

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Chipre (Nicosia)

Medical School and Health Sciences Building for the University of Cyprus (Nicosia)

Fernando Medina Reguera^a, Federico Palazón Garrido^b, Antonio González Liñán^c

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Next Force Engineering. Director Técnico. fer.medina@nextforce.es

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Next Force Engineering. Director de Proyectos. fede.medina@nextforce.es

^c Arquitecto. SV60 Cordon & Liñán Arquitectos. Socio Director. sv60@agcordon.com

RESUMEN

Con unas dimensiones globales de 70mx45m, y un atrio interior de 44x24m, este edificio cuenta con cuatro pisos sobre rasante, uno parcialmente bajo rasante, y un nivel totalmente subterráneo. Concebido con un esqueleto principal de estructura mixta y losas ligeras, el edificio emplea núcleos de hormigón y cerchas de acero con los que se diseñan tres bloques conceptuales estructurales diferentes, rígidamente conectados. El atrio está atravesado por cinco pasarelas mixtas bijnacena de 25 m de longitud, que conectan diferentes niveles del edificio, y se apoyan en soportes mixtos, que vuelan de las cerchas.

ABSTRACT

With global dimensions of 70mx45m and an inner atrium of 44x24, this building has four stories above ground, one that is partially below, and a fully underground level. Conceived with a main resisting system built of composite frames and lightweight floors, the building uses concrete cores and steel truss, forming three different structural blocks, rigidly connected to each other. The atrium is crossed by five composite 25m-long twin girder footbridges, connecting different levels of the building, and supported at composite bearings hanging from the steel trusses.

PALABRAS CLAVE: mixtas, celosía, pasarela, forjado ligero, análisis sísmico, diseño de uniones.

KEYWORDS: composite, steel truss, footbridge, lightweight floor, seismic analysis, connection design.

1. Esquema general

Esta interesante construcción, proyecto del estudio SV60 Cordon y Liñán, se planteaba como un edificio de 70mx45m, liviano que podría emerger del campus y elevarse sobre este, no solo permitiendo el paso por debajo de él, sino invitando a entrar en su atrio, de 44mx24m, descubierto, arbolado y aterrazado, y solo atravesado por pasarelas que, por cruzar de una planta a otra, dieran la sensación de estar colgadas de lado a lado. En el extremo flotante, dos pilas de grandes dimensiones dan soporte y enmarcan de forma translúcida el edificio,

generando el volumen interior sin necesidad de encerrarlo.

En su interior, el edificio, en forma de anillo rectangular, requiere de grandes luces por las necesidades de espacio de una facultad de medicina moderna (laboratorios y aulas especiales, equipamiento e instalaciones singulares, etc.). La circulación en la planta se debía concentrar de nuevo en el atrio, con un pasillo en vuelo acristalado que lo circunda en cada nivel. Las pasarelas permiten cruzar de un ala a otra de la facultad, enlazando niveles.

