



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS**



ANEJO Nº 13 – PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

Proyecto básico y estructural de piscina cubierta y aparcamiento subterráneo en AV/ Augusta. Jávea (Alicante)

Grado en Ingeniería Civil

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OPERACIONES PREVIAS	3
2.1.	DESBROCE.....	3
2.2.	REPLANTEO	3
3.	PRIMERA ETAPA: CONTENCIÓN DEL TERRENO CON PANTALLAS.....	3
4.	SEGUNDA ETAPA: MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	3
4.1.	EXCAVACIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO	3
5.	TERCERA ETAPA: EJECUCIÓN DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN.....	4
6.	CUARTA ETAPA: EJECUCIÓN DE PILARES, FORJADOS DEL APARCAMIENTO Y VASO DE LA PISCINA	4
7.	QUINTA ETAPA: ESTRUCTURA DE LA PISCINA CUBIERTA	5
7.1.	PILARES	5
7.2.	EJECUCIÓN DE LOS FORJADOS INTERIORES DE LA PISCINA Y DE LA ESTRUCTURA DE GRADERÍO	5
7.3.	CELOSÍA.....	6
7.4.	RESTO DE PERFILES DE LA ESTRUCTURA.....	7
7.5.	CERRAMIENTOS Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA PARA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO	7
8.	PLAN DE OBRA	8
8.1.	DIAGRAMA DE GANTT	8

1. Introducción

El objetivo del presente documento, es determinar detalladamente el proceso que se debe seguir para llevar a cabo correctamente la construcción del aparcamiento subterráneo y de la estructura del edificio de la piscina, así como el vaso de la piscina.

Se definen las fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, que son necesarios para la materialización de las estructuras. El orden que han de seguir estas fases tiene que ser claro, ordenado, lógico y lo más eficiente posible. Por este motivo, se ha dividido el proceso en seis etapas diferentes que comprenden desde operaciones previas, pasando por la ejecución de los muros pantalla, la cimentación, el aparcamiento subterráneo seguido del edificio de la piscina, hasta el montaje de los cerramientos y los diferentes acabados.

2. Operaciones previas

2.1. Desbroce

El terreno de la parcela cuenta con una capa de tierra vegetal de 0,5 metros de espesor, por lo que es necesario eliminar esta capa. Para ello se necesitará una pala cargadora hasta que el terreno quede perfectamente limpio y homogéneo. Los residuos generados serán cargados en camión para llevarlos a vertedero.

2.2. Replanteo

En esta operación se plasman en el terreno todos los detalles representados en los planos, como donde ha de ir la cimentación, o el perímetro donde han de ejecutarse los muros pantalla, con el fin de determinar correctamente el emplazamiento de las estructuras que se han de realizar.

3. Primera etapa: Contención del terreno con pantallas

Las diferentes fases que conlleva el proceso de construcción de los muros pantalla son las siguientes:

- Se ejecuta la plataforma de trabajo, que consiste en nivelar el terreno a la cota inicial con el fin de que se cree una plataforma uniforme y plana para facilitar el trabajo de la maquinaria y de los operarios.
- Se construyen los muretes guía permitiendo conducir la cuchara bivalva que excavará para la introducción de los paneles. Una vez realizados se acota la longitud de cada panel, las cotas del fondo de la perforación junto con las rasantes de hormigón y de las armaduras verticales.
- Para finalizar se perforan los paneles, que se agrupan en 4 muros. Los muros M1 y M3 tienen una longitud de 110 metros, por lo que están formados por 21 paneles cada muro de 5 metros de longitud y 2 paneles de 2,5 metros en los extremos con un espesor de 50 cm. Los muros M2 y M4 tienen una longitud de 76 metros, por lo que se ejecuta cada uno con 14 tramos de 5 metros y con 2 tramos de paneles de 3 metros, ambos de 50 cm de espesor. En total se ejecutan un total de 76 paneles con una profundidad de 14,1 metros que, sumado a la viga de coronación explicada posteriormente, tendrá una

altura total de 15 metros sobre la rasante de la zona de actuación tal y como se indica en el anejo Nº 10 – Análisis y cálculos geotécnicos.

