

Asistencia Técnica a las obras del nuevo Intercambiador de Transportes de Valdebebas, en Madrid

Technical Assistance for the works of the new Transport Interchange in Valdebebas, Madrid

María Gómez Irigaray^a, Marco García Moratalla^b, Antonio José Madrid Ramos^c, Miguel Núñez Fernández^d, José Luis Sanz de la Torre^e, Carlos Grande Ayuso^f

^a Ingeniera Naval. PROES. Directora de Proyectos. maria.gomez@proes.es

^b Arquitecto. PROES. Jefe de Proyecto. marco.garcia@proes.es

^c Máster Ingeniero de Caminos. PROES. Director Técnico. antonio.madrid@proes.es

^d Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Comunidad de Madrid (Propiedad y Autoría del Proyecto). Director General de Infraestructuras de Transporte Colectivo. Consejería de Vivienda, Transportes e Infraestructuras. miguel.nunez@madrid.org

^e Arquitecto. Comunidad de Madrid (Propiedad y Autoría del Proyecto). Subdirector General de Concesiones, Patrimonio y Conservación. jose Luis.sanz@madrid.org

^f Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Comunidad de Madrid (Propiedad y Autoría del Proyecto). Responsable del Contrato. Técnico de Apoyo de la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo. carlos.grande@madrid.org

RESUMEN

El nuevo Intercambiador de Transportes de Valdebebas conectará el servicio de autobuses con la red de ferrocarril de Cercanías y la futura ampliación de la red de Metro, en el barrio donde se ubica el Hospital Isabel Zendal y la futura Ciudad de la Justicia de Madrid. Se ubica en una parcela de más de 25.000 m², con un edificio de 7.000 m² en dos plantas. El nivel inferior se delimita mediante pantallas de hormigón armado y forjado reticular sobre cimentación profunda. El nivel superior define la imagen del intercambiador, con una gran estructura metálica formada por 17 árboles de acero a diferentes alturas, limitando el espacio mediante cerramiento de vidrio y cubierta de aluminio.

ABSTRACT

The new Valdebebas Transport Interchange will connect the bus service with the Cercanías commuter rail network and the future extension of the Metro network in the area where the Isabel Zendal Hospital and the City of Justice of Madrid are located. It is situated on a plot of more than 25,000 m², with a 7,000 m² building spread over two floors. The lower level is delimited by reinforced concrete diaphragm walls and a waffle slab over deep foundations. The upper level defines the interchange's image, with a large metal structure consisting of 17 steel trees at varying heights, enclosing the space with glass curtain walls and an aluminium roof

PALABRAS CLAVE: construcción de estructuras, estructura metálica, intercambiador de transportes.

KEYWORDS: construction of structures, metal structure, transport interchange.

1. Introducción

El nuevo Intercambiador de Transportes de Valdebebas se ubica en la zona norte de Madrid,

en el barrio del mismo nombre, próximo al Hospital Isabel Zendal, la Ciudad Deportiva del

Real Madrid, el futuro circuito urbano de Fórmula 1, así como a la futura Ciudad de la Justicia, que albergará todos los juzgados actualmente dispersos por la ciudad.

Este nuevo punto de conexión de transportes de la Comunidad de Madrid permitirá conectar el servicio de autobuses urbanos e interurbanos con la red de ferrocarril de Cercanías, así como con la futura ampliación de la línea 11 de Metro de Madrid.

Dispone de una zona de aparcamiento disuasorio con más de 200 plazas, zona de electrolinera para carga de vehículos eléctricos, así como zona para taxis y el servicio municipal de bicis.

Se espera que transiten por él cada día más de 35.000 usuarios (Figura 1).



Figura 1. Ubicación y vista general del nuevo Intercambiador de Valdebebas.

2. Descripción general

El nuevo Intercambiador de Valdebebas se ubica en una parcela de más de 25.000 m² (Figura 2).

Su construcción se inspira en el Pabellón de los Hexágonos, que representó a España en la Exposición Universal de Bruselas de 1958, obra de los arquitectos José Antonio Corrales y Ramón Vázquez Molezún.