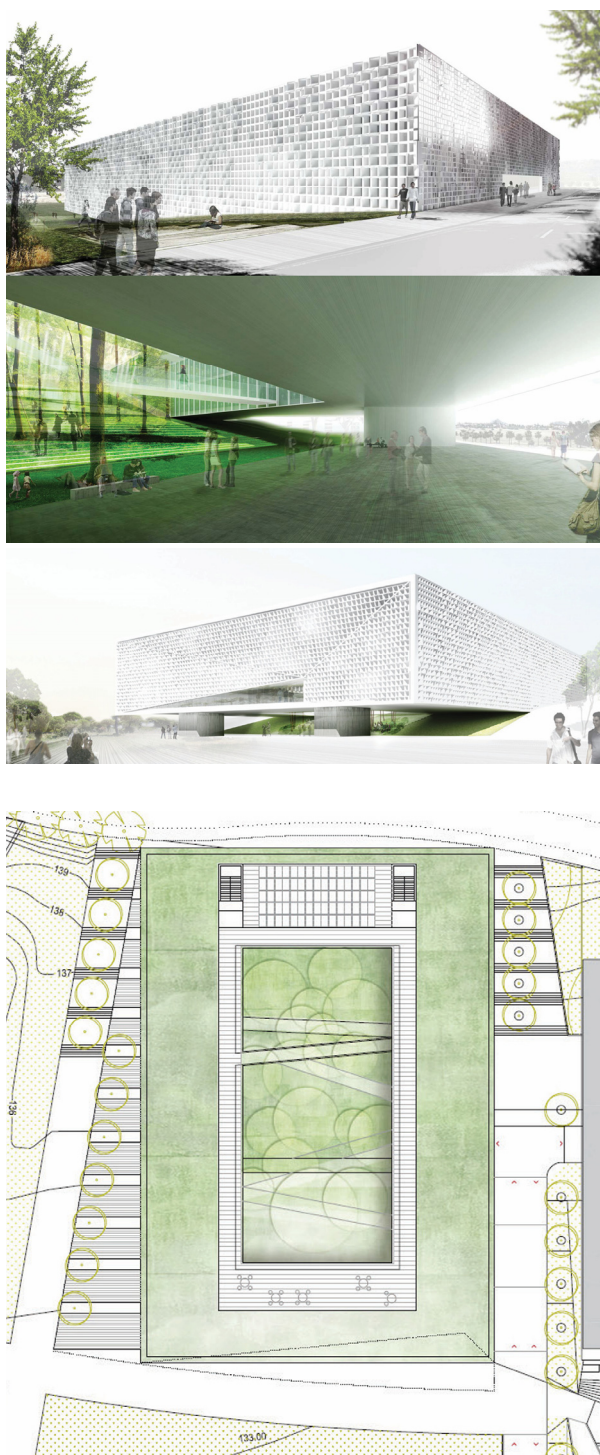


Figura 1. Imágenes del concurso internacional.

Con el fin de lograr este objetivo, el edificio se concibió como una estructura con 3 partes diferentes. El núcleo semienterrado, del que aflora el edificio; el pórtico opuesto, soportado por las grandes pilas, y unos edificios puente, que unen estos bloques de forma rígida.

El diseño se inspira de alguna forma en la estructura en voladizo del Edificio Torre Mare Nostrum de J. Martínez Calzón [1].

2. Tipología Estructural

El primer bloque estructural se denominó CCB, Concrete Core Block, y se proyectó como un edificio pilotado, con muros y pilares de hormigón, y luces de 10m, que podían salvarse con forjados aligerados de hormigón, tipo bubbledeck. Se disponen dos núcleos de escaleras de hormigón, que permiten formar el vestíbulo de la entrada principal soportando dos celosías de 20m de luz. Como singularidad, este bloque debe soportar parte del aterrazamiento y arbolado del atrio, por lo que dispone de muros de contención y forjado con nervaduras de cuelgue invertido para soportar la carga de las tierras. Estos muros están apeados sobre el techo del sótano. Como característica adicional, el bloque se cierra con 4 pilares apantallados de 2.50x0.40m, que esperarán la conexión con el siguiente elemento portante.

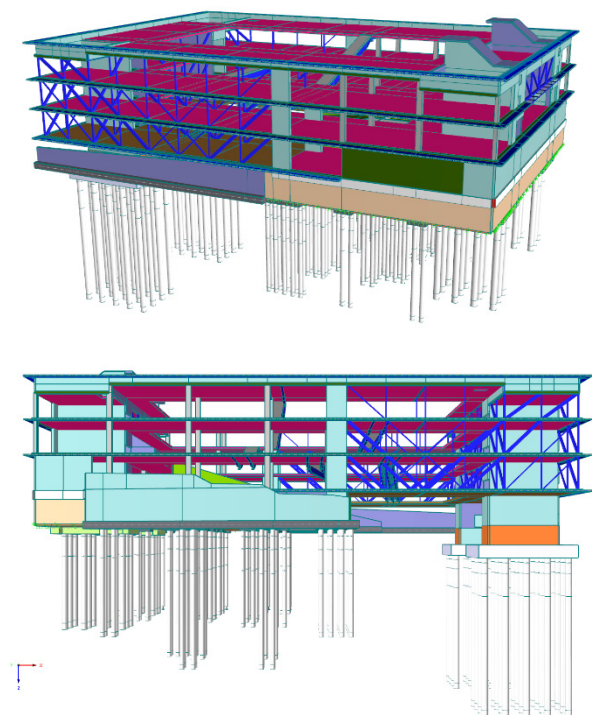


Figura 2. Vistas del modelo de cálculo del edificio. Fachadas Este y Oeste.

