



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Estudio histórico, tipológico y estructural del Estadio Benito
Villamarín (Sevilla)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Jiménez López, Mario

Tutor/a: Cabrera Fausto, Ivan

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



De padres a hijos, de abuelos a nietos, una pasión llamada BETIS



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL ESTADIO BENITO VILLAMARÍN (SEVILLA)

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA
TRABAJO FINAL DE GRADO

CURSO 2022/2023 | CONVOCATORIA DE JULIO 2023
AUTOR: JIMÉNEZ LÓPEZ, MARIO
TUTOR: CABRERA I FAUSTO, IVAN

RESUMEN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

RESUMEN

Actualmente, el fútbol se ha consolidado como la práctica deportiva con mayor influencia tanto en el ámbito económico como en el social. Mencionado auge implica, a su vez, la recaudación de un abundante capital por parte de los distintos clubes. Dichas entidades deciden invertir en infraestructura deportiva con la finalidad de adaptar sus respectivos feudos a las necesidades del fútbol actual, atendiendo principalmente al confort y a la seguridad del aficionado.

El siguiente Trabajo Final de Grado se basa en el estudio de la sede del beticismo, el Estadio Benito Villamarín. El estudio estará focalizado en el análisis tipológico y estructural del graderío más longevo del feudo verdiblanco, la Tribuna de Preferencia. Cabe mencionar que, atendiendo al ámbito futbolístico nacional, se trata de una de las gradas más emblemáticas y singulares desde el punto de vista formal. A partir del mencionado análisis derivarán una serie de conclusiones, valorando la influencia del sistema estructural sobre diferentes cuestiones compositivas.

Por otro lado, previamente al análisis estructural, se atenderá a la evolución histórica tanto del Real Betis Balompíe como del estadio. De esta forma se analizará la relación existente entre la situación económico-administrativa de la entidad verdiblanca con las distintas fases de remodelación y ampliación del Estadio Benito Villamarín.

Palabras clave:

Sevilla; Real Betis Balompíe; Estadio Benito Villamarín; estructura; fútbol; Tribuna de Preferencia; proyecto.

RESUM

Actualment, el futbol s'ha consolidat com la pràctica esportiva amb major influència tant en l'àmbit econòmic com en el social. Esmentat auge implica, al seu torn, la recaptació d'un abundant capital per part dels diferents clubs. Aquestes entitats decideixen invertir en infraestructura esportiva amb la finalitat d'adaptar els seus respectius feus a les necessitats del futbol actual, atenent principalment el confort i a la seguretat de l'aficionat.

El següent Treball Final de Grau es basa en l'estudi de la seu del beticisme, l'Estadi Benito Villamarín. L'estudi estarà focalitzat en l'anàlisi tipològica i estructural de la graderia més longeva del feu verd-i-blanc, la Tribuna de Preferència. Cal esmentar que, atès l'àmbit futbolístic nacional, es tracta d'una de les graderies més emblemàtiques i singulars des del punt de vista formal. A partir de l'esmentada anàlisi derivaran una sèrie de conclusions, valorant la influència del sistema estructural sobre diferents qüestions compositives.

D'altra banda, prèviament a l'anàlisi estructural, s'atendrà l'evolució històrica tant del Real Betis Balompíe com de l'estadi. D'aquesta manera s'analitzarà la relació existent entre la situació econòmicoadministrativa de l'entitat verd-i-blanca amb les diferents fases de remodelació i ampliació de l'Estadi Benito Villamarín.

Paraules clau:

Sevilla; Real Betis Balompíe; Estadi Benito Villamarín; estructura; futbol; Tribuna de Preferència; projecte.

ABSTRACT

Nowadays, football has established itself as the most economically and socially influential sport. This growth, in turn, has led to the raising of a considerable amount of capital on the part of clubs. These entities decide to invest in sporting infrastructure to adapt their respective stadiums to the needs of modern football, with the focus on the comfort and safety of the fans.

The following Final Degree Project is based on the study of the home of beticism, the Benito Villamarín Stadium. The study will be focused on the typological and structural analysis of the longest stand at Benito Villamarín, the Preference Stand. It is worth mentioning that, from a national footballing point of view, it is one of the most emblematic and singular stands from a formal perspective. From the above analysis, a series of conclusions will be derived, assessing the influence of the structural system on different compositional issues.

On the other hand, previously to the structural analysis, attention will be paid to the historical evolution of both Real Betis Balompíe and the stadium. In this way, we will analyse the relationship between the economic-administrative situation of the club and the distinct phases of remodelling and expansion of the Benito Villamarín Stadium.

Key words:

Sevilla; Real Betis Balompíe; Benito Villamarín Stadium; structure; football Preference Stand; project.

ÍNDICE

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

| | | | |
|---|-----------|------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 | 9. BIBLIOGRAFÍA | 64 |
| 2. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE | 5 | 10. ÍNDICE DE FIGURAS | 66 |
| 3. OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y LÍMITES DE INVESTIGACIÓN | 6 | | |
| 3.1. Objetivos..... | 6 | | |
| 3.2. Metodología..... | 6 | | |
| 3.3. Límites de investigación..... | 6 | | |
| 4. ESTADO DEL ARTE | 7 | | |
| 5. CONTEXTO | 8 | | |
| 5.1. Histórico..... | 8 | | |
| 5.1.1. El fútbol en España y en Andalucía..... | 8 | | |
| 5.1.2. Sevilla y el fútbol en la primera década del s. XX..... | 9 | | |
| 5.1.3. Historia del Real Betis Balompié..... | 10 | | |
| 5.2. Sevilla. Geografía e historia..... | 16 | | |
| 5.3. Historia del Benito Villamarín..... | 17 | | |
| 5.3.1. Estadios predecesores del Real Betis Balompié..... | 17 | | |
| 5.3.2. Orígenes, evolución histórica y constructiva..... | 18 | | |
| 5.3.3. Nuevo proyecto..... | 19 | | |
| 6. DESCRIPCIÓN DEL BENITO VILLAMARÍN | 20 | | |
| 6.1. Descripción general..... | 20 | | |
| 6.2. Datos técnicos..... | 20 | | |
| 6.3. Ubicación..... | 21 | | |
| 6.4. Análisis tipológico y estructural..... | 22 | | |
| 6.4.1. Tribuna de Preferencia..... | 22 | | |
| 6.4.2. Tribuna de Fondo y Gol Norte..... | 24 | | |
| 6.4.3. Gol Sur..... | 27 | | |
| 7. CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA | 29 | | |
| 7.1. Evaluación de cargas..... | 29 | | |
| 7.2. Resumen de cargas..... | 35 | | |
| 7.3. Análisis estructural..... | 36 | | |
| 7.3.1. Cubierta..... | 36 | | |
| 7.3.1.1. Diagramas de esfuerzos..... | 36 | | |
| 7.3.1.2. Dimensionado..... | 46 | | |
| 7.3.2. Pórtico..... | 50 | | |
| 7.3.2.1. Diagramas de tensiones..... | 50 | | |
| 7.3.2.2. Diagramas de deformaciones..... | 52 | | |
| 7.3.2.3. Dimensionado..... | 54 | | |
| 8. CONCLUSIONES | 62 | | |
| 8.1. Estructurales..... | 62 | | |
| 8.2. Vinculadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible..... | 63 | | |

INTRODUCCIÓN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

La exponencial internacionalización del fútbol hace que éste se asiente firmemente como el deporte con mayor número de seguidores y de practicantes tanto a nivel profesional como amateur. Mencionada influencia social constituye la principal causa del imponente intervencionismo del factor económico en la totalidad de las áreas que envuelve el fútbol.

Obligado es retroceder a los inicios de la práctica profesional del fútbol para presenciar el como, con el transcurso del tiempo, dicho deporte de balón ha requerido de mayores infraestructuras. Éstas deberían de ser capaces de acoger a una afición cada vez más multitudinaria y, asimismo, garantizar la seguridad del espectador, cuestión con mayor incidencia en las últimas décadas. Actualmente, las instalaciones deportivas vinculadas al fútbol están dotadas de los servicios necesarios para garantizar el disfrute de los aficionados.

Retomando el Trabajo Final de Grado a desarrollar, éste consiste en el estudio del Estadio Benito Villamarín de Sevilla. Dicho estudio se llevará a efecto atendiendo a la evolución histórica y constructiva del estadio, así como al análisis estructural del graderío con mayor relevancia del feudo bético. El interés por el mencionado estadio de fútbol deriva tanto del atractivo de la infraestructura deportiva como del respeto y apasionamiento por el Real Betis Balompié y su afición. El trabajo académico se articula en tres focos de estudio:

En primera instancia, se procede a la investigación histórica del conjunto verdiblanco, atendiendo anteriormente tanto a la llegada y evolución del fútbol en España como en la capital andaluza. La mencionada investigación permitirá vincular el nivel económico e institucional de la entidad con las actuaciones de remodelación y el estado del Estadio Benito Villamarín.

No sin antes exponer los estadios predecesores, se lleva a cabo, en segundo lugar, el estudio tipológico y constructivo del estado actual de cada uno de los graderíos. Para ello, se distinguirán las etapas o fases en las que se ejecutaron las distintas obras de remodelación y reforma del estadio incidiendo individualmente en cada grada.

A partir del proceso anterior, se ejecuta el cálculo estructural de uno de los pórticos que componen la actual Tribuna de Preferencia, prestando atención a las fases de preprocesado, procesado y postprocesado. Finalmente, se expondrán una serie de conclusiones definidas por los resultados obtenidos del cálculo.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

A continuación, tras un análisis previo, se verá reflejada gráficamente la influencia de cada uno de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible con el respectivo proyecto de investigación.

FUERTE INFLUENCIA

6 7 9 11 13 17

GRAN INFLUENCIA

3 5 8 10 16

MEDIA-ESCASA INFLUENCIA

4 12

INFLUENCIA NULA

1 2 14 15



1 FIN DE LA POBREZA

Es uno de los objetivos esenciales, sin embargo, no parece tener una relación directa, ni desde el punto de vista infraestructural ni desde el del deporte.

2 HAMBRE CERO

Objetivo muy similar al primero de los objetivos. A pesar de su gran importancia, su vinculación con la infraestructura que supone el estadio de fútbol y con el fútbol en sí no aparenta ser de importancia de relevancia alguna.

3 SALUD Y BIENESTAR

Este objetivo cuenta con una gran influencia con el fútbol, y al mismo tiempo, con el estadio como infraestructura. Es notoria la clara relación entre la salud y el bienestar con el deporte. Es por ello que el fútbol se convierte en un aliado para el cumplimiento del objetivo. Sin embargo, el proceso de fabricación de algunos materiales empleados en los estadios de fútbol son contaminantes y nocivos para la salud.

4 EDUCACIÓN DE CALIDAD

Este objetivo podría desarrollarse desde el ejemplo por parte de los futbolistas, sin embargo, la educación de calidad engloba ámbitos que van más allá del fútbol.

5 IGUALDAD DE GÉNERO

La desigualdad de género engloba la mayoría de deportes, entre ellos el fútbol. Por otro lado no es una cuestión por la que un estadio de fútbol pueda verse influenciada.

6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

Es el primero de los objetivos que podemos catalogar de máxima influencia sobre el estadio de fútbol. Este hecho se debe a la necesidad del agua para el mantenimiento del césped y el resto de instalaciones de saneamiento.

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

Este objetivo posee una fuerte influencia con el tema tratado. Aliándonos con las energías renovables, reduciríamos las emisiones nocivas para el medio ambiente.

8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Catalogamos al fútbol como un deporte que atrae a multitud de espectadores. En los días de partido se puede observar un auge en la economía de la zona. Sin embargo, debemos tener en cuenta que se celebra un partido cada dos semanas.

9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA

Este objetivo posee una máxima influencia sobre el tema tratado. La construcción de un estadio de fútbol supone un crecimiento económico que se verá reflejado en la industria e infraestructura de alrededores.

10 REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES

Se trata de un objetivo muy relacionado con el cuarto. Desde el punto de vista tratado, es más sencillo combatir las desigualdades desde el ejemplo y el respeto que la educación de calidad.

