

Proceso constructivo de la Torre Ikon en Valencia

Construction process of the Ikon Tower in Valencia

Susana Jareño Cobo^a, Mercedes Madrid Ramos^b, Angel Peral San Emeterio^c y

Raquel Ortega García^d

^aIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. Dragados S.A. Ingeniero Servicio de Estructuras de la Dirección Técnica.

sjarenoc@dragados.com

^bIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. Dragados S.A. Jefe Servicio de Estructuras de Edificación de la Dirección Técnica.

Profesor asociado en el Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de estructuras de la Universidad Politécnica de Madrid.

mmadridr@dragados.com

^cIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. Dragados S.A. Jefe de grupo. aperals@dragados.com

^dArquitecto Técnico. Dragados S.A. Jefe de producción. ortegag@dragados.com

RESUMEN

La construcción de la Torre Ikon ha supuesto la ejecución de la estructura para el edificio residencial más alto de Valencia, 108m sobre la rasante de la calle. Cabe destacar, además de su importante altura, la complejidad del montaje de su fachada y la singular tipología estructural de los forjados superiores mediante el empleo de aligeramientos de plástico reciclado. Durante el seguimiento de este proceso constructivo queda constancia de la complejidad de la ejecución de proyectos cada vez más ambiciosos tanto arquitectónicamente como estructuralmente en el ámbito de la edificación residencial.

ABSTRACT

The construction of the Ikon Tower has involved the execution of the structure for the tallest residential building in Valencia. It is worth highlighting, in addition to its significant height, the complexity of the assembly of its façade and the unusual structural typology of the upper floors through the use of recycled plastic lightweighting. During the follow-up of this construction process, the complexity of the execution of increasingly ambitious projects, both architecturally and structurally, in the field of residential construction, becomes evident.

PALABRAS CLAVE: hormigonado en altura, losas con aligeramientos, trepas.

KEYWORDS: high-rise building construction, hollow modules slabs, self climbing formwork.

1. Descripción general de la estructura

El conjunto estructural está formado por varios bloques de distintas geometrías y alturas sobre los que destacan dos torres, Torres A y B, de uso residencial con 31 y 15 plantas respectivamente, unidas entre sí por un núcleo de circulación vertical, Torre C. Estas torres arrancan a su vez de un zócalo o podio de 4 alturas que contiene

accesos, usos terciarios y zonas comunes residenciales (Figura 1). Bajo rasante, ocupando toda la huella de la parcela, se han proyectado dos sótanos destinados al uso como aparcamiento. La mayor parte de la estructura se ejecuta de hormigón armado, solo de manera local se emplean pilares metálicos.

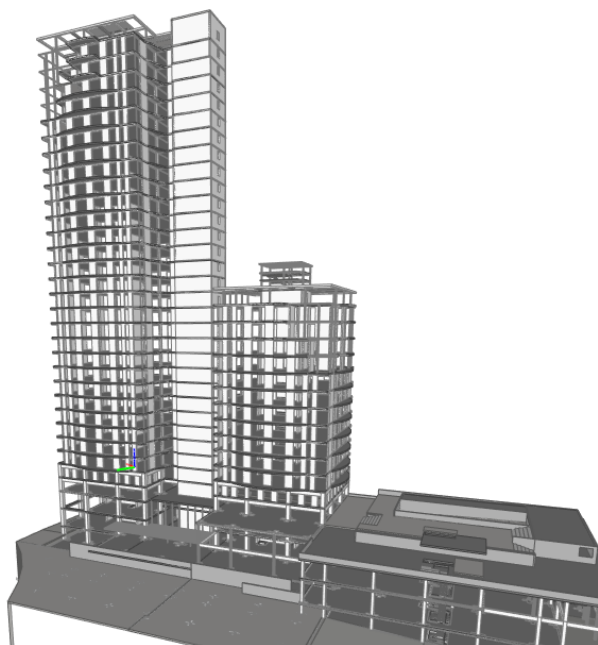


Figura 1. Modelo ifc de la estructura sobre rasante[1]

Los forjados de la Torre A se han proyectado mediante losas de módulos huecos de plástico reciclado de 27 cm de canto. La Torre B se ha resuelto con forjado reticular 27+5 de casetón perdido. La Torre C y las plantas del podio y bajo rasante se han proyectado con losas macizas de diferente canto según los usos y cargas.