La perforación se realiza mediante bataches con cuchara convencional sustituyendo el material extraído con lodos tixotrópicos, que durante la duración del proceso deben estar por encima de la cota inferior de los muretes guía.

Una vez se ha ejecutado la excavación del panel y estando lleno de lodo, se colocan las juntas de hormigonado con una longitud que rebase la zanja y con un ancho de 50 cm.

-A continuación, se colocan las armaduras de acero corrugado, en forma de jaula cerrada formada por una armadura vertical en el trasdós, una armadura vertical en el intradós, una armadura horizontal y rigidizadores en ambas direcciones con el fin de conseguir una armadura simétrica.

Se introduce la armadura en los paneles con ayuda de una grúa.

-Una vez colocada la armadura se hormigonan los paneles utilizando la técnica de hormigón sumergido de modo continuo, mediante un embudo y una tubería que deben permanecer sumergida para evitar la disgregación del hormigón.

-Cuando el hormigón ha fraguado y ha adquirido la resistencia necesaria, se destruyen los últimos 25 cm de hormigón contaminado por el lodo.

-El último elemento es hormigonar la viga de coronación, con una altura de 1,15 metros para que la zona de actuación este a una cota +3 metros sobre el nivel del canal.

4. Segunda etapa: Movimiento de tierras

4.1. Excavación del aparcamiento subterráneo

Una vez se han ejecutado los muros pantalla, se puede comenzar con la excavación del aparcamiento. Se ha propuesto ejecutarlo en 4 fases como se precisa a continuación:

Fase 1

En primer lugar, se ejecutarán pozos filtrantes para aliviar la presión intersticial, tanto en el interior del recinto como en el exterior, los cuales empezarán a bombear desde el comienzo de la excavación, disminuyendo el nivel freático a la cota -8,00 metros.

Fase 2

Se excava el terreno en voladizo hasta la cota -2,50 metros de profundidad.

Fase 3

Mientras se sigue drenando el terreno con las bombas situadas tanto en las zanjas perimetrales como en el interior del recinto, se procede a ejecutar el anclaje activo en la cota -1,80 metros.

Fase 4

Una vez ejecutado el anclaje, se excava hasta la cota -7,1 metros de profundidad donde se realizará la losa de cimentación.

5. Tercera etapa: Ejecución de la losa de cimentación

Antes de la ejecución de la losa de cimentación, se coloca una capa de 40 cm de espesor de hormigón de limpieza sobre el terreno con la misión de mantener limpia la superficie de hormigonado, asegurando un perfecto recubrimiento en el hormigón, y obtener una superficie homogénea y nivelada, para poder ejecutar correctamente la unión entre la losa al muro pantalla.

Una vez se comprueban las armaduras de la zona a hormigonar, previamente colocadas sobre la superficie de la losa, se hormigona por franjas de 22 x 19 metros, lo que supone que la losa se realizará hormigonando 20 veces. Cabe destacar, que para que la armadura debe tener el recubrimiento que se ha considerado de 40 mm por lo que van colocando separadores en los tramos a hormigonar, y que en ella ya se incluyen la disposición de esperas para los pilares.

Del mismo modo, se realizará el atado de las armaduras con el fin de impedir movimientos durante el hormigonado y proporcionar la rigidez necesaria.

Dado que el hormigonado se realiza por franjas y no se puede realizar en un único día, se ejecutarán juntas de hormigonado. Debajo de la junta que se ha replanteado previamente, se habrán dispuesto unas bandas de neopreno encima del hormigón de limpieza antes de colocar la armadura para evitar posibles filtraciones debidas a la supresión. No se contempla la ejecución de juntas de dilatación debido a que en el fondo de la losa de cimentación las variaciones de temperatura son muy pequeñas.