11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

Objetivo claramente vinculado con la construcción de un estadio de fútbol debido a la significativa infraestructura que interviene en la organización urbana de la ciudad.

12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

La influencia que alberga este objetivo no parece ser directa sobre el fútbol. En cuanto al estadio de fútbol, se relacionará con los costes de las materias primas para su construcción.

13 ACCIÓN POR EL CLIMA

Se trata de uno de los objetivos, junto al séptimo, cuyo cumplimiento está relacionado con la reducción de la contaminación, hecho que se podrá combatir desde el tema tratado.

14 VIDA SUBMARINA

Es un objetivo que no asemeja poseer relación directa alguna con el tema tratado desde ninguno de los puntos de vista posibles.

15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

Su influencia sobre el tema parece ser nula desde los distintos puntos de vista.

16 PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS

Se trata de un objetivo crucial para el cumplimiento del resto de los objetivos. La paz debe ser promovida desde cualquier ámbito, entre ellos el fútbol.

17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS

A partir del análisis de las influencias de los objetivos con el estadio de fútbol y el fútbol en sí, deducimos la relación existente entre los mismos objetivos. Desde ambos puntos de vista comentados, podremos llevar a cabo acciones para favorecer el cumplimiento de los ODS.

OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y LÍMITES DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

OBJETIVOS

El objetivo principal vinculado a la ejecución del ya mencionado trabajo académico es la realización del estudio histórico, constructivo y estructural del Estadio Benito Villamarín. Asimismo, se procederá a efectuar un análisis de los diferentes aspectos arquitectónicos atendiendo a la tipología del estadio bético, incidiendo con mayor vehemencia sobre el ámbito estructural. De forma secundaria, se pretende argumentar la relevancia histórica e institucional del club bético en el fútbol español.

METODOLOGÍA

La investigación se ha llevado a cabo a partir de diversos procedimientos atendiendo a las distintas fases en las que se basa el siguiente estudio. El hecho de que el Benito Villamarín constituya uno de los estadios más icónicos en el ámbito futbolístico nacional deriva en la existencia de numerosas fuentes de investigación. Destacan el repertorio de fuentes relacionadas con el análisis histórico, predominando las pertenecientes a etapas cronológicamente vinculadas a una entidad ya asentada en la élite del fútbol español.

En primer lugar, se realiza una exhaustiva búsqueda de información relacionada con la evolución histórica tanto de la entidad bética como del Estadio Benito Villamarín. Para alcanzar la mayor veracidad posible en lo referente a la inauguración del club y a sus primeras actuaciones, tras incorporarse al fútbol profesional, se decide focalizar la búsqueda en fuentes fiables y contemporáneas a los hechos mencionados. Con dicha finalidad, se localizan una serie de escritos y publicaciones basados en testimonios cronológicamente acordes a los primeros pasos del Real Betis Balompié. Estos ejemplares se encuentran en la Biblioteca Pública Infanta Elena en Sevilla. Por esta razón, se decide emprender el viaje a la capital hispalense y asistir a la citada biblioteca. El desplazamiento resulta útil no solo para la primera fase vinculada a la investigación histórica, sino también para visitar la instalación deportiva en el barrio sevillano de Heliópolis. Ya en el Benito Villamarín, previamente a efectuar el tour, se inspecciona el exterior del estadio realizando el correspondiente reportaje fotográfico con la finalidad tanto de diferenciar las distintas fases constructivas como de documentar el respectivo trabajo académico con imágenes de elaboración propia. Una vez en el interior del estadio se procede de igual manera, destacando la conversación con la responsable de la visita, quien facilitó información en lo referente a los planes futuros del estadio bético. De esta forma, se cuenta con la información verídica necesaria para desarrollar la primera y segunda fase del proyecto.

En segundo lugar, una vez identificada la fase o etapa constructiva en la que se incluye la actual Tribuna de Preferencia, objeto del análisis estructural, se procede a intentar contactar con aquellas entidades que posean relación directa con el proyecto de Florentino del Valle de 1976 (tercer anfiteatro) y con la remodelación de 1980 (primer y segundo anfiteatro). La información relacionada con el ámbito estructural del graderío analizado es escasa, tanto gráfica como técnica. Por este motivo, el análisis estructural dependerá exclusivamente de la información recaudada por medio del contacto con las siguientes entidades:

- Dragados, anteriormente Dragados y Construcciones (empresa de española de construcción que forma parte del Grupo ACS). Dicha empresa llevó a cabo las obras de remodelación de 1980.
- Florentino Valle Rodríguez - Márquez Arquitectos. Despacho de arquitectura vinculado con Florentino del Valle Rodríguez, arquitecto del voladizo de Preferencia o segundo anfiteatro.
- Departamento de instalaciones del Real Betis Balompié.
- Colegio Oficial de Arquitectos de Sevilla.
- Real Federación Española de Fútbol. Se contacta con la mencionada entidad con la intención de que pudiera facilitar información relacionada con el Comité Organizador del Mundial 1982.
- SV60 Cordón & Liñán Arquitectos. Despacho de arquitectura responsable de las actuales gradas Gol Norte, Tribuna de Fondo y Gol Sur del Benito Villamarín.
- Pablo Carande. Arquitecto Director del Comité Organizador del Mundial 82.

Para finalizar con la última fase del trabajo académico, se realiza el modelo estructural, que posteriormente se someterá a cálculo, a partir de AutoCAD. Para el análisis estructural se empleará el programa de cálculo Architrave, programa que proporcionará los diferentes diagramas de esfuerzos y demás información técnica de la que derivarán las pertinentes conclusiones.

Respecto al empleo de imágenes sujetas a derechos reservados, se procedió a contactar con cada una de las fuentes para contar con su aprobación. Entre éstas predominan tanto periódicos deportivos provinciales y nacionales como diarios digitales y páginas web vinculadas con el club hispalense.

LÍMITES DE INVESTIGACIÓN

Los límites de investigación se organizan entorno al levantamiento gráfico del estadio y al análisis estructural de la Tribuna de Preferencia. Cada una de las intenciones de establecer contacto con las entidades asociadas al ya mencionado proyecto no obtuvieron respuesta o no disponían de la información requerida.

Respecto al levantamiento gráfico, las imágenes que muestran las plantas y secciones obtenidas de la página web del despacho de arquitectura encargado de la ampliación (SV60 Cordón & Liñán Arquitectos) poseen una escasa calidad. Por esta razón, con la intención de disponer de una documentación entendible y facilitar la apreciación de estos planos más detalladamente por parte del lector, se ha efectuado en calco sobre dichas imágenes.

Por otro lado, en lo referente a la realización del modelo únicamente se ha podido emplear la sección presente en el informe-recopilación del CSIC sobre la remodelación de los estadios a los que se les otorgaría la oportunidad de instaurarse como sede del Mundial 82. A partir de calcar en AutoCAD la mencionada sección, se redibuja el levantamiento gráfico del graderío principal, la Tribuna de Preferencia. La sección empleada cuenta con escasa información constructiva, a lo que hay que adherir la mala calidad de la mencionada imagen.

Asimismo, es necesario reincidir en que no solo no se ha contado con documentación gráfica, sino que no se ha podido contar, a su vez, con la información vinculada a datos geotécnicos, cimentación o estructura. De esta forma, se ha tenido que desestimar el cálculo de los empujes del terreno y su acción sobre la estructura.

A partir de las limitaciones expuestas anteriormente, para materializar el graderío analizado se han tomado decisiones proyectuales, cuyas probabilidades de que se ajusten a lo proyectado en Heliópolis son muy limitadas. Por este motivo, el análisis estructural se enfocará en mayor medida a la respuesta tipológica del graderío, y atendiendo al resultado estructural, se tendrá en cuenta que los resultados obtenidos no reflejarán con total exactitud lo plasmado entre 1975 y 1980.

ESTADO DEL ARTE

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Respecto a esta tipología de estudios relacionados con estadios de fútbol dentro del panorama nacional, la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia cuenta con un amplio repositorio. Entre los muchos trabajos que figuran en él, citamos algunos como el del Santiago Bernabéu (Real Madrid C.F.), La Romareda (Real Zaragoza), el Estadio Municipal de Ipurua (S.D. Eibar), el Estadio de la Cerámica (Villarreal C.F.), ...Este repositorio, a su vez, cuenta con estadios destacados a nivel internacional, como el Stade Matmut Atlantique (F.C. Girondins de Burdeos), el Parque de los Príncipes (Paris Saint-Germain F.C.) o el icónico Estadio Centenario (Montevideo). Entre todos los trabajos empleados como claras referencias tanto en lo documentado como en lo compositivo del trabajo, se han diferenciado dos corrientes de estudio. La primera de ellas se corresponde con un estudio más en profundidad del proyecto, analizando con más detenimiento lo relativo a la construcción, composición, etc., como son los trabajos académicos del Santiago Bernabéu o el Centenario. Sin embargo, la segunda vía de estudio es efectuar un análisis orientado al estudio estructural como por ejemplo el del Parque de los Príncipes o el Estadio de la Cerámica.

Por otro lado, y ya en lo referente al estadio analizado, el Estadio Benito Villamarín es uno de los estadios de fútbol más emblemáticos de España, siendo el cuarto con mayor aforo, viéndose superado únicamente por las tres grandes potencias futbolísticas del panorama nacional. Éstos son, en orden de aforo ascendente, el Wanda Metropolitano, el Santiago Bernabéu y el Camp Nou. Siendo feudo verdiblanco, se consolidó como sede del Campeonato del Mundo de 1982 y ha albergado numerosos encuentros de la selección española. Por las razones expuestas anteriormente, existe una gran cantidad de información relacionada tanto con la entidad bética como con el estadio.

Respecto a la información hallada, predomina la asociada a su historia y evolución. Los principales motivos de dicha afirmación recaen: en primer lugar, sobre la antigüedad que precede al estadio original, siendo documentadas cada una de sus intervenciones y remodelaciones; y, en segundo lugar, sobre la envergadura del club hispalense en el panorama futbolístico nacional. En el ámbito estructural, se han llevado a cabo numerosos estudios y análisis vinculados a la última intervención. Sin embargo, para la Tribuna de Preferencia, al tratarse del graderío más longevo en la actualidad, las tareas de investigación han resultado arduas y laboriosas.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTÓRICO

El fútbol en España

Tras remontarse a los inicios del siglo XIX, la dinastía española y la portuguesa se encuentran inmersas en una insondable crisis institucional. A partir de la invasión de las tropas napoleónicas en 1807, deriva una corte portuguesa exiliada y la casa reinante en España reclusa voluntariamente. Tras dichos hechos, España perdía relevancia internacional tras la pérdida progresiva de las colonias. Dicha decadencia del imperio colonial alcanza su punto cúlmine en 1898, cuando Cuba, Puerto Rico y Filipinas logran la independencia (Rina, 2018).

En contraposición a la situación crítica en la que se encontraba sumida España, Inglaterra presume de una economía en auge promovida por una beneficiosa situación en el ámbito internacional. Dicha situación económica permite a Inglaterra llevar a cabo inversiones en otros países, lo que supondría la emigración de parte de la ciudadanía británica y de sus costumbres, entre las que se encuentra el fútbol (Mirallas, 2004).

En España, la necesidad de progresar institucionalmente y solucionar la crisis económica y social en la que se hallaba inmersa, pasaba por restaurarse en el panorama internacional. Es por ello por lo que se decide intensificar la internacionalización del sector de la minería, sector en auge en España. Esta política aperturista llamó la atención de multitud de inversores, entre ellos de nacionalidad inglesa (Broder, et. al., 2014). Es en 1873 cuando el gobierno español llega a un acuerdo de arrendamiento del complejo minero perteneciente a Minas de Riotinto¹, un municipio español situado en la provincia de Huelva (ABC, 1992). El acuerdo se lleva a cabo con *Río Tinto Company*, una importante empresa inglesa que a su vez desplazó a numerosos ciudadanos británicos. De esta forma, en la capital onubense se contempla tanto un auge del nivel económico, como un impulso trascendental del fútbol. El posterior desarrollo y el aumento de la práctica de dicho deporte, convierten a Huelva en la cuna del fútbol en España. Este hecho sucede al fundarse el Huelva Recreation Club un 18 de diciembre de 1889 (fig. 1 y 2) (Real Club Recreativo de Huelva, 2020).

