala ancha-Pilar	HE300A	Acero, 45-345	48	0,51 m³	4
4			48	0,51 m³	4
Total general: 62			674	32,73 m³	62

Imagen 156: Agrupación de los componentes según su familia y tipo.

Tabla de pilares estructurales				
Familia	Tipo	Material estructural	Longitud (m)	Recuento
CHS-Sección hueca circular-Pilar	457x20CHS	Acero, 45-345	612	56
H_Ala ancha-Pilar	HE300A	Acero, 45-345	62	6
Total:				62

Imagen 157: Tabla editada en Excel de los pilares estructurales.

7.3. Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto se utiliza el Software Presto junto a las tablas de planificación creadas en el anejo I. Se ha utilizado la versión 2021.03. En el programa ya vienen cargadas las bases de datos con los precios de las unidades de obra.

Para la elaboración del presupuesto también se ha utilizado una base de datos complementaria de CYPE ingenieros [55].

En el anexo II se encuentra el presupuesto completo y en la siguiente imagen 158 muestra un resumen del presupuesto final el cual asciende a la cantidad de 5.571.054,15 €.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	DEMOLICIÓN	320.218,25	8,69
02	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	6.664,56	0,18
03	CIMENTACIÓN	60.144,12	1,63
04	ESTRUCTURA	330.426,86	8,97
05	ARQUITECTURA	2.737.002,56	74,31
06	MOBILIARIO	210.794,28	5,72
07	MARCAS Y LINEAS	602,64	0,02
08	JARDINERÍA Y TRATAMIENTO DEL PAISAJE	9.666,31	0,26
09	SEGURIDAD Y SALUD	7.822,00	0,21
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		3.683.341,58	
	15,00 % Gastos generales	552.501,24	
	10,00 % Beneficio industrial	368.334,16	
	Suma	920.835,40	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		4.604.176,98	
	21% IVA	966.877,17	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		5.571.054,15	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CINCO MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL CINCUENTA Y CUATRO con QUINCE CÉNTIMOS

Imagen 158: Resumen del presupuesto final.

8. Conclusión

El software Revit permite detectar conflictos en el modelo de manera visual rápidamente gracias a sus herramientas, las cuales permiten solucionarlo desde cualquier plano de trabajo quedando toda la información actualizada en el momento tanto en el modelo como en la serie de documentos que se generan.

Se ha comprobado que la metodología BIM es más eficiente que la de los métodos CAD de cara a la generación de la documentación tanto en las tablas de planificación y planos, como el presupuesto.

Los objetivos iniciales del proyecto han sido cumplidos. Se ha modelado una nueva estación de autobuses programando sus fases constructivas. Se han analizado las ventajas frente a la antigua estación. Se ha desarrollado el mantenimiento de las instalaciones y se ha completado con la generación de documentos tales como tablas de planificación, presupuesto y planos.

Para un cliente o una persona sin conocimientos técnicos, pueden hacerse una idea del proyecto gracias a la visualización 3D, además de los renderizados o los recorridos.

Como ventajas de la aplicación BIM se ha podido comprobar que inicialmente se requiere de un gran estudio y recopilación de datos para comenzar el proyecto y una vez conseguido esto el resto del trabajo se hace de manera más sencilla y fluida, ya que grandes cambios no programados, suponen poco tiempo en solucionarlos.

Por contrario, como desventaja frente a métodos tradicionales, el software utilizado es costoso y requiere de una inversión importante. Para la realización del proyecto se han utilizado programas con licencias de estudiante, las cuales no tienen todas sus herramientas disponibles o bien caducan tras un periodo de prueba como es el caso de Presto.

Finalmente, tras llevar a cabo el proyecto "Modelado BIM para el proyecto de una estación de autobuses en la ciudad de Jaén" se comprueban las ventajas del empleo de dicha metodología para elaborar un proyecto de tal envergadura, ya que su aplicación supone un gran ahorro de tiempo y dinero.

9. Bibliografía

- [1] Editeca, LOD nivel de desarrollo, obtenido de: <https://editeca.com/lod-nivel-de-desarrollo/>
- [2] Espacio BIM, Nivel de detalle de un proyecto BIM, obtenido de: <https://www.espaciobim.com/nivel-detalle-proyecto-bim/>
- [3] BIMTool, las 7 dimensiones BIM, obtenido de: <https://www.bimtool.com/Article/12468893/Las-7-dimensiones-BIM-1D-2D-3D-4D-5D-6D-y-7D>
- [4] BIMnD Building new Dimensions, 8 grandes beneficios del BIM en la construcción, obtenido de: <https://www.bimnd.es/los-8-grandes-beneficios-de-bim-en-la-construccion/>
- [5] Jose Rafael Ferrero Blog, Del CAD al BIM sin morir en el intento... obtenido de: <http://cad2bim4u.blogspot.com/2019/12/bim-whos-your-daddy.html>
- [6] RetaiN Grupo Retailgas, problemas en la aplicación práctica de BIM, obtenido de: <https://retaintechologies.com/problemas-en-la-aplicacion-practica-de-bim/>
- [7] BIM Channel Technology and Construction, ¿Es obligatorio el BIM en España?, obtenido de: <https://bimchannel.net/es/es-obligatorio-bim-en-espana/>
- [8] Gobierno de España, Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, ¿Qué es BIM?, obtenido de: <https://cbim.mitma.es/>
- [9] Econova Instituto de innovación, Nivel de maduración BIM en España, obtenido de: <https://econova-institute.com/blog/el-nivel-de-madurez-bim-en-espana/>
- [10] Proinpa Proyectos de ingeniería y espacio, control dinámico en proyectos de construcción, obtenido de: <https://www.proinpa.com/bim-servicios/cdpc>
- [11] Structuralia, Diferencia entre CAD y BIM en proyectos de ingeniería, obtenido de: <https://blog.structuralia.com/diferencias-cad-bim-en-proyectos-de-ingenieria>
- [12] Ideal, el futuro de la estación de Jaén, obtenido de: <https://www.ideal.es/jaen/jaen/futuro-espera-estacion-20180212234403-ntvo.html>
12/02/2018
- [13] Wikipedia, Estación de autobuses de Jaén, obtenido de: https://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_de_autobuses_de_Ja%C3%A9n#:~:text=El%20edificio%20fue%20proyectado%20en,la%20Plaza%20del%20De%C3%A1n%20Mazas.
- [14] BIM en México, modelo de madurez BIM británico, obtenido de: <https://bimenmexico.blogspot.com/2020/03/el-modelo-de-madurez-bim-britanico.html>

-
- [15] Arquitectura y Empresa, BIM en el mundo. Implantación de la nueva metodología en el sector de la arquitectura, extraído de: <https://arquitecturayempresa.es/noticia/bim-en-el-mundo-implantacion-de-la-nueva-metodologia-en-el-sector-de-la-arquitectura>
- [16] E-Zigurat Global Institute of Technology, digitalización del entorno construido en África, obtenido de: <https://www.e-zigurat.com/blog/en/digitizing-the-african-built-environment/>
- [17] Espacio BIM, usos BIM que son más que objetivos BIM, obtenido de: <https://www.espaciobim.com/usos-bim>
- [18] Bimtool, ¿Que es un BIM manager?, extraído de <https://www.bimtool.com/Article/12448203/Que-es-un-BIM-Manager>
- [19] Wikipedia, AutoDesk Revit, extraído de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Revit>
- [20] Sede del catastro del gobierno de España, cartografía de la mapa de Jaén, obtenido de: <https://www1.sedecatastro.gob.es/cartografia/mapa.aspx>
- [21] Documento Técnico sobre el Decreto Andaluz de Accesibilidad obtenido de: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Documento_Tecnico_Accesibilidad_Abril_2012.pdf
- [22] Cype ingenieros S.A, Generador de precios en España, extraído de: http://www.generadordeprecios.info/seguridad/50epd_Contra_caidas_de_altura.html#gsc.tab=0
- [23] Hora Jaén, número de viajeros del consorcio de transporte de Jaén obtenido de: <https://www.horajaen.com/2020/03/05/el-numero-de-viajeros-del-consorcio-de-transporte-de-jaen-crece-un-95-en-2019/>
- [24] Boletín Oficial de la Junta de Andalucía - Histórico del BOJA obtenido de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2017/44/26>
- [25] Acaddemia, la metodología BIM y sus 3 principales componentes, extraído de: <https://blog.acaddemia.com/la-metodologia-bim-y-sus-3-principales-componentes/>
- [26] Tendencias y usos BIM en proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción, extraído de: <https://seystic.com/principales-usos-de-bim-en-proyectos-de-arquitectura-ingenieria-y-construccion/>
- [27] Plan general de ordenación urbanística 1996 excelentísimo ayuntamiento de Jaén, extraído de: http://varios.aytojaen.es/pgou_1996/