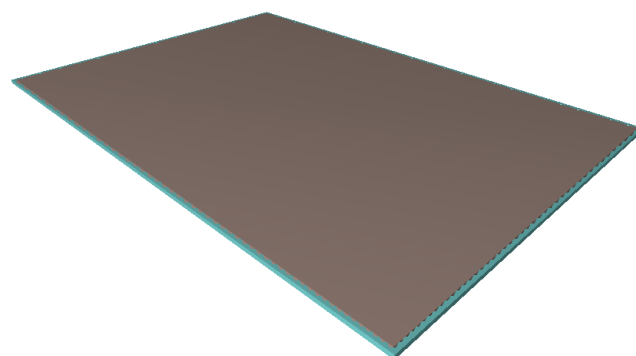


Imagen 1. Ejecución de la losa de cimentación. Fuente: Propia.

Para finalizar la losa de cimentación, se va realizando el curado de la superficie por los tramos que se van terminando, mediante riego de agua durante 7 días. Se realizará una vez finalizado el vibrado y enrasado final para evitar la formación de fisuras por retracción plástica con la pérdida de humedad.

6. Cuarta etapa: Ejecución de pilares, forjados del aparcamiento y vaso de la piscina

Una vez que se ha ejecutado la losa de cimentación a la cota -6,30 metros, y esta ha adquirido la resistencia requerida, se encofran los pilares, y colocando las armaduras y se procede a su hormigonado como se observa en la imagen siguiente:

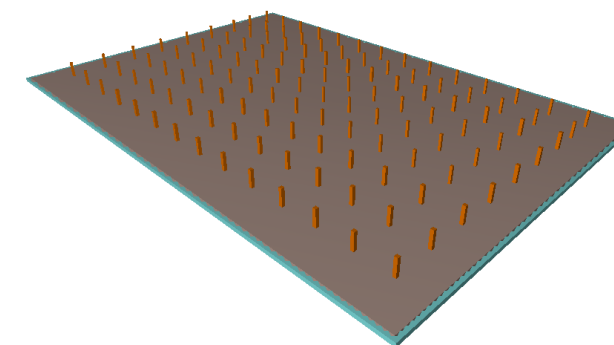


Imagen 2. Fase 1 - Ejecución de los pilares del sótano 2 Fuente: Propia.

Para ofrecer una mejor visualización del interior del aparcamiento se han suprimido los muros pantalla en la imagen puesto que estos ya están contruidos, y no aportan nada a nivel de proceso constructivo del aparcamiento.

Los pilares son de sección cuadrada diferenciándose 4 grupos generales en cuanto a geometría:

- 55x55 cm los del pórtico inferior de la estructura auxiliar que van a la losa.
- 65x65 cm los de los pórticos de la estructura principal y los de los forjados interiores de la piscina.
- 50x50 cm el resto de los pilares.
- 30x30 cm los pilares de debajo del vaso de la piscina.

Después de la ejecución de los pilares se ejecuta el primer forjado a la cota -2,60 metros de profundidad, y una vez ha alcanzado la resistencia necesaria se ejecutan todas las escaleras de acceso. Los forjados son una losa continua de hormigón armado. En esta misma fase se dejan ya las esperas para los pilares de la siguiente planta.

Al igual que ocurre con la losa de cimentación, se ha de realizar la unión entre el forjado y el muro pantalla tal y como se indica en el anejo Nº 11 – Análisis y cálculos estructurales. Parte 4.

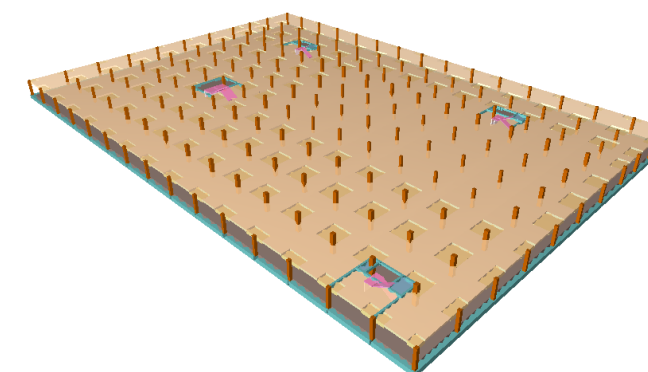


Imagen 3. Fase 2 – Ejecución del primer forjado y de sus escaleras de acceso. Fuente: Propia.

