







Edificio de oficinas Atlas. Bab Ezzouar, Argel

Atlas Headquarters. Bab Ezzouar, Argel

Jose Soriano Martin, Julio Sanchez Delgado, Blanca Palerm Sabater, Daniel Bianchi Munuera, Luis Javier Murciano Bajo

- ^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores. Jefe de proyectos. ism@fhecor.es
- ^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores. Director Técnico. isd@fhecor.es
- ^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores. Jefe de Proyectos. <u>bps@fhecor.es</u>

RESUMEN

La sede de oficinas ATLAS se ubicará en el nuevo barrio financiero de Argel, el barrio de Bab Ezzouar. El edificio se ha diseñado para una capacidad para 1000 puestos de trabajos, con todo tipo de comodidades como aparcamientos, comedores, salas de reunión, etc.

El estudio de arquitectura francés ATPS con la colaboración de FHECOR Ingenieros Consultores ha desarrollado el proyecto cuyas obras de contención han comenzado en paralelo.

ABSTRACT

ATLAS headquarters will be located in the new financial district of Algiers, the Bab Ezzouar district. The building has been designed for a 1000 working places, with all kinds of facilities like parking, meeting rooms or dining rooms.

The French architecture studio ATPS with the collaboration of FHECOR Consulting Engineers has developed the project whose earth retaining works have already begun.

PALABRAS CLAVE: BIM, edificios de media altura, núcleos verticales.

KEYWORDS: BIM, mid-rise buildings, cores.

1. **Proyecto** arquitectónico

El nuevo edificio para las oficinas ATLAS se encuentra localizado en el nuevo barrio financiero de Bab Ezzouar. Este barrio se encuentra bien conectado situándose a 30 minutos del centro de la ciudad y a tan solo 10 minutos del aeropuerto.

Otras compañías como Laffarge, BNP Paribas, Natixis, Al Baraka Bank, Algerie Postes, Algerie Telecom o Mobilis tienen sus oficinas en este mismo barrio.

b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores. Ingeniero de Proyectos. dbm@fhecor.es b FHECOR Ingenieros Consultores. BIM Manager limb@fhecor.es





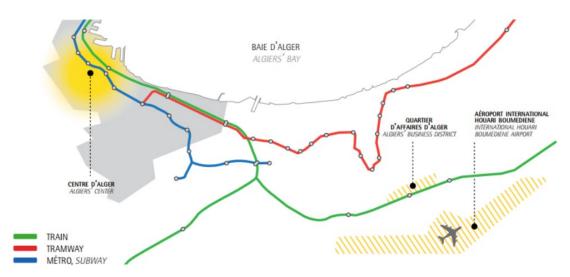


Figura 1. Localización de Bab Ezzouar



Figura 2. Imagen del edificio

Se ha diseñado para un total de hasta 1000 puestos de trabajo de tal modo que pueda ser dividido en múltiples zonas tanto por niveles como dentro de un mismo nivel, con el objetivo de que cada cliente encuentre el confort y autonomía que desee.

El edificio tiene una superficie de unos 28.000m^2 . Consta de cuatro niveles subterráneos destinados a aparcamiento, el nivel de acceso planta baja con diferentes usos y que presenta un patio interior, un nivel de mezzanine, un pódium de 4 niveles y una torre con 10 niveles sobre rasante y cubierta de tal forma que alcanza una altura 49m sobre el nivel de calle.



Figura 3. Volumetría del edificio

2. Colaboración arquitectura ingeniería

Desde el primer momento de la concepción se realiza un trabajo de cooperación entre los arquitectos de ATPS y Fhecor Ingenieros Consultores así como otras disciplinas como instalaciones, fachadas o ingeniería de fuego.

El edificio se sitúa en una zona de alta sismicidad, lo que condiciona el diseño estructural del edificio. Han sido diferentes condicionantes, además del sismo, los que han llevado a la solución escogida. Estos requisitos, entre otros, han sido la altura libre entre plantas, la utilización de materiales locales o los requisitos de resistencia a fuego (240 minutos bajo rasante y 120 minutos sobre rasante).