ANEJOS

ANEJO I. TABLAS DE PLANIFICACIÓN

TABLA DE CUBIERTAS - ANTIGUA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia y tipo	Grosor (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Cubierta básica: cubierta p1	0,2	4084,14	816,828

TABLA DE MUROS - ANTIGUA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia	Tipo	Volumen (m ³)	Recuento
Muro básico	Genérico - Albañilería 225 mm	1074,75	117
Muro cortina	Muro cortina	1,18	6
Total:		1075,93	123

TABLA DE PILARES ESTRUCTURALES - ANTIGUA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia	Tipo	Volumen (m ³)	Recuento
M_Hormigón-Cuadrado-Pilar	600 x 600mm	300,95	75
M_Hormigón-Cuadrado-Pilar	300 x 300mm	9,41	6
Total:		310,36	123

TABLA DE SUELOS ESTRUCTURALES - ANTIGUA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia	Tipo	Volumen (m ³)	Recuento
Suelo	Hormigón in situ 225 mm	1591,26	1
Suelo	Genérico 150 mm	441,95	8
Total:		2033,21	9

TABLA DE PILARES ESTRUCTURALES - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES				
Familia	Tipo	Material estructural	Longitud (m)	Recuento
CHS-Sección hueca circular-Pilar	457x20CHS	Acero, 45-345	612	56
H_Ala ancha-Pilar	HE300A	Acero, 45-345	62	6
Total:				62

TABLA DE ZAPATAS ESTRUCTURALES - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia	Tipo	Volumen (m ³)	Recuento
M_Zapata-Rectangular	1800 x 1200 x 450mm	34,99	36
M_Zapata-Rectangular	2400 x 1800 x 450mm	50,54	26
Total:		85,53	62

TABLA DE VIGAS EN CIMENTACIÓN - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES				
Familia	Tipo	Material	Longitud (m)	Recuento
Hormigón-Viga rectangular	H_Perfiles de ala ancha : 450x450	Hormigón, Moldeado in situ, gris	741,4	23

TABLA DE MUROS - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia	Tipo	Área (m ²)	Recuento
Muro básico	Muro exterior 500 mm	2785	15
Muro básico	Interior - Partición 79 mm (1-hr)	3157	45
Muro básico	Muro Ext. 150 mm acabado 2	2619	41
Muro básico	VALLA EXT.	670	19
Muro cortina	Cristalera exterior	1036	5
Muro cortina	Muro cortina	92	1
Total:		9231	126

TABLA DE VIGAS ESTRUCTURALES - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES				
Familia	Tipo	Material	Longitud (m)	Recuento
Vigueta hormigón doble T	T180	Hormigón	1507,82	309
H_Perfiles de ala ancha	IPN 240	Acero, 45-345	1261,96	193
Total:				502

TABLA DE SUELOS - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES		
Familia	Tipo	Área (m ²)
Suelo	Hormigón in situ 225 mm	5587
Suelo	Suelo planta 2	2097
Suelo	Suelo dársenas	1526
Total:		9210

TABLA DE TECHOS - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES		
Familia	Nivel	Área (m ²)
Techo compuesto	Nivel 1	1813
Techo compuesto	Nivel 2	1975

TABLA DE CUBIERTAS – NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia	Tipo	Material	Longitud / Superficie (m) / (m2)
CHS-Sección hueca circular-Pilar	193.7x10CHS	Acero, 45-345	730
CHS-Sección hueca circular-Pilar	101.6x10CHS	Acero, 45-345	400
Panel de sistema	Acristalado	Vidrio	2186

TABLA DE PUERTAS - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES				
Familia	Tipo	Modelo	Anchura (m)	Recuento
Puerta corredera	PL 2220 x HL 2400 (A20-1)	Corredera-Transparente-Apertura-Central-Con-Hojas-Fijas_SPA	4,54	1
Puerta Exterior	1290 x 2280 mm - M13(M9+4) x M23	JELD- WEN_Exterior_Function_F2090_W68+AL1200_Veneered_Unequal_Double_1.0	1,29	18
Puerta Exterior	2400 x 2100mm	Doble-Dos_Ventanas	2,4	2

Puerta interior	686 x 1889 mm - M7 x M19	jeld-wen_interior_door_Stable_GW_single_1.0	0,69	29
Puerta muro cortina	Escaparate-Doble	M_Puerta-Muro-Cortina-Escarparate-Doble	2,73	6
Total:				56

TABLA DE VENTANAS - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES					
Familia	Tipo	Modelo	Anchura (m)	Altura (m)	Recuento
Ventana	Windows_Opening-Hinge_Strugal_S46_One-Leaf_INT	Windows_Opening-Hinge_Strugal_S46_One-Leaf_INT	1,25	1,5	10
Ventana	1200x1050 Gray	SIAMGRAND Aluminium Window sliding window (s-s) NOVA 10	1,5	2	23
Total:					33

TABLA DE PANELES DE MURO CORTINA - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES					
Familia	Tipo	Altura (m)	Anchura (m)	Recuento	Área (m ²)
Panel de sistema	Acristalado	2,9	1,78	232	1197,58

TABLA DE LUMINARIAS - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia	Tipo	Iluminancia (lx)	Recuento
Luminaria techo	Lighting_Ceiling-BuiltIn_Solar_LEDUSED-IV-595x595	28	146
Farola exterior	Convex pole LED 1940/32W Asymmetrical Dimmable DALI	81	49
Luminaria en muro	Aplicé de Pared Exterior Bidireccional 37.2W_Aluminium grey	56	38
Total:			233

TABLA DE ESCALERAS - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES				
Familia	Tipo	Nivel superior	Nº de contrahuellas	Recuento
Escalera	Modelada in situ	Nivel 2	26	2
Escalera	Modelada in situ	Nivel 1	8	1
Escalera	Automática	Nivel 2	23	4
Total:				7

TABLA DE BARANDILLAS - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES				
Familia	Tipo	Altura (m)	Longitud (m)	Recuento
Barandilla	Panel de vidrio - Relleno inferior	0,9	116,8	13
Barandilla	Rail-Ameristar-AegisII Classic Panel 3 Rail w Rings 4'	1,03	275,43	7
Total:				20

TABLA DE VEGETACIÓN - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES		
Familia	Tipo	Área (m ²) / Número
Vegetación	Césped	280
Vegetación	Árbol	32
Vegetación	Maceta palmera interior	14
Vegetación	Maceta bambú	33

TABLA DE MOBILIARIO INTERIOR/EXTERIOR - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES			
Familia	Tipo	Descripción	Recuento
Mobiliario	Estantería	Metal_Lockers-Salsbury_Industries-18_54000_Series-3_Wide_Units: 18-54361 - with Standard 6" High Legs	30
Mobiliario	Macetero	Planter-SiteScapes-CityView-Flair_Top: CV4-1000	47
Mobiliario	Banco exterior	Furniture_Benches_Blidsbergs-Mekaniska_Botan_Grounded_Sofa	18
Mobiliario	Banco interior	Furniture_Chairs-Stools-Benches_Green-Furniture-Concept_Ascent-Double-Back-Staight	17

Mobiliario	Sofa	Furniture_Sofas-Armchairs_Modus-Furniture_Pac-Sofa-Straight	24
Mobiliario	Silla oficina	Kinnarps-Chair-Capella-CF111	24
Mobiliario	Taburete	Furniture_Chairs-Stools-Benches_Karl-Andersson-Soner_MILO-seating-stool-upholstered-SH750	16
Mobiliario	Escritorio oficina	Modernform Double L-Shape Desk Cosmos 320x120 O	12
Seguridad	Bolardo	Bolard_protector_de_contenedores_240x300mm	224
Seguridad	Extintor	Fire-Products_Protection_YAMATO-PROTEC_YA-10NX: YA-10NX	14
Señal	Señal de tráfico	Senal_de_transito_20_Km	5

TABLA DE PINTURA - NUEVA ESTACIÓN DE AUTOBUSES		
Familia	Tipo	Área (m2)
Pintura	Marcas viales	54

ANEJO II. PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	DEMOLICIÓN	320.218,25	8,69
02	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	6.664,56	0,18
03	CIMENTACIÓN	60.144,12	1,63
04	ESTRUCTURA	330.426,86	8,97
05	ARQUITECTURA	2.737.002,56	74,31
06	MOBILIARIO	210.794,28	5,72
07	MARCAS Y LINEAS	602,64	0,02
08	JARDINERIA Y TRATAMIENTO DEL PAISAJE	9.666,31	0,26
09	SEGURIDAD Y SALUD	7.822,00	0,21
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		3.683.341,58	
	15,00 % Gastos generales	552.501,24	
	10,00 % Beneficio industrial	368.334,16	
	Suma	920.835,40	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		4.604.176,98	
	21% IVA	966.877,17	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		5.571.054,15	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CINCO MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL CINCUENTA Y CUATRO con QUINCE CÉNTIMOS