A continuación, se ejecuta el vaso de la piscina encima de estos pilares de 30x30 cm y una vez ejecutado se suben los muros del vaso hasta la cota +0,90 metros y se ejecuta el último forjado del aparcamiento hasta esta misma cota, quedando así la parcela elevada 0,90 metros.

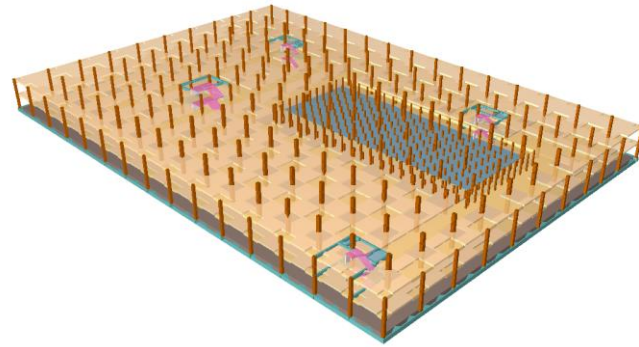


Imagen 4. Fase 3 – Ejecución del segundo forjado, de sus escaleras de acceso y del vaso de la piscina. Fuente: Propia.

7. Quinta etapa: Estructura de la piscina cubierta

7.1. Pilares

Una vez ejecutado el forjado superior del aparcamiento y el vaso de la piscina, se colocan los pilares metálicos ejecutándose la placa de anclaje sobre los pilares de hormigón que suben del aparcamiento. Se deberá realizar un correcto replanteo ya que hay que diferenciar entre las placas de anclaje de los pilares de la estructura principal que son de 650 mm x 650 mm donde se anclarán los pilares HEB 280 mediante 6 pernos de anclaje de diámetro de 32 mm con una longitud de anclaje de 90 mm.

En la estructura auxiliar se colocan los pilares HEB 160 con placas de anclaje de 550 x 550 mm mediante 4 pernos de anclaje de diámetro 25 mm y una longitud de 50 mm en prolongación recta que se deberán empalmar con las esperas.

Las placas de anclaje deberán estar completamente horizontales, colocándose un grut de nivelación que corrija las irregularidades del pilar. A continuación, se deben soldar los pilares a la placa de anclaje, con un cordón de soldadura, tal y como se indica en el dimensionamiento de estos en el anejo Nº 11 – Análisis y cálculo estructura. Parte 2

En la siguiente imagen se observan todos los pilares que conforman la estructura para envolverte del edificio:

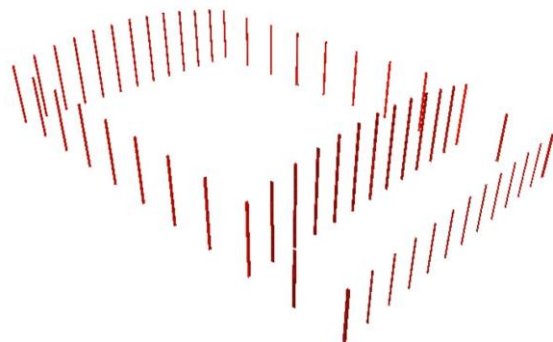


Imagen 5. Fase 1 – Ejecución de los pilares metálicos de la estructura para envolverte del edificio. Fuente: Propia.

7.2. Ejecución de los forjados interiores de la piscina y de la estructura de graderío

Una vez ejecutada la estructura para envolverte del edificio, únicamente queda ejecutar los forjados interiores junto con la estructura del graderío.