Por otro lado, la emigración británica se desplegó por el territorio español más allá de las costas onubenses, extendiéndose por ciudades como Sevilla, Barcelona, Bilbao, Madrid o Vigo entre otras (Ball, 2003). Sin embargo, otro factor determinante para la impulsión del fútbol en España fue la inclusión del fútbol en el ámbito académico. Ya fuese como práctica deportiva propuesta por el centro o como entretenimiento recreativo, el fútbol se extendía entre la juventud. Ambas circunstancias, junto con la colaboración de grupos sociales privilegiados, fomentaron la creación de los primeros clubs de fútbol en España (Pérez & Torredadella, 2020). Tras la fundación del equipo onubense, le prosiguieron entidades como el Palamós (1898), el Athletic de Bilbao (1898) y el F.C. Barcelona (1899) (Mirallas, 2004).

Actualmente, son comunes los conflictos por certificar en que área del territorio español se practicó antes el fútbol. Se conservan documentos que afirman que el primer equipo de fútbol español fue el Exiles Cable Club. Este club social y deportivo fue creado en 1873 por los operarios de *Eastern Telegraph Company*, compañía británica asentada en Vigo conocida en Galicia como el Cable Inglés (Pontevedra, 2015). Sin embargo, dicho debate finaliza al contemplar que la importancia de lo sucedido en Minas de Riotinto va más allá de partidos exclusivamente entre ciudadanos de origen británico. En el municipio onubense, el fútbol se consagró como la práctica deportiva predilecta de la clase trabajadora. Los británicos dejaron un legado que, tras la anterior fundación de Río Tinto Foot-Ball Club en 1878, derivó en la creación del decano del fútbol español. A diferencia de lo sucedido en Vigo, cuyo vestigio futbolístico se ausenta hasta los inicios del siglo XX (fig. 3), hubo una continuidad y una tradición que se extiende hasta la actualidad (De Soto, 2015).

El aumento de practicantes y aficionados impulsa una rápida proliferación de los clubs de fútbol. Éstos empiezan a brotar por todo el territorio español, localizándose los principales focos en Madrid, Cataluña y Euskadi (Masià, 2011). De esta forma surgen las primeras asociaciones que se encargan de la regulación del fútbol en España. La primera de ellas la Foot-Ball Associació, estableciéndose en Cataluña en 1900 y fue responsable de la organización de una de las primeras competiciones a nivel regional, la Copa Macaya. Dicha competición es predecesora de uno de los primeros campeonatos oficiales, el Campeonato de Cataluña de Football (FCF | Història i Presidents, s. f.). Sin embargo, es en Madrid, también en 1902, cuando se celebra la primera competición disputada por equipos de diversas regiones, el Concurso Madrid de Foot-Ball Association. Este campeonato sirvió como precedente para la creación del Campeonato de España², competición impulsada por la recientemente fundada Unión de Clubs de Foot-Ball, la primera federación del fútbol español a nivel estatal (Masià, 2011).

¹ Pueblo actualmente desaparecido, ya que se ejecutó su demolición para la expansión del complejo minero.

² Campeonato que marcó los orígenes de la actual Copa de Su Majestad el Rey.

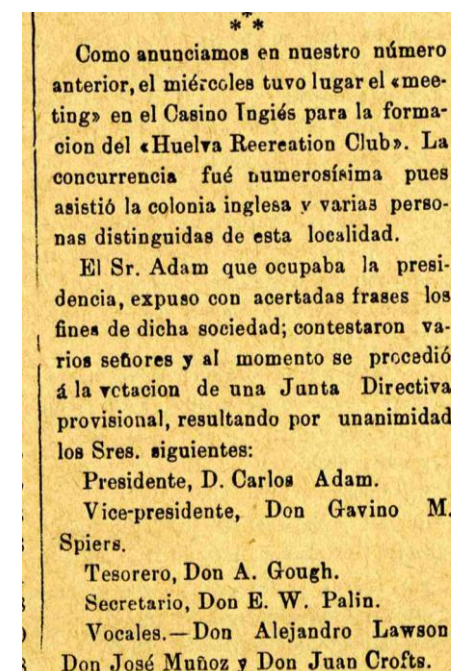


Fig. 1. Publicación en el periódico local *La Provincia* fechada el 20/12/1889.



Fig. 2. Primeras instantáneas del Huelva Recreation Club. Plantilla posando con la Copa Seamen's en 1906.



Fig. 3. Trabajadores de la *Eastern Telegraph Company* e integrantes del Exiles English Club de Vigo. 1903.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTÓRICO

Sevilla y el fútbol en la primera década del s.XX

Los emigrantes de origen británico instalados en la capital sevillana, los cuales se dedicaban en su mayoría a actividades mercantiles, decidieron fundar una sociedad deportiva el 25 de enero de 1890, el Club de Football de Sevilla. Las muestras de ello se encuentran principalmente en hemerotecas de diarios extranjeros como el escocés *The Dundee Courier and Argus* (fig. 4) (Arrechea, 2013). Entre los nombres que impulsaron la práctica del fútbol en la capital andaluza destacan Isaías White Júnior (hijo del cofundador de la fundación Portilla&White), Enrique Welton y Macoll (Fernández, 2011).

Otras evidencias que justifican la instauración del fútbol en Sevilla es el encuentro disputado entre el Huelva Recreation Club y el Club de Football de Sevilla el 8 de marzo de 1890. El encuentro tuvo su origen en una carta redactada por el secretario de la entidad sevillana Isaías White, quien propuso la fecha y el lugar ofreciendo la ciudad de Sevilla como sede del partido. Tras la aceptación de los socios del club onubense la cita tuvo lugar el sábado 8 de marzo de 1890 (fig. 5). Se celebró ante unos 150 espectadores en el Hipódromo de Tablada, saldándose con un resultado favorable para los locales de 2-0 (Sevilla Fútbol Club, 2020). El partido entre ambas sociedades deportivas se vio reflejado también en la prensa andaluza, destacando el diario de Huelva «La provincia». En dicho noticiero, el 28 de febrero de 1890, se publica la carta filtrada de I. White (fig. 6). La difusión del evento constituye entonces la primera noticia relacionada con la práctica de fútbol en la provincia de Sevilla. (Fernández, 2011).

Por otro lado, tras dos años celebrando encuentros entre ambas sociedades, en 1893 la huella de la actividad futbolística en Sevilla se desvanece. Este hecho coincide con la ausencia de noticias acerca de figuras tan relevantes para el fútbol sevillano como Macoll, E.F. Johnston o Welton. Sí se tiene constancia de Isaías White, al cual se le relaciona con la práctica de remo en el Sevilla Rowing Club (Fernández, 2011).

Iniciado el siglo XX, la industria británica, una vez más, junto a instituciones de carácter académico vinculadas a clases sociales privilegiadas de Sevilla, permiten que se reemprenda la actividad futbolística. Sin embargo, son estudiantes españoles, quienes tras estudiar en el extranjero, cultivan y desarrollan la práctica del fútbol en la ciudad andaluza. De esta forma se funda en 1905 la Sociedad de Football de la mano de Jose Luís Gallegos Arnososa como presidente. En la fundación del nuevo equipo sevillano destaca la relevancia de Luis Ybarra y Osborne, quien afirma que no se practicó fútbol en Sevilla antes del siglo XX. Muestra de ello es la entrevista que concedió en septiembre de 1955 al diario «El Español» (Fernández, 2011). Es llamativo que no se diera lugar la aportación para el apoyo y la fundación de los nuevos clubs por parte de aquellos que practicaron el fútbol en la última década del siglo XIX.

En los próximos años el fútbol continúa desarrollándose, sin embargo, no se haya mención alguna que haga referencia a la Sociedad de Football o a la práctica organizada de este deporte en la ciudad de Sevilla. El fútbol continúa jugándose durante estos años, destacando la práctica por parte de los estudiantes (Zancarrón, 2011). Ciertos grupos de estudiantes y aficionados optan por el progreso del fútbol en Sevilla y practicarlo de forma organizada. De esta forma se produce a partir de 1908 la constitución de sociedades futbolísticas y su posterior presencia en el Registro de Asociaciones (ABC, 1992). Este hecho se ve evidenciado en dos ocasiones. La primera de ellas consiste en la asociación de los promotores de la Sociedad de Football con el catalán Jose María Miró Trepas. A mediados de 1908, la sociedad deportiva queda totalmente constituida y es inscrita en el Registro de Asociaciones del Gobierno Civil de Sevilla en mayo de 1909 con el nombre de Sevilla Football Club (Zancarrón, 2011). La segunda transcurre paralelamente al anterior conjunto de hechos y tiene su origen ligado a la Escuela Politécnica de Sevilla. Estudiantes entre los que figuran los hermanos Castillo, los Hermosa y los Wesolowsky hicieron posible la fundación de un nuevo club en septiembre de 1908 bajo el nombre de España Balompié. Dicha sociedad deportiva quedó inscrita en el Registro de Asociaciones el 1 de febrero de 1909, sin embargo esta vez lo hizo con el nombre de Sevilla Balompié (Rodríguez, 1982 a).

Actualmente el Sevilla FC afirma que se trata no solo de la sociedad constituida en 1905, sino también de la entidad fundada sin reconocimiento jurídico en 1890. Sin embargo, la falta de continuidad³ y de tradición futbolística de los últimos años del siglo XIX, junto la escasez de documentos que justifiquen la práctica organizada de fútbol entre 1905 y 1907, hacen que la fecha de la fundación legal del actual Sevilla FC se sitúe en 1908 y de la inscripción en el Registro de Asociaciones en 1909. Es por esta serie de razones por las que las afirmaciones del club hispalense, se presentan como una hipótesis destinada a la exaltación histórica del club hispalense.

³ Caso similar a lo sucedido en Galicia con el Exiles Cable Club y el Vigo Foot-Ball Club (Rodríguez, 2015)

The Dundee Courier AND ARGUS.

11,448. (ESTABLISHED 1861) MONDAY, MARCH 17, 1890. PRICE ONE HALFPENNY.

FIRST FOOTBALL MATCH IN SPAIN. [FROM A SEVILLE CORRESPONDENT.]

Some six weeks ago a few enthusiastic young residents of British origin met in one of the cafés for the purpose of considering a proposal that we should start an Athletic Association, the want of exercise being greatly felt by the majority of us, who are chiefly engaged in mercantile pursuits. After a deal of talk and a limited consumption of small beer, the "Club de 'Football' de Sevilla" was duly formed and officebearers elected. It was decided we should play Association rules, and so that and goal posts, &c., duly rigged up. We were about half and half Spanish and British, and had

Fig. 4. Fragmento *The Dundee Courier and Argus*. Edición 17 de marzo de 1890.



Fig. 5. Partido entre el Club de Football de Sevilla y el Huelva Recreation Club el 8 de marzo de 1890.