En cuanto a los soportes de la estructura, se ejecutaron pilares de hormigón de sección rectangular y circular hasta la cubierta del podio. En dicha planta se dispone una viga de gran canto que actúa como elemento de transición para modificar la retícula de pilares perimetrales en las torres, cambiando además a secciones apantalladas. En el interior de las torres y del núcleo de comunicación se han proyectado potentes pantallas que arriostran la estructura ante esfuerzos horizontales.

Los distintos bloques estructurales (A, B, C, D, E, F y G) se separan mediante juntas de dilatación que en algunos casos se conectan mediante pasadores tipo “Cret”.

2.Descripción de la envolvente

En la envolvente de la fachada se distinguen dos acabados principales, paneles de GRC (Glass

reinforced concrete [2]) en los bloques de viviendas, y lamas verticales de aluminio en el podio y núcleo de comunicaciones. Los paneles de GRC se conectan directamente al canto de los forjados o a las pantallas, y a una estructura de “peines” metálicos permitiendo así adaptar la geometría curva de la envolvente a las líneas más rectas de la estructura.

3.Forjados con aligeramientos de plástico reciclado

El uso histórico de forjados aligerados encaminado a optimizar los materiales y el peso propio de la estructura, cobra aún más relevancia en nuestros días. La búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles nos conduce a apostar por este tipo soluciones.

La solución empleada en la construcción de la Torre A emplea como aligeramiento (Figura 2), módulos huecos de plástico reciclado que contribuyen a disminuir la masa del conjunto sin apenas perder capacidad de carga.



Figura 2. Detalle aligeramientos colocados en obra.

3.1 Ventajas e inconvenientes

Tal y como se ha mencionado, como ventaja principal cabe destacar la reducción del peso de la estructura. Esto es especialmente relevante en edificios de más de 10-12 plantas, donde un peso reducido contribuye a reducir los esfuerzos en los pilares y las cimentaciones, lo que a su vez repercute en la reducción del coste de los materiales de construcción en otras partes de la estructura del edificio.

Por otra parte, el uso de materiales reciclados evita la emisión de CO₂ que se genera durante la producción de materiales tradicionales, lo que permite mejorar la puntuación global de la estructura encaminada a la obtención de sellos y certificaciones de la sostenibilidad en la edificación. En función del canto total del forjado y de la altura del aligeramiento, la reducción de CO₂ oscila entre un 19 y 33% frente a una losa maciza [3].

Por último, es importante también destacar las propiedades de aislamiento de los plásticos reciclados, lo que contribuye a mejorar tanto la eficiencia energética como el confort acústico en los edificios.

Como contrapunto de las ventajas descritas, debemos mencionar un posible coste inicial más alto. Aunque el uso de plástico reciclado puede generar ahorros en términos de peso y eficiencia energética, el coste inicial de los materiales y mano de obra puede ser más alto que el de un forjado tradicional, o bien no ser la solución que mejor se adapte a un diseño estructural concreto.

3.2 Criterios simplificados para el diseño

No es objeto del presente artículo ahondar en los cálculos y análisis desarrollados por las distintas patentes para homologar sus productos en el campo de la construcción, no obstante, se considera interesante exponer cuál sería el proceso simplificado que permite encajar inicialmente las características geométricas y distribución de aligeramientos de este tipo de

forjados. Se trata de un diseño iterativo que parte de una losa maciza que cumpla las recomendaciones de relación luz-canto útil [4] y resistencia a fuego exigida. Sobre el modelo de la losa, supuesta toda como aligerada, deben tenerse en cuenta la reducción de peso propio que proporciona el aligeramiento, y un factor de corrección de la rigidez, ambos valores aparecen tabulados en los documentos de especificaciones técnicas de las distintas patentes [3]. Finalizada esta primera iteración, se obtienen las isolíneas de cortante, que, junto con el factor de corrección del cortante, aproximadamente de 0.5, permite establecer que áreas del forjado deben ser macizadas. Según la nueva geometría de áreas macizadas y aligeradas, se corrige la asignación del peso propio a cada una de estas zonas y se realiza una última iteración.