La primera fase consiste en construir los pilares de hormigón donde apoyarán los forjados y el primer nivel de graderío tal y como se puede observar en la siguiente imagen:

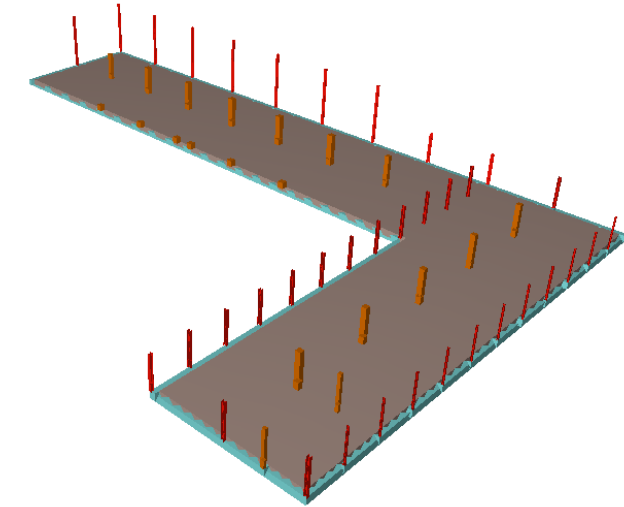


Imagen 9. Fase 1 – Ejecución de los pilares de hormigón. Fuente: Propia.

El siguiente paso es ejecutar las vigas metálicas donde se apoyarán las escaleras, los perfiles metálicos que conformaran la grada inferior, y una vez se haya realizado esto, se podrá ejecutar todo el forjado de la primera planta tratándose de un forjado reticular de bloques perdidos.

A continuación, se ejecutan los pilares de hormigón donde apoyará la grada superior y las escaleras. Este proceso se observa en la siguiente imagen:

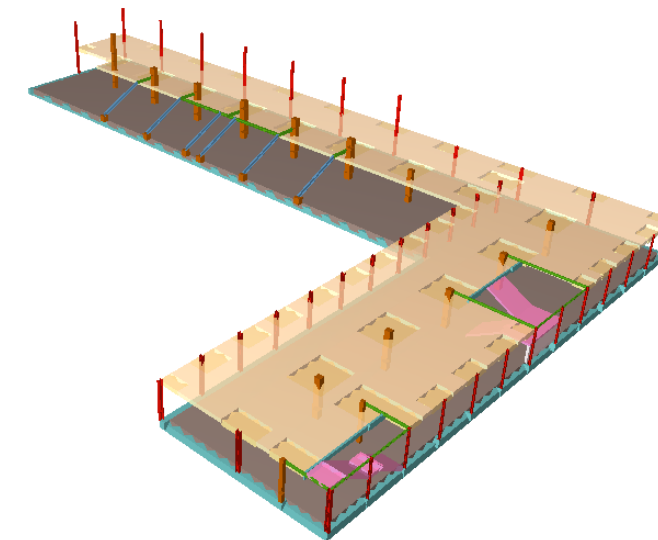


Imagen 10. Fase 2 – Ejecución de la primera planta de forjado y graderío inferior. Fuente: Propia.

El siguiente paso es colocar el esqueleto metálico que conforma el graderío superior y las vigas donde se apoyarán el forjado de viguetas del pasillo de acceso a las gradas superiores. Las uniones de los perfiles metálicos se realizan mediante soldadura.

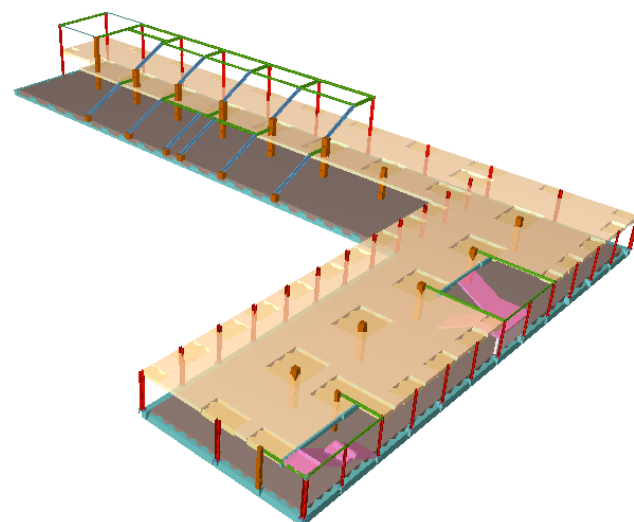


Imagen 11. Fase 3 – Ejecución del graderío superior. Fuente: Propia.