El siguiente bloque portante es el DOT, Double Overhanging Truss, formado por los dos núcleos vistos de hormigón, asimismo pilotados, y entre los que se dispone un edificio de 4 plantas como una viga con voladizos de compensación,

en la que los únicos elementos estructurales son las celosías planas, separadas 10m entre sí. Los núcleos se arman de forma que los tirantes que se forman entre diagonales principales del esquema estructural sean resistidos de forma distribuida. Este bloque con un panel de celosía en cada extremo (en las fachadas perpendiculares a la directriz de la viga compensada), se diseña para comportarse en sus extremos como una sección tubular, con rigidez y resistencia torsional.

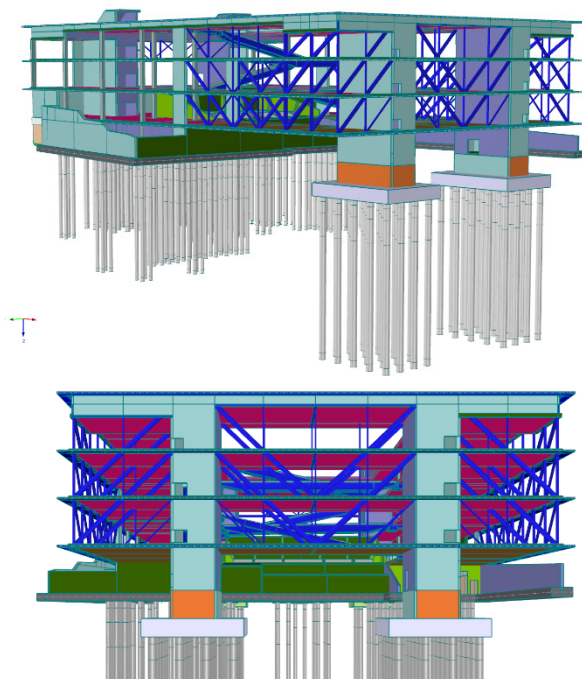


Figura 3. Vistas del modelo de cálculo del edificio.
Fachadas Norte.

El último bloque es el BT, Bridging Trusses: dos edificios de 4 plantas como dos vigas en celosía en las que, de nuevo, los únicos elementos estructurales están en la fachada exterior y en el borde interior del pasillo de circulación anular que da al atrio. Estas vigas, de 20 y 30m en las fachadas este y oeste, se anclan a las pantallas esbeltas del CCB y a los bloques en voladizo del DOT (que añaden en realidad 10m más a cada edificio puente), cerrando así el anillo con tres tipologías diferentes, cada una acorde a su necesidad estructural, pero formando un discurso fluido que acompaña al esquema del edificio.

Por último, el atrio debe ser cruzado por pasarelas de 25m de longitud, horizontales o uniendo dos niveles diferentes. Estos puentes deben estar apoyados en los pasillos anulares en voladizo alrededor del atrio.

