



RESUMEN

Experiencia de gestionar un proyecto con interlocutores situados en distintas partes del mundo: Nueva terminal Internacional del aeropuerto de Argel, en Argelia.

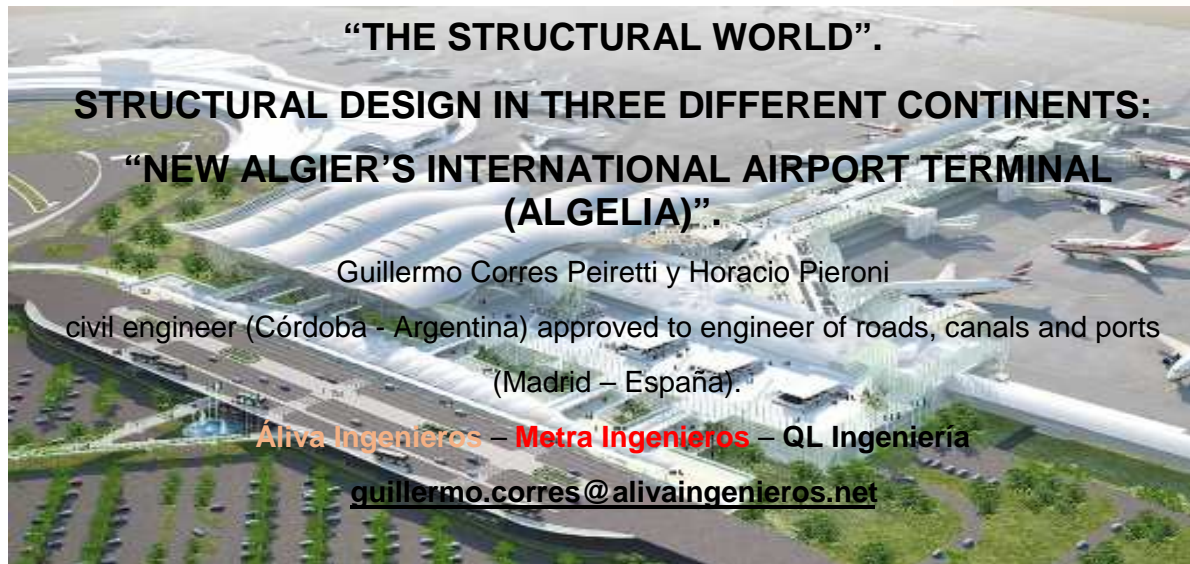
El **Proyecto** y **asistencia técnica** a la ejecución de la estructura, se han realizado desde Buenos Aires, Madrid y Murcia para un proyecto diseñado arquitectónicamente en Londres y construido en Argelia por una constructora China.

Las tecnologías disponibles y el **cambio de mentalidad** de las empresas proyectistas y sus integrantes, ha permitido desarrollar un proyecto de esta magnitud con equipos de trabajo situados en tres continentes distintos (Europa – América y África), interactuando variados interlocutores, puesto que:

- La Ingeniería global era española (**Prointec**)
- La Arquitectura era inglesa (**Llewelyn Davies**)
- La supervisión era argelina (**CTC**, Organismo Nacional de Control Técnico de la construcción argelino)
- Constructora era China (**CSCEC**)

El diseño y Asistencia Técnica ha requerido de un equipo de profesionales integrados en el sistema BIM – Revit que ha permitido la integración de normativas no habituales para los proyectistas, distintos idiomas, sistemas de ejecución de obra a los cuales no estábamos acostumbrados y fundamentalmente, ha requerido de un **cambio importante de mentalidad**.

Pretendemos mostrar la nueva tendencia en el “**Mundo**” de las Estructuras adaptadas a un sistema globalizado, sin fronteras técnicas, culturales, ni productivas.



SUMMARY

The experience of managing a great project with interlocutors located all over the world: The New International Terminal of the Airport in Algiers, in Algeria

The project’s design and technical assistance to the execution of the structure, have been made from offices in Madrid, Buenos Aires and Murcia for an architectural project developed in London and built in Algeria by a Chinese construction company.

The available technologies and the mentality change of the companies involved, and their members, has allowed to developed a Project of such magnitude with work teams placed in three different continents. (Europe-America-Africa), interacting with varied interlocutors, since:

- Spanish engineering company (Prointec)
- English architecture studio (Llewelyn Davies)
- Algerian supervisión (CTC, National Technical Construction Agency, which depends on the Ministry of Housin and Urban Development)
- Chinese construction company (CSCEC)

The project’s design and technical assistance has required a team of professionals integrated in BIM - Revit system that has allowed the integration of unusual regulations for european designers, different languages, work execution systems to which we were not used to and fundamentally, has required of a major change of mentality.

Our conference, aims to show the new trend in the “world” of structures adapted to a clearly globalized world, without technical, cultural, or productive borders.

1. Introducción

La **internacionalización del proyecto** de estructuras de grandes superficies y su **control de ejecución** se hace día a día más habitual de lo que nos imaginamos.

No es de extrañar que se dé esta circunstancia, ya que en general el sistema de **“mundo globalizado”** en el que vivimos así lo exige. Al mismo tiempo nuestros clientes pertenecen a este mismo sistema y arrastran a la ingeniería especialista a acompañarlos en sus andaduras internacionales.

Ha ayudado a esta circunstancia las crisis de los últimos años que ha obligado a empresas apalancadas en sus mercados de origen a salir en búsqueda de nuevas posibilidades, y de esta manera arrastran a sus colaboradores especialistas a esta internacionalización que podíamos denominar: “por arrastre”.

Cada vez más, tenemos que enfrentarnos a los retos en el **“mundo” de la ingeniería estructural**, y la ingeniería en general, a desarrollar proyectos en idiomas, normativas y filosofías de trabajo muy distintas a nuestros hábitats naturales.

Así pues, un buen ejemplo de esta circunstancia es la redacción del proyecto y asistencia técnica a la ejecución del **nuevo aeropuerto internacional de en Argel**.

Ejemplo de lo que hablamos, se pone de manifiesto en la diversidad de **nacionalidades de los participantes** que trabajaron en este proyecto, en sus distintas fases que lo componen, abarcando el trabajo realizado desde la redacción del proyecto hasta su ejecución pasando por el control de esta ejecución.