El proyecto ha seguido diferentes fases propias de un entorno de trabajo "a la francesa". Destacan las fases APS, APD, DCE y PRO (Études d'avant-project sommarie, Études d'avant-project définitif, dossier de consultation des entreprises, Études de Project), en donde se van definiendo y coordinando de forma progresiva las diferentes disciplinas.

Durante el desarrollo del proyecto del edificio PRO, se licitaron y comenzaron las obras de construcción de las contenciones, ya que podían independizarse del resto de los trabajos.

En estos momentos se desarrolla la construcción del resto del edificio.

3. Proyecto de estructuras

3.1 Proyecto de contenciones

La parcela tiene una geometría en planta rectangular de dimensiones aproximadas de 60.00x50.00m.

La contención se resuelve mediante pilotes de Ø0.60m separados aproximadamente 1.20m. Por las dimensiones de la parcela se ha optado por un sistema de contención provisional mediante anclajes al terreno.

De los cuatro bordes de la parcela, las medianerías norte y oeste son con viales públicos, mientras que las medianerías este y sur lo son con edificaciones existentes de varios sótanos.

Este ha sido el principal condicionante de la contención. En las medianerías norte y oeste sí es posible el empleo de anclajes provisionales en toda la altura. En las medianerías con los edificios existentes ha sido necesario realizar una excavación hasta la cota aproximada de cimentación de los edificios medianeros, ejecutar las pantallas desde dicho punto y excavar al amparo de anclajes provisionales hasta llegar a la cota de cimentación.

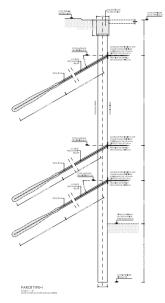
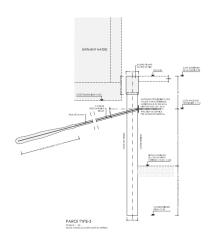


Figura 4. Pantalla de pilotes junto a calles



3.2 Cimentación

La cimentación consiste en una losa maciza de espesor variable. Aparecen dos espesores generales, uno para las zonas de mayor número de forjados (espesor de 1.50m) y otra para las zonas de forjados solo bajo rasante (espesor 1.00m). Del mismo modo, bajo los dos núcleos verticales se incrementa el espesor de la losa hasta un máximo de 2.50m debido a que es una zona tanto de mayores cargas verticales como de mayores esfuerzos.

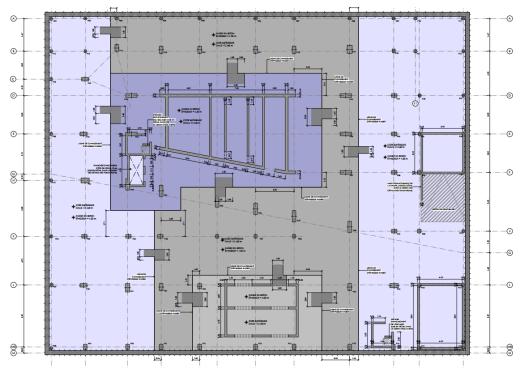


Figura 6. Planta de la losa de cimentación

3.3 Estructura vertical

La estructura del proyecto se resuelve integramente en hormigón armado.

Se propone un núcleo principal que recorra todos los niveles que se sitúa en el núcleo de comunicación principal. Dado que dicho núcleo se dispone de forma no centrada en la mayoría de las plantas se incorpora un segundo núcleo en la zona sur del edificio de manera que se reduce o elimina los posibles efectos de torsión debidos a la excentricidad entre el centro de masas y el centro de rigidez.



Figura 7. Esquema de funcionamiento de los núcleos frente a acciones horizontales

La geometría de los núcleos sobre y bajo rasante ha sido uno de los principales puntos a coordinar con los arquitectos. Por un lado, existe una menor demanda de transporte vertical hacia los sótanos que hacia los niveles superiores, por lo que el número de ascensores y escaleras no es el mismo bajo rasante y sobre rasante. Por otro lado, está la necesidad

estructural de dar continuidad a los núcleos hasta la cimentación. Finalmente, se ha llegado a una solución de compromiso entre ambas disciplinas.

Los núcleos reciben la totalidad de esfuerzos sísmicos.

El espesor de los núcleos de hormigón es variable con la altura adaptándose a los esfuerzos.