El intercambiador consta de un gran edificio singular de unos 7.000 m², con un nivel inferior ejecutado mediante estructura de hormigón armado y un nivel superior con un original diseño en estructura metálica de grandes dimensiones y cerramiento de vidrio, que forma la imagen del edificio (Figura 3).

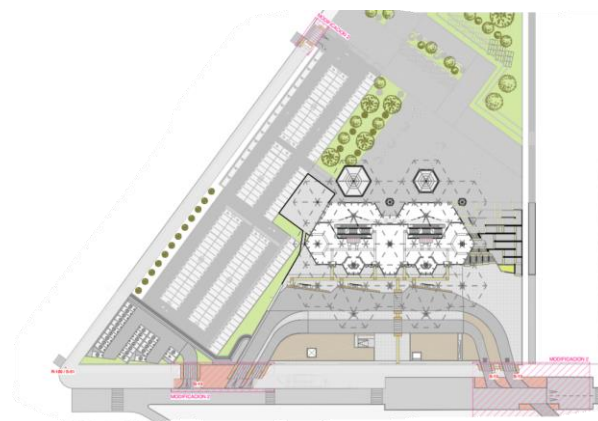


Figura 2. Planta general del intercambiador.

Desde la Avenida de las Fuerzas Armadas se accede al nivel superior del intercambiador. El exterior de esta zona dispone de 3 dársenas para autobuses y carril independiente para taxis.

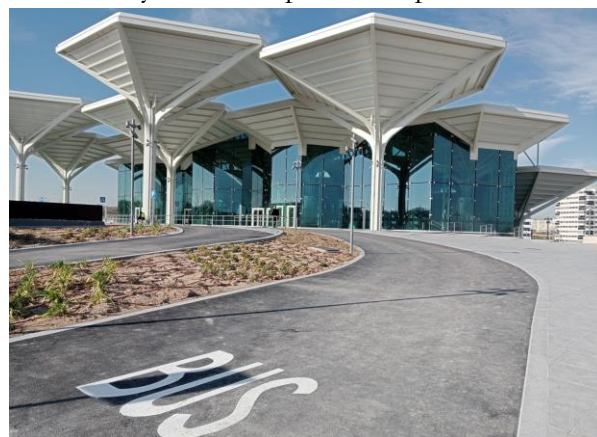


Figura 3. Nivel superior, con carril bus y taxi.

Desde aquí se accede al interior del intercambiador a través de un bosque de acero y vidrio, que da acceso a una amplia zona que comunica con el nivel inferior a través de escaleras y ascensores.

El nivel inferior acoge 14 locales comerciales, así como diferentes cuartos técnicos (Figura 4).

Este nivel inferior conecta con la estación de Cercanías existente, propiciando la conexión con la red ferroviaria, así como con la futura ampliación de la línea 11 de la red de Metro.



Figura 4. Vista del nivel inferior: locales comerciales y conexión con estación de Cercanías y futura red de Metro.

A este nivel inferior también se puede acceder directamente desde la Calle de Juan Antonio Samaranch, disponiendo de una amplia zona de recreo, con zonas verdes y numerosos bancos y asientos. Esta zona acoge una parada del servicio municipal de bicis de Madrid.

Unas marquesinas metálicas sirven de soporte a la planta fotovoltaica dispuesta para el autoconsumo del edificio, que cubrirá el 20% de las necesidades de energía para la climatización (Figura 5).



Figura 5. Marquesinas soporte de planta fotovoltaica en zona exterior de recreo.

En el lado oeste del edificio, se ubica un aparcamiento disuasorio con más de 200 plazas (Figura 6).

Al sur del aparcamiento se ubica una zona para carga de vehículos eléctricos. Esta electrolinera se dispone en el nivel superior, separada del aparcamiento inferior mediante un muro de tierra armada con jardineras.



Figura 6. Vista de aparcamiento disuasorio.

3. Estructura de hormigón armado

El nuevo intercambiador se ubica en una zona con un importante desnivel de terreno entre las dos calles con las que comunica.