En el caso particular de esta obra, se resolvieron los forjados con un canto total de 27cm y aligeramientos de 12cm de altura. Esta geometría permitió salvar luces de 6.5-7.5m y voladizos de hasta 2.35m.

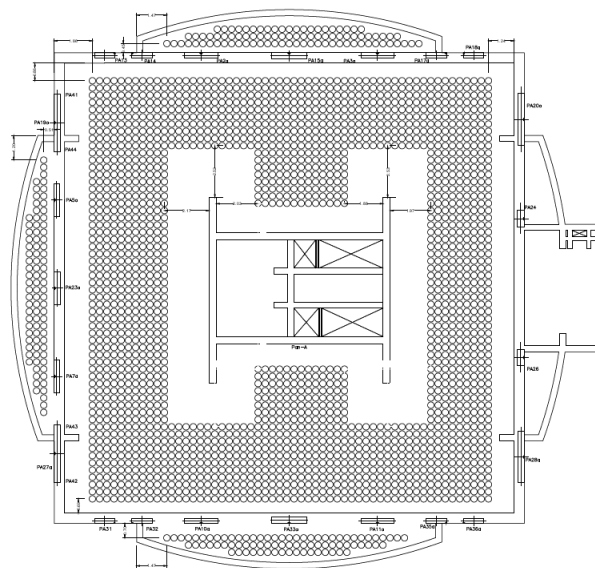


Figura 3. Planta tipo Torre A con aligeramientos y áreas macizadas [1].

3.3 Puesta en obra y construcción

Las áreas de acopio de los aligeramientos pueden ser bastante reducidas en obra puesto que éstos llegan desmontados y pueden ser ensamblados y