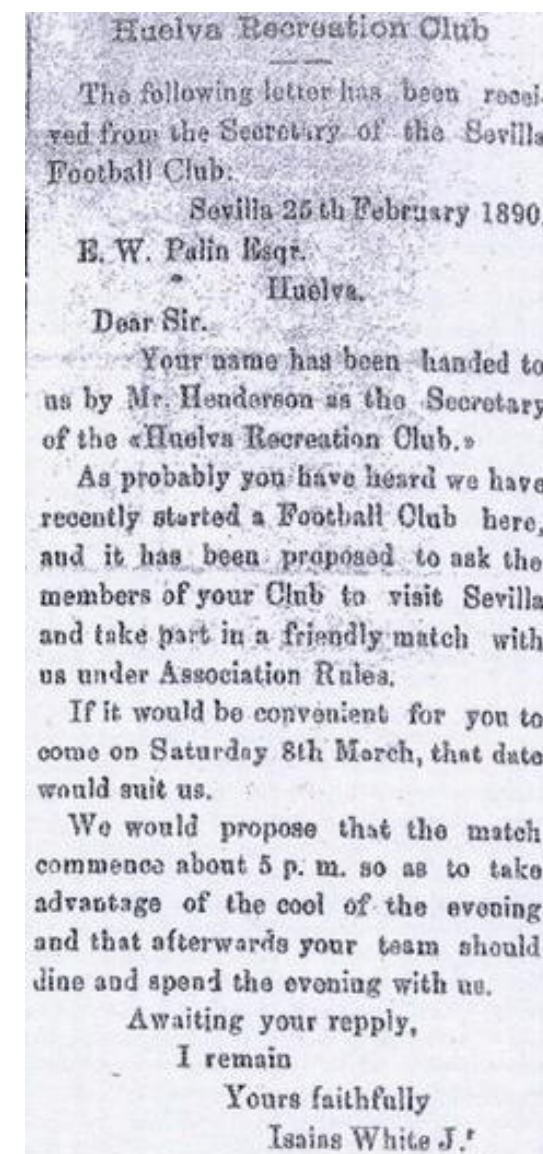


Fig. 6. Carta publicada en el diario *La Provincia* el 28 de febrero de 1890.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTÓRICO

Historia del Real Betis Balompié. 1909-1915

Se parte de la inscripción del Sevilla Balompié (fig. 7 y 10) en el Registro de Asociaciones en del Gobierno Civil de Sevilla en febrero de 1909. El cargo de presidente lo ocuparía Alfonso del Castillo Ochoa, junto a su hermano Juan del Castillo que se haría cargo de la tesorería y Roberto Vicente de la vicepresidencia. De esta forma se implanta en la ciudad un panorama futbolístico integrado por el Sevilla Football Club (fig. 8) y el Sevilla Balompié. Sin embargo, a finales de 1909, crecen las amenazas de una escisión del club balompédico por parte de los hermanos José, Manuel y Antonio Gutiérrez. Tras dicho clima de crispación, José Gutiérrez acaba por distanciarse de la corriente emancipativa acabando por aceptar la presidencia del club balompédico. Por otro lado, sus hermanos Manuel y Antonio no cesan en el afán de desvincularse del club y fundar una nueva sociedad deportiva. La escisión final de ambos, seguida de otros socios, deriva en la constitución en enero de 1910 del Betis Football Club (fig. 9 y 12) con Manuel Gutiérrez Fernández como presidente (Rodríguez, 1982 a).

Desde su fundación, desplazado por el Sevilla Football Club y el Sevilla Balompié, el Betis Football Club ocupa un segundo plano en la escena futbolística local. Esta situación desemboca en la inactividad del club en 1913 con la disgregación de la junta directiva. El cese de la actividad comentado previamente no perduró. El nuevo proyecto se gestó bajo el liderazgo y dirección de Eladio García de la Borbolla junto a jugadores que habían militado en el club bético anteriormente. Para que el club adquiriera mayor relevancia, la atención de otros jugadores y generara afición en la ciudadanía hispalense se precisaba de un distintivo que caracterizara a los béticos. Por dicha razón, con la ayuda de Pedro Rodríguez de la Borbolla, se contactó con Miguel López de Carrizosa y de Giles, II marqués de Mochales para que intercediera en noviembre de 1913 ante S.M. el Rey para lograr el título de Real. Es el 17 de agosto de 1914 cuando se le concede y se cambia de nombre a Real Betis Football Club (fig. 11). Este hecho provocó la concesión de la presidencia honorífica a Miguel López de Carrizosa y de Giles, II marqués de Mochales y Pedro Rodríguez de la Borbolla como presidente efectivo (Rodríguez, 1982 a).

Durante los primeros de la segunda década del siglo XX también se llevaron a cabo cambios en la dirección tanto del Sevilla FC, donde Paco Alba pasa a ocupar el cargo de presidente, como en el Sevilla Balompié, donde se capitán, Herbert Richard Jones⁴ se hace cargo de la presidencia (Rodríguez, 1982 a).

En el otoño de 1914 se celebran dos enfrentamientos entre el Real Betis FC y el Sevilla Balompié, y es durante estos meses cuando se llevan a cabo los trámites para efectuar la fusión de ambas sociedades deportivas. Se celebraron las pertinentes asambleas en cada una de las entidades. Por parte de los socios del Sevilla Balompié predominaba la aceptación a pesar de la fusión se ejecutaría con un club de menor categoría. Sin embargo, en el bando bético la posible fusión se saldó con el rechazo de parte de los socios y con la preocupación de Pedro Rodríguez de la Borbolla por lo que pudiera pasar con el título de Real, el mayor distintivo de la entidad. El 21 de diciembre se informa a la Casa Real de la posible fusión, esperando la aprobación de poder conservar el título. Tras la afirmativa por parte de S.M. el Rey D. Alfonso XII, la fusión se efectúa el 27 de diciembre de 1914 bajo el nombre de Real Betis Balompié (fig. 13) (Rodríguez, 1982 a). Se oficializa la fusión tras la aprobación de los estatutos por el Gobernador Civil de Sevilla en agosto de 1915. Por parte del Sevilla Balompié se aportó su palmarés⁵, plantilla y el terreno de juego, tratándose del Campo de las Tablas Verdes desde 1913. Por otro lado, el club bético hizo lo propio con el título de Real (Real Betis Balompié, s.f.).

Paralelamente a la fundación del Real Betis Balompié, se produce la proliferación de nuevas entidades futbolísticas como en 1914 el Giralda Football Club, el Infantil Football Club, el Industrial Football Club, el Club Deportivo de Football, el Triana Football Club y la fusión entre Recreativo Football Club y el Andalucía Football Club dando origen al Unión Andalucía-Recreativo (Rodríguez, 1982 a). Por esta razón, junto a la carencia de un reglamento formal, provocaron que a lo largo de 1914 tuvieran lugar una serie de reuniones entre los dirigentes de los clubs de fútbol hispalenses. Tras llevar a cabo los trámites necesarios para poder hacer efectiva la institucionalización del balompié andaluz, se constituye el 15 de mayo de 1915 la Federación Regional Sur con sede en Sevilla (ABC, 1992). La institucionalización regional impulsó la creación de la Federación Española de Fútbol, hecho que le permitiría al Real Betis Balompié continuar creciendo a nivel nacional.

⁴ Presidente del Sevilla Balompié y posteriormente del Real Betis Balompié fue el principal impulsor de la fusión entre ambas entidades conocido más tarde por el sobrenombre de *Papá Jones* por la afición bética (ABC, 1992).

⁵ Títulos:
1910. Copa *Alcalde de Sevilla*
1910-1911-1913-1914. Copa de Sevilla
1911. Torneo *Spencer* (Jerez de la Frontera)



Fig. 7. Escudo del Sevilla Balompié.



Fig. 8. Escudo del Sevilla Football Club.



Fig. 9. Escudo del Betis Football Club.



Fig. 10. El Sevilla Balompié antes de la fusión (1912).



Fig. 11. Escudo del Real Betis Football Club.



Fig. 12. El Betis Football Club antes de la fusión (1912).



Fig. 13. Escudo del Real Betis Balompié.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTÓRICO

Historia del Real Betis Balompié. 1916-1932

A pesar de alzarse por quinta vez con el título regional tras vencer al Español Football Club sevillano en 1915, el Real Betis Balompié queda sumido en un declive futbolístico. Durante estos años, el club bético no solo no opta a lograr ningún título, sino que llega a plantearse una posible disolución del club. El panorama futbolístico regional queda sometido por el Sevilla F.C., llegando a producirse una huida masiva por parte de los mejores jugadores béticos al eterno rival (Rodríguez, 1982 a). Esta etapa de decadencia se intenta revertir en 1921, cuando la máxima aspiración era que el club bético reivindicase su importancia en el fútbol andaluz (ABC,1992).

Sin embargo, no es hasta 1924 con la llegada a la presidencia de Ramón Navarro Cáceres cuando el decaimiento futbolístico ve su fin. Se llevaron a cabo dos partidos contra entidades de otras regiones, la Unión Deportiva de Sans (fig. 14) y el Español de Barcelona respectivamente. Años después, el club verdiblanco fue invitado a realizar una gira en Alemania. Los resultados no fueron relevantes para la entidad ya que el club bético logró darse a conocer no solo en el territorio nacional, sino también fuera de sus fronteras (ABC,1992).

La segunda mitad de la década de 1920 estuvo marcada por un buen fútbol, que se vio impulsado por la mejora de la plantilla y por la convalecencia institucional del club. En octubre de 1926 es cuando se celebra la Copa Spencer⁶. Se enfrenta al eterno rival, saldándose ambos encuentros con victoria bética (1-3 en el Reina Victoria (fig. 15) y 2-0 en su propio feudo, el Patronato Obrero remodelado en 1924. El año siguiente se salda con una fugaz aparición en su primer intento por hacerse con el Campeonato de España y con el subcampeonato andaluz. El club continúa creciendo y ello se ve reflejado en el Campeonato de España de 1928. En esta ocasión el club sobre el resto de los equipos en la fase de grupos y alcanza los cuartos de final frente al Barcelona, quien en un tercer partido⁷ pasa a la siguiente ronda. Sin embargo, en ese mismo año, la entidad bética se alza con el Campeonato de Andalucía imponiéndose Sevilla F.C. con un contundente 3-0 (fig. 16) (ABC, 1992). El partido tiene lugar el 29 de enero de 1928 en el Stadium América de Córdoba. Tras un empate en la clasificación general se da lugar a un partido de desempate. En este partido el Sevilla F.C. era el favorito y Enrique Beltrán, periodista reconocido sevillista, le dedicó las siguientes palabras a un periodista bético apodado *Discóbolo*⁸: "*Discóbolo, no sufras, y cuida tu corazón que mientras el río lleve albuces, el Sevilla será campeón*". Una vez se saldó el choque con victoria verdiblanca *Discóbolo* replicó: "*Los once gatos del Betis, deseosos de vivir, se comieron los albuces que traía el Guadalquivir*" (Aguilar, 2012). El Real Betis se consagró como el mejor equipo de Andalucía.

Por parte de la Real Federación Española de Fútbol, a finales de 1928 se crea el Campeonato Nacional de Liga a semejanza de la ya existente en Inglaterra. Tras una costosa organización, se crean tres divisiones. Tanto el Real Betis Balompié, como el Sevilla F.C. recayeron en Segunda División junto a ocho equipos más (ABC, 1992).

El objetivo primordial del club bético pasa por alcanzar la Primera División, suceso que no tendría lugar en las tres primeras temporadas, finalizando sexto, cuarto y penúltimo respectivamente. Durante estos años, el denominador común que caracteriza a la entidad bética es la irregularidad (ABC, 1992). En el campeonato copero la trayectoria no diferiría. La irregularidad y actuaciones arbitrales, como la del colegiado Melcón en los octavos de final de 1929 contra el F.C. Barcelona que anuló tres goles, terminaron caracterizando a un decaído Betis (Aguilar, 2012).

La situación se vio revertida con la llegada de Ignacio Sánchez Mejías a la presidencia. Aumentó la nómina de los jugadores y firmaron a Adolfo y Timimi, fichajes que cambiarían el porvenir bético. Bajo su mandato se logró algo inconcebible hasta el momento, el Real Betis Balompié logró ser finalista del campeonato copero militando en Segunda División (Aguilar, 2012). Derrotó a equipos de categoría muy superior como la Real Sociedad, el Real Madrid o el potente en aquel entonces Arenas de Guecho. Tal y como se previó por parte de los medios de comunicación (fig. 17), sucumbió el conjunto sevillano el 21 de junio de 1931 frente al Athletic de Bilbao por 3-1 en Chamartín (fig. 18) (ABC, 1992).

Finalmente, en la temporada 1931/32, el Betis Balompié (con la instauración de la Segunda República cambia el nombre de la entidad) logra conquistar la Segunda División y consagrarse como el primer equipo andaluz en Primera División. Por toda la capital andaluza se coreaba "*alirón, alirón, el Betis campeón*" (Aguilar, 2012).