Para salvar este desnivel, en las zonas con mayor diferencia de altura entre el exterior y la planta baja del intercambiador, se ejecutó un sistema de pantallas de hormigón armado de 60 cm de espesor, en aproximadamente la mitad del perímetro del edificio, para contener este terreno y permitir la excavación interior.

En las zonas con menor diferencia de cota, ésta se salvó mediante muros de hormigón armado.

Una vez excavada la zona al abrigo de estas pantallas y muros hasta el nivel inferior, se ejecutó la cimentación del edificio.

Se trata de una cimentación profunda mediante pilotes prefabricados hincados hasta rechazo (Figura 7). En función de las cargas a soportar, se hincaron pilotes de diferentes tamaños y capacidades, desde pilotes cuadrados de 235x235 mm de 71 toneladas de capacidad portante, hasta pilotes de 400x400 mm con una capacidad de 200 toneladas.

Estos pilotes se agrupan en encepados unidos entre sí mediante vigas riostras. Sobre estos encepados se cimentarán todos los pilares del edificio.

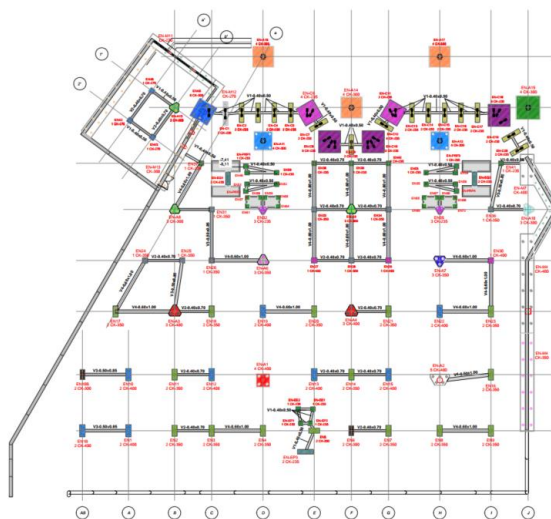


Figura 7. Ejecución de la cimentación profunda.

Se distinguen dos tipos de pilares en el intercambiador. Por un lado, se disponen pilares principales circulares de hormigón armado, de 1 metro de diámetro, que sirven de apoyo tanto al forjado del edificio, como a los árboles metálicos que forman la cubierta del intercambiador. Al mismo tiempo, se ejecutan el resto de los pilares, de menor sección, ya que sólo actúan de soporte del forjado, con sección circular de diámetro 50 cm o cuadrados de 50x50 cm (Figura 8). Todos los pilares se ejecutan en hormigón HA-40.



Figura 8. Pilares de intercambiador.

Se ejecuta el forjado reticular que cierra el nivel inferior del intercambiador, apoyado tanto sobre los pilares como sobre las pantallas y muros perimetrales.

Este forjado reticular, de casetones perdidos de poliestireno expandido, ocupa una superficie total de más de 5.200 m² (Figura 9).

Tiene un canto total de 70 cm, con capa de compresión de 10 cm, y nervios de 16 cm, con un intereje de 86 cm (Figura 10). Se ejecutan ábacos macizos de 70 cm de espesor en las zonas ubicadas sobre los pilares inferiores (Figura 11).

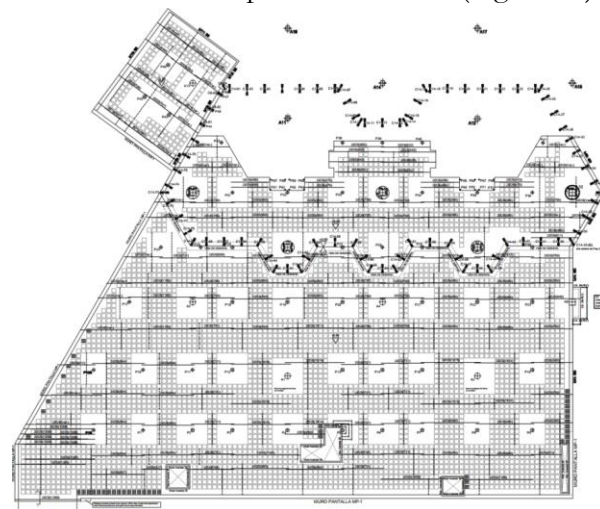


Figura 9. Planta esquema de armado de forjado reticular.