Se ha tratado de maximizar la carga vertical sobre el núcleo, alejando los pilares próximos al mismo para incrementar el área tributaria sobre los núcleos, para compensar los esfuerzos de flexión debidos al sismo y reducir las tracciones en los núcleos.

La distribución de pilares es irregular en planta no siguiendo unas alineaciones ortogonales. Aparecen luces entre pilares muy variables. Normalmente, se trata de luces moderadas entre 5.00 y 7.00m si bien en algunos casos las luces se incrementan por encima de los 8.00m

Los pilares se resuelven también en hormigón armado y se ha tratado de dar continuidad a todos ellos hasta cimentación.

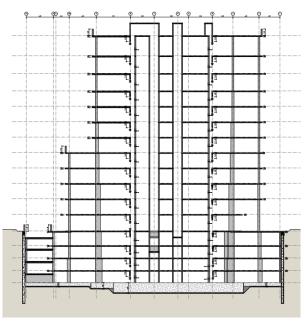


Figura 8. Sección del edificio

Las dimensiones de los pilares son también variables en altura y su dimensión mínima viene condicionada por la condición de que el axil en la hipótesis sísmica no debe ser superior al 30% de la capacidad de la sección.

Como característica de la estructura vertical, destacan los chaflanes del edificio en algunas de las esquinas. Para evitar el apeo de pilares, se ha tratado que los pilares junto a estos chaflanes se dividan en dos pilares inclinados o viceversa, que dos pilares se inclinen para converger en un pilar vertical.

La estructura de los forjados está formada por losas planas de canto 0.25m para las luces más moderadas ó 0.35m para las mayores luces que, en general, coinciden con vanos extremos.

En todos los forjados se disponen vigas planas embebidas dispuestas en ambas direcciones entre los pilares, lo que permite concentrar en ellas el armado de flexión y cortante debido a los esfuerzos horizontales.

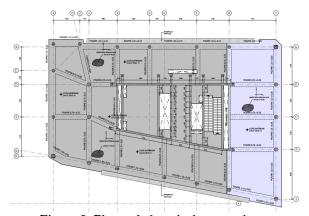


Figura 9. Planta de los niveles superiores.

4. Metodología de cálculo

Se ha desarrollado un modelo de cálculo 3D en ETABS.

La estructura viene condicionada por los esfuerzos sísmicos.

A efectos del sismo se considera que los niveles bajo rasante se desplazan junto con el terreno como si se tratase de una caja rígida, por lo que la masa de estos niveles no se incluye en el modelo.

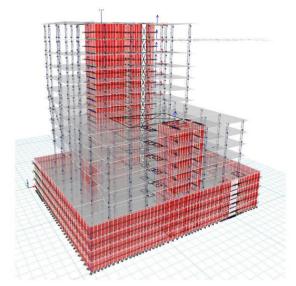


Figura 10. Modelo de cálculo ETABS

La aceleración de referencia por la ubicación del edificio (zona III) y su uso (1B) es 0.30g. El espectro de diseño utilizado, teniendo en cuenta la forma del edificio y el tipo de terreno ha sido el siguiente:

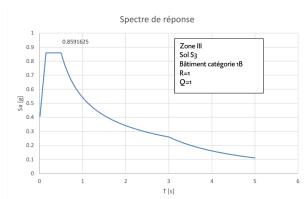


Figura 11. Espectro de diseño

Se verifica, en primer lugar, que con los condiciones núcleos propuestos las de desplazamientos horizontales, tanto términos de deformación horizontal total en cabeza como desplome entre plantas, cumplen limitaciones. Normalmente, con las condición de desplome total es H/500 y de desplome relativo entre plantas de 0.01h.

La siguiente figura muestra la deformación total para el sismo en X que alcanza 80mm.