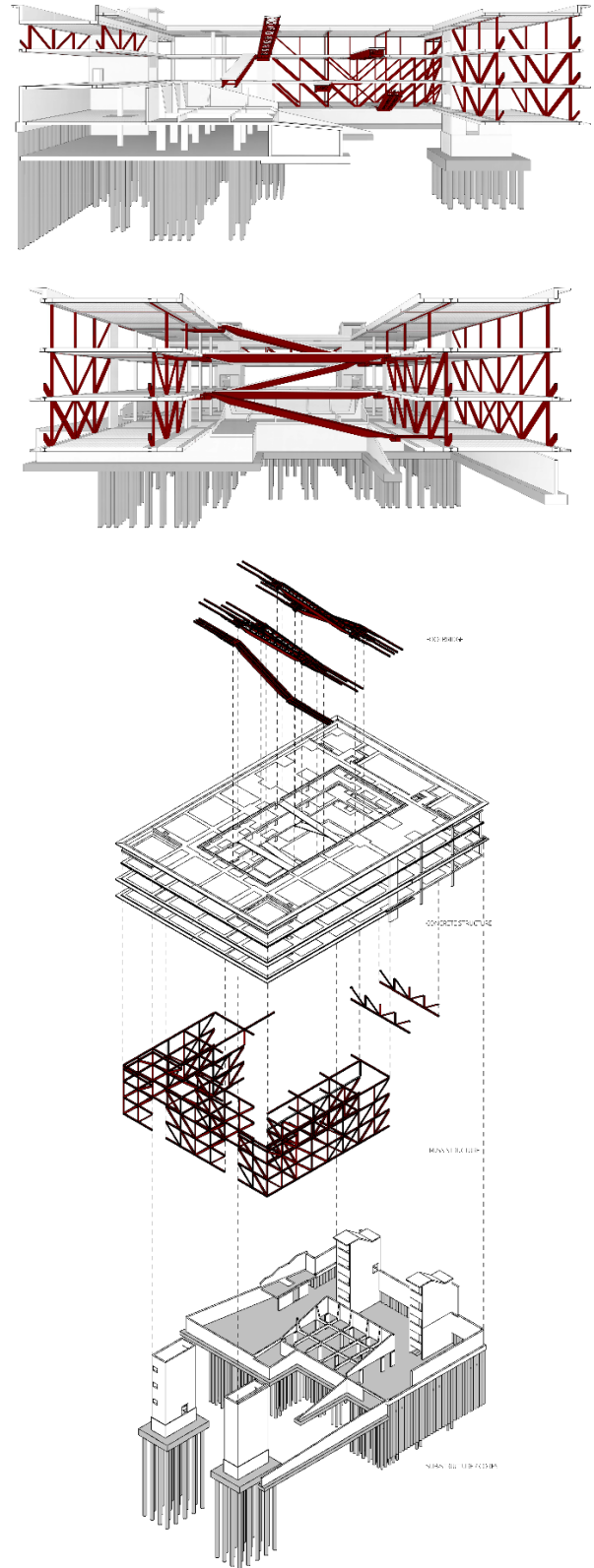


Figura 4. Modelo BIM del edificio.

La solución de estos bloques es viable por dos características principales: los forjados aligerados tipo bubbledeck, capaces de formar losas continuas y resistir altas cargas con luces de 10m; y el comportamiento mixto en el esqueleto resistente: toda la perfilería metálica de los elementos de las celosías, con conectores a ambos lados del alma, forman, junto con los macizados en los forjados ligeros, vigas mixtas de gran resistencia y rigidez. El canto de las vigas que conforman el cordón horizontal de la cercha (HEB300) y de los forjados (350mm) permite el paso de la armadura superior sobre los perfiles (únicos no tubulares en la obra).

Asimismo, esta forma de diseñar la estructura mixta permitió crear tirantes que alargaban la conexión de los BT al CCB hasta la crujía trasera a la pantalla de 2.50mx0.40m, evitando la tracción concentrada y mejorando el empotramiento efectivo.

Y por último permitió la disposición de unas subestructuras, como estribos apeados,

para las pasarelas, convirtiendo el momento la excentricidad de la carga en un vuelo en un entramado rígido de vigas transversales que iban de la fachada interior a la exterior del edificio.

3. Cálculo estructural

La estructura se calculó mediante el software Dlubal RFEM, en análisis estático y sísmico mediante análisis modal espectral. El modelo incluyó la interacción suelo estructura mediante la incorporación de muelles elásticos a lo largo de los pilotes y en su punta.

Se realizaron submodelos de cálculo de todos los elementos singulares, estando el diseño de algunos elementos limitado por su resistencia, como en el caso de las pasarelas, por el confort dinámico en su uso (de acuerdo con la guía SETRA de Pasarelas [2])