Argelia en el continente africano, **China** en el asiático, **España y Londres** en el europeo y **Argentina** en el americano, son las nacionalidades de los equipos que han participado en este trabajo de redacción de proyecto y control de ejecución de la estructura. cuatro continentes.

No es extraña esta circunstancia, teniendo en cuenta que se trata de una infraestructura aeroportuaria de grandes dimensiones y que algunos de sus datos más relevantes son:

Superficie total de cimentación y estructuras:	340.000 m²
Presupuesto total de cimentación y estructura:	165,0 millones de euros
Presupuesto global total:	740,0 millones de euros
Número total de pasajeros al año:	10 millones de pasajeros/año

Tabla 1. Datos más relevantes

Estos datos son representativos y hablan por sí solos de la magnitud de la obra proyectada. Teniendo en cuenta estos, podemos intuir desde el inicio la disposición necesaria de medios y equipos requeridos para la coordinación de los mismos y para llevar a cabo no solo todo lo relacionado con el **“mundo” de las estructuras** sino, también, con la ingeniería en general y su construcción.

Para llegar a la elección, coordinación e integración de todos los interlocutores que intervienen ha hecho falta, un **cambio de mentalidad de empresas y personas** que

las componen para que sea posible la obtención de buenos resultados en el cumplimiento de este reto.

Pretendemos mostrar en este trabajo la nueva tendencia en el “**mundo**” del diseño de las Estructuras, adaptadas a un sistema globalizado, sin fronteras técnicas, culturales, ni productivas.

2. Interlocutores (Proyecto cosmopolita)

El **Proyecto y asistencia técnica** a la ejecución de la cimentación y estructura de la nueva terminal, se ha llevado a cabo con técnicos especialistas que pertenecen a empresas situadas geográficamente en Buenos Aires, Madrid y Murcia, para un proyecto diseñado arquitectónicamente en Londres, construido en Argelia por una constructora China.

- Propiedad argelina (**SGSIA** Servises and Infraestructura Aéroportuaires)
- Ente de supervisión de proyecto argelino (**CTC**, Organismo Nacional de Control Técnico de la construcción argelino)
- Ingenierías generalistas UTE: hispano- argelino (**Prointec -Brea**, socio local)
- Ingeniería diseño estructural: hispano - argentina (**Áliva, Metra y QL**)
- Arquitectura inglesa (estudio **Llewelyn Davies**)
- Arquitectura de apoyo española (**Julio Prado despacho de arquitectura + urbanismo**)
- Constructor chino (**CSCEC - China State Construction Engineering Company**)

Para la redacción, planificación y coordinación del proyecto con tantos, y tan variados, interlocutores se ha utilizado el *sistema de representación y gestión integral BIM (Revit)*.

Esta herramienta de diseño ha permitido que el proyecto y la asistencia técnica a la ejecución de las estructuras que componen la obra, se coordine y planifique con las múltiples interferencias con el resto de disciplinas necesarias para obtener un proyecto integral, homogéneo y que abarque todas las áreas correspondientes, tales como: Arquitectura, instalaciones (comunicaciones, climatización, fontanería, seguridad etc), tráfico, operatividad aeroportuaria en general, etc.

Hacer notar, como anécdota, que las reuniones de trabajo tanto en la fase de proyecto como de obra propiamente dicha fueron realizadas conjuntamente en cinco idiomas: español, inglés, francés, árabe y chino.

Pero no solo confluyeron cinco idiomas a esta circunstancia, sino que también se sumaron costumbres, diferentes razas y religiones. Esto ha representado para los integrantes de los equipos redactores del proyecto una experiencia enriquecedora, desde muchos puntos de vista como: laborales, profesionales y personales.

Esta enriquecedora experiencia ha significado un proceso de aprendizaje intenso para poder compatibilizar las necesidades del proyecto según las distintas filosofías de trabajo presentes en esta **cosmopolita relación laboral**.

A modo de ejemplo comentar que el equipo de proyecto, hispano-argentino, ha tenido que proyectar su trabajo para que lo revise un ente argelino, construya una empresa china y se adecue a una idea arquitectónica inglesa.

3. Características más relevantes del proyecto

- *Idioma:*

El proyecto se ha redactado íntegramente en francés, segundo idioma más hablado en Argel después del árabe-argelino.

- *Normativa utilizada*

- De aplicación general

- ✓ Document Technique Règlementaire. "Principes généraux pour vérifier la sécurité des ouvrages".
- ✓ Eurocode 0. "Bases de conception structurelle".

- Acciones

- ✓ Document Technique Règlementaire DTR B.C. 2.2. "Charges Permanentes et Charges d'exploitation", document Technique Règlementaire DTR C 2-4.7. "Règlement Neige et Vent R.N.V. 1999".
- ✓ Règles Parasismiques Algériennes RPA 99 / Version 2003
- ✓ Eurocode 1. Charges des structures. Partie 1-1. Actions générales. Densité, son propre poids et charges mortes, partie 1-2. Actions générales. Actions sur les structures qui s'exposent au feu, partie 1-3. Actions générales. Neige, partie 1-4. Actions générales. Vent, partie 1-5. Actions générales. Charges thermiques, partie 1-7. Actions générales. Charges accidentelles.
- ✓ Eurocode 8. Projet des structures résistantes à un séisme. Première partie. Règles générales, actions sismiques et règles sur la construction.

- Estructuras de hormigón armado

- ✓ Document Technique Règlementaire D.T.R - B.C. 241. "Règles de Conception et de Calcul des Structures en Béton Armé C.B.A. 93"
- ✓ Eurocode 2. Projet des structures en béton armé. Partie 1-1. Règles générales et règles pour la construction.
- ✓ Eurocode 3. Projet des structures en béton armé. Parte 1-2. Règles générales – conception de protection contre le feu.
- ✓ Model Code FIB 2010.

- Estructuras metálicas

- ✓ Document Technique Règlementaire. "Règle de conception et calcul des structures en acier CCM97"
- ✓ Eurocode 3. Projet des structures en acier. Partie 1-1. Règles générales et règles pour la construction, partie 1-2. Règles générales – conception de protection contre le feu, partie 1-8. Conception de joints.