La última fase para la correcta ejecución de los elementos estructurales de la piscina es colocar las viguetas que conforman el pasillo de acceso a gradas, y el forjado reticular existente al final de este pasillo. También se ejecuta la escalera de acceso al graderío superior que apoya sobre el forjado reticular de la primera planta y la viga metálica que conforma uno de los pórticos de las gradas.

En la siguiente imagen se puede observar el conjunto de la estructura terminado, donde se puede observar que la grada superior está formada por 5 pórticos inclinados metálicos, mientras que la inferior cuenta con 6 debido a que entre los dos intermedios se encuentra el acceso a vestuarios.

Para dar forma al graderío, únicamente quedaría seleccionar de catálogo una placa alveolar de hormigón para los asientos. Previamente se han realizado unos “escalones” con perfiles metálicos con el fin de apoyar dichas placas.

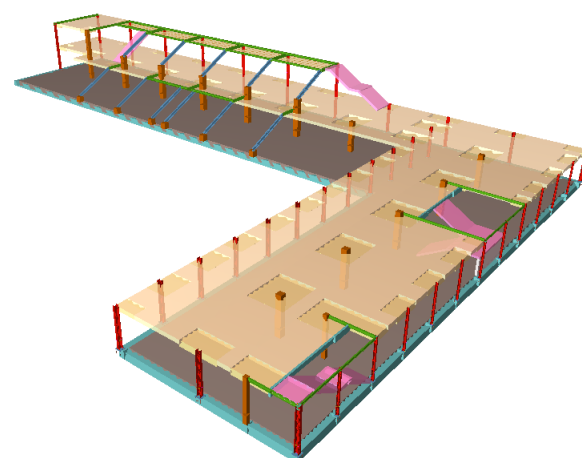


Imagen 12. Fase 4 – Ejecución de forjados de la segunda planta y escaleras de acceso a gradas. Fuente: Propia.

7.3. Celosía

La operación que conlleva la celosía es una parte delicada a la que hay que prestar especial atención.

En primer lugar, dado que en España el transporte por carretera está limitado a 12 metros de longitud, se ha decidido dividir la celosía de 48 metros de longitud en 4 tramos de 12 metros, ya que no se considera el transporte especial debido a que la zona donde tiene lugar la actuación no dispone del suficiente espacio para vigas de 24 o 48 metros.

La celosía se construye en taller en los tramos que se indican en la siguiente imagen:

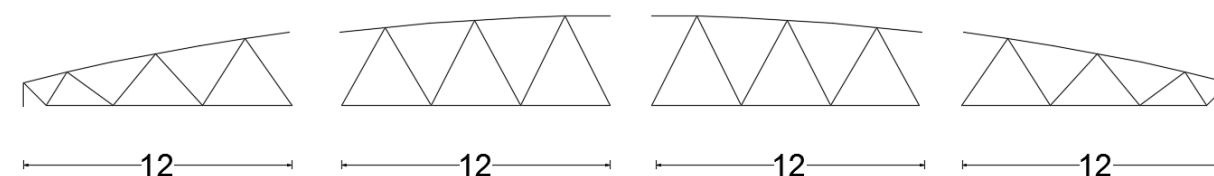


Imagen 6. Tramos de 12 metros en los que se ha dividido la celosía para su transporte. Fuente: Propia.

Como se puede comprobar en la imagen, los dos tramos de donde arranca la celosía no tienen el último tramo de un metro en el cordón inferior con el fin de facilitar la fase de colocación de la celosía. Una vez llegados a obra los cuatro tramos, se soldarán en obra y se elevarán mediante dos grúas que proporcionen cuatro puntos de apoyo con una capacidad de elevación de 20 toneladas a 25 metros de altura para poder trabajar con comodidad. Una vez colocadas las celosías en su sitio, se procede a realizar la unión del cordón inferior al pilar mediante soldadura conforme a lo estipulado en el anejo Nº 11 – Análisis y cálculo estructural. Parte 1 en el apartado de uniones. El último paso sería, unir al pilar el tramo de un metro que queda en el cordón inferior a cada lado al pilar mediante soldadura.