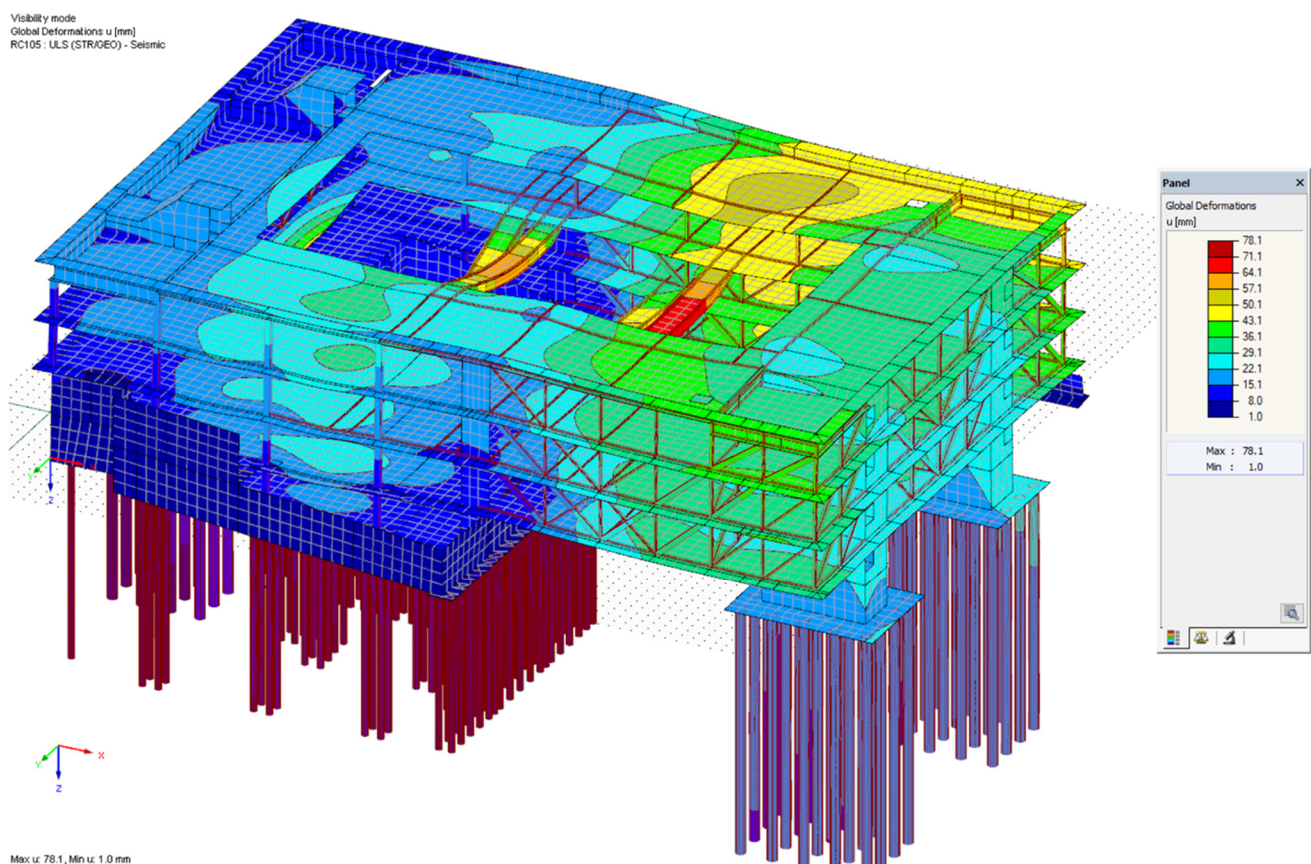


Figura 5. Deformada del edificio completo con Interacción Suelo-Estructura.