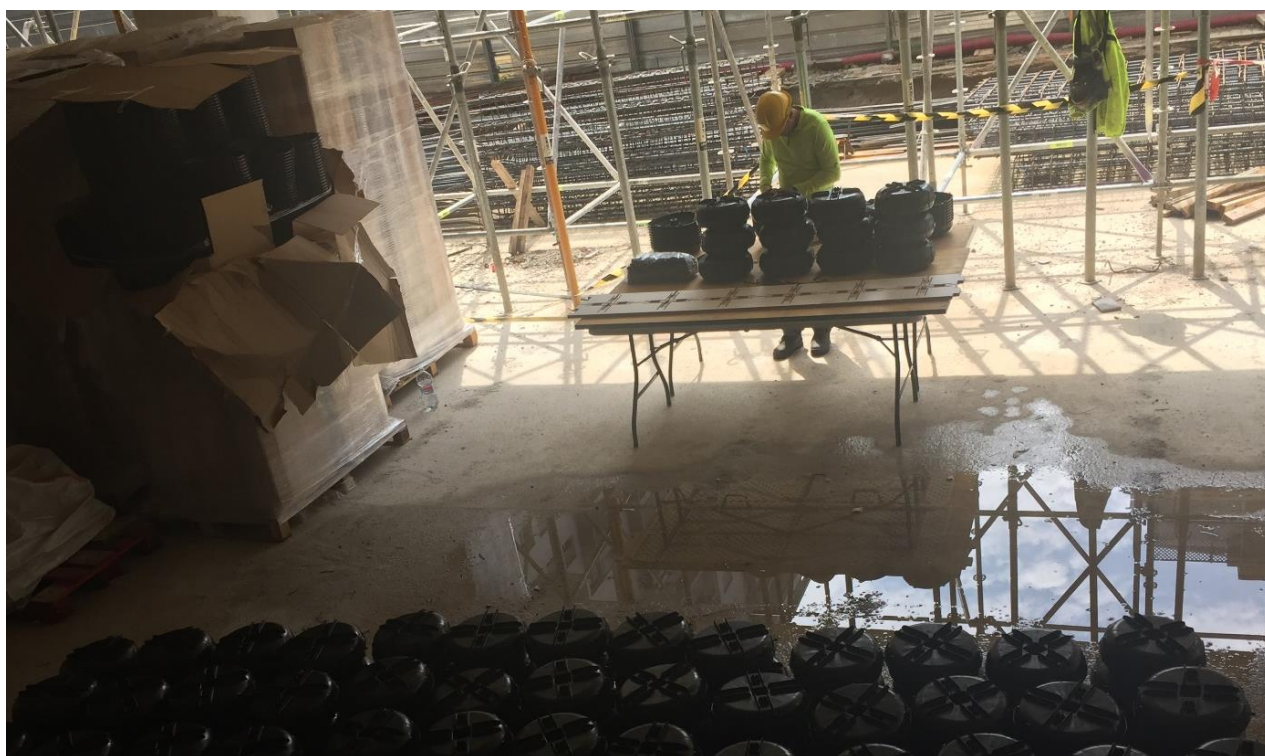


Figura 4. Palets con piezas desmontadas y zona de ensamblaje.

acopiados en función de la disponibilidad de espacio (Figura 4). A diferencia de los aligeramientos de poliestireno expandido, con cierta capacidad de absorción del agua de lluvia, los aligeramientos de plástico reciclado no presentan ningún problema si deben ser acopiados a la intemperie.

En cuanto al hormigonado del forjado, este debe ser realizado en dos fases para evitar la flotación de los aligeramientos. En este proyecto en concreto, fue suficiente con esperar 60-90 minutos entre el hormigonado de la primera y segunda capa, prácticamente coincidiendo con los lapsos para el suministro y bombeo del hormigón (Figura 5).

4. Procesos constructivos

Como en cualquier obra, el análisis y definición de los procesos constructivos constituye una parte fundamental e imprescindible para la planificación de la obra. Permite controlar y optimizar los tiempos garantizando la máxima seguridad.

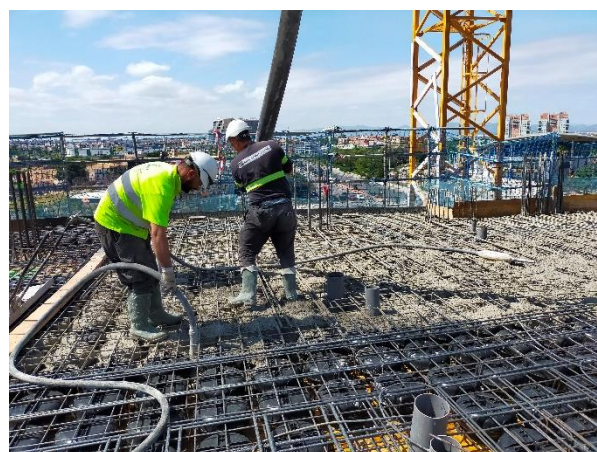


Figura 5. Hormigonado forjado aligerado.

4.1 Apuntalamientos y encofrados

Si bien se tiende a creer que solo los edificios de uso público y administrativo presenta grandes “alardes” arquitectónicos, cada vez es más frecuente la aparición de desafíos estructurales en los edificios de tipología residencial. Este el caso de la Torre Ikon. Adicionalmente a los típicos estudios de apuntalamiento que incluyen técnicas de clareado o recimbrado, fue necesario analizar múltiples situaciones singulares donde los retranqueos y huecos en la estructura hacía