6 Enrique Gómez Muñoz, "Spencer" fue un reconocido jugador que vistió los colores del Sevilla F.C. y del conjunto nacional. Tras su fallecimiento, la entidad hispalense conmemoró su recuerdo con un partido homenaje.

7 En aquel entonces no se tiene en cuenta la cantidad de goles a favor o en contra. Por lo tanto, si ambos equipos lograban la victoria en una eliminatoria se celebraba un tercer partido de desempate en un feudo imparcial.

8 Gil Gómez Bajuelo, "Discóbolo" fue un periodista bético que ocupó la presidencia bética los primeros años de la década de 1920 y directivo en los años 40.



Fig. 14. Anuncio publicado en el *El Liberal* el 13 de diciembre de 1924.



Fig. 15. Alineación Real Betis Balompié en el Reina Victoria. 3 de octubre de 1926.



Fig. 16. Capitanes y trío arbitral. Final Campeonato de Andalucía 1928.



Fig. 18. Alineación final de Copa contra el Athletic de Bilbao en 1931.



Fig. 17. Ilustraciones publicadas por el *Mundo Deportivo* de Barcelona el día previo a la final del Campeonato de España de 1931.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTÓRICO

Historia del Real Betis Balompié. 1933-1957

El Betis Balompié inicia sus andadas en Primera División con discreción, logrando en la temporada 1932/33 y 1933/34 el quinto y el sexto puesto respectivamente. A pesar de ello, tras reforzar la plantilla con jugadores como Gómez, Caballero, Larrinoa o Rancel, logra alzarse con el título de campeón de Liga cosechando quince victorias, cuatro empates y tres derrotas en la campaña 1934/35 (fig. 19 y 20) (ABC, 1992).

El club verdiblanco se hallaba en la cumbre del panorama futbolístico nacional, sin embargo, durante la siguiente temporada el club bético quedaría sumido en una profunda crisis. El verano de 1935, pese al buen rendimiento futbolístico, la entidad se ve superada por una crisis económica. Por parte del club, se opta por la venta de jugadores para sanear las cuentas. El hecho de que el Betis Balompié fuese al actual campeón ayudó a la venta de varios de sus jugadores codiciados por equipos de más alto nivel, tanto futbolístico como económico. Finalmente, la temporada 1935/36 se saldó con la séptima posición con derrotas muy contundentes (ABC, 1992).

El verano de 1936 estalla la Guerra Civil que se extenderá tres años. Durante éstos el club hace lo posible por no desaparecer. La plantilla quedó prácticamente desmantelada ya que sus jugadores ficharon por otros equipos, emigraron a tierras americanas o se incorporaron a filas. Manteniéndose en el club bético los pocos que residían en Sevilla junto a juveniles de categorías inferiores, y a pesar de la desvinculación entre fútbol y afición, el Betis disputó varios partidos de carácter amistoso frente a equipos cercanos como el Cádiz, Granada, Linense o el mismo Sevilla (ABC, 1992).

Tras la Guerra Civil, la competición oficial vuelve a Sevilla con la creación de la Federación Nacional de Fútbol. Dicha organización crea en 1939 la Copa del Generalísimo y pocos meses después asienta las bases para la vuelta del campeonato liguero el 3 de diciembre de 1939, donde el conjunto bético competirá en Primera División (Rodríguez, 1982 b). Sin embargo terminó sucediendo lo que muchos presagiaban, saldándose la temporada con un penúltimo puesto, lo que conduciría al Betis a Segunda División. Esta trayectoria descendente en el ámbito deportivo reflejaba la situación económica e institucional de la entidad bética que no pudo hacer más que continuar escribiendo su historia, ahora hundido en la División de Plata. En esta ocasión, la permanencia del Betis en Segunda División se prolongaría dos años. Tras un séptimo puesto en la temporada 1940/41⁹ (fig. 21), logró el ascenso en la temporada 1941/42 a la primera categoría del fútbol nacional (ABC, 1992).

La afición bética confiaba en la reaparición de un Betis victorioso en Primera División rememorando los años en los que logró alzarse con el campeonato liguero. Sin embargo, la profunda crisis económica junto a una derrota en la segunda jornada frente al eterno rival, por dos goles a cinco en Heliópolis, pondría de manifiesto que el club se encontraba en su etapa más crítica. Los hechos anteriores, unidos a constantes tropiezos que hundieron moralmente a la plantilla, derivaron en la inevitable vuelta del club a Segunda División (Rodríguez, 1982 b). La debacle liguera y la decepcionante actuación en el Campeonato de España supusieron la dimisión del hasta entonces presidente Alfonso Alarcón de Lastra y de toda su directiva. En los siguientes años el Real Betis Balompié protagoniza temporadas mediocres en la División de Plata hasta la campaña de 1946/47, cuando la entidad bética sufre su primer descenso a Tercera División (fig. 22). Su estancia en dicha división se preveía breve, pronto se hizo evidente que no sería así (ABC, 1992).

Durante su estancia en Tercera, en las que el club no tiene mejor opción que vender a cualquier jugador que sobresaliese, la afición verdiblanca fue el mayor sustento haciendo suyas cada derrota bajo el histórico grito «¡Viva el Betis aunque pierda!» (fig. 23). Finalmente, tras siete años en los que a pesar de buenos resultados únicamente llegó a promocionar en la campaña 1950/51, el Real Betis Balompié logra alzarse con el título de Campeón de Tercera la temporada de 1953/54 y ascendiendo de forma directa a la División de Plata (Rodríguez, 1982 b).

La temporada de 1954/55 se define, a pesar de la ilusión, como una campaña de adaptación. Sin embargo, en la siguiente temporada el Real Betis Balompié logra promocionar tras ser segundo, pero en la Fase de Ascenso termina quinto. Ese mismo año llega a la presidencia Benito Villamarín Prieto (fig. 24), quien aportó a la entidad un carácter empresarial muy necesario para las arcas béticas. Con Benito Villamarín al frente del conjunto bético y con Antonio Barrios en el banquillo, tras buenas temporadas rozando el ascenso, en la campaña de 1957/1958 el Real Betis Balompié vuelve a Primera División (ABC, 1992).

⁹ Durante 1940 el club vuelve a llamarse Real Betis Balompié, ya que se recuperaría el título de Real que perdió con la instauración de la II República. Asimismo, en enero de 1941, se eliminan los extranjerismos que figuran en el nombre del resto de clubes.



Fig. 19. El Real Betis Balompié recoge en Bilbao la Copa de Campeón de Liga.



Fig. 20. Monumento a los campeones de liga de Primera División.



Fig. 21. Encuentro entre el Real Betis Balompié y el Zaragoza. Victoria bética que conllevó el ascenso matemático.

| CLASIFICACION | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|-------|
| MADRID 13.—Clasificación de la Segunda División de Liga: | | | | | | |
| EQUIPOS | J. | G. | E. | P. | F. | C. P. |
| 1.—Deportivo Alcoyano | 26 | 16 | 6 | 4 | 65 | 36 38 |
| 2.—Gimnástico de Tarragona | 26 | 16 | 3 | 7 | 67 | 42 35 |
| 3.—Real Sociedad | 26 | 13 | 6 | 7 | 54 | 37 32 |
| 4.—Hércules de Alicante | 26 | 14 | 2 | 10 | 48 | 44 30 |
| 5.—Mallorca C. F. | 26 | 13 | 0 | 13 | 47 | 47 26 |
| 6.—U. D. Levante | 26 | 12 | 2 | 12 | 62 | 52 26 |
| 7.—Granada C. F. | 26 | 10 | 5 | 11 | 36 | 41 25 |
| 8.—Deportivo Córdoba | 26 | 9 | 6 | 11 | 37 | 40 24 |
| 9.—Club Deportivo Málaga | 26 | 8 | 7 | 11 | 38 | 44 23 |
| 10.—Club Ferrol | 26 | 9 | 4 | 13 | 47 | 61 22 |
| 11.—Baracaldo C. F. | 26 | 10 | 1 | 15 | 59 | 51 21 |
| 12.—Real Santander | 26 | 7 | 7 | 12 | 38 | 45 21 |
| 13.—Zaragoza C. F. | 26 | 9 | 3 | 14 | 42 | 47 21 |
| 14.—R. B. BALOMPIÉ | 26 | 8 | 4 | 14 | 37 | 60 20 |

Fig. 22. Clasificación tras la última jornada de la temporada 1946/47.



Fig. 23. Afición bética con pancarta que hace referencia al lema del «manque pierda».



Fig. 24. Benito Villamarín Prieto.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTÓRICO

Historia del Real Betis Balompié. 1958-1977

Tras cumplirse los 50 años de la creación del club y de pasar 15 años desde su última estancia en la primera categoría nacional, la entidad verdiblanca festeja junto a su afición el ascenso (fig. 25 y 26). La celebración por parte de los aficionados se extendió durante días en las calles de Sevilla (ABC, 1992).

Con un Real Betis Balompié asentado en la División de Honor y económicamente estable, con el fin de estar a la altura de la categoría, la directiva optó por reforzar la plantilla. Durante la temporada 1958/59 tuvieron lugar, por parte del Real Betis Balompié, grandes actuaciones entre las que destaca el encuentro, tres lustros después, frente a su eterno rival. Dicho partido, en el que se inauguraba el estadio del Sánchez Pizjuán, los verdiblancos golearon por dos goles a cuatro en lo que sería una de sus victorias más icónicas frente a los de Nervión (fig. 27). La campaña 1958/59 finalmente se saldó con una sexta posición, resultado inesperado incluso para los más optimistas. Por otro lado, en el Campeonato de España el Real Betis Balompié cayó en tercera ronda frente al F.C. Barcelona cuando, antes de encajar un 0-6 en Heliópolis, el técnico azulgrana Helenio Herrera comentó: “esta eliminatoria la ganaremos sin bajarnos del autobús” (ABC, 1992).

Durante las próximas temporadas, el Real Betis se consolidó en Primera División afincándose en la mitad de la tabla mayoritariamente, siendo necesario resaltar la tercera posición en la campaña 1963/64. Tras el logro en el campeonato liguero, el conjunto bético se clasifica por primera vez para la Copa de Ferias, competición europea. Su participación fue breve al ser eliminados en primera ronda frente al Stade Française. Las dos temporadas siguientes estuvieron marcadas por la irregularidad en cuanto a resultados deportivos que derivarían en el descenso a la División de Plata en 1966, por un debilitamiento en la economía del club y por el fallecimiento de Benito Villamarín, el 15 de agosto de 1966 (Rodríguez, 1982 b).

A partir de la temporada 1966/67, el conjunto bético atraviesa temporadas en las que se frecuentaban numerosos cambios, tanto a nivel deportivo, como institucional.

Tras tres temporadas en Segunda División, logrando el séptimo, cuarto y primer puesto respectivamente, el Real Betis Balompié reanuda su estancia en la División de Honor tras cosechar abrumadoras victorias en su feudo durante la temporada 1970/71. Sin embargo, el Real Betis Balompié no es capaz de alcanzar la regularidad necesaria para consolidarse en Primera División. De esta forma, tras alternar tardes de gloria con días de sufrimiento, el club verdiblanco desciende la temporada 1972/1973. No obstante, su estancia en la División de Plata es fugaz, logrando el ascenso tras mantenerse invicto en el Benito Villamarín. El Real Betis Balompié se consagra como un equipo ascensor (ABC, 1992).