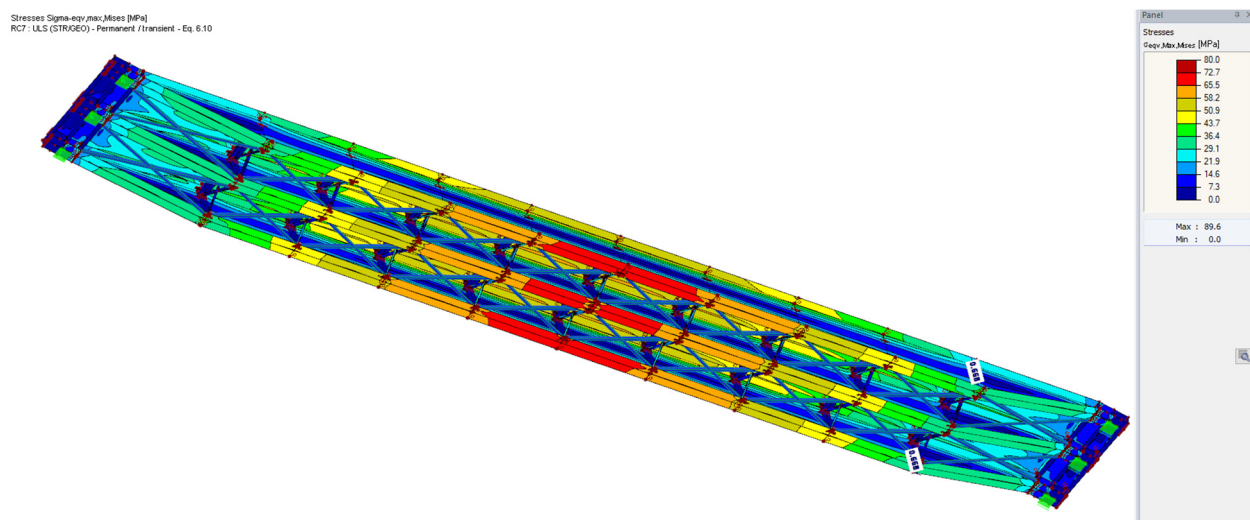


Figura 6. Modelo de la pasarela metálica de canto estricto en planta baja

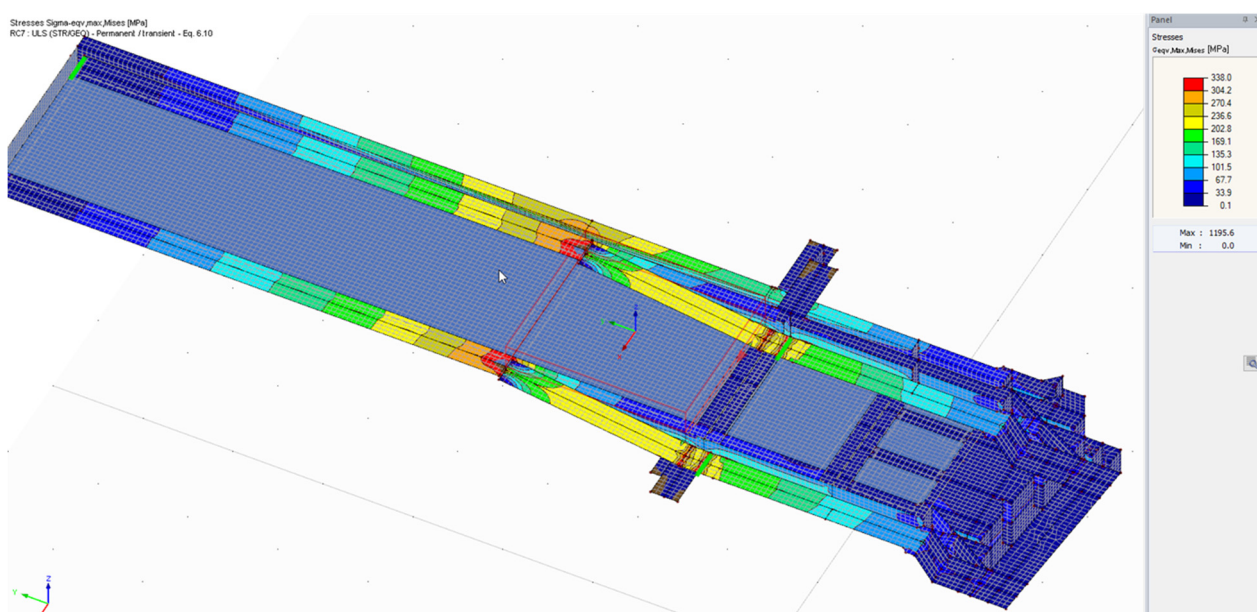


Figura 7. Modelo del soporte de metálica, con incremento de canto de la viga metálica con cuelgue inferior de forjado, y unión con diente cargadero.

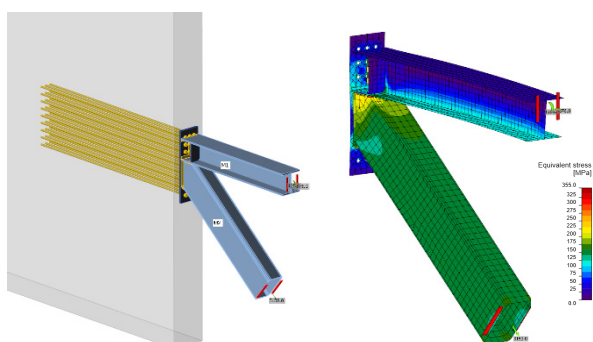


Figura 8. Modelos con contacto de las uniones ancladas de las celosías

En el caso de los anclajes a los elementos de hormigón (pantallas con hormigón de 45MPa), se modelizaron mediante modelos basados en la

mecánica de la fractura [3]. con el fin de determinar el estado de fisuración en la pantalla.