- Estructuras mixtas de hormigón y acero
 - ✓ Document Technique Règlementaire. "Conception et dimensionnement des structures mixtes acier-béton"
 - ✓ Eurocode 4. Projet des structures mixtes acier-béton. Partie 1-1. Règles générales et règles pour la construction.
 - ✓ Eurocode 4. Projet des structures mixtes acier-béton. Partie 1-2. Règles générales – conception de protection contre le feu.
- Cimentaciones
 - ✓ Document Technique Règlementaire. "Règles de calcul des fondations superficielles", "Règles de calcul des fondations profondes", "Règles de conception et de calcul des parois et murs en béton Bancé".
 - ✓ Eurocode 7. Conception Géotechnique. Partie 1. Règles générales.
 - ✓ Eurocode 8. Projet des structures résistantes aux séismes. Partie 5. Fondations, structures de soutènement et aspects géotechniques.

En cuanto al a normativa utilizada para ciertos aspectos en los que los criterios específicos no estaban suficientemente cubiertos, se realizó el uso de otras normas complementarias, sin reducir en ningún caso los "beneficios" requeridos por las reglamentaciones argelinas vigentes.

- *Software utilizado*
 - ✓ CUBUS: Paquete de software desarrollado por CUBUS AG (Zurich), compuesto por diversos programas de cálculo.
 - ✓ SOFISTIK AG: Este programa permite realizar un completo análisis espacial 3D por métodos de elementos finitos.
 - ✓ Prontuario Informático del Hormigón Estructural: Desarrollado por el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), se emplea como complemento a los programas anteriores para el cálculo de secciones de hormigón armado.
 - ✓ Cypacad espacial/Metal 3D. Éste efectúa el análisis de las solicitaciones mediante un cálculo espacial en 3D por métodos matriciales de rigidez. La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares. La discretización de los paños de losa maciza se realiza en mallas de elementos tipo barra. Y se efectúa una condensación estática de todos los grados de libertad.
 - ✓ Software Propio: Se han empleado asimismo software y hojas de cálculo propias, desarrolladas específicamente para el pre y post-proceso de estructuras de hormigón y metálicas, así como para el diseño estructuras de contención y cimentación

La mayoría del software utilizado dispone de la integración al sistema Bim-Revit con las consiguientes ventajas.

- *Modelos de cálculo realizados*

A continuación, se muestran imágenes de algunos de los modelos de cálculo realizados para obtener las solicitaciones, utilizadas para el dimensionamiento de las zonas más representativas que constituyen el proyecto del aeropuerto tanto del lado aire como del lado tierra.

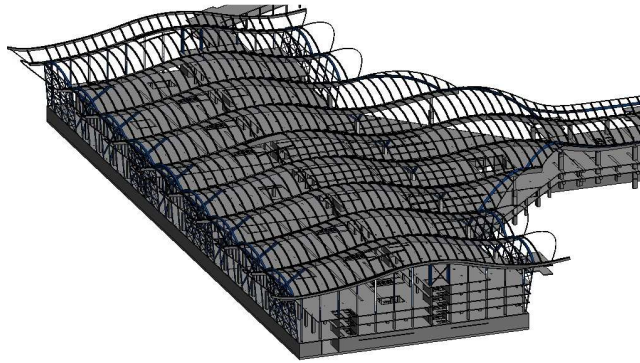


Figura 2 . Modelo de cálculo 3D para el procesador de la nueva terminal

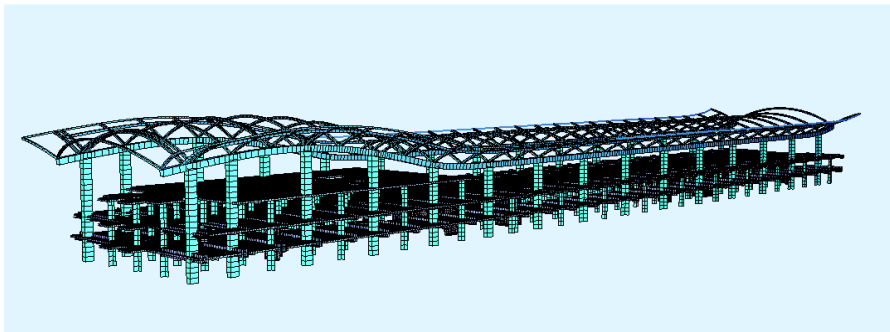


Figura 3. Modelo de cálculo 3D para la zona de Dique de la nueva terminal

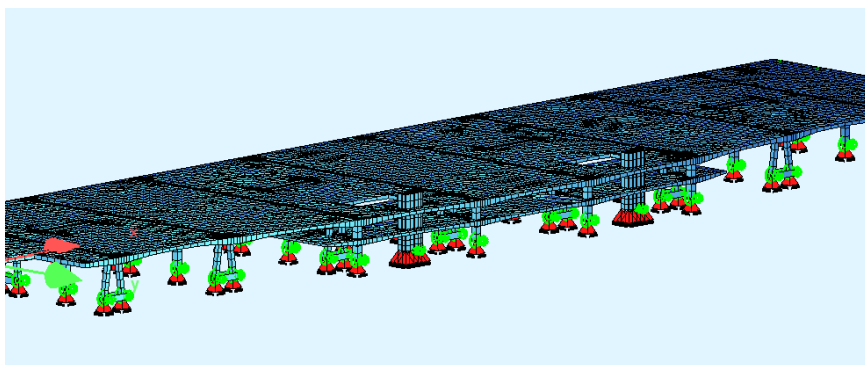


Figura 4. Modelo de cálculo 3D para Viaducto de acceso

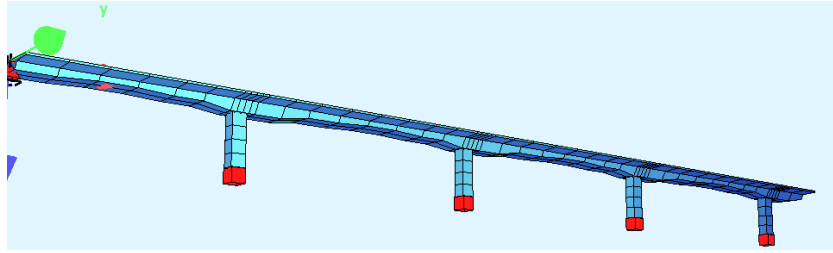


Figura 5. Modelo de cálculo lineal para Bulevar

- *Tipologías estructurales proyectadas*

A continuación, se describen los usos y las distintas tipologías estructurales adoptadas con las que se han resuelto cada uno de los distintos elementos que componen la totalidad de la infraestructura aeroportuaria proyectada.