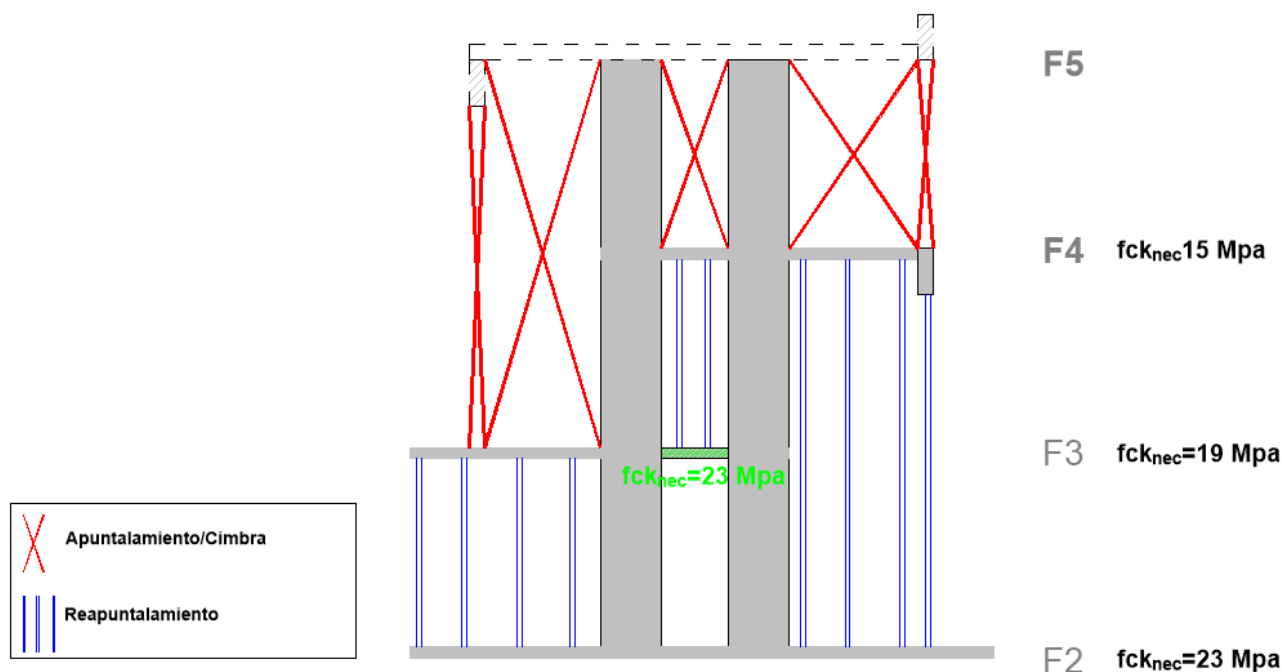


Figura 6. Esquemas de apuntalamiento para la obra y resistencias exigidas en los forjados Torre C

imposible seguir la secuencia general definida por las casas de encofrados. Casos como el que se muestra en la Figura 6 fueron analizados con el objeto de recuperar el material de encofrado en el menor plazo posible, siempre garantizando que la estructura presentase seguridad y rigidez suficiente bajo las cargas actuantes en el momento de descimbrado.

4.2 Cimbras especiales

Tal y como se ha comentado, se dispone una viga de gran canto como elemento de transición para modificar la retícula de pilares en la cubierta del podio. Se trata de una viga de 4.15m de canto por 0.75m de ancho, común a los forjados F6 y

F7 y diseñada con huecos pasantes que permiten el paso de la luz natural al interior del podio.

Hormigonar la viga en una fase única conllevaría una alta densidad de puntales bajo la viga, además de la necesidad de bajar dicho apuntalamiento hasta la cimentación. Como alternativa se analizó la capacidad de la sección parcial de la viga hasta la cota inferior de los huecos de ventana (0.75m x1.30m.), para cuyo hormigonado bastaba con apuntalar hasta el forjado F3 (Figura 7 y 8). En esta fase inicial, Fase 1, los forjados F4 y F5 ya habrían sido reapuntalados y adquirido la resistencia característica de proyecto. Para el hormigonado de la parte superior de la viga hasta la cota