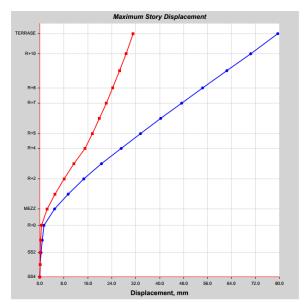


Figura 12. Desplazamientos sísmicos

Una vez verificadas las condiciones de rigidez del edificio, para el cálculo de esfuerzos es posible utilizar un factor de ductilidad q=3.50, según la normativa argelina, para edificios con núcleos de hormigón, por lo que el espectro de cálculo resultante es el siguiente:

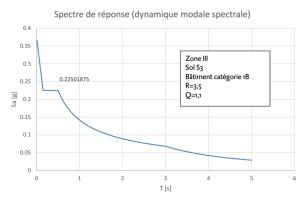


Figura 13. Espectro de cálculo

Se ha desarrollado un modelo de análisis modal espectral.

Los periodos principales de la estructura son T=0.99sg y T=0.68sg para cada una de las direcciones, lo que da unas aceleraciones espectrales de 1.40g y 1.66g, respectivamente.

En la siguiente figura se incluye el esfuerzo cortante sísmico por plantas para el sismo en dirección X. A partir del nivel de planta baja este cortante es uniforme ya que, como se ha indicado, se considera que los niveles enterrados no incrementan los esfuerzos símicos.

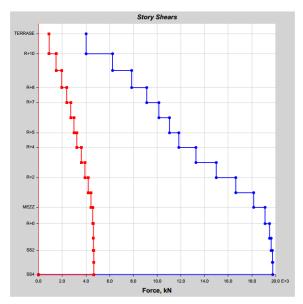


Figura 14. Ley de cortantes sísmicos

A continuación, se incluye la gráfica de momentos debido al sismo en X. En este caso, el momento sí incrementa hasta el nivel de empotramiento en cimentación.

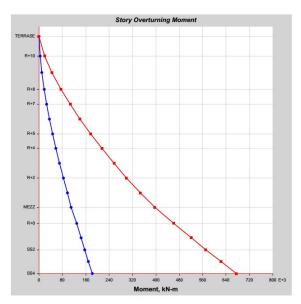


Figura 15. Ley de momentos sísmicos

A partir de los esfuerzos, es posible determinar el armado de los diferentes elementos. El armado vertical de los núcleos responde a los esfuerzos de flexión en los mismos. El armado horizontal de los núcleos tiene en cuenta un incremento de los esfuerzos (sobrerresistencia) con el fin de asegurar que se produce una plastificación en la base del núcleo y no una rotura frágil por cortante.

Para el dimensionamiento de la cimentación, se ha tenido en cuenta también una sobrerresistencia de tal forma que los esfuerzos capaces de resistir por la cimentación sean superiores a los esfuerzos resistidos por los núcleos.

5. Metodología BIM

Por requisitos del cliente es necesario desarrollar el proyecto con metodología BIM.

Se ha generado un modelo de estructuras que se entrega al cliente, el cual utiliza de base para integrar el resto de disciplinas, incluida la propia arquitectura.



Figura 16. Modelo de estructuras BIM

Si bien el modelo de BIM es utilizado en la fase de proyecto para detectar posibles conflictos entre disciplinas también es de gran utilidad durante la construcción, ya que permite planificar y almacenar numerosos datos sobre los elementos construidos.

En nuestro caso, una oficina de proyectos de estructuras, las principales ventajas de trabajar con un modelo BIM son la rapidez de cambios sobre planos entregados y la rapidez en la obtención de mediciones a partir del modelo (volúmenes de hormigón, superficies de encofrados, peso de estructuras de acero).

Desde el punto de vista de cálculo la interfaz de intercambio desde un modelo BIM a un modelo de cálculo y viceversa es posible si bien no siempre es explotada. En estructuras convencionales sí es posible disponer de un dimensionamiento previo prácticamente coincidente con el definitivo por lo que es posible plantear desde un primer momento un modelo BIM que permita su exportación a un modelo de cálculo. En estructuras como esta, con gran influencia de la acción sísmica, ha sido necesario un modelo de cálculo antes para confirmar y determinar las dimensiones de los elementos estructurales. Estos modelos de cálculo pueden exportarse a un modelo BIM, si bien el tiempo posterior de ajuste puede desestimar esta opción.

El disponer de un modelo 3D, no obstante, es una ayuda en especial para resolver aquellos detalles de geometría más compleja como han sido en este proyecto las zonas achaflanadas de las fachadas.