Todas las estructuras fueron diseñadas para resistir los esfuerzos establecidos por la norma en general y para esfuerzo horizontal de sismo en particular. Siendo Argelia unas de las zonas de seísmo más elevado del planeta junto con Chile las acciones resultantes debido a este efecto son dimensionantes para la estructura

La cimentación de todas las estructuras se ha resuelto como profundas, mediante pilotes y encepados in-situ de hormigón armado con solera arriostrante y losas de cimentación en los casos restantes.

Estructuras Lado Aire:

Depósitos de tormenta: se tratan de dos aljibes enterrados para recogida de aguas pluviales de dimensiones aproximadas de 15x15 m² y 20x20 m². Resueltos estructuralmente mediante muros de contención, pilares para apoyo de cubierta, vigas y forjados de hormigón armado.

Pasarelas de acceso: se han diseñado un total de cinco pasarelas a nivel departures para conectar la nueva terminal con el viaducto de acceso. Resueltas mediante estructura de vigas metálicas de canto variable, con luces máximas 11 y 15 metros con tablero de chapa colaborante de hormigón armado.

Edificio para Central Termo Frigorífica (CTF): constituida por una superficie total de 94 m² distribuida en plantas sótano, baja y cubierta. Resuelta estructuralmente mediante pilares, muros de contención, losas macizas y vigas de cuelgue de hormigón armado.

Pasarela de conexión: se trata de una pasarela de conexión entre la nueva y antigua terminal a nivel de Mezzanine, con luces libres entre pilares de 9 m. La solución diseñada esta compuesta por pilares, forjados de losa macizas y vigas de cuelgue de hormigón armado a nivel de Mezzanine desde donde nacen pilares metálicos tubulares cada 4,5 m para sujetar la cubierta de bóveda de cañón resuelta con vigas tubulares metálicas.



Figura 6. Pasarela de conexión

Boarding Bridges: pasarelas de acceso de pasajeros a los aviones en nivel de Mezzanine y departs. Resueltas mediante cerchas metálicas con luces de 18,5 m, forjado de chapa colaborante apoyados en un extremo en pilares de hormigón armado y en el otro en núcleos de hormigón armado que alojan ascensores y escaleras.

Fachadas: estructura auxiliar resuelta mediante estructura metálica de canto variable horizontal y vertical, con luces de 9 m apoyada sobre muros de sótanos y pórticos metálicos de cubierta. La estructura se encuentra atirantada mediante cables tipo Pfeifer.



Figura 7. Fachada

Nueva terminal: constituida por un total de 6 módulos divididos por juntas de dilatación de los cuales 3 corresponden al procesador y los otros 3 al dique, la nueva terminal con una superficie total aproximada de 55.000 m² por planta, con 4 sótanos, baja y 4 forjados sobre rasante y planta cubierta metálica. Resuelta estructuralmente mediante pilares, pilas pantallas y núcleos, losas macizas y vigas de cuelgue de hormigón armado.



Figura 8. Cubierta zona procesador



Figura 9. Cubierta zona dique

A continuación, se representa la situación esquemática de cada una de las estructuras que componen el lado aire.

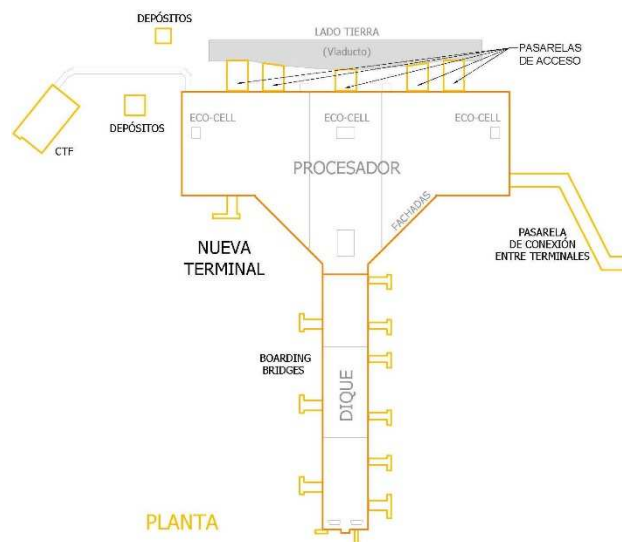


Figura 10. Esquema de situación de estructuras Lado Aire

Estructuras Lado Tierra:

Boulevard: resuelto mediante tablero centrado sobre pilas de hormigón armado de 5,5 m de ancho y canto variable entre 0,8 y 1,05 m. La luz libre entre pilas varía entre 15 y 21 m, el tablero para luz mayor se resuelve mediante losa postesada de hormigón armado y para la luz menor losa maciza de hormigón armado. Sobre esta estructura se ha diseñado una cubierta textil atirantada y apoyada sobre pilares metálicos.

Viaductos y Mezzanine: ambas estructuras conectan los accesos tanto peatonal como vehicular con la nueva terminal. El conjunto se encuentra entre dos rampas/viaductos de acceso ascendente y descendente, viaducto y zona de Mezzanine que consta de dos niveles, Mezzanine propiamente dicho con conexión a los bulevares y departures.

- Viaducto: las rampas/viaductos de acceso constan de una longitud total de aproximada de 175 m cada uno y se resuelve mediante losa maciza de hormigón armado de 0,7 m de canto y apoyada sobre hastial constituidos por muros de hormigón armados de altura variable.
- Mezzanine: El nivel inferior se encuentra en la cota de Mezzanine y da conexión peatonal entre los bulevares y a la nueva terminal. Mientras que el nivel superior se encuentra en la cota departures y da acceso tanto peatonal como vehicular uniendo el viaducto a la nueva terminal.

Ambos tableros así dispuestos uno sobre el otro, constan de luces de 36 m y se han resuelto mediante losas de hormigón armado con armadura postesadas en banda de pilares.

Paso inferior: estructura compuestas por dos zonas, una completamente enterrada y otra semi enterrada con una longitud total entre ambas de 230 m.

La zona semi enterrada, sección “U”, se resuelve mediante hastiales de hormigón armado de espesor variable entre 0,25 y 0,75 m, y una altura máxima de 4,7 m. Mientras que la zona enterrada se resuelve mediante una sección cajón de hormigón armado de 0,5 m de espesor constante.