Finalmente, en relación a la resistencia de la celosía, se ha de mencionar que se ha comprobado que, bajo la acción del peso propio, que es la única sollicitación que presenta en la fase constructiva, la celosía sin el último tramo de un metro del cordón inferior presenta esfuerzos más favorables que en la fase de servicio para la cual se ha dimensionado.

El procedimiento a seguir para la celosía de la estructura auxiliar es el mismo que se ha seguido en la estructura principal. La celosía tipo Warren a un agua es de 15 metros, por lo que su transporte se realizará en tramos de 7,5 metros y se unirán en obra. También se suprimirán la realización de los dos últimos tramos del cordón inferior para poder realizar correctamente la unión mediante soldadura a los pilares, una vez se han elevado y colocado las celosías mediante las mismas grúas que se han usado en la estructura principal.

En el caso de los pórticos hastiales, los cuales solo disponen de cordón superior, se sueldan a cada uno de los pilares dispuestos previamente cada cuatro metros conforme a los métodos mencionados en su respectivo anejo.

Cabe destacar que con el fin de evitar que las celosías de ambas estructuras venteen, se disponen tirantes que se anclan a los pilares de los dos pórticos anexos a la celosía. Para los pórticos hastiales se ejecutarán un peso muerto de hormigón.

En la siguiente imagen se muestra la fase dos de la ejecución de la estructura:

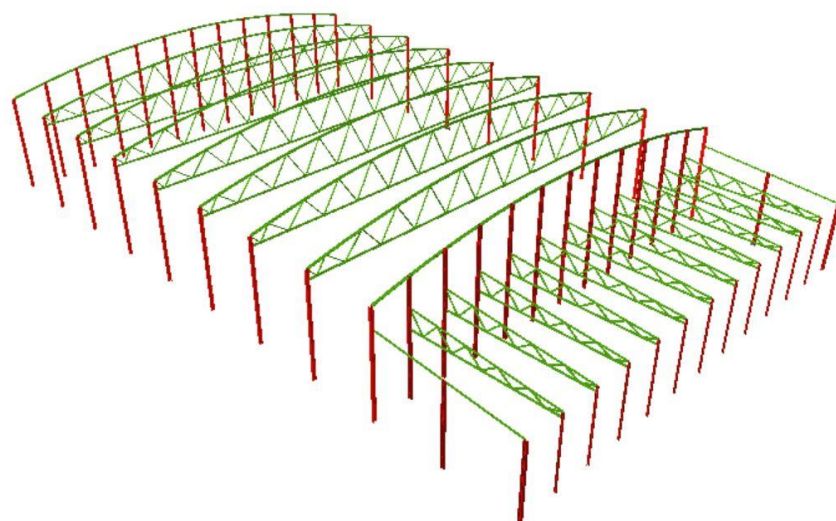


Imagen 7. Colocación y soldadura de las celosías de ambas estructuras. Fuente: Propia.

7.4. Resto de perfiles de la estructura

Una vez se han colocado los 9 pórticos que conforman la estructura principal y los 13 la estructura auxiliar, se colocan las correas, uniéndolas a los pórticos transversalmente. El procedimiento a seguir será igual que con las celosías, es decir, se elevará mediante grúas y se unirán mediante una soldadura en los puntos de contacto con los cordones superiores.

En el caso de la estructura principal, una vez dispuestas las correas se colocan las tirantillas, que se disponen cada 7,5 metros, y van soldadas al alma del perfil IPE220 de las correas.

Dado que las correas presentan longitudes mayores a 12 metros se transportan en tramos, los cuales se sueldan en obra.

Una vez colocadas las correas, se disponen las tornapuntas, que van del cordón inferior a las correas cada 8 metros con el fin de arriostrar en el plano perpendicular al pórtico, debido a que el cordón inferior puede llegar a comprimirse con el viento de succión sobre la cubierta.