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01	DEMOLICIÓN			
01.01	m ² Demolición completa de cubierta plana no transitable, no ventilada.			
	Descomposición			
	Total cantidades alzadas	4.085,00		
		4.085,00	17,98	73.448,30
01.02	m ³ Demolición de muros.			
	Total cantidades alzadas	1.386,00		
		1.386,00	37,65	52.182,90
01.03	m ² Demolición de pavimento exterior de hormigón.			
	Total cantidades alzadas	10.017,00		
		10.017,00	14,81	148.351,77
01.04	m ³ Transporte de residuos inertes con camión.			
	Total cantidades alzadas	4.234,00		
		4.234,00	10,92	46.235,28
	TOTAL 01			320.218,25

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO			
02.01	m3 Excavación vaciado C/martillo rompedor, terrenos duros >2m C/ Transporte >20 km			
	Descomposición			
	O01OA070 h Peón ordinario	0,120	17,71	2,13
	M05RN060 h Retro-pala con martillo rompedor	0,255	39,54	10,08
	M05EC010 h Retroexcavadora hidráulica cadenas 90 CV	0,080	45,76	3,66
	M07CA020 h Camión bañera 20 m3 - 375 CV	0,240	47,79	11,47
	M07N601 t Canon de vertido tierras limpias para reposición de canteras	1,000	0,95	0,95
	Total cantidades alzadas	235,58		
		235,58	28,29	6.664,56
	TOTAL 02			6.664,56

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03	CIMENTACIÓN			
03.01	m ³ Zapatas 2400 x 1800 x 450mm, 1800 x 1200 x 450mm			
	Total cantidades alzadas	85,53		
		85,53	246,80	21.108,80
03.02	m ³ Viga hormigón entre zapatas 450 x450 mm			
	Total cantidades alzadas	150,05		
		150,05	199,35	29.912,47
03.03	m3 RELLENO/APISONADO CIELO ABIERTO MECÁNICO GRAVA			
	Descomposición			
	O01OA070 h Peón ordinario	0,085	17,71	1,51
	P01AF040 t Zahorra artificial huso Z-3 DA<25	1,700	6,47	11,00
	M08NM020 h Motoniveladora de 200 CV	0,015	72,00	1,08
	M08RN020 h Rodillo compactador mixto 7000 kg a=168 cm	0,095	33,53	3,19
	M08CA110 h Cisterna agua s/camión 10.000 l	0,020	32,00	0,64
	Total cantidades alzadas	523,70		
		523,70	17,42	9.122,85
	TOTAL 03			60.144,12

04	ESTRUCTURA			
04.01	kg	Pilar CHS-Sección hueca circular-Pilar 457x40CHS		
		Total cantidades alzadas	132.192,00	
			132.192,00	1,73 228.692,16
04.02	kg	Pilar H_Ala ancha-Pilar HE300A		
		Total cantidades alzadas	5.474,60	
			5.474,60	1,62 8.868,85
04.03	kg	Vigueta hormigón doble T 180		
		Total cantidades alzadas	12.381,38	
			12.381,38	4,97 61.535,46
04.04	m	Oficial 1ª cerrajero		
		Total cantidades alzadas	1.415,40	
			1.415,40	10,94 15.484,48
04.05	m	Ayudante de cerrajero		
		Total cantidades alzadas	1.415,40	
			1.415,40	10,29 14.564,47
04.06	u	Escalera hormigón armado modelada in situ		
		Descomposición		
		0010A020 h Capataz	0,380	20,47 7,78
		0010A030 h Oficial primera	0,590	20,84 12,30
		0010A060 h Peón especializado	0,590	17,83 10,52
		P03EE050 u Escalera H.A. Tipo C sin angular con peldaños y compensada	1,000	478,32 478,32
		M02GMH050 h Camión-grúa articulada telescópica 60 t	0,320	90,00 28,80
		Total cantidades alzadas	2,00	
			2,00	537,72 1.075,44

04.06	u	Escalera hormigón armado modelada in situ			
Descomposición					
O01OA020	h	Capataz	0,380	20,47	7,78
O01OA030	h	Oficial primera	0,590	20,84	12,30
O01OA060	h	Peón especializado	0,590	17,83	10,52
P03EE050	u	Escalera H.A. Tipo C sin angular con peldaños y compensada	1,000	478,32	478,32
M02GMH050	h	Camión-grúa articulada telescópica 60 t	0,320	90,00	28,80
Total cantidades alzadas			2,00		
			2,00	537,72	1.075,44
04.07	u	Escalera hormigón armado tramo recto			
Descomposición					
O01OA020	h	Capataz	0,250	20,47	5,12
O01OA030	h	Oficial primera	0,420	20,84	8,75
O01OA060	h	Peón especializado	0,420	17,83	7,49
P03EE090	u	Escalera H.A. recta sin angular con peldaños	1,000	159,44	159,44
M02GMH050	h	Camión-grúa articulada telescópica 60 t	0,280	90,00	25,20
Total cantidades alzadas			1,00		
			1,00	206,00	206,00
TOTAL 04					330.426,86

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05	ARQUITECTURA			
05.01	m2 Forjado unidireccional con vigas planas y viguetas prefabricadas.			
	Total cantidades alzadas	5.587,00		
		5.587,00	44,84	250.521,08
05.02	m2 Solado de mármol blanco 50x50			
	Descomposición			
	001OB090 h Oficial solador alicatador	0,350	19,89	6,96
	001OB100 h Ayudante solador alicatador	0,350	18,70	6,55
	P01SPP140 m2 Mármol blanco 50x50	1,050	78,28	82,19
	P01SX060 kg Mortero juntas cementoso CG1 junta mínima 0,15-0,3 cm	0,150	31,68	4,75
	A02A080 m3 MORTERO CEMENTO M-5 C/HORMIGONERA	0,030	76,82	2,30
	Total cantidades alzadas	3.623,00		
		3.623,00	102,75	372.263,25

05.03	m2 Falso techo				
Descomposición					
O01OA030	h	Oficial primera	0,250	20,84	5,21
O01OA050	h	Ayudante	0,250	18,55	4,64
P04PA010	m	Placa yeso laminado acústica 13 mm	1,050	6,63	6,96
P04PNB005	m	Banda estanqueidad perimetral PYL 30 mm	0,400	0,19	0,08
P04PPW010	m	Perfil acero galvanizado en U PYL 30x30 mm	0,400	0,98	0,39
P04PPO030	m	Maestra acero galvanizado en C PYL 60x27 mm	3,200	1,38	4,42
P04TO010	u	Cuelgue regulable combinado falso techo continuo PYL	1,200	0,82	0,98
P04TO040	u	Varilla de cuelgue 1000 mm falso techo	1,200	0,47	0,56
P04TO020	u	Conector maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	0,600	0,23	0,14
P04TO030	u	Caballote maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	2,300	0,41	0,94
P04POP010	u	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x25 mm	17,000	0,01	0,17
P04PNA010	kg	Pasta de agarre PYL estándar	0,100	0,47	0,05
P04PNJ010	kg	Pasta para juntas PYL estándar	0,400	0,95	0,38
P04PNC010	m	Cinta de juntas PYL (rollo 150 m)	1,500	0,04	0,06
%PM0100	%	Pequeño Material	0,250	1,00	0,25
Total cantidades alzadas			3.788,00		
			3.788,00	25,23	95.571,24
05.04	m2 Muro hormigón armado 500 mm de espesor				
Descomposición					
O01OA090	h	Cuadrilla A	0,400	48,25	19,30
P03EM030	m2	Panel autoportante LC-35 h<=6 m	1,000	67,77	67,77
P06SI180	kg	Masilla caucho-asfáltica	1,500	2,21	3,32
M02GMH050	h	Camión-grúa articulada telescópica 60 t	0,250	90,00	22,50
M13MPA020	u	Alquiler diario puntal metálico telescópico hasta 5 m altura	0,150	0,07	0,01
Total cantidades alzadas			2.785,00		
			2.785,00	112,90	314.426,50