Después de lograr el campeonato liguero de la segunda categoría nacional, el Real Betis se afianza en Primera División cosechando grandes resultados erigiendo el optimismo de una afición sufridora. Se inicia el campeonato liguero de 1976/77 con un banquillo equilibrado en todas sus líneas (fig. 28). En dicha plantilla donde figuran nombres importantes como Esnaola, Bizcocho, Cardeñosa y Eulate, destacan las incorporaciones de Megido, de Rafael Gordillo, que manó del equipo filial verdiblanco, y del holandés Gerrie Muhren proveniente del poderoso Ajax. Tras un relevo en el banquillo con la temporada iniciada, asumió el cargo Rafael Iriondo. El entrenador vasco impulsó al conjunto hasta los puestos europeos, sin embargo, en la última jornada se enfrentaba en el Camp Nou al F.C. Barcelona. La derrota por tres goles a uno le arrebató al conjunto bético los puestos europeos obteniendo la quinta posición. Las esperanzas europeas residían ahora en la primera edición de la Copa del Rey. Tras enfrentarse al Baracaldo, Sestao y al y Deportivo de la Coruña, el Real Betis Balompié logra su paso a octavos de final. En dicha ronda le espera un equipo de Segunda División, el Real Valladolid. A pesar de su condición como conjunto inferior, se trató de una eliminatoria muy igualada definiéndose por la mínima. La victoria del conjunto verdiblanco en Zorrilla por un gol a dos, y un sufrido empate en el Villamarín permitieron el Real Betis Balompié acceder a cuartos de final. En el sorteo de cuartos el rival a batir es el Hércules de Alicante. Tras dos encuentros muy parejos, y con una victoria por dos goles a uno en el Villamarín y la derrota, de nuevo, por dos a uno en el estadio alicantino Rico Pérez se llegó a la prórroga. El tiempo añadido se saldó de forma insatisfactoria para ambos conjuntos llegando a los penaltis. Con el guardameta Esnaola como protagonista, el Betis accedía desde los once metros a semifinales donde le esperaba el Español. Una victoria periquita en Sarriá por un gol a cero, obligaba a los béticos a ganar en su feudo. Ya en el Villamarín, con gol de Biosca en los minutos finales, se accedía a la prórroga. En esta ocasión el tiempo añadido si fue decisivo y, tras otro gol de Biosca en el minuto dos, el Real Betis Balompié se convertía en finalista. Otra final frente al Athletic de Bilbao cuarenta y seis años después. Sin embargo, en esta ocasión, tras un empate a dos y veintidós lanzamientos de penalti, la victoria sonreía a los verdiblancos (fig. 29 y 30) (Rodríguez, 1982 c).



Fig. 25. Afición bética celebra el Campeonato de Segunda División en Heliópolis. 1 de junio de 1958.



Fig. 26. Celebración de la afición bética al lograr el ascenso matemático. 18 de mayo de 1958



Fig. 27. Alineación del Real Betis Balompié en la inauguración del Sánchez Pizjuán. 21 de septiembre de 1958.



Fig. 28. Arriba Esnaola, Bizcocho, Biosca, Sabaté, López y Cobo; abajo García Soriano, Muhren, Ladinszky, Cardeñosa y Anzarda. 17 de octubre de 1976.



Fig. 29. Esnaola detiene el último penalti y el Real Betis Balompié es campeón. Los aficionados suben a hombros al guardameta guipuzcoano.



Fig. 30. Rogelio levanta el trofeo sobre el césped del Calderón.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTÓRICO

Historia del Real Betis Balompié. 1978-2008

El Real Betis Balompié se alzaba como campeón de la Copa del Rey en el Vicente Calderón. Esnaola se consolidó como una de las figuras más icónicas del club verdiblanco tras frustrar el penalti de Iríbar. El capitán Cobo recogía el trofeo de las manos de Su Majestad el Rey don Juan Carlos I. Juan Manuel Cobo levanta la Copa del Rey (fig. 31) y la afición bética, presa del júbilo por el logro alcanzado, ovacionaba a sus jugadores coreando «¡Sí, sí, sí, la Copa ya está aquí!» o «¡Chilla, chilla, chilla, la Copa pa Sevilla!» (ABC, 1992).

La siguiente temporada se saldaría con un polémico descenso ya que, a pesar de estar igualado a puntos con el C.D. Español y el Hércules C.F., el club bético finaliza la campaña decimosexto (fig. 32). Contradictoriamente, la actuación en Europa fue bastante notable al alcanzar los cuartos de final en la Recopa. La estancia en la División de Plata se prolonga, afortunadamente para el conjunto hispalense, un año (Rodríguez, 1982 c).

A partir de la campaña 1980/81, el Real Betis Balompié pasa por una etapa dorada. El club cosecha grandes resultados a pesar de no alzarse con ningún título¹⁰, y la beneficiosa situación económica permite el refuerzo de la plantilla con importantes nombres como el delantero paraguayo Carlos Diarte, o los jóvenes Ramón y Segundo. No obstante en la segunda década de 1980, tras grandes actuaciones, la entidad bética acusa la marcha de su plantel de jugadores insignia. La retirada del fútbol profesional de José Ramón Esnaola y Julio Cardeñosa, ambos partícipes y piezas claves para la conquista de la Copa del Rey, junto a la marcha de Rafael Gordillo al Real Madrid, jugador más destacado del conjunto hispalense en aquel entonces, marcan un fuerte debilitamiento de la entidad a nivel deportivo. Tras la mala gestión de la plantilla por parte de la directiva, tuvieron lugar campañas en las que el Real Betis Balompié lidiaba con el descenso. Es en la temporada 1988/1989 cuando el club verdiblanco termina por descender a Segunda División tras concluir decimooctavo, a solo un punto de la salvación (ABC, 1992).

De nuevo, el purgatorio se extiende una sola temporada y el club hispalense regresa a la élite tras ser subcampeón en la campaña 1989/90. Sin embargo, el club se encontraba sumido en una profunda crisis económica que derivó en la imposibilidad de confeccionar una plantilla competitiva para hacer frente a la élite nacional. De esta forma fue inevitable el retorno a Segunda División. A la complicada situación económica se adhería la necesaria conversión en Sociedad Anónima Deportiva. De esta forma, se impuso un Plan de Saneamiento que obligó al club a responder ante una deuda social de 1.175 millones de pesetas. A pesar de la recaudación por parte de los aficionados béticos superara los 400 millones de pesetas, no era suficiente para cubrir el capital social. Finalmente, la situación se solventó con la aportación económica de la cuantía restante por parte de Farusa (Familia Ruiz Ávalos S.A.). Y así, Manuel Ruiz de Lopera pasa a hacerse con el control mayoritario del Real Betis Balompié S.A.D. el 30 de junio de 1992 (fig. 33) (Real Betis Balompié, s.f.).

Tras tres temporadas en la División de Plata, el Real Betis Balompié logra el ascenso en Burgos en la campaña 1993/94. Con Lorenzo Serra en el banquillo se logran grandes éxitos durante los siguientes tres años. La temporada 1994/95, el club verdiblanco se afianza como equipo revelación de Primera División alcanzando la tercera posición. En la siguiente campaña, los hispalenses repitieron resultado en el campeonato liguero y lograron consagrarse como finalistas de la Copa del Rey. La final se disputó en el 28 de junio de 1997 en el Santiago Bernabéu y se saldó con victoria blaugrana en la prórroga por tres goles a dos (fig. 34) (Real Betis Balompié, s.f.).

La marcha de Serra del banquillo verdiblanco deriva en temporadas donde predomina la inestabilidad, sucediéndose, en la temporada 1999/2000, el descenso a Segunda División, donde únicamente permanecerían una temporada. Tras la vuelta a primera, la actuación en el campeonato liguero se define como mediocre hasta la vuelta al banquillo hispalense de Lorenzo Serra en 2004. Regresa la gloria para la afición verdiblanca en la temporada 2004/05. El Real Betis Balompié se alza, en el Vicente Calderón, con su segunda Copa del Rey ante el C.A. Osasuna por 2-1 (fig. 35 y 36). Asimismo logra una excelente cuarta posición en el campeonato liguero clasificándose para la primera edición de la Liga de Campeones, antigua Copa de Europa (Real Betis Balompié, s.f.).

A pesar del gran éxito cosechado en la temporada anterior, Serra no es renovado en el cargo de entrenador. Este hecho desencadena una serie de campañas en las que, de nuevo, la inestabilidad invade la entidad bética, provocando la vuelta a la segunda categoría nacional en la última jornada del campeonato de 2008/09 (Real Betis Balompié, s.f.).

10 El Real Betis Balompié no pudo alzarse con ningún título oficial. Sin embargo, en la pretemporada de la campaña 1980/81 se celebra la novena edición del Trofeo Ciudad de Sevilla. El club bético le arrebataría el trofeo, en el propio Sánchez Pizjuán, al Sevilla F.C. por un gol a dos.



Fig. 31. Juan Manuel Cobo levanta la Copa otorgada por Su Majestad el Rey.

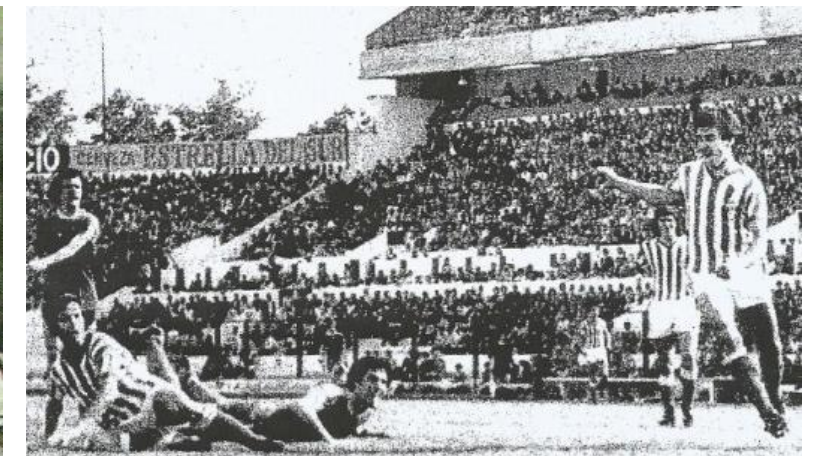


Fig. 32. El 7 de mayo de 1978 el Betis derrota 1-0 a la Real Sociedad en el Villamarín. Victoria inservible que no evita el descenso en la última jornada.



Fig. 33. Manuel Ruiz de Lopera en el Hotel Colón durante las negociaciones para hacer efectiva la conversión en S.A.D.



Fig. 34. El delantero bético Alfonso dispara a puerta ante la oposición de Abelardo. Sería el primer gol del partido.



Fig. 35. Celebración con la Copa en el balcón del Ayuntamiento de Sevilla.



Fig. 36. El 11 de junio de 2005 el Betis vence 2-1 al Osasuna en el Calderón en el partido final de la Copa. Celebración de Dani tras anotar el segundo tanto en el minuto 115.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTÓRICO

Historia del Real Betis Balompié. 2009-Actualidad

Durante la temporada 2009/10, los aficionados béticos depositan las esperanzas en su amado club, alentando cada día de partido soñando con el ascenso. El Real Betis Balompié logra importantes victorias instaurándose en los puestos altos de la tabla con opciones de ascender. Sin embargo, el club verdiblanco, a pesar de prolongar la lucha hasta la última jornada, no conquista el ansiado ascenso a la División de Honor. De esta forma, el club hispalense inicia una nueva temporada en Segunda División. El Real Betis Balompié se encuentra sumido en una polémica¹¹ situación económica y accede a la presidencia Rafael Gordillo. El club bético destaca por encima de sus rivales con un buen fútbol y, a partir de mantenerse constante a lo largo toda la temporada, logra el ascenso a Primera División tras proclamarse Campeón de Liga en la temporada 2010/11 (fig. 37) (Real Betis Balompié, s.f.).

El club bético logra conservar la categoría durante tres temporadas alcanzando la clasificación para la UEFA Europa League en la campaña 2012/13. Sin embargo, a pesar del buen resultado liguero cosechado, la temporada siguiente se caracteriza por la práctica de un fútbol mediocre evidenciando la crisis económica e institucional por la que transcurría la entidad verdiblanca. Finalmente, la temporada 2013/14 se salda con la vigésima posición, la cual conlleva la vuelta a la División de Plata (fig. 38) (Real Betis Balompié, s.f.).

Tras un periodo crítico en lo que a cuestiones económicas se refiere, al club se le absuelve de la mayor parte de las acciones cautelares impuestas por la justicia el verano de 2015. Este hecho deriva en la convocatoria de una Junta Extraordinaria de Accionistas el 23 de septiembre. Dicha asamblea concluyó con la victoria de Ángel Haro García y José Miguel López Catalán (fig. 39) que, junto con el amparo mayoritario de la afición bética, logran asentarse en febrero de 2016 como presidente y vicepresidente respectivamente. La actuación de Ángel Haro en la presidencia se caracterizó por profesionalización y adaptación del Real Betis Balompié al fútbol del siglo XXI (Real Betis Balompié, s.f.).