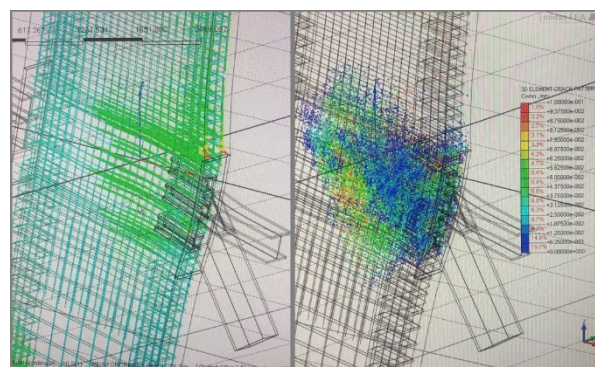


Figura 9. Modelos de mec. de fractura con armado de pantalla embebido.

De este modo, se puede evaluar el arrancamiento de los anclajes y la validez del armado en un estado complejo, compuesto de flexión, compresión vertical, cortante y fuerza de tiro.

Se realizó asimismo el análisis dinámico de las fachadas de aluminio que recubren la piel exterior del edificio. Se trata de cajas huecas modulares, inclinadas para evitar el anidamiento de aves, y de espesor fino, verificadas tensionalmente y desde el punto de vista de las vibraciones y el posible ruido que la excitación del viento pudiera producir:

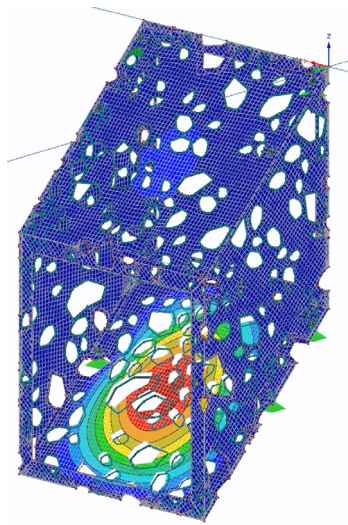


Figura 10. Modelo de la unidad de fachada.

4. Construcción

Se presentan algunas fotografías realizadas durante la obra y el estado de la misma en la fecha de redacción de esta comunicación, con la estructura al 99% y las instalaciones en muy avanzadas.



Figura 11. Núcleos del DOT y conexión a BT.

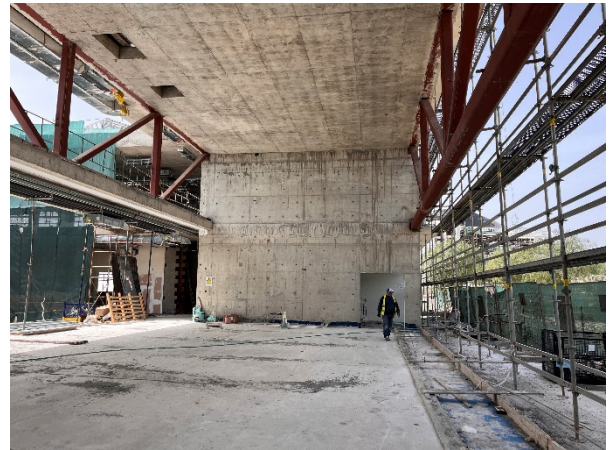


Figura 12. Celosía de vestíbulo principal 20m de luz.



Figura 13. Forjado Bubbledeck.



Figura 14. Vista del edificio desde abajo. El BT más el DOT suman 40m libres sin un pilar en la esquina



Figura 15. Subestructura de soporte de pasarelas.