05.05 m2 muro basico interior 225 mm**Descomposición**

O01OA030	h	Oficial primera	0,500	20,84	10,42
O01OA050	h	Ayudante	0,500	18,55	9,28
P04PS040	m2	Placa yeso laminado estándar 15 mm (Tipo A)	4,200	4,58	19,24
P07TL999	m2	Panel lana mineral (MW) 85 mm (0,036 W/mK)	1,050	4,94	5,19
P04PNB030	m	Banda estanqueidad perimetral PYL 90 mm	1,750	0,63	1,10
P04PPC040	m	Canal tabiquería PYL 90 mm	0,900	1,27	1,14
P04PPM040	m	Montante tabique PYL 90 mm	3,330	1,59	5,29
P04POP010	u	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x25 mm	20,000	0,01	0,20
P04POP020	u	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x35 mm	40,000	0,01	0,40
P04POC020	u	Tornillo fijación entre perfiles metálicos (MM) 3,5x9,5 mm	4,000	0,01	0,04
P04PNA010	kg	Pasta de agarre PYL estándar	0,120	0,47	0,06
P04PNJ010	kg	Pasta para juntas PYL estándar	1,250	0,95	1,19
P04PNC010	m	Cinta de juntas PYL (rollo 150 m)	6,300	0,04	0,25
P04PNC020	m	Cinta guardavivos PYL (rollo 30 m)	0,250	0,51	0,13
%PM0050	%	Pequeño Material	0,539	0,50	0,27

Total cantidades alzadas

3.157,00

3.157,00**54,20****171.109,40****05.06 m2 muro exterior 150mm****Descomposición**

O01OA030	h	Oficial primera	0,100	20,84	2,08
O01OA050	h	Ayudante	0,100	18,55	1,86
O01OB800	h	Oficial 1ª soldador	0,100	19,82	1,98
M02GMH040	h	Camión-grúa articulada telescópica 50 t	0,100	85,00	8,50
P03EC080	m2	Panel prefabricado hormigón arquitectónico gris árido visto	1,000	22,12	22,12
P01UW020	m2	Piezas especiales y sellado juntas	1,000	2,56	2,56

Total cantidades alzadas

2.619,00

2.619,00**39,10****102.402,90**

05.07	m2 muro valla ext			
	Descomposición			
	O01OA030 h Oficial primera	0,380	20,84	7,92
	O01OA050 h Ayudante	0,380	18,55	7,05
	O01OA070 h Peón ordinario	0,150	17,71	2,66
	M02GMH010 h Camión-grúa articulada telescópica 25 t	0,300	61,00	18,30
	P03EC110 m2 Panel prefabricado hormigón cerramiento gris vertical	1,000	28,40	28,40
	Total cantidades alzadas	670,00		
		670,00	64,33	43.101,10
05.08	m2 Muro cortina ext			
	Descomposición			
	E16KAA030 m2 MURO CORTINA ALUMINIO	1,050	367,49	385,86
	Total cantidades alzadas	1.198,00		
		1.198,00	385,86	462.260,28
05.09	u Cubierta por masa acristalada, estructura tubular no transitable			
	Descomposición			
	O01OA030 h Oficial primera	16,700	20,84	348,03
	O01OA050 h Ayudante	16,700	18,55	309,79
	O01OA070 h Peón ordinario	16,700	17,71	295,76
	05.09.01 kg Pilar CHS-Sección hueca circular-Pilar 193.7x10CHS	33.069,000	1,77	58.532,13
	05.09.02 kg Pilar CHS-Sección hueca circular-Pilar	9.040,000	1,77	16.000,80
	05.09.03 m2 Panel acristalado muro cortina	2.186,000	385,86	843.489,96
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	918.976,47	918.976,47

05.10	u Marquesina para autobuses 3000 x 2200 x 2000 mm				
	Total cantidades alzadas	2,00			
		2,00	3.185,17	6.370,34	
	TOTAL 05			2.737.002,56	

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06	MOBILIARIO			
06.01	Puertas			
06.01.01	u Puerta corredera - Transparente con apertura central con hojas fijas			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	499,99	499,99
06.01.02	u Puerta exterior - 1290 x 2280 mm			
	Total cantidades alzadas	18,00		
		18,00	410,00	7.380,00
06.01.03	u Puerta exterior - 2400 x 2100 mm			
	Total cantidades alzadas	2,00		
		2,00	920,00	1.840,00
06.01.04	u Puerta interior - 686 x 1889 mm			
	Total cantidades alzadas	29,00		
		29,00	385,00	11.165,00
06.01.05	u Puerta muro cortina			
	Total cantidades alzadas	6,00		
		6,00	559,99	3.359,94
TOTAL 06.01				24.244,93

06.02	Ventanas			
06.02.01	u Ventana 1250 x 1500			
	Total cantidades alzadas	10,00		
		10,00	159,00	1.590,00
06.02.02	u Ventana 1500 x 2000			
	Total cantidades alzadas	23,00		
		23,00	189,00	4.347,00
TOTAL 06.02				5.937,00
06.03	Luminarias			
06.03.01	u Luminaria techo - 495 x 495 mm			
	Total cantidades alzadas	28,00		
		28,00	34,95	978,60
06.03.02	u Farola exterior			
	Total cantidades alzadas	81,00		
		81,00	234,00	18.954,00
06.03.03	u Apliqué de Pared Exterior Bidireccional 37.2W			
	Total cantidades alzadas	38,00		
		38,00	33,59	1.276,42
TOTAL 06.03				21.209,02

06.04	Barandillas			
06.04.01	u Panel de vidrio - Relleno inferior			
	Total cantidades alzadas	117,00		
		117,00	69,00	8.073,00
06.04.02	m Baranda exterior			
	Total cantidades alzadas	276,00		
		276,00	136,48	37.668,48
TOTAL 06.04				45.741,48

06.05	Sanitarios			
06.05.01	u Inodoro blanco			
	Total cantidades alzadas	26,00		
		26,00	149,00	3.874,00
06.05.02	u Lavabo terrazo 60 cm			
	Total cantidades alzadas	8,00		
		8,00	160,00	1.280,00
06.05.03	u Espejo baño 1200x900 mm			
	Total cantidades alzadas	8,00		
		8,00	99,99	799,92
06.05.04	u Papelera WC			
	Total cantidades alzadas	26,00		
		26,00	19,99	519,74
06.05.05	u Urinario de pared			
	Total cantidades alzadas	12,00		
		12,00	160,00	1.920,00
06.05.06	u Grifo lavabo			
	Total cantidades alzadas	8,00		
		8,00	88,00	704,00
06.05.07	u Barra para PMR			
	Total cantidades alzadas	4,00		
		4,00	240,00	960,00
TOTAL 06.05				10.057,66

06.06	Resto de componentes			
06.06.01	u Estantería			
	Total cantidades alzadas	30,00		
		30,00	240,79	7.223,70
06.06.02	u Macetero interior			
	Total cantidades alzadas	47,00		
		47,00	54,99	2.584,53
06.06.03	u Banco exterior de hormigón			
	Total cantidades alzadas	18,00		
		18,00	451,00	8.118,00
06.06.04	u Banco interior de madera			
	Total cantidades alzadas	17,00		
		17,00	1.300,00	22.100,00
06.06.05	u Sofa de cuero			
	Total cantidades alzadas	24,00		
		24,00	569,99	13.679,76
06.06.06	u Silla oficina			
	Total cantidades alzadas	24,00		
		24,00	99,00	2.376,00
06.06.07	u Taburete de madera			
	Total cantidades alzadas	16,00		
		16,00	89,99	1.439,84

06.06.08	u Escritorio oficina doble			
	Total cantidades alzadas	12,00		
		12,00	459,80	5.517,60
06.06.09	u Bolardo			
	Total cantidades alzadas	224,00		
		224,00	169,99	38.077,76
06.06.10	u Extintor			
	Total cantidades alzadas	14,00		
		14,00	158,00	2.212,00
06.06.11	u Señal de tráfico			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	55,00	275,00
TOTAL 06.06				103.604,19
TOTAL 06				210.794,28

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
07	MARCAS Y LINEAS			
07.01	m2 Pintura marcas viales, paso peatones, parking			
Descomposición				
0010B230	h Oficial 1ª pintura	0,080	19,30	1,54
0010B240	h Ayudante pintura	0,080	17,69	1,42
P25JV020	l Pintura acrílica microesferas	0,714	11,23	8,02
P25WW220	u Pequeño material	0,200	0,91	0,18
Total cantidades alzadas		54,00		
		54,00	11,16	602,64
TOTAL 07				602,64