Arriostramientos

Otro elemento importante de la estructura son los arriostramientos, es decir, las cruces de San Andrés, tanto de las de la fachada lateral como las de cubierta, que dotan a la estructura de estabilidad.

En el caso de las cruces de cubierta solo se disponen en entre los pórticos de los extremos.

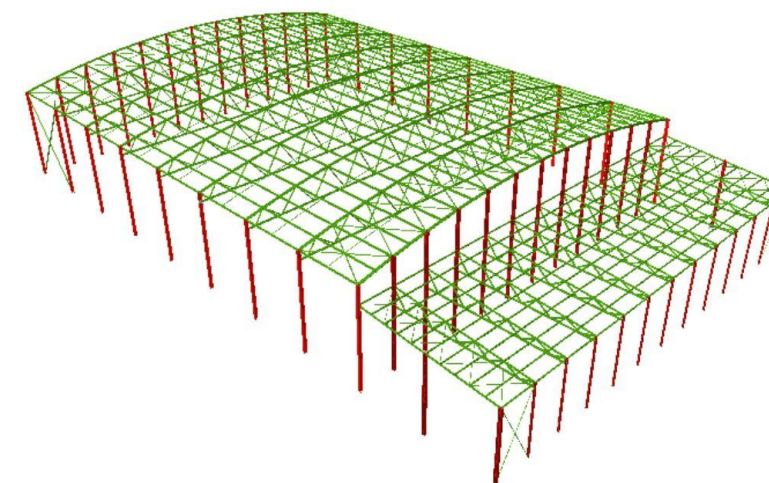


Imagen 8. Esqueleto metálico de la estructura completo. Fuente: Propia.

7.5. Cerramientos y acabados de la estructura para envoltorio del edificio

Una vez está ejecutada, toda la estructura resistente se procede a colocar el cerramiento del edificio. En primer lugar, se colocará la cubierta, que se trata de un cerramiento formado por paneles tipo sándwich que ya vienen preparados para su montaje con otros paneles unidos mediante remaches. Estos paneles se apoyan directamente sobre las correas. Tal y como se describe con más detalle en el anejo N°04 – Estudio de soluciones, la cubierta cuenta con franjas que dotan al edificio de iluminación natural.

A continuación, se coloca el cerramiento de fachada, también formado por panel tipo sándwich. Los cerramientos de fachada se apoyan en las correas de fachada IPE 160 previamente colocadas, las cuales se disponen cada 1,40 metros, con la misión de transmitir los esfuerzos al pilar de forma conjunta.

Por último, solo queda definir la instalación de tabiques para dividir las plantas en las distintas zonas tal y como se detalla en el estudio de soluciones; los falsos techos y los diferentes acabados e instalaciones que alberga una piscina para su correcto funcionamiento. Además, se colocan los acabados como pueden ser canalones para recoger el agua pluvial que desagua la cubierta. Se dispone un canalón a cada lado de la estructura principal de una longitud superior a 60 metros, unidos a unas tuberías verticales que bajan por la fachada evacuando el agua a una arqueta. En la estructura auxiliar se dispone un único canalón de 48 metros de longitud en el lado inferior de la cubierta a un agua.

8. Plan de obra

Con el programa informático Microsoft Project 2016 se ha obtenido el proceso temporal que se ha de seguir durante la ejecución de la obra. Este proceso queda definido en el diagrama de Gantt que se adjunta al final de este apartado.

La actuación comenzará el día 05/09/2016 y finalizará el 10/10/2018, lo que comprende una duración total de las obras de 2 años 1 mes y 5 días.

En el diagrama de Gantt se establecen diferentes relaciones entre las tareas que se han definido las cuales se exponen a continuación:

- Final – Comienzo: La tarea B no puede comenzar hasta que haya finalizado la tarea A.
- Comienzo – Comienzo: La tarea B no puede empezar hasta que empiece la tarea A.
- Final – Final: La tarea B no puede terminar hasta que haya finalizado la tarea A.

8.1. Diagrama de Gantt

En las páginas siguientes, se adjunta el diagrama de Gantt, donde se muestra la duración de cada actividad y las relaciones que se dan entre las diferentes tareas.