Figura 10. Vista superior de ejecución de forjado reticular con casetones perdidos y zonas de ábacos macizos.



Figura 11. Vista inferior de forjado reticular.

Este forjado no presenta ninguna junta, por lo que, dada la gran superficie que ocupa, su

ejecución se llevó a cabo en 14 pastillas o tramos diferentes, creando juntas de construcción entre ellas y dando continuidad al armado, definido de manera que el forjado funcione como un todo.

Con objeto de aligerar lo máximo posible las cargas sobre el forjado y poder materializar las pendientes necesarias para conectar el intercambiador con las calles aledañas, el proyecto contemplaba la ejecución de una solera elevada resuelta mediante un sistema de encofrado perdido tipo Cúpolex, sobre el que se dispone la correspondiente capa de compresión y mallazo, previo a la ejecución del pavimento del intercambiador en las zonas de tráfico de vehículos u otros acabados en las zonas clasificadas como verdes o peatonales (Figura 12).



Figura 12. Ejecución de solera elevada sobre el forjado reticular.

La conexión del nuevo intercambiador con la actual estación ferroviaria de Cercanías se realiza a través del nivel inferior del intercambiador. Para realizar esta conexión fue necesario demoler parcialmente la pantalla de contención del terreno que cerraba la estación existente, abriendo un hueco mediante corte con hilo de diamante para su posterior picado y demolición (Figura 13). Se ejecutó un pórtico metálico en su lugar, de manera que sirviera para soportar las cargas que pudieran transmitirse al modificar el sistema de apoyo del forjado de la estación existente.



Figura 13. Apertura de hueco para conexión con la estación de Cercanías.

Para permitir la correcta incorporación de los autobuses desde el intercambiador a la avenida con la que comunica (Figura 14), fue necesario demoler uno de los dos templates gemelos de los que disponía la estación existente de Cercanías y cerrar el hueco que este acceso dejaba mediante una losa maciza de hormigón armado.



Figura 14. Vista general de accesos y salida de vehículos del intercambiador

4. Estructura metálica

La estructura metálica del intercambiador está formada principalmente por el bosque de árboles que forma la cubierta del edificio junto con las diferentes cerchas verticales que sirven de soporte del cerramiento de vidrio perimetral. Se completa la estructura con elementos menores, como pasarelas metálicas exteriores o marquesinas, que sirven de base para la instalación fotovoltaica dispuesta.

4.1 Estructura metálica de cubierta: árboles

La cubierta del intercambiador está formada por 17 estructuras metálicas en forma de árboles, de forma hexagonal (Figura 15). Cada uno tiene un diámetro aproximado de 20 m, presentando alturas diferentes según su ubicación, llegando a alturas de 17 m.



Figura 15. Configuración de cubierta metálica mediante estructura de árboles a diferentes alturas.

Estos árboles están formados por un fuste metálico con una sección radial, seis ramas, de las cuales tres son dobles, y correas concéntricas que sirven de base para la cubierta metálica.

Atendiendo a la disposición de los árboles, se distinguen interiores, exteriores y semiexteriores (Figura 16), correspondiendo estos últimos a aquellos en los que el cerramiento de vidrio no ocupa toda su superficie.

Por su forma, se distinguen 13 árboles simétricos y 4 asimétricos.

Los árboles interiores y semiexteriores se encuentran unidos entre sí mediante celosías metálicas que salvan las diferencias de altura entre ellos, a la vez que sirven para ubicar los exutorios que facilitarán la evacuación de humos en caso de incendio. Los 4 árboles exteriores se definen de manera independiente, no estando conectados al resto de la estructura.