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

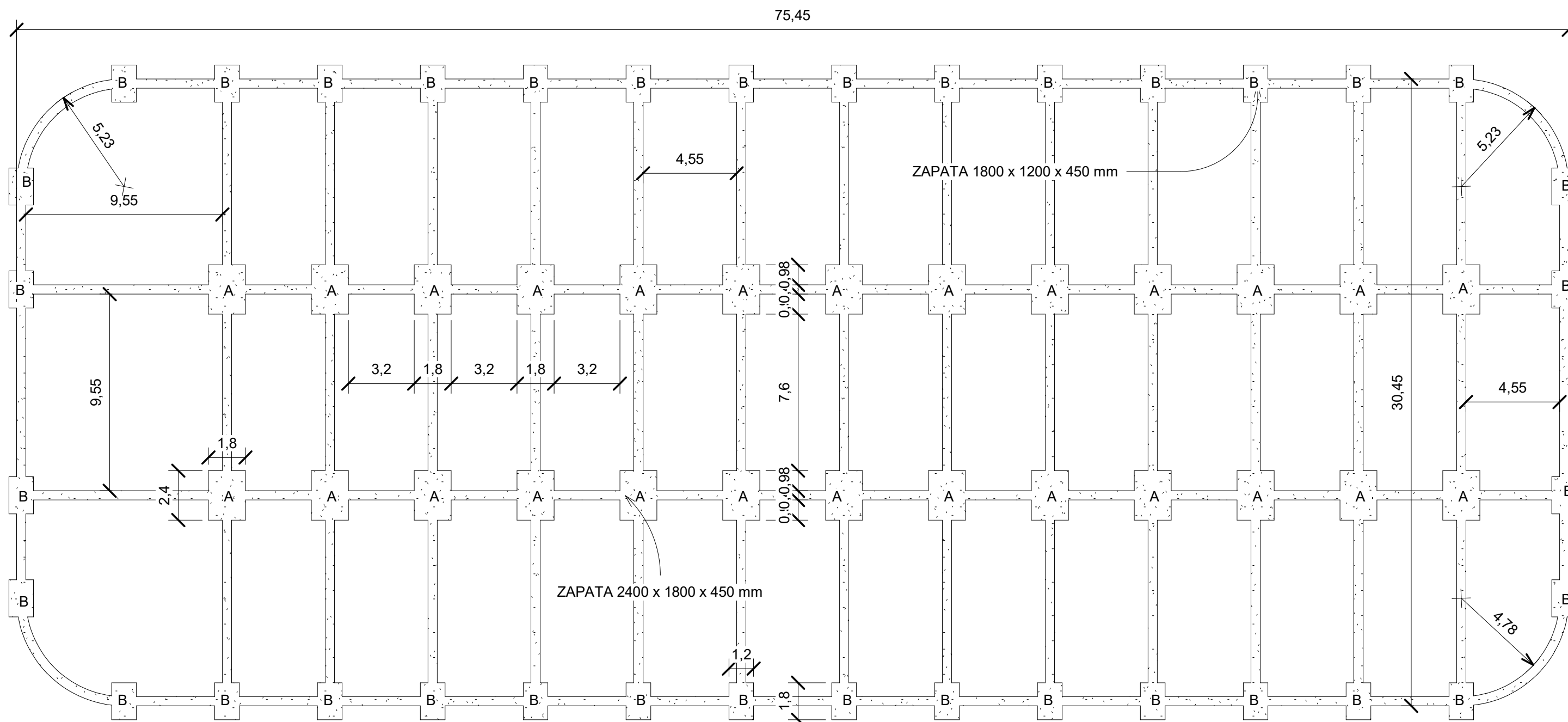
CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
08	JARDINERIA Y TRATAMIENTO DEL PAISAJE			
08.01	m² Césped			
	Total cantidades alzadas	280,00		
		280,00	10,00	2.800,00
08.02	u Fresno mediano			
	Total cantidades alzadas	32,00		
		32,00	77,00	2.464,00
08.03	u Maceta interior palmera			
	Total cantidades alzadas	14,00		
		14,00	78,76	1.102,64
08.04	u Maceta interior			
	Total cantidades alzadas	33,00		
		33,00	99,99	3.299,67
	TOTAL 08			9.666,31

PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

Presupuesto estación de autobuses ciudad de Jaén

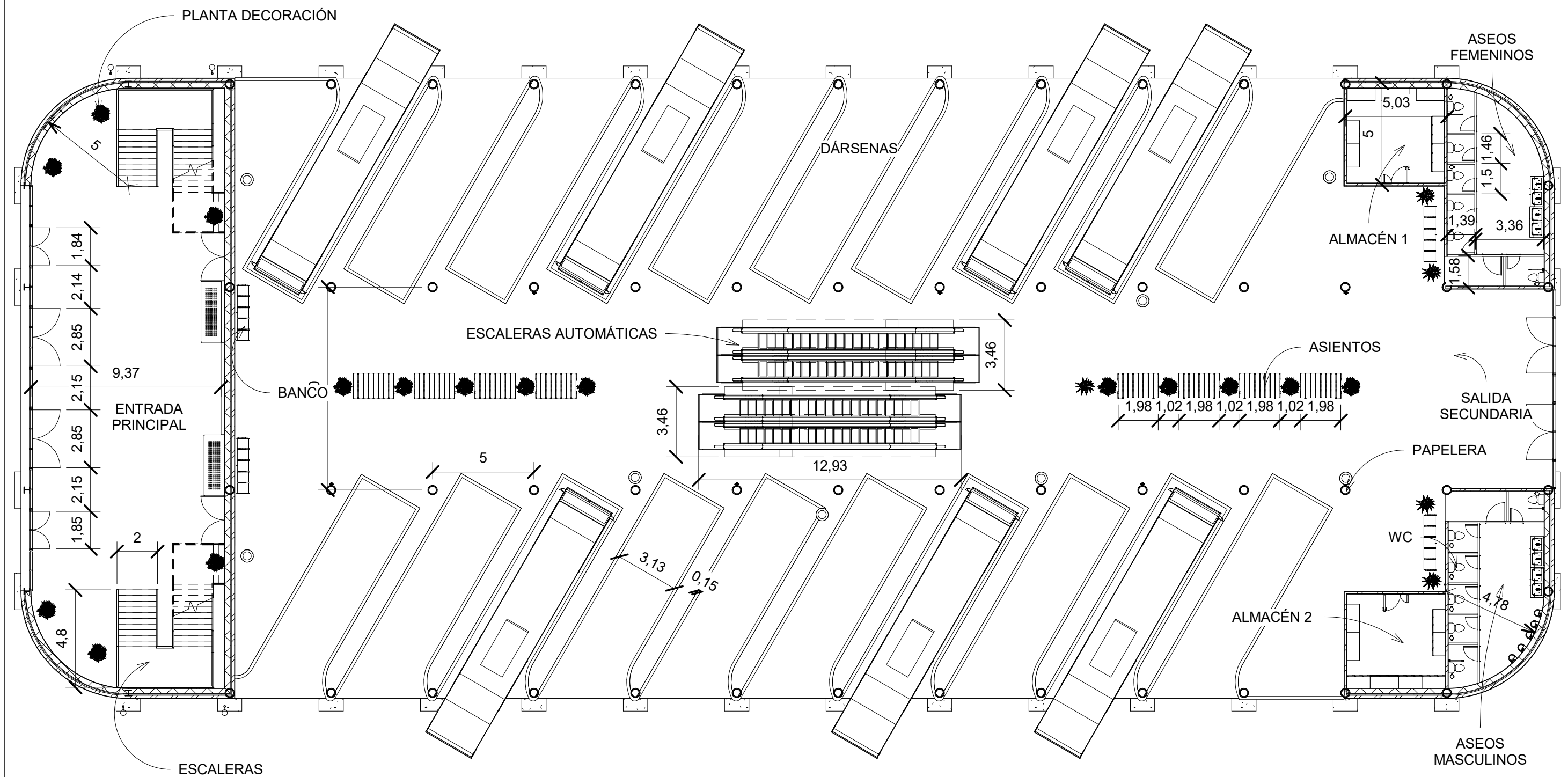
CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
09	SEGURIDAD Y SALUD			
09.01	u Seguridad y protección			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	7.822,00	7.822,00
	TOTAL 09			7.822,00
	TOTAL			3.047.107,78