Marquesinas: se proyectan distintos tipos de marquesinas que sirven para cubrición del aparcamiento y zonas de taxis. Se diseñan de estructura metálica con pórticos dada 5 m con un apoyo central y voladizos de 5 m.

Cubiertas textiles: sobre los accesos peatonales del bulevar, con disposición de luces entre pilares de 9 m y dos disposiciones de pilares, centrados o laterales cubriendo la totalidad del bulevar.

A continuación, se representan la situación esquemáticamente de cada una de las estructuras que componen el lado tierra.

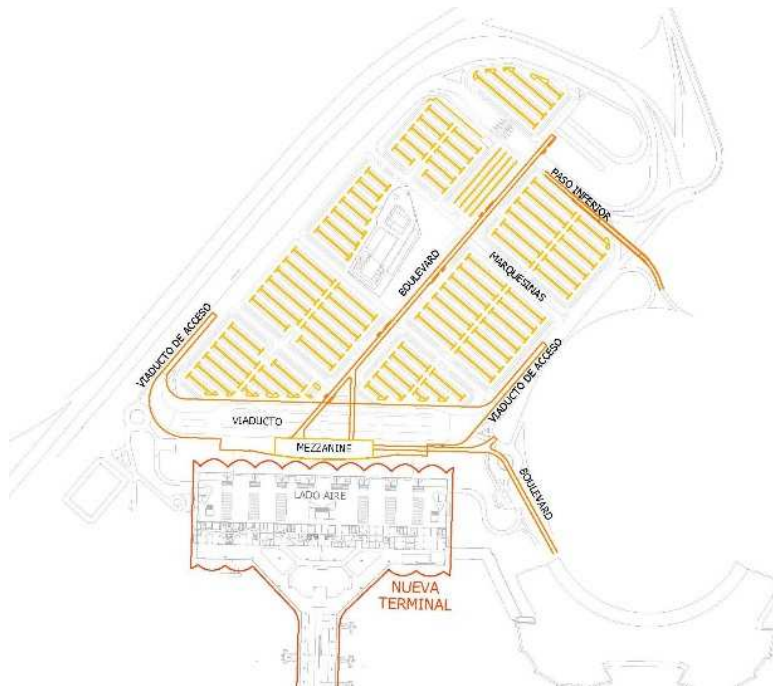


Figura 11. Esquema de situación de estructuras Lado tierra

4. Estrategia de producción

La estrategia de producción adoptada en proyecto se ha basado en establecer un esquema productivo que permitiera conseguir la redacción de todos los documentos necesarios y requeridos para cumplimentar las distintas fases de: diseño, aprobación de los diseños, valoración para la licitación y adjudicación de la obra y, por último, el proyecto constructivo de detalle.

Todas estas fases se han materializado mediante la redacción de los siguientes documentos:

- Estudio de alternativas
- Proyecto Básico – Avant Projet
- Proyecto avanzado – Avant Projet Détaillé
- Proyecto de licitación – Projet d’adjudication
- Proyecto de ejecución – Projet d’Execution
- Dirección de obra y asistencia técnica a la Ejecución (oficina técnica en obra)

Cada documento de los anteriormente relacionados pasaron a ser, para el equipo redactor, metas o hitos parciales con un alcance del trabajo a realizar bien definido. Todos los documentos redactados estuvieron sujetos a la revisión y correspondiente aprobación del Ente revisor argentino, **CTC**. Es por ello que la planificación y coordinación del trabajo realizado se basó en estos hitos parciales.

Para ello se realizó la distribución del trabajo en tres grupos pensando en el condicionante que se desarrolló en tres zonas geográficamente distintas y teniendo

en cuenta a los especialistas que disponían en ese momento cada una de las empresas para abordar de manera eficiente y coordinada el diseño.

A continuación, se muestra esquemáticamente la organización geográfica general establecida para la realización del proyecto:

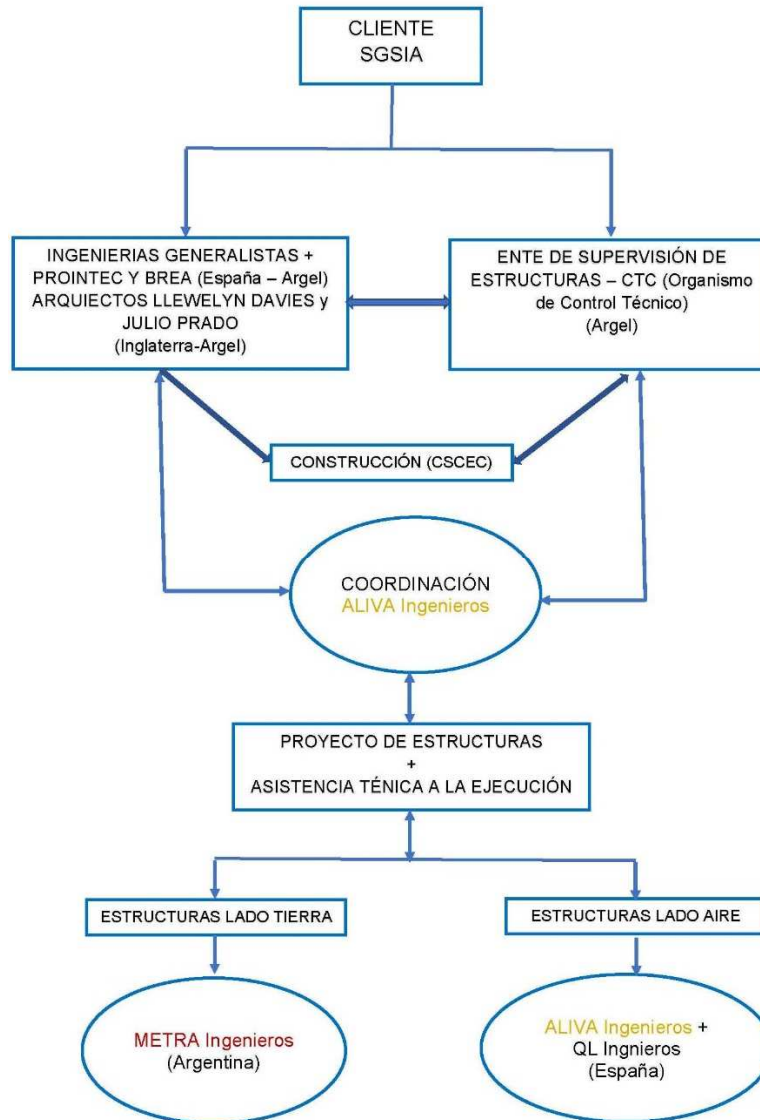


Figura 12. Esquema de producción

- **En Buenos Aires, Argentina. Metra Ingenieros**

Desde esta parte del mundo se ha realizado el proyecto estructural de todos los elementos estructurales que componen el lado tierra:

- ✓ Estructura del Boulevard
- ✓ Viaducto y Mezzanine de acceso a nueva terminal
- ✓ Viaductos de acceso
- ✓ Pasarelas de conexión entre terminales

- **En Madrid, España. Aliva Ingenieros**

Además de la importante tarea de coordinación de los trabajos del proyecto de estructura entre las ingenierías especialistas hispano-argentina, el cliente (Prointec) y locales argentina (Brea), Aliva Ingenieros a diseñado las siguientes estructuras que componen el lado Aire:

- ✓ Cimentación, contenciones (pilares y núcleos rígidos) y forjados del edificio terminal
- ✓ Edificio para albergar la Central Termo Frigorífica
- ✓ Depósito de tormentas enterrados
- ✓ Pasarelas Boarding Bridge
- ✓ Fachadas
- ✓ Edificio para la nueva Central eléctrica
- ✓ Pasarela de Conexión entre nueva y antigua terminal
- ✓ Estructuras de mostradores y locales comerciales
- ✓ Escaleras de interconexión
- ✓ Pasarelas de acceso (unión entre el viaducto y la terminal)
- ✓ Pasos inferiores

- **En Murcia, España. QL Ingenieros.**

- ✓ Cubierta nueva terminal
- ✓ Cubiertas textiles sobre Viaducto
- ✓ Fachadas
- ✓ Boarding Bridges

El proyecto así organizado representó un esquema que nos ha dado una buena respuesta a los requerimientos del cliente directo y Ente revisor, consiguiéndose mediante el mismo el cumplimiento de los hitos parciales preestablecidos.

En líneas generales y resumidamente se describe, a continuación, las herramientas utilizadas y equipo de apoyo adoptado, explicando el alcance del trabajo de cada uno de ellos:

- Sistema BIM – Revit: El haber establecido un modelo de representación y gestión por medio de BIM – Revit ha permitido que exista la figura de un único interlocutor, denominado director de proyecto, entre los medios productivos propiamente dichos, nuestro cliente y el Ente revisor. De esta manera todo el proyecto se encuentra planificado y coordinado a través de dicho ingeniero.
- *Apoyos a la coordinación:* El ingeniero responsable de la coordinación estuvo apoyado por un equipo que ayudaba en las siguientes tareas:
 - ✓ Control de cumplimientos de plazos.
 - ✓ Control de aplicación del criterio único de formatos de documentos (memorias, anejos, pliegos, presupuestos y planos).
 - ✓ Revisión de los documentos a entregar.
 - ✓ Traducción a idioma de proyecto.

- ✓ Interpretación de normativa utilizada para la aplicación homogénea por parte de todos los equipos redactores.
- ✓ Preparación de reuniones para entrega y defensa de la documentación redactada.
- ✓ Interlocución para la gestión de la información entre cliente y producción.
- ✓ Coordinación con todas las disciplinas que componen el proyecto en su globalidad.
- ✓ Revisión de informes de justificación requeridos por el Ente revisor durante las fases de aprobación de los distintos proyectos (hitos) redactados.

Internamente cada una de las ingenierías se ha organizado de manera similar, siguiendo el mismo esquema productivo, garantizando este hecho que los participantes tienen en la cabeza el esquema organizativo con las ventajas que este hecho representa.

El esquema de distribución del trabajo de diseño y redacción del proyecto de la estructura, desde un punto de vista productivo, es el que se muestra a continuación:

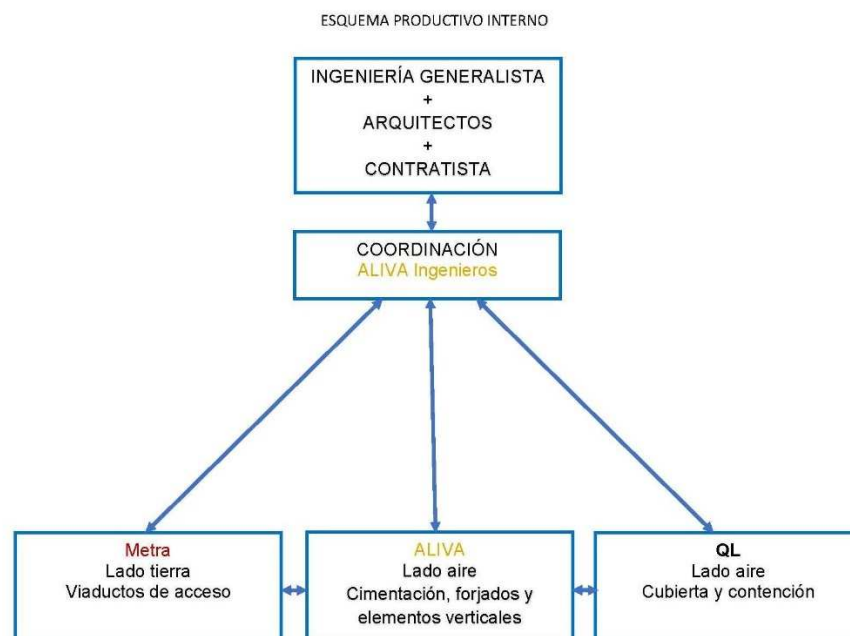


Figura 13. Esquema de producción para el diseño de estructura

Director de proyecto, Ingeniero civil senior especialista en proyecto y ejecución de estructuras.

Equipo de diseño de estructuras compuesto por Ingenieros Civiles especialistas en estructuras.

Equipo de delineación, compuesto por delineantes proyectistas con experiencia en el sistema Bim-Revit. Delineantes y delineantes arquitectos.

Equipo Mediciones y presupuestos, compuesto por ingenieros técnicos con experiencia en redacción de pliegos, presupuestos y mediciones.