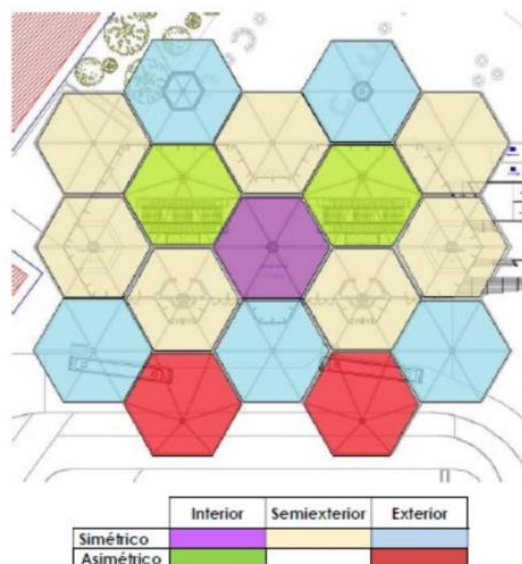


Figura 16. Disposición de tipos de árboles metálicos.

La estructura de los árboles se fabrica con acero S275JR y uniones soldadas, tanto en taller como in situ.

El fuste radial presenta un diámetro de 1 metro y se forma con chapas de espesores variables entre 20 y 35 mm.

Las ramas presentan una sección tipo cajón de 500x250 mm, formadas por chapas de 20 y 35 mm (Figura 17). Las ramas de los árboles simétricos presentan una pendiente de 30°, mientras que las de los asimétricos presentan pendientes entre 24° y 38°.

Uniendo estas ramas se disponen 9 correas concéntricas, con una sección tubular de 120x160 mm, separadas entre sí entre 1,30 y 1,60 m, según su ubicación en árboles simétricos o asimétricos. Se definió una correa adicional exterior que sirviera de cierre de las ramas, formada por dos perfiles UPN120 y chapas laterales de 10 mm, adaptando en cada caso la longitud de estas chapas a cada geometría.



Figura 17. Partes de la estructura de cubierta.

Su estructura se define teniendo en cuenta los posibles vientos que deberá soportar, así como la nieve que pueda acumularse sobre la cubierta, considerando un factor de forma de 2, debido a su geometría de cono invertido, que dificulta el deslizamiento hacia el exterior de esta nieve (Figura 18).



Figura 18. Vista general de estructura metálica durante la ejecución de las obras.

Los diferentes árboles interiores y semiexteriores se unen entre sí mediante celosías formadas por perfiles tubulares que cumplen una doble función: por un lado, servir de arriostramiento entre los diferentes árboles, de forma que se consiga una estructura monolítica con desplazamientos mínimos, asumibles por el cerramiento de vidrio perimetral, y, por otro lado, servir de estructura para los exutorios superiores, que permitirán la evacuación de humos en caso de incendio (Figura 19).



Figura 19. Detalle superior de cubierta metálica, con celosías de unión entre árboles y exutorios.

Para evacuar el agua procedente de la lluvia sobre la cubierta de estos árboles, cada uno dispone de un sumidero central y dos laterales a mayor altura, que se conectan con tuberías verticales a la red de saneamiento general para proceder a su desagüe, evitando así su acumulación en la cubierta.

4.2 Montaje de los árboles metálicos

El primer paso fue hacer construible todo el bosque de árboles, de manera que, manteniendo la configuración de proyecto, todas las uniones entre diferentes elementos fueran ejecutables sin dañar ni deformar la estructura. Al mismo tiempo, se fueron definiendo todos y cada uno de los diferentes encuentros entre árboles, celosías de unión de árboles y cerchas de fachada, todos completamente diferentes, debido a la geometría de los árboles y a las diferentes alturas de cada elemento.

Cada árbol se construyó en varias fases. El fuste, capitel y las ramas fueron soldados en taller y transportados a obra como piezas únicas, que luego se unirían entre sí en obra. Las diferentes correas se colocaron una a una en obra. Todas las piezas llegaron a obra con la pintura intumescente aplicada y sellada.

Los fustes llegaron a obra procedentes de taller, incorporando ya su placa de anclaje (Figura 20). Cada uno pesaba entre 5 y 10 toneladas, dependiendo de su altura. Con ayuda de una grúa autopropulsada, se izaron a su posición definitiva, previo minucioso replanteo topográfico.