ANEJO III. PLANOS

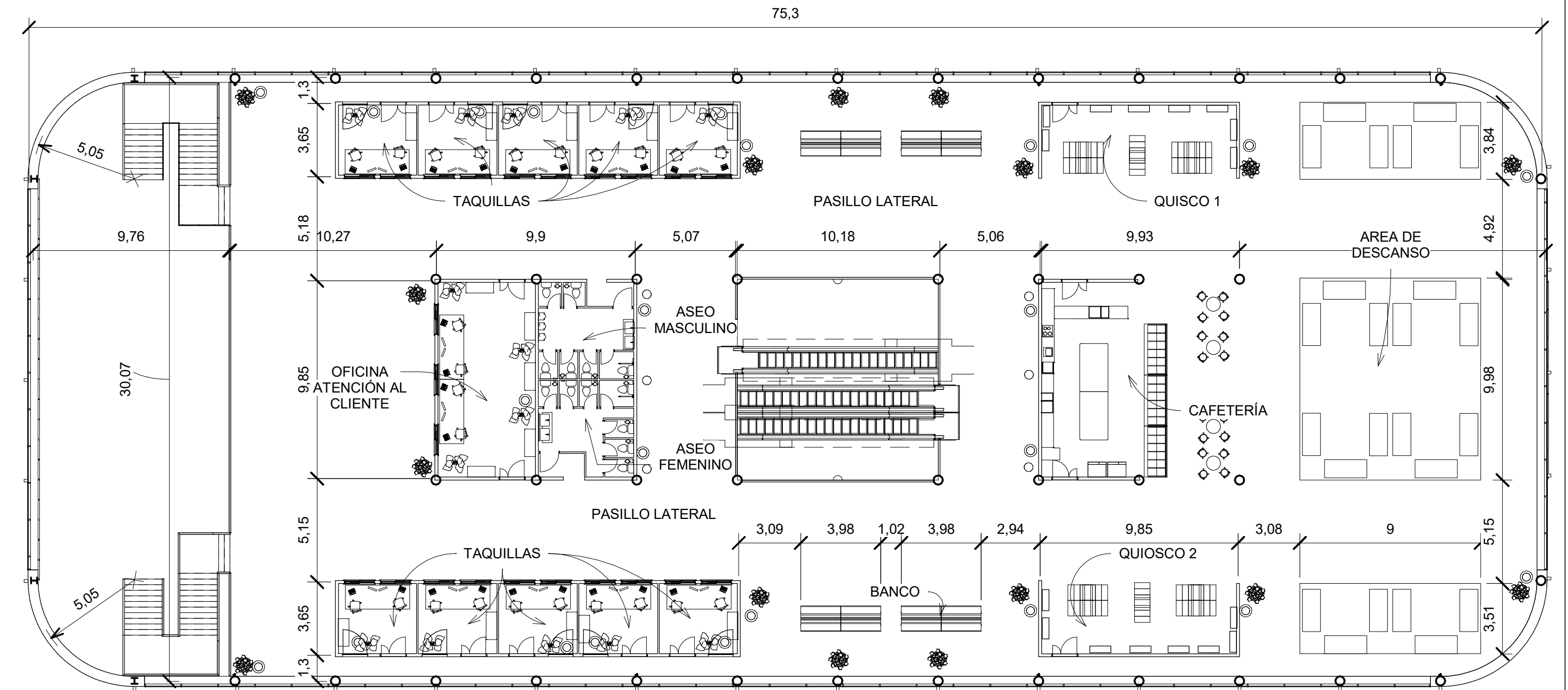


TIPO	DIMENSIONES	MATERIAL
A	2400 x 1800 x 450	Hormigón armado modelado in situ con refuerzo bilongitudinal de acero
B	1800 x 1200 x 450	Hormigón armado modelado in situ con refuerzo bilongitudinal de acero

 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	PROYECTO: Estación de autobuses en la ciudad de Jaén		
	REALIZADO: Álvaro Mimblera Romero	FECHA: 01/06/2021	FIRMA: 
	REVISADO: Fco. Javier Gallego Alvarez	FECHA: / /	FIRMA:
PLANO: CIMENTACIÓN		Nº DE PLANO: A.0	ESCALA: 1 : 200



 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	PROYECTO: Estación de autobuses en la ciudad de Jaén		
	REALIZADO: Álvaro Mimblera Romero	FECHA: 01/06/2021	FIRMA: 
	REVISADO: Fco. Javier Gallego Alvarez	FECHA: / /	FIRMA:
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA BAJA	Nº DE PLANO: A.1	ESCALA: 1 : 200	



**ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE JAÉN**

PROYECTO:

Estación de autobuses en la ciudad de Jaén

REALIZADO:

Álvaro Mimbrera Romero

FECHA:

01/06/2021

FIRMA:

REVISADO:

Fco. Javier Gallego Alvarez

FECHA:

/ /

FIRMA:

PLANO:

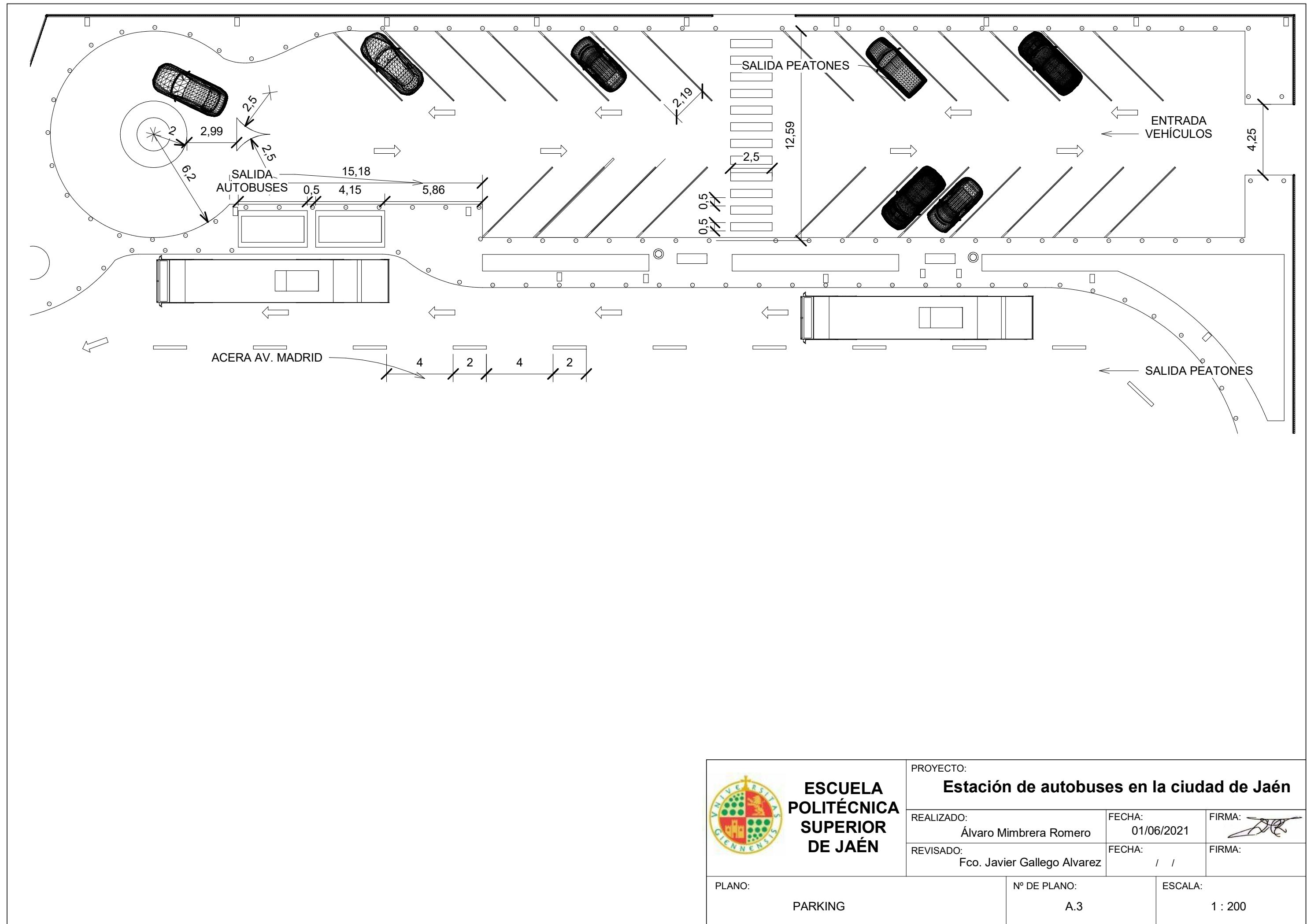
DISTRIBUCIÓN DE LA PRIMERA PLANTA

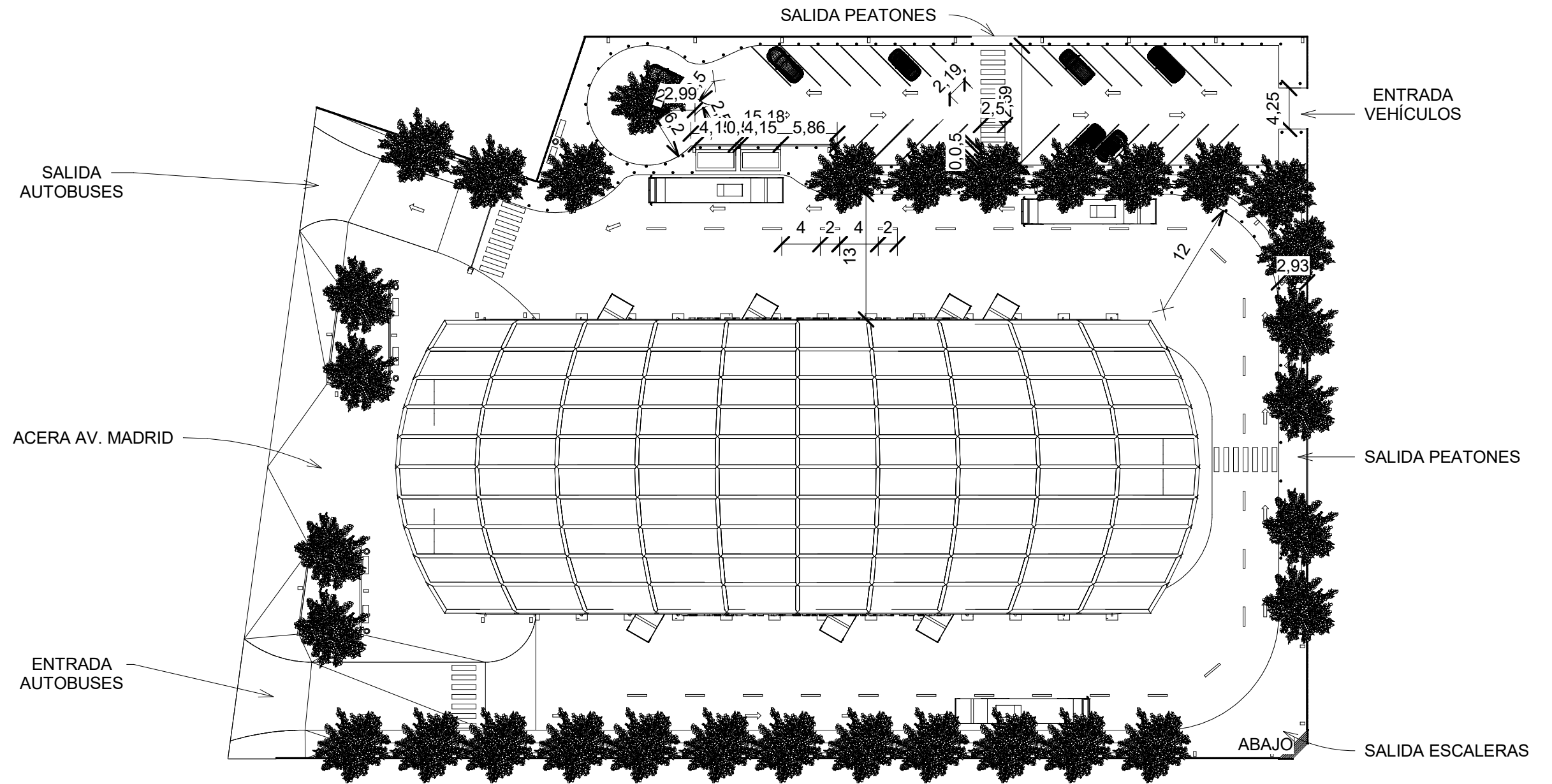
Nº DE PLANO:

A.2

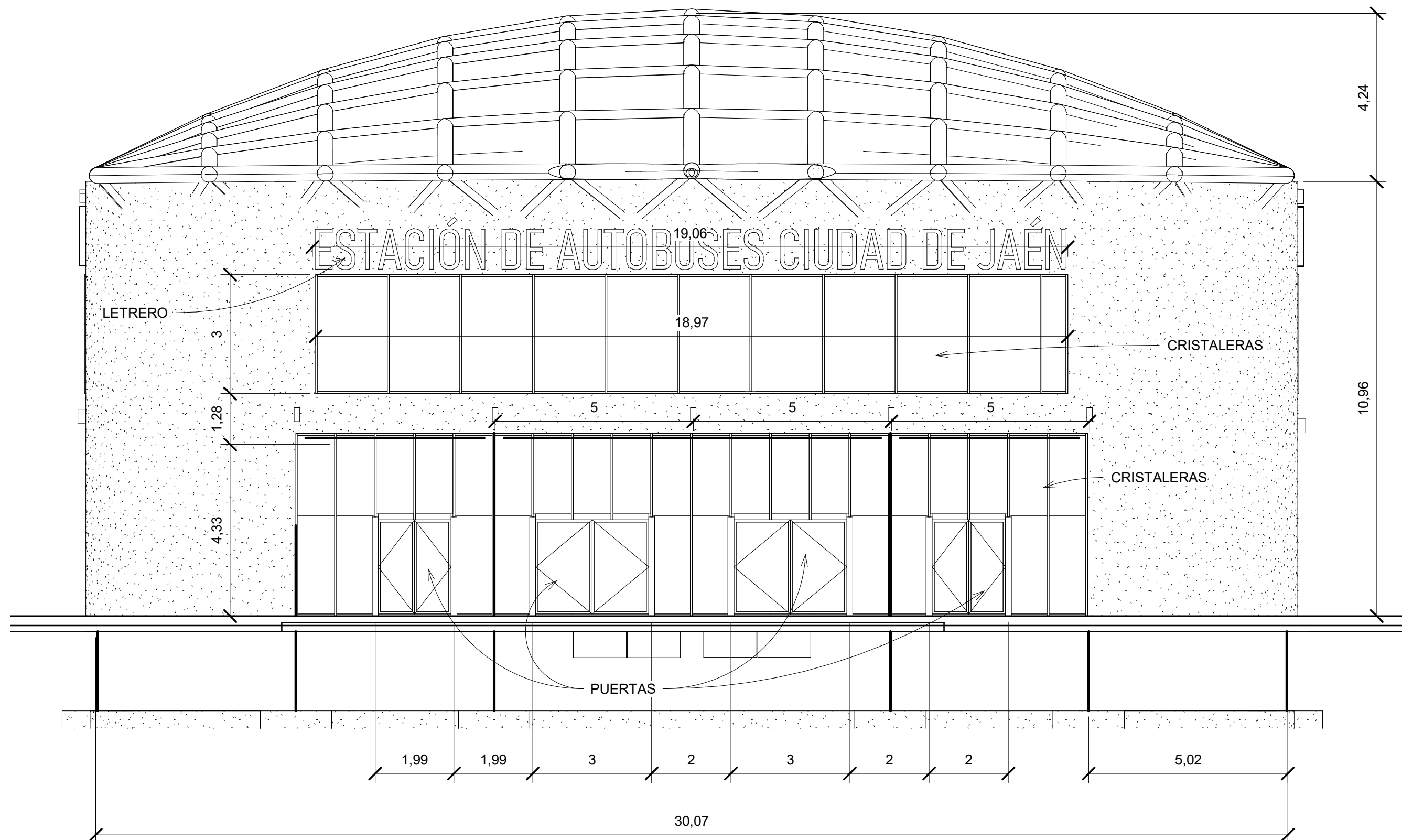
ESCALA:

1 : 200





 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	PROYECTO: Estación de autobuses en la ciudad de Jaén		
	REALIZADO: Álvaro Mimbrera Romero	FECHA: 01/06/2021	FIRMA: 
	REVISADO: Fco. Javier Gallego Alvarez	FECHA: / /	FIRMA:
PLANO: DISTRIBUCIÓN EN PARCELA	Nº DE PLANO: A.4	ESCALA: 1 : 500	



**ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE JAÉN**

PROYECTO:

Estación de autobuses en la ciudad de Jaén

REALIZADO:

Álvaro Mimbrera Romero

FECHA:

01/06/2021

FIRMA:

REVISADO:

Fco. Javier Gallego Alvarez

FECHA:

/ /

FIRMA:

PLANO:

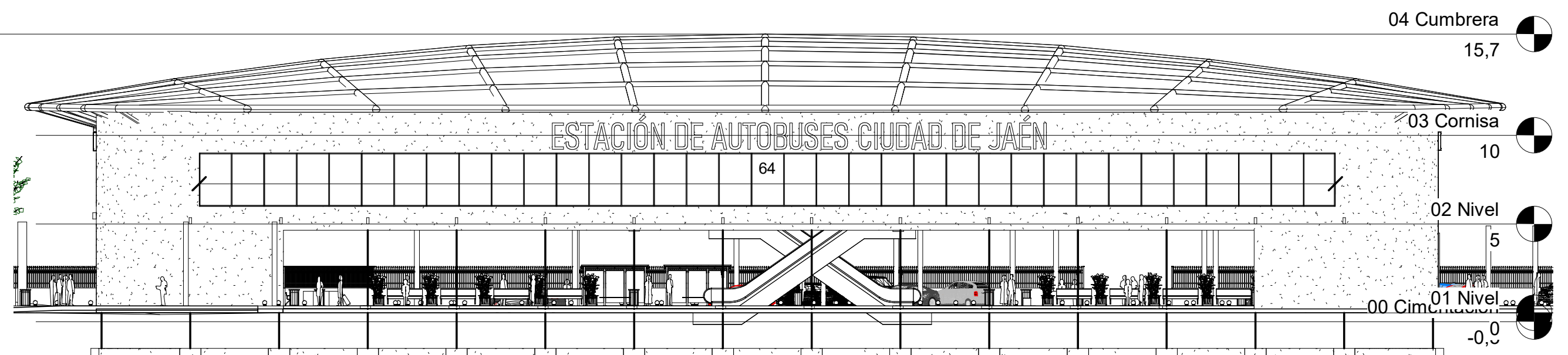
ALZADO OESTE

Nº DE PLANO:

A.5

ESCALA:

1 : 100



**ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE JAÉN**

PROYECTO:

Estación de autobuses en la ciudad de Jaén

REALIZADO:

Álvaro Mimblera Romero

FECHA:

01/06/2021

FIRMA:

REVISADO:

Fco. Javier Gallego Alvarez

FECHA:

/ /

FIRMA:

PLANO:

ALZADO SUR

Nº DE PLANO:

A.6

ESCALA:

1 : 250



**ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE JAÉN**

PROYECTO:

Estación de autobuses en la ciudad de Jaén

REALIZADO:

Álvaro Mimblera Romero

FECHA:

01/06/2021

FIRMA:

REVISADO:

Fco. Javier Gallego Alvarez

FECHA:

/ /

FIRMA:

PLANO:

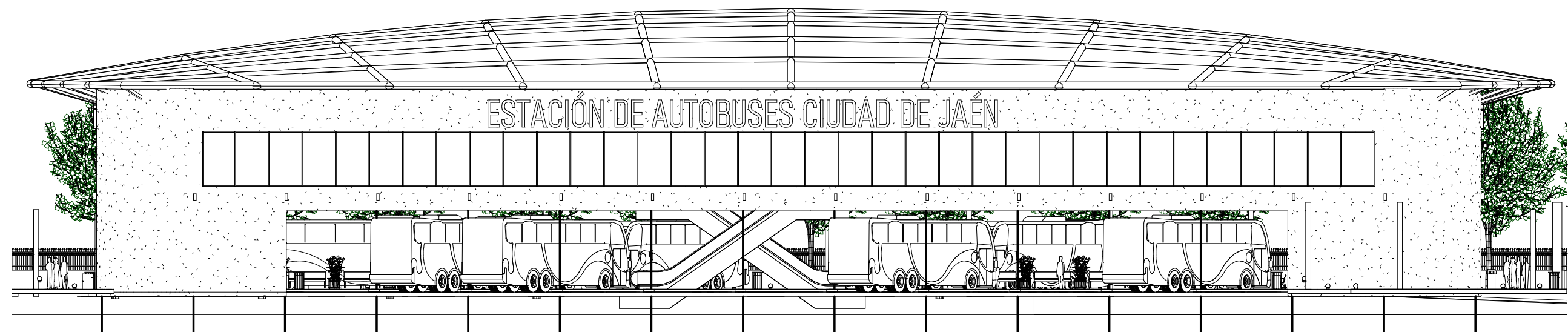
ALZADO ESTE

Nº DE PLANO:

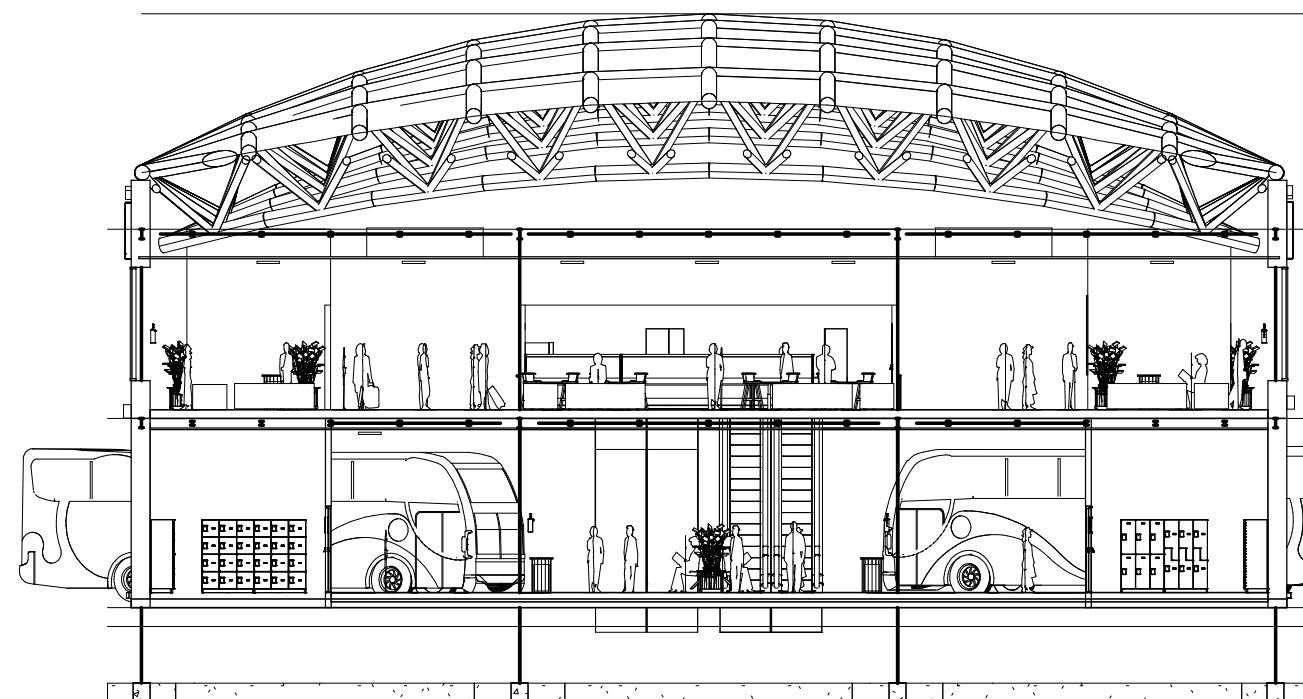
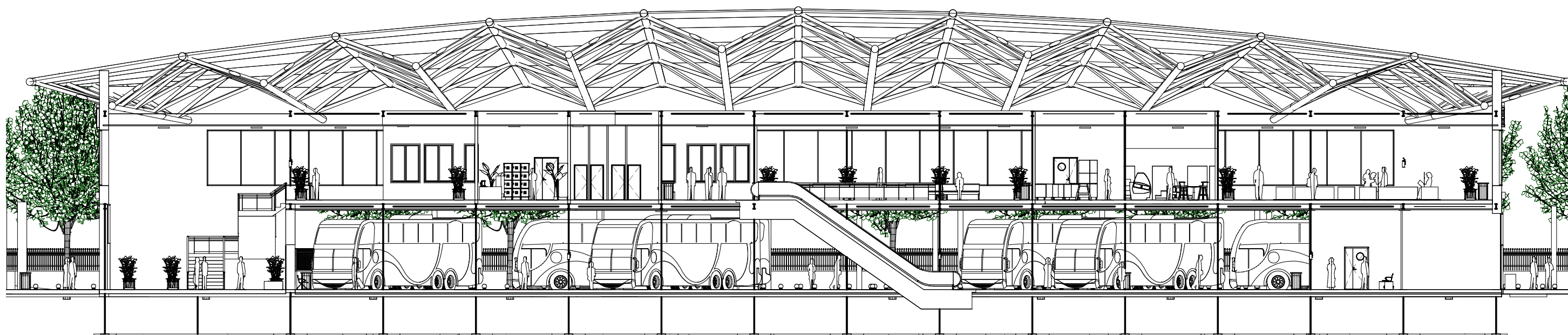
A.7

ESCALA:

1 : 200



 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN	PROYECTO: Estación de autobuses en la ciudad de Jaén		
	REALIZADO: Álvaro Mimblera Romero	FECHA: 01/06/2021	FIRMA: 
	REVISADO: Fco. Javier Gallego Alvarez	FECHA: / /	FIRMA:
PLANO:	ALZADO NORTE		Nº DE PLANO: A.8
			ESCALA: 1 : 250



04 Cumbre
15,7



03 Cornisa
10



02 Nivel
5



01 Nivel
00 Cimentación
-0,3



**ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE JAÉN**

PROYECTO:

Estación de autobuses en la ciudad de Jaén

REALIZADO:

Álvaro Mimblera Romero

FECHA:

01/06/2021

FIRMA:

REVISADO:

Fco. Javier Gallego Alvarez

FECHA:

/ /

FIRMA:

PLANO:

SECCIONES

Nº DE PLANO:

A.9

ESCALA:

1 : 200