El Real Betis Balompié conquista la primera posición de Segunda División con Pepe Mel en el banquillo (fig. 40). La estancia en la segunda categoría nacional durante la campaña 2014/15 sería la última hasta la fecha. La situación de los verdiblancos prolifera de forma notoria en todos los ámbitos, logrando consolidarse en la División de Honor. Posteriormente a las campañas 2015/16 y 2016/2017, en las que el club hispalense se instaura en la media tabla como décimo y decimoquinto respectivamente, el Real Betis Balompié firma una espectacular temporada sumando 60 puntos y afianzándose en puestos europeos tras la sexta posición en el campeonato liguero (Real Betis Balompié, s.f.).

Por otro lado, al margen del ámbito deportivo, el 23 de noviembre de 2017 tiene lugar la Junta General Ordinaria de Accionistas. En ella se aprobó el acuerdo propuesto por la entidad bética con Manuel Ruiz de Lopera y *Bitton Sport*, para la compra de su propiedad accionarial. Dicho acuerdo derivó en la posterior venta de acciones, terminando por democratizarse la entidad bética y depositando su bienestar constitucional en su afición. De esta forma Ángel Haro García logra la unificación de todo lo que engloba el Real Betis Balompié, remodelando institucionalmente al club tras otorgar el control a los socios y accionistas béticos. El presidente en la Junta General Ordinaria de Accionistas expuso a los presentes: "El Betis será de los béticos" (Real Betis Balompié, s.f.).

Los buenos resultados en feudo verdiblanco se preceden, y a pesar de campañas notables y de los silencios en los estadios provocados por el COVID-19 (fig. 41), el club verdiblanco refuerza su plantilla constantemente, siendo capaz de competir contra los grandes clubes del panorama futbolístico nacional y europeo. De la llegada del chileno Manuel Pellegrini al banquillo hispalense, junto a una plantilla en la que figuran jugadores de alto nivel como el campeón del mundo Nabil Fekir, el goleador Borja Iglesias o el indiscutible en segunda línea Sergio Canales, deriva un Real Betis Balompié ganador con grandes aspiraciones. La estancia de Pellegrini en el banquillo, actual entrenador, se salda con tres clasificaciones a la UEFA Europa League logrando, en las campañas 2020/21, 2021/22 y 2022/23, la sexta y quinta plaza por dos años consecutivos. Sin embargo, el mayor logro tuvo lugar el 23 de abril de 2022 en el estadio de La Cartuja de Sevilla. Tras un partido reñido, el club bético se impone al Valencia C.F. en los penaltis. El capitán y mítico jugador bético Joaquín Sánchez Rodríguez alza la Copa del Rey (fig. 42), y el Real Betis Balompié se proclama tricampeón de La Copa.

¹¹ Manuel Ruiz de Lopera, propietario mayoritario del Real Betis Balompié, es condenado por la justicia en 2006 por un delito contra la Hacienda Pública. El mandatario bético, trató de vender de su propiedad accionarial de la entidad verdiblanca a la compañía *Bitton Sport* en 2010, sin embargo la jueza paralizó dicha venta embargando dichas acciones. El futuro económico del Real Betis Balompié quedaba sumido en una incertidumbre con escasa capacidad de reacción.



Fig. 37. Festejo tras derrotar al Tenerife en el Villamarín por 3-1. Victoria que certificaba prácticamente el ascenso a Primera División. 11 de mayo de 2011.



Fig. 38. Jugadores abatidos tras un descenso ya consumado. Finalización de la última jornada saldada con derrota.



Fig. 39. Ángel Haro García y José Miguel López Catalán ganan la Junta Extraordinaria de Accionistas con un 27,4% frente al 25,9% de sus adversarios. 23 de septiembre de 2015.



Fig. 40. Real Betis Balompié 3-0 AD Alcorcón. Jugadores celebrando el ascenso a Primera División. 24 de mayo de 2015.



Fig. 41. El Benito Villamarín vacío por las restricciones. Encuentro entre el Real Betis Balompié y el Sevilla FC. 2 de enero de 2021.



Fig. 42. El capitán Joaquín Sánchez levanta la Copa del Rey.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

SEVILLA. Geografía e historia

La ciudad de Sevilla se integra en la provincia que porta su mismo nombre, que a su vez es perteneciente a Andalucía, comunidad autónoma española que se extiende por todo el sur de la Península Ibérica. La ciudad hispalense es la capital tanto de la provincia homónima, como de la comunidad autónoma. En la actualidad, la ciudad posee una población de 681.998 habitantes en 2023, consolidándose como la ciudad más poblada de Andalucía y la cuarta de España, tras verse superada por Madrid, Barcelona y Valencia.

El origen y fundación de la ciudad se remonta a la Edad Antigua, donde se instauró el pueblo prerromano de los turdetanos a las orillas del Guadalquivir¹ (fig. 43). El poblado creado recibió el nombre de *Spal* o *Ispal*. Posteriormente, el territorio fue invadido por griegos, fenicios y cartagineses (Sánchez-Molini, 2021). Es en el 205 a.C., tras el transcurso de la Segunda Guerra Púnica, cuando los romanos conquistan la zona y la ciudad pasa a ser reconocida como Híspalis. Sin embargo, entre el 49 y 45 a.C. tiene lugar una guerra civil entre los simpatizantes de Julio César y Pompeyo. El conflicto bélico se saldó con la victoria de los partidarios de Julio César (Blanco, 1992). A partir de la resolución de la pugna por el territorio, a la ciudad se le otorga el estatuto de colonia y pasó a llamarse Colonia Rómula. En el capítulo XV de la tabla de la Lex coloniae Genetivae Iuliae se revela el fundador de la colonia, tratándose del procónsul Gayo Asinio Polión (Flórez, 2016).

En el 426 d.C., pocas décadas antes de la caída del Imperio Romano de Occidente, la ciudad es conquistada por vándalos silingos. Sin embargo, fueron expulsados de la ciudad años pocos años después por los visigodos, quienes dominarían la mayor parte de la Península Ibérica hasta el siglo VIII. Durante el periodo visigodo, la actual Sevilla, se llamó Ispali o Spali (Hernández, 2017).

A partir del siglo VIII, tiene lugar la conquista musulmana de territorio visigodo. En el 713 Abd al-Aziz ibn Musa tomó Sevilla, a la cual los musulmanes nombraron en primera instancia *Hims*. Debido a que los cristianos mozárabes la llamaban *Ixbilia*, los musulmanes terminaron por adoptar dicha denominación para la ciudad. Sevilla se consolidó como capital de Al Ándalus hasta el 716 que se trasladó a Córdoba. Tras la conversión en califato de Al Ándalus en el 929, y la posterior caída del califato de Córdoba, se crea la taifa de Sevilla en 1023. La disgregación en taifas conllevó la disgregación del poder musulmán y la reconquista de territorios por parte de los reinos cristianos. Con la finalidad de frenar el avance hacia el sur de los castellanos, la taifa de Sevilla buscó soporte en el pueblo musulmán de los almorávides. Tras la toma de Sevilla en 1147 por los almohades, se sucedieron varios gobernantes hasta la reconquista cristiana de la ciudad el 23 de noviembre de 1248 promovida por el monarca Fernando III de Castilla y León (Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, s.f.).

Durante los siglos XIV y XV, la ciudad acusó constantes conflictos sociales promovidos por la pugna entre las distintas creencias establecidas en la ciudad. Con los Reyes Católicos en Sevilla, se funda la Inquisición española en 1478, y se termina expulsando por completo a la etnia judía en 1483. Tras el descubrimiento de América en 1492, Sevilla pasa a establecerse como el principal puerto de enlace europeo con América, manteniendo el monopolio comercial por decreto real. Para efectuar una correcta administración de cada travesía mercante, los Reyes Católicos fundan la Casa de Contratación de Indias en 1503 (Del Pulgar, 2003/1780).

En el siglo XVI, la ciudad hispalense alcanza los 150.000 habitantes y se construyen algunos de los edificios más importantes como la Catedral (fig. 44), el Ayuntamiento o la Universidad. Sin embargo, la funesta gestión económica instalada en la capital andaluza desde finales de siglo y la catástrofe demográfica que supuso la peste a partir de 1649, sucumbieron a la ciudad en una profunda crisis global de la cual no se recuperaría hasta el siglo XIX (Universidad de Sevilla, s.f.).

Ya en el siglo XX se suceden varios acontecimientos históricos. Sevilla organizó la Exposición Iberoamericana de 1929, conmemoración que permutó el aspecto de la ciudad construyendo obras arquitectónicas propias del regionalismo andaluz (fig. 45 y 46). Durante la Guerra Civil, se consolida como una ciudad de retaguardia del bando nacional. La ciudad hispalense pasa a convertirse en la capital de Andalucía tras la aprobación del Estado de las Autonomías en 1982. Por último, es en 1992 cuando Sevilla acoge la Exposición Universal (fig. 47 y 48), acontecimiento que dota a la capital andaluza de las infraestructuras necesarias para afrontar el siglo XXI.

El patrimonio histórico y cultural expuesto con anterioridad, sitúan a Sevilla como la tercera potencia turística nacional (INE, 2022).

¹ La región del Guadalquivir formaba parte de la Tartesia, nombre por el que los griegos hacían referencia a la que consideraban la primera civilización de Occidente. Dicho territorio estaba definido en su mayor medida por el triángulo conformado por las provincias actuales de Cádiz, Huelva y Sevilla.



Fig. 43. Río Guadalquivir a su paso por Triana.

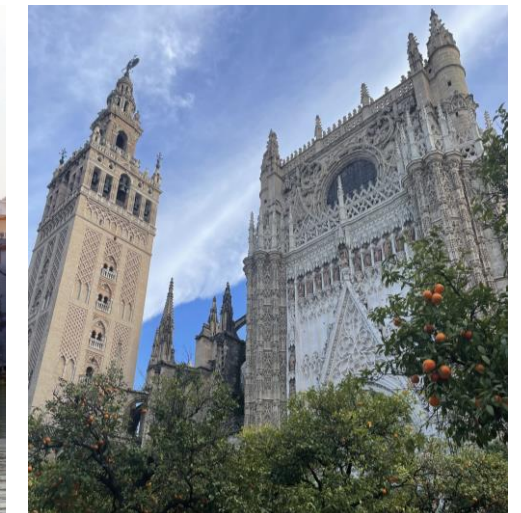


Fig. 44. Catedral de Sevilla.



Fig. 45. Plaza de España. Obra cumbre del regionalismo andaluz.

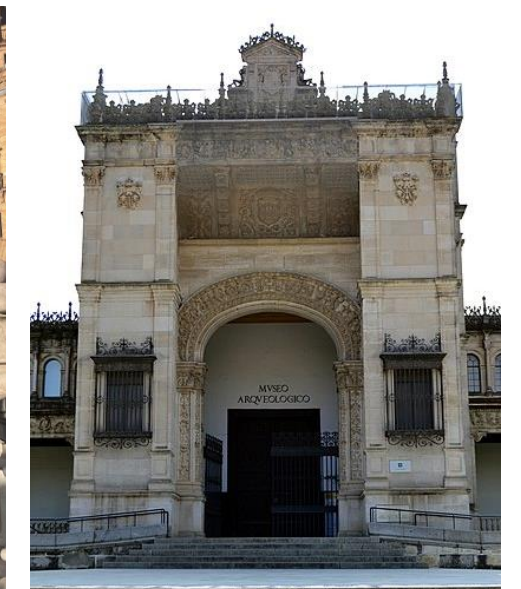


Fig. 46. Museo Arqueológico de Sevilla.



Fig. 47. Puente del Alamillo. Acceso a la Isla de la Cartuja.