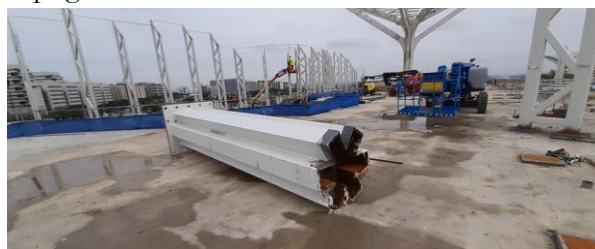


Figura 20. Fuste de árbol previo a su izado.

La pieza del capitel incorporaba la zona de transición hacia las ramas (Figura 21). Estas presentaban el ala inferior más larga que la superior, de modo que se facilitase el posicionamiento mediante encastre de las ramas en el capitel, con alas superiores más largas, y minimizase la necesidad de apoyos auxiliares.

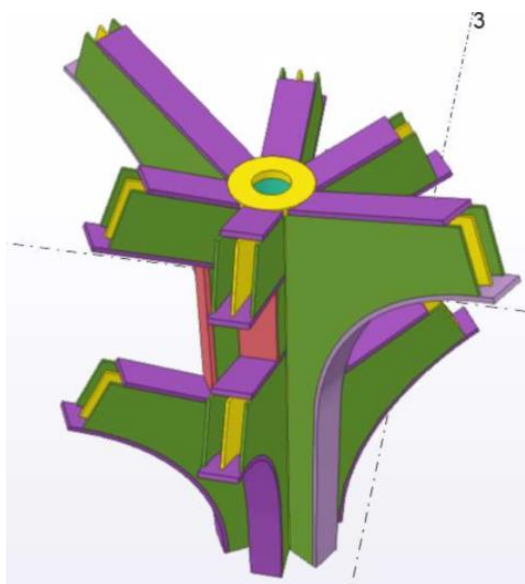


Figura 21. Detalle de pieza de capitel de árboles.

A ambos lados del intercambiador se construyeron unas bancadas metálicas especiales (Figura 22), sobre cimentación realizada específicamente para tal fin, en las que se realizó el premontaje de cada árbol.

Posicionado el capitel en el centro de la bancada especial, se colocaban las ramas de manera simétrica, apoyadas éstas sobre la bancada. A continuación, se soldaban las correas generales y la correa exterior.



Figura 22. Vista general de bancada y premontaje de parte superior de árboles.

Una vez premontada y soldada esta estructura, se realizaba el correspondiente control de soldaduras de las uniones realizadas.

Esta pieza así premontada, con un peso aproximado de 25 toneladas, era izada con ayuda de grúas hasta ser colocada sobre su correspondiente fuste (Figuras 23, 24 y 25). La altura máxima de operación de izado, utilizando grúas, oscilaba entre 26 y 41 m con respecto al

nivel del suelo en el que se ubicaba la bancada provisional.



Figura 23. Izado de parte superior de árbol premontado.



Figura 24. Montaje de parte superior de árbol sobre su fuste.



Figura 25. Detalle de montaje de árboles sobre fuste.

Una vez montada sobre el fuste y previo a la suelta de la grúa, se realizaba la soldadura de unión entre ambas partes, con ayuda de plataformas elevadoras.

Concluido el montaje, se realizaba el control de soldaduras correspondiente.

Se controlaban topográficamente, de manera exhaustiva, los movimientos que experimentaban los árboles ya montados al ser desligados de la grúa, especialmente los asimétricos, comprobando que su posición final estuviera dentro de las tolerancias previstas para

no interferir con el posterior montaje de celosías superiores de unión entre árboles.



Figura 26. Trabajos de montaje de árboles.

Una vez montada la estructura de los árboles (Figura 26), se colocaron las celosías superiores que los unen, así como las diferentes capas que forman la cubierta metálica de aluminio dispuesta.

4.3 Estructura metálica perimetral: cerchas

Para soportar el cerramiento perimetral de vidrio que forma el muro cortina, se dispusieron cerchas metálicas verticales, formando el perímetro del edificio (Figura 27).