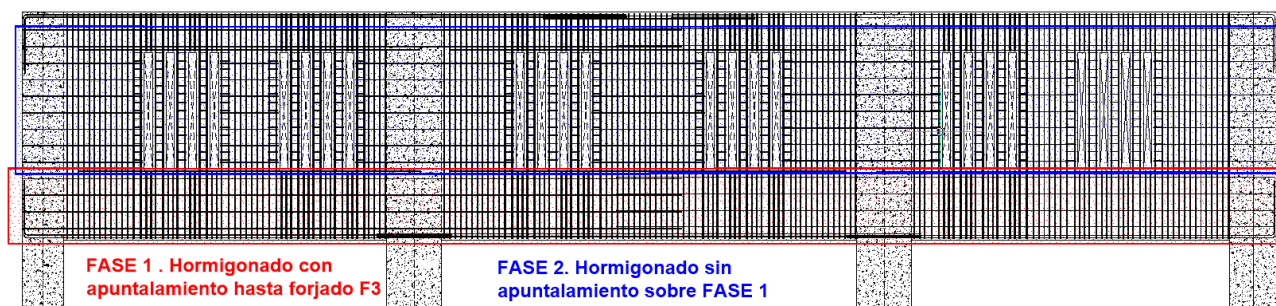


Figura 7. Fases hormigonado viga puente entre forjados F6 y F7



Figura 8. Cimbra para hormigonado de viga puente.

inferior del forjado F7 ya no fue necesario mantener apuntalada la viga pero la resistencia del tramo hormigonado en la primera fase ya debía haber alcanzado 25Mpa (unos 7 días con un cemento de endurecimiento rápido [5]).

También cabe destacar la cimbra necesaria para la ejecución de las vigas exentas que resultaban de los retranqueos de los forjados de las últimas plantas y las pérgolas de cubierta de las Torres A y B. (Figura 9 y 10)

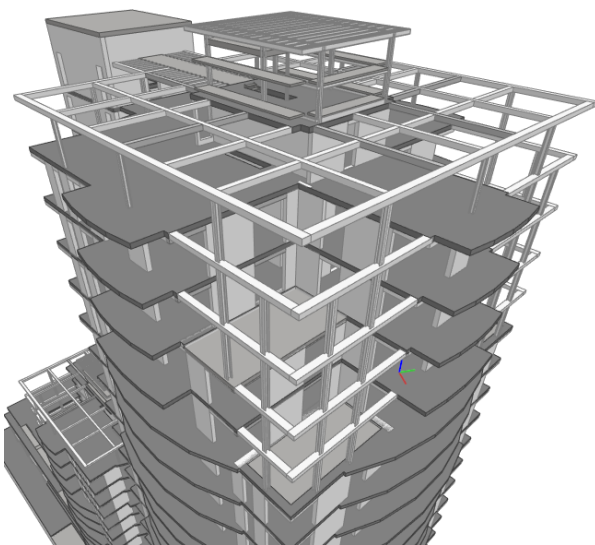


Figura 9. Detalle modelo ifc de estructura plantas superiores Torre A [1]

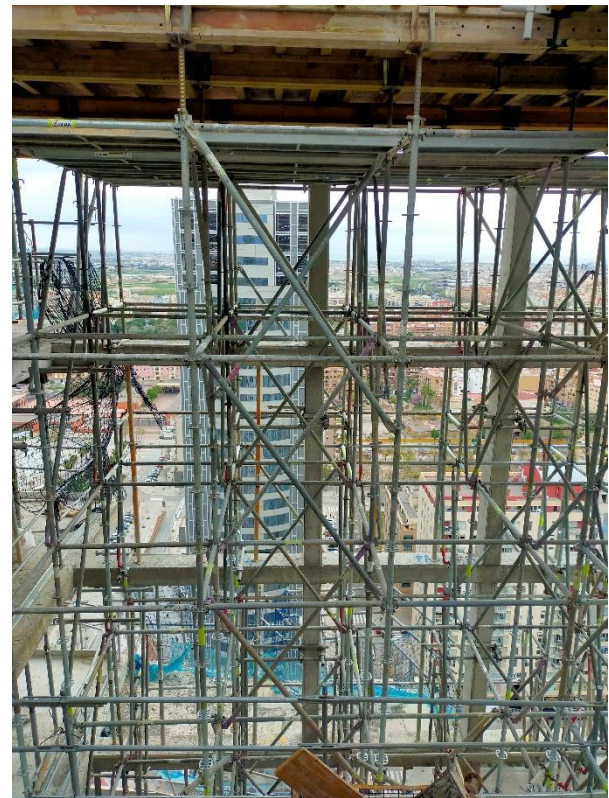


Figura 10. Cimbra vigas exentas.