El éxito del cumplimiento de los requisitos solicitados por el cliente dependió del estudio y valoración desde las fases previa a los inicios del trabajo. Estos factores analizados son:

- ✓ Conocimiento claro del alcance global del trabajo a desarrollar y sus interlocutores internos y externos.
- ✓ Análisis, estudio y planificación de los hitos parciales en cuanto sus plazos de entrega y alcance según las necesidades de los distintos hitos marcados por el cliente.
- ✓ Conocimiento claro de la normativa a utilizar.
- ✓ Preparación y formación de los equipos para interactuar con los diferentes interlocutores en sus idiomas.
- ✓ Estudio de la filosofía de producción según la nacionalidad del interlocutor. En este caso el proyecto debió encajar en la filosofía argelina y la construcción en la filosofía china.
- ✓ Determinación de los esquemas:
 - productivo
 - de comunicación interna y con el resto de interlocutores
 - de control de calidad y plazos
- ✓ Asegurar la compatibilidad de los técnicos participantes para garantizar una buena relación interpersonal entre las empresas de ingeniería y sus integrantes, sobre todo entre los cargos directivos como jefes de proyecto y departamentos, para garantizar la fluidez de comunicación y productiva necesaria para el éxito del proyecto.
- ✓ Redacción de un protocolo de funcionamiento asegurando la comunicación y el conocimiento del mismo entre los miembros participantes.
- ✓ Analizar, estudiar y asegurar el encaje económico teniendo en cuenta los puntos anteriores.

Todos estos factores, no estudiados en las fases previas pueden, y en general llevan, al fracaso productivo y económico del proyecto.

5. Aspectos negativos y positivos del sistema elegido

De la reflexión sobre la experiencia del trabajo desarrollado durante cinco años y medio (agosto 2013 a octubre 2018) hace que hayamos descubierto, a posteriori, las cuestiones positivas y negativas del sistema utilizado.

Una de las cuestiones más importantes a destacar de estos aspectos positivos es el de haber descubierto que no hace falta construir empresas faraónicas para poder acometer proyectos de gran magnitud, pero lo que indudablemente hace falta es buscar asociarse con empresas dirigidas por personas con visiones similares a las nuestras no solo empresariales, sino que también personales.

Esta cuestión que de antemano resulta intuitivamente muy complicada se logra mediante el método natural de acierto/error y utilizando mucho “el olfato” para detectar en las personas sinergias y filosofías similares.

A continuación, ponemos de manifiesto estas cuestiones hablando con transparencia sobre los aspectos tanto negativos como positivos de este sistema.

- Aspectos negativos

Empezamos hablando de los aspectos negativos porque, a nuestro entender, no son muchos, pero si creemos que son importantes:

- ✓ *Encontrar los socios adecuados:* el camino a recorrer es largo, hay que convivir durante mucho tiempo juntos y por ello el socio adecuado, muchas veces imposible de encontrar, es muy importante. Lamentablemente algunos de los compañeros de viaje se conocen desarrollando el proyecto. A veces esta circunstancia hace que, sino no se descubre y rectifica a tiempo el proyecto fracase.
- ✓ *Mantener la calma en momentos críticos:* se debe encontrar técnicos capaces de soportar las grandes tensiones y presiones que generan este tipo de proyectos. Uno de los problemas que hemos tenido es justamente el de creer que, proyectos de esta magnitud, solo salen adelante con buenos técnicos. Pero...**Nooooo**..., es necesario formar equipos con temple para soportar estas presiones y que sepan gestionarlas sin transmitir, o transmitir en la menor medida posible, a los equipos productivos que dirigen.
- ✓ *Disponer de capacidad de reacción:* La capacidad de reacción es menester de los líderes, en definitiva, técnicos/personas, que dirigen el día a día estos proyectos. El líder debe tener capacidad de escuchar, analizar y autocriticarse para poder disponer de los datos necesarios para saber cual es el mejor camino, a su entender, a seguir en cada momento y equivocarse siempre con la capacidad de reacción para rectificar antes que sea tarde.
- ✓ *Medios propios y ajenos:* el coordinar el trabajo a realizar con medios que no son propios complica la toma de decisiones con rapidez como demanda este tipo de trabajo. Por ello, el no encontrar compañeros de viaje, socios, con los que existe una filosofía de vida similar genera retrasos en la toma de decisiones y sobre todo acumulación de “malas ondas” que generan poco a poco tensiones ajenas al desarrollo del propio trabajo que lamentablemente acaban influyendo en el resultado del mismo.
- ✓ *Transparencia económica:* es muy importante la transparencia en la gestión económica del proyecto. Muchas veces se exige transparencia que no se está dispuesta a dar, empezando por la transparencia económica y siguiendo con el resto de cuestiones, técnicas, productivas, etc.

En resumen, el principal aspecto negativo es el de saber/poder encontrar empresas donde exista la filosofía común de transparencia, buen trato, capacidad técnica, etc. Estas cuestiones tan simples y tan complejas al mismo tiempo son englobadas en un

aspecto fundamental y es que muchas veces nos conocemos durante el desarrollo del trabajo.

Por último destacar que el individualismo personal, y por ende empresarial, genera un foco negativo con muchas posibilidades de fracaso. Es el trabajo en equipo solidario el que debe primar antes que cualquier interés, de cualquier tipo, individual.

- Aspectos positivos

Cambio de mentalidad: la ventaja más importante percibida, una vez terminando el trabajo, es la de haber incorporado en nuestras mentes un cambio de mentalidad relacionado con la visión de globalidad, personal, empresarial y técnica adquirida.

Hemos incorporado a nuestro bagaje profesional una nueva visión de hacer las cosas y sobre todo hemos aprendido a saber como se puede trabajar en, y para un proyecto de esta naturaleza y magnitud. En nuestro caso particular hemos empezado a pensar distinto a como lo hacíamos antes y darnos cuenta que somos capaces de enfrentarnos con éxito a proyectos de este tipo.

A partir de allí, los aspectos positivos que hemos detectado, y por ende valorado positivamente, de este proyecto también son muchos y a continuación los relacionamos:

- ✓ *Económicos:* durante y después este trabajo hemos empezado a conseguir proyectos, de la mano de nuestros clientes habituales, en distintas partes del mundo. Esto nos permite tener en nuestras compañías una estabilidad económica que antes, dependiendo casi exclusivamente del mercado local, no era posible. Nos internacionalizamos arrastrados sin tener que aumentar nuestros costes fijos, ya que crecemos y nos ajustamos según las necesidades de cada proyecto.