Estas cerchas, formadas por perfiles tubulares 350x150x15 mm verticales y por diagonales de 160x120x6 mm, se trajeron de taller ya soldadas junto con su placa de anclaje, procediendo a su montaje directo en obra con ayuda de una grúa. Se dispusieron perfiles metálicos uniendo las cabezas de todas las cerchas, para evitar diferencias de movimientos entre ellas que pudieran afectar a los vidrios de cerramiento.



Figura 27. Vista de celosías soporte de muro cortina.

Sobre estas celosías, se instala el muro cortina definido, consistente en un vidrio aislante de seguridad (Figura 28), de espesor total unos 8 centímetros, y colocado en placas de gran

tamaño, de 5x3 m. Estos vidrios se colocan con la ayuda de una grúa dotada de potentes ventosas.



Figura 28. Montaje de cerramiento de vidrio sobre cerchas metálicas.

Dada la geometría del intercambiador, con objeto de no interferir unos trabajos con otros y cumplir el programa de obra, se realizaron trabajos simultáneos en el tiempo, pero en diferentes zonas, tanto de montaje de estructura metálica, como de cubierta o de cerramiento de vidrio (Figuras 29 y 30).



Figura 29. Trabajos de estructura metálica, cubierta y cerramiento perimetral de vidrio.

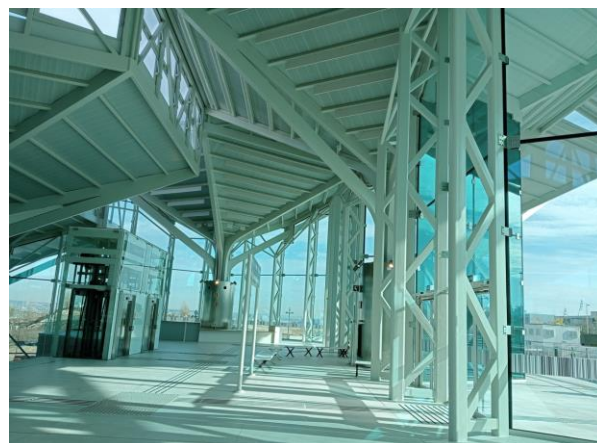


Figura 30. Interior del intercambiador. Árboles, cerchas, cubierta y cerramiento de vidrio.

4.4 Otras estructuras metálicas

Se completa la estructura metálica del intercambiador con otras estructuras menores como son:

- Pasarela metálica exterior que conecta la zona de paso de autobuses con la cubierta del cuarto técnico.
- Marquesinas metálicas asimétricas, soporte de la planta fotovoltaica.
- Estructura metálica que da cabida a los 14 locales comerciales dispuestos en la planta inferior del intercambiador.

5. Cuantías principales de obra

Las cuantías de las principales partidas que forman la estructura del intercambiador son:

- Pantallas de 60 cm de hormigón armado: 1.950 m²
- Pilotes prefabricados hincados: 2.620 m.
- Encepados: 770 m³ de hormigón armado.
- Forjado reticular: 5.300 m², con cuantía de acero aproximada de 55 kg/m³.
- Acero estructural S275: 1.400 toneladas.
- Cubierta de aleación Al-Zn: 6.200 m².
- Cerramiento de vidrio aislante de seguridad: 2.300 m².

6. Puesta en servicio del intercambiador

El Intercambiador de Valdebebas (Figura 31) fue inaugurado el 17 de diciembre de 2024 por la Presidenta de la Comunidad de Madrid, con la presencia del Consejero de Vivienda, Transportes e Infraestructuras de la Comunidad, así como del alcalde de Madrid.



Figura 31. Vista general del Intercambiador de Valdebebas.

Agradecimientos

Propiedad y Autoría del Proyecto: Comunidad de Madrid.

Dirección de Obra y Autor de Proyecto

Modificado: Abalo Arquitectura.

Contratista: Avintia.

Subcontratista de estructura metálica: Inbersa.

Asistencia y Control de Obra: UTE Proes – Socotec – Geoconsult.

Actuación financiada por la Unión Europea Next Generation - Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, Gobierno de España, en colaboración con la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo de la Consejería de Vivienda, Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid.