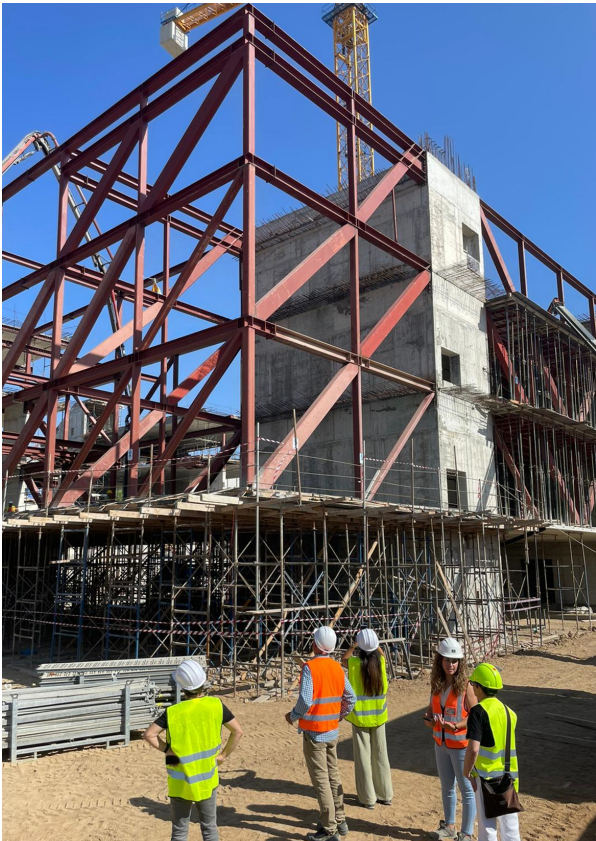


Figura 16. Bloque final del DOT

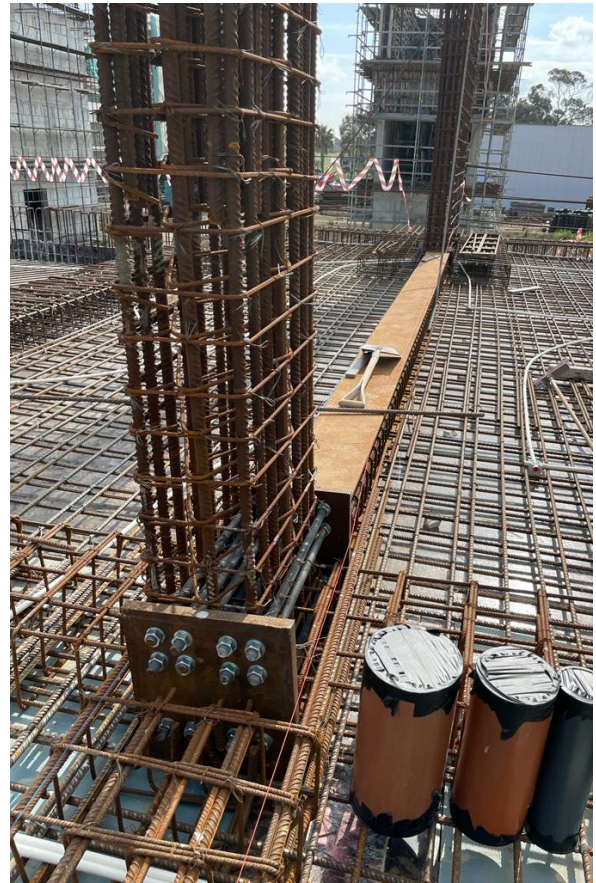


Figura 17. Estructura mixta y Anclajes atravesando pilares de hormigón armado del CCB con placa postensada. Al fondo se ve el núcleo del DOT al que tiene que llegar la cercha del Bridging Truss.



Figura 18. Maclado de cubos de fachada.

ç



Figura 19. Pasarelas sobre el atrio



Figura 20. Izado y colocación de pasarelas y conexión de Pots Fijo en un extremo y Deslizante longitudinal en el opuesto.



Figura 21. Vista desde el interior de la estructura completa.



Figura 22. Vista desde el exterior del estructura completa.



Figura 23. Vista desde el atrio de la estructura completa.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la Universidad de Chipre en Nicosia, y en especial a Christina Zachariadou-Sierepekli, Arquitecta Coordinadora de la Oficina de Desarrollo del Campus. Asimismo, a los miembros del equipo proyectista en Chipre, Gabrielides Architects, Daniel Coll y Nausica Gabrielides, Loizos Hadjigeorgiou, y a Filitsa Panayidou, por su excelente labor en obra.

Por último, los autores desean recordar y agradecer en estas líneas el apoyo en las primeras fases del diseño arquitectónico y estructural de este edificio que, como en el resto de su vida, les prestaron los socios fundadores de sus respectivos estudios.

Referencias

- [1] J. Martínez Calzón. (2007). Torre Mare Nostrum para Gas Natural en Barcelona. Hormigón Y Acero, 58(245). Recuperado a partir de <https://www.hormigonyacero.com/index.php/ache/article/view/98>
- [2] SETRA. (2006) Technical guide: Footbridges. Assessment of vibrational behaviour of foot bridges under pedestrian loading. Boxborough, MA.

- [3] K. Maekawa, H. Okamura, A. Pimanmas, (2003) *Non-Linear Mechanics of Reinforced Concrete*. CRC Press. London