4.3 Encofrados trepantes

Para la ejecución de los muros del núcleo de comunicaciones, Torre C, se utilizó un sistema trepante guiado que se deslizaba a lo largo de 110m de altura. Se diseñó una altura de tongada de 3.30m. No solo la velocidad de hormigonado resultó determinante en el diseño de la trepa, tratándose de una Torre de gran altura sin obstáculos en su entorno, la acción del viento resulta limitante en las operaciones (viento máximo considerado de 160km/h).

La resistencia mínima que debía ser garantizada a la hora de trabajar en las plataformas, así como a la hora de treparlas, era de 17Mpa. En algunos casos fue necesario reforzar localmente el armado de proyecto de los dinteles para poder soportar la reacción de los conos de trepa que se apoyaban en tales elementos.



Figura 11. Encofrado trepante Torre C



Figura 12. Izado y posicionamiento de peines metálicos

4.4 Montaje de fachadas

El montaje de los paneles de GRC y de las lamas de aluminio se realizó con grúa torre, grúas móviles, andamios motorizados y medios auxiliares convencionales. No obstante, cabe destacar el montaje de las piezas auxiliares de “peines” metálicos (Figura 12). Estos peines se ubican en las plantas altas de las Torres A y B, a ambos lados de los balcones cortos, con el fin de servir de soporte a los paneles de GRC y mantener la misma estética de fachada de las plantas inferiores donde la estructura de los balcones es más ancha. Para su posicionamiento se diseñaron las piezas de anclaje a la estructura mediante colisos y frenos, de tal manera que se ampliaran las holguras necesarias para las maniobras de montaje.

Las piezas de anclaje de las lamas fueron rediseñadas durante la fase de montaje en las zonas donde la irregularidad de la estructura impedía el anclaje estándar de la plantas inferiores. En las zonas donde el anclaje caía en paños de fábrica, se consideró que ésta no tenía



Figura 13. Detalle pieza de anclaje peines a estructura

capacidad suficiente y se optó por generar piezas compuestas en voladizo desde los forjados de hormigón.

Para el tránsito y operación de grúas móviles sobre la planta baja de los bloques G y F, zonas comunes exteriores del edificio, se analizó la capacidad de estos forjados con el objeto de establecer corredores para la

circulación de estos vehículos pesados, y sobre todo, determinar las posiciones viables de trabajo de las grúas sobre bastidores de reparto y chapones metálicos. Pese al uso restringido de los forjados a posiciones concretas, fue posible completar la ejecución de la fachada evitando el apuntalamiento hasta cimentación de la estructura.

5.Conclusión

La construcción de la Torre Ikon denota la importancia que en nuestros días ha cobrado la sostenibilidad, la seguridad estructural y la eficiencia en la planificación y ejecución de las obras.



Figura 14. Vista general obra terminada

Agradecimientos

Una obra de estas características requiere del trabajo en equipo de muchos profesionales que se han esforzado cada día hasta alcanzar el resultado esperado. Nuestro agradecimiento a todos ellos.

Referencias

- [1] Archea Arquitectura y urbanismo, S.L.P. Modelo ifc Proyecto de ejecución “Torre Ikon by Kronos Homes”. Edificio de viviendas, locales comerciales y garaje.” Enero 2020.
- [2] The International Glasfibre Reinforced Concrete Association. Practical Design Guide for GRC, Version 1.1. United Kingdom, Marzo 2018.
- [3] Unidom XS Especificación Técnica. Unidome Deutschland GMBH. Versión 20/01.
- [4] Anejo 19 Código Estructural. Comisión Permanente del Hormigón y Comisión Interministerial Permanente de Estructuras de Acero, Madrid, 2021.
- [5] Comisión Permanente del Hormigón, Instrucción de Hormigón Estructural EHE-2008, Ministerio de Fomento, Madrid, 2008