Ha ayudado a estabilizar económicamente nuestras empresas el echo de cobrar en distintas monedas, sobre todo para aquellas empresas situadas en mercados económicamente inestables en general y en tipos de cambios en particular.

- ✓ *Productivos:* Hemos podido empezar a contratar grandes proyectos con garantías de cumplir plazo, calidad y rentabilidad económica.

En cierta manera hemos acostumbrado a nuestros clientes a trabajar con nosotros desde los mercados locales y también desde otros mercados en distintas partes del mundo. A nuestros clientes ya no les llama la atención que los diseños de estructura se lleven a cabo desde Buenos Aires, por ejemplo. Esta circunstancia ellos la aprovechan, además, para desarrollar sus proyectos en Argentina o en países de la región contando con socios locales que trabajan junto a nosotros y que conocen las condiciones de contorno de esos mercados locales en los que desarrollan parte de sus negocios.

Ejemplo de este caso es la ejecución de la asistencia técnica de la estructura del lado tierra del aeropuerto de Argel, en Argelia, se lleva desde Buenos Aires íntegramente. Nuestro cliente se interrelaciona directamente con los técnicos de Metra Ingenieros en Buenos Aires, por intermedio de las variadas formas de comunicación a distancia que ya existen.

Al principio, por su puesto, que nos costó adaptarnos al cambio de mentalidad que requiere tanto por nuestra parte como la de nuestro cliente. Pero se logra, os aseguramos que se logra. Cuando las cuestiones que surgen se resuelven satisfactoriamente a nadie le importa en que parte del mundo estas o en que idioma se trata. Solo importa la solución eficaz de las cuestiones que surjan, ya sean cambios, correcciones de errores, justificaciones de diseño, o soluciones a la ejecución de nuestro proyecto.

Esta adaptación ha requerido tener en cuenta las muchas condiciones de contorno que intervienen: los cambios horarios para la planificación de reuniones y entregas, los distintos idiomas, frances con nuestro interlocutor en Argelia, ingles con nuestros interlocutores chinos e ingleses y por suerte en español con nuestro cliente, pero no solo hay que comunicarse verbalmente sino que también hay que hacerlo por escrito, con la redacción de informes, planos, memorias, presupuestos, mediciones y anejos.

En definitiva, nos hemos transformado en empresas especialistas versátiles y flexibles capaces de acometer pequeños, medianos y grandes proyectos con garantía de éxito acompañando a nuestros clientes en sus andaduras nacionales (locales) e internacionales sin importar el tamaño del proyecto, la norma requerida, el idioma utilizado ni la situación geográfica.

- ✓ *Técnicos:* de más está decir, después de lo comentado a lo largo de este documento, que los conocimientos técnicos adquiridos son innumerables y enriquecedores para todos los participantes en la producción y gestión estructural de este proyecto.

Así pues, uno de los aspectos mas importante que hemos tenido que estudiar y aprender, entre otros, es la de tener que aplicar unas acciones debido al sismo extremadamente altas a las que no estamos acostumbrados, a la utilización de diferentes normas, distintas formas de representación gráfica según los interlocutores, etc.

- ✓ *Comerciales:* Esta experiencia nos ha servido para ampliar nuestro currículum cara a nuestros clientes habituales y en la búsqueda de nuevos. La nueva estrategia comercial habla en la actualidad que no sólo podemos resolver estructuras en los mercados locales, sino que también hemos podido extender nuestra venta a mercados en cualquier parte del planeta.

Pasamos, en definitiva, a ser un valor añadido participando en las ofertas de nuestros clientes.

En definitiva, hemos crecido como empresarios, trasformando nuestras empresas especialistas en el diseño de estructuras en empresas internacionales, hemos crecido como técnicos trabajando con normas, costumbres y filosofías de trabajos muy distintas y fundamentalmente hemos aprendido a interactuar con muchos y variados interlocutores que nos han hecho crecer como seres humanos.

Hemos perdido el miedo que dan estos retos cuando nos encontramos solos y ya nunca mas lo estamos. Confiando en nosotros mismos y en las capacidades de todos los equipos que conformamos esta estrategia de producción nos damos cuenta que *podemos*.

Hemos aprendido y nos hemos autoconvencido a nosotros mismos que: sabemos, queremos, podemos y debemos hacerlo.

6. Futuro de las ingenierías de diseño de estructuras

Después de esta magnífica, para nosotros, experiencia vivida con el proyecto de la cimentación y estructura y asistencia técnica a la construcción del aeropuerto de Argel, vislumbramos un futuro muy halagüeño para nuestras compañías especialistas en el sector. Pero no solo por que tendremos, o no, la posibilidad de ganar más dinero, sobre todo porque nos volvemos a ilusionar con este atrevido “**mundo**” de las estructuras.

Estimados colegas, os invitamos a compartir cada una de nuestras experiencias y a empezar a contar con compañeros y sus empresas para desarrollar proyectos en este mundo globalizado y, que mejor foro este de la AIE en Argentina o la asociación que sea en cualquier parte del planeta para hacerlo.

Agradecimientos:

Agradezco al equipo de Aliva Ingenieros en general y a Lourdes, mi secretaria, en particular por la ayuda en la redacción de este trabajo.



A **prointec** por la oportunidad que nos ha dado en participar de este proyecto y su confianza y en especial a Manuel Gómez Couso por encontrar un excelente compañero de trabajo y un gran amigo.



A mi amigo y socio Horacio Pieroni y todo su equipo de Metra ingenieros y en especial a Emilio Reviriego.



Al equipo de QL Ingeniería y en particular a Iago González Quelle.



A todos los técnicos, amigos, personas y familiares que de una manera u otra han hecho posible esta magnífica experiencia de tener la oportunidad de aprender que el “**mundo**” de las estructuras es magnífico y enriquecedor para los que nos dedicamos a esto.

Por último, una mención especial a mi mujer y socia que ha llevado el peso del proyecto y lleva el mismo de la asistencia técnica. A ella quiero agradecer su dedicación en el día a día en este proyecto y el apoyo invaluable en la redacción de esta presentación.

Gracias a todos.