Fig. 48. Esfera bioclimática Expo 92.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTORIA DEL BENITO VILLAMARÍN

Estadios predecesores del Real Betis Balompié

En Sevilla, durante la primera década del siglo XX, el dominio futbolístico recae sobre el Sevilla Balompié (ABC, 1992). El club hispalense practica una serie de partidos de carácter amistoso en el Huerto de la Mariana, actual Plaza de América. El terreno de juego, aportado para la práctica futbolística por parte del Ayuntamiento, poseía la peculiaridad de contar con un árbol sobre él, entorpeciendo y favoreciendo el juego a los distintos equipos por partes iguales (Castro, 2004). El club balompédico ocupó el Huerto de la Mariana entre 1908 y 1909 (Añino, 2012).

Posteriormente, el club balompédico ocuparía el Prado de Santa Justa. Su estancia en dicho terreno de juego fue breve, entre 1910 y 1911, y pasó a jugar en el Prado de San Sebastián (fig. 49). La instalación futbolística se ubicaba en la actual Avenida de San Sebastián, en frente del Cuartel de Ingenieros, en la parte trasera de la Plaza de España (Añino, 2012). La ubicación exacta del campo de fútbol varía siguiendo el eje de la avenida. En 1913, el terreno de juego se ubica en frente de la Casa de Luca de Tena, actual edificio de la Sevillana. Este emplazamiento se sitúa muy próximo al campo con tablas verdes. Por la razón anterior, el campo se conocerá como el de las Tablas Verdes. Desde 1911 y hasta 1918, ya tras cambiar su denominación a Real Betis Balompié, el club se proclamará Campeón de Sevilla en cuatro ocasiones (Rodríguez, 1982 a). Sin embargo, la necesidad por parte del Ayuntamiento de ampliar el recinto ferial conlleva el abandono del Campo de las Tablas Verdes. La práctica futbolística del club bético se trasladó de forma casi inmediata a los terrenos del Patronato Obrero (fig. 50), propiedad que sería adquirida por la entidad verdiblanca gracias a la gestión efectuada por Pedro Rodríguez de la Borbolla (ABC, 1992).

Ya instalado el Real Betis Balompié en el campo del Patronato Obrero, el 24 de noviembre de 1918 tuvo lugar el primer partido que se disputó en él. Se acordó con el Español de Cádiz disputar un partido de exhibición, es decir, de carácter no oficial. El enfrentamiento se saldó con goleada a favor de los verdiblancos por nueve goles a uno. En 1924, con Ramón Navarro Cáceres como presidente de la entidad, se lleva a cabo una serie de proyectos cuyo objetivo era el de fomentar el beticismo y la revitalización del club. Entre los mencionados proyectos destaca la remodelación del campo del Patronato Obrero. La reforma consistía en la sustitución de las tablas verdes que rodeaban el campo, símbolo que se dispuso en el campo haciendo referencia al Campo del Prado de San Sebastián, por un cercado de fábrica, y en la creación de tribunas de preferencia cubiertas (ABC, 1992).

En el campo del Patronato Obrero, el Real Betis Balompié a finales de los años veinte y principio de los treinta vive tardes para el recuerdo. El club hispalense se alza como Campeón de Andalucía en 1928, logra consolidarse como el primer club andaluz en alcanzar la final del campeonato copero de 1931 y se proclama Campeón de Segunda División en la temporada 1931/32 conllevando el ascenso a la División de Honor. Sin embargo, el mayor triunfo del Real Betis Balompié, mientras el Patronato fue el feudo verdiblanco, es proclamarse Campeón de Liga en la campaña de 1934/35 (fig. 51 y 52). De los recientes éxitos cosechados por la entidad bética deriva una afición comprometida con el club. El entusiasmo bético es el responsable de que el Patronato Obrero se vea incapacitado para acoger a tal afición (ABC, 1992).

La ciudad de Sevilla acogió en 1929 la Exposición Iberoamericana. Por ello, se promueven nuevas construcciones con la finalidad de dotar a la capital hispalense de las infraestructuras necesarias para amparar dicho acontecimiento. Se construyen pabellones y monumentos, destacando el estilo regionalista junto a la figura del arquitecto Aníbal González, autor de la emblemática Plaza de España. La Exposición Iberoamericana se extendería desde el Parque de María Luisa al norte, y se prolongaría paralelamente a la Avenida Reina Victoria, actual Avenida de la Palmera, hasta la última construcción del evento, el Estadio de la Exposición (fig. 53) (Cabrerero, s.f.). Es el 17 de marzo de 1929, cuando se procede a la inauguración de dicho estadio. Tal día se disputaría un encuentro de carácter amistoso entre el combinado nacional español y la selección lusa. El resultado favoreció al conjunto español por cinco goles a cero. En el banquillo español fue dirigido por José María Mateos y Gaspar Rubio Meliá, jugador perteneciente al Real Madrid Football Club, logró anotar el primer gol en el Estadio de la Exposición pasando así a la historia (ABC, 1992).

Tras la necesidad del Real Betis Balompié de trasladarse a unas instalaciones capaces de albergar a un mayor número de aficionados, en 1936 se solicita a la administración municipal la cesión del Estadio de la Exposición. De esta forma, el 16 de julio de 1936, dos días antes del inicio de la Guerra Civil, se oficializa el arrendamiento del Estadio de la Exposición (fig. 54). Desde que el club verdiblanco comenzó a disputar sus partidos como local en tal feudo, el campo pasó a conocerse como Estadio de Heliópolis. El acuerdo consistía en el pago por parte de la entidad de un total de setecientas cincuenta pesetas mensuales, de las cuales seiscientas se dedicarían a la mejora tanto del terreno de juego como del graderío (ABC, 1992).



Fig. 49. El Real Betis Balompié disputa el Campeonato de Andalucía. El encuentro se disputó en el Prado de San Sebastián el 24 de febrero de 1918.



Fig. 50. Estadio del Patronato Obrero cuyo terreno de juego estaba cercado por las tablas verdes.



Fig. 51. El Patronato Obrero acoge el encuentro entre el Real Betis Balompié y el Málaga CF. Victoria por cuatro goles a cero del conjunto bético. 17 de febrero de 1935.



Fig. 52. Último partido en el Patronato Obrero contra el Sevilla FC antes de consolidarse como campeones en la siguiente jornada. 21 de abril de 1935.



Fig. 53. Plano Exposición Iberoamericana 1929.



Fig. 54. El 16 de julio tiene lugar la firma del contrato de arrendamiento.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTORIA DEL BENITO VILLAMARÍN

Orígenes, evolución histórica y constructiva

Tras el estallido de la Guerra Civil el 18 de julio de 1936, se produjo el cese de toda competición oficial. La afición terminó por desvincularse de la entidad, a pesar de que el club tratara de evitar su desaparición organizando amistosos con clubes de la cercanía. El Estadio de la Exposición (fig. 55) fue ocupado por las tropas italianas fascistas vinculadas con el bando nacional (ABC, 1992). Se utilizó como almacén de los tanques y vehículos armados del *Corpo Truppe Volontarie* (CTV) (Rodríguez, 1982 b).

Durante la postguerra, el Real Betis Balompié lidió con arduas temporadas llegando a militar por primera vez en su historia en Tercera División. La crisis en la que estaba sumida la entidad bética atiende a intereses no solo deportivos, sino también económicos e institucionales. Sin embargo, el 22 de mayo de 1955 el optimismo emerge en Heliópolis con la llegada a la presidencia de Benito Villamarín Prieto (ABC, 1992).

Benito Villamarín, ya desde 1958, fijó su objetivo en la adquisición del Estadio de Heliópolis. El presidente bético, asistido durante el trámite por Alfonso Jaramillo¹, se reunió con el alcalde de la ciudad hispalense Mariano Pérez de Ayala acordando que tuviera lugar la respectiva subasta del estadio tras fijar las condiciones de ésta. Antonio Sánchez Ramos, presidente del Sevilla Atlético, pretendió participar en la subasta. Por esta razón, para evitar la pugna por Heliópolis, Alfonso Jaramillo, en el primer pleno que tuvo lugar para asentar las bases de la subasta, propuso la incorporación de un nuevo requerimiento para ser partícipe de la puja. La cláusula consistía en que la entidad dispuesta a participar en la subasta debía militar en Primera División y carecer de estadio propio (Rodríguez, 1982 b). De esta forma, el Real Betis Balompié logró hacer efectiva la compra de Heliópolis el 12 de agosto de 1961 (fig. 56), estadio que pocos días después pasaría a llamarse Estadio Benito Villamarín, en honor a su presidente perpetuo (fig. 57) (ABC, 1992).

En 1971 se procede a la remodelación de ambos goles y en 1975 a la construcción de la grada en voladizo en la parte superior de preferencia (fig. 58). Por otro lado, es en 1980 cuando al Real Betis Balompié se le ofrece ser sede del Mundial de Fútbol de 1982. Dicha oferta conllevaría la renovación del estadio, proyecto cuya aprobación tendría lugar el 6 de febrero de 1980 tras una Asamblea General (ABC, 1992).

El Real Betis Balompié, tras la renovación del Benito Villamarín, se consolida como un club histórico a nivel nacional. El nuevo proyecto erigió, en el barrio hispalense de Heliópolis, un estadio moderno que sería capaz de albergar a 47.500 aficionados, 22.500 de dichas localidades contarían con asiento. Las obras no finalizaron antes del comienzo de la temporada como se deseaba, no obstante, si cumplió los plazos. El Benito Villamarín queda inaugurado oficialmente el 5 de noviembre. Dicha inauguración se celebra con el encuentro disputado frente al club neoyorquino Cosmos (ABC, 1992).

El 21 de octubre de 1997, el presidente en el cargo Manuel Ruiz de Lopera llega al acuerdo con el arquitecto Antonio González Córdón para la aprobación del proyecto del nuevo Benito Villamarín. Las obras fueron motivadas por la nueva normativa de la UEFA, que consistía en que aquellos clubes que disputaran competiciones europeas deberían de contar en sus respectivos deudos con todas las localidades sentadas², y por la necesidad de un aumento del aforo. La primera fase se iniciaría con el derribo del Gol Norte el 13 de abril de 1998, y posteriormente se llevaría a cabo el de la Tribuna de Fondo (Neira, 1997). El 1 de enero de 2000 quedan inaugurados ambos graderíos (fig. 59) y, con Ángel Haro en la presidencia, en mayo de 2016 se inician las obras para la construcción del nuevo Gol Sur (fig.60) (Morán, 2016).

De esta forma, el Benito Villamarín se consolida como el mayor estadio de Andalucía y el cuarto, en términos de aforo, de España con 60.721 espectadores. El feudo verdiblanco se encuentra en constante evolución, adaptándose a las necesidades de un club consagrado en la élite del fútbol nacional.

1 Alfonso Jaramillo González ocupó el cargo de concejal en el Ayuntamiento de Sevilla cuando se hizo efectiva la compra de Heliópolis. Integrante de la directiva bética durante el declive del club en Tercera División, y se reincorpora a la directiva, encabezada por Benito Villamarín, como vocal en 1962. Ese mismo año, ocupará el cargo de presidente del Triana Balompié, filial del Betis que iniciaba su trayectoria en el panorama futbolístico nacional. Alfonso Jaramillo fallece el 3 de julio de 2012 como socio número 2 del Real Betis Balompié tras una vida ligada al beticismo.

2 La tragedia de Hillsborough de 1989 fue un accidente que se saldó con 96 aficionados fallecidos, provocado por el exceso de aforo, el mal estado de las infraestructuras y por la disposición de los aficionados que estaban de pie. De esta tragedia derivó la formulación de la ya mencionada normativa de la UEFA. En el ámbito nacional, los clubes españoles ya tenían prohibido instaurar localidades que no tuvieran asiento a partir de la Ley del Deporte de 1990. Como es el caso del antiguo Benito Villamarín, se recurría a reducir el aforo.



Fig. 55. Estadio de la Exposición. 1939.



Fig. 56. Momento de la firma de la compra del estadio en 1961.



Fig. 57. La fachada del Benito Villamarín en 1961.



Fig. 58. Presentación grada del voladizo en 1974.



Fig. 59. Gol Norte y Tribuna de fondo finalizadas. Gol sur antes de ser derribado en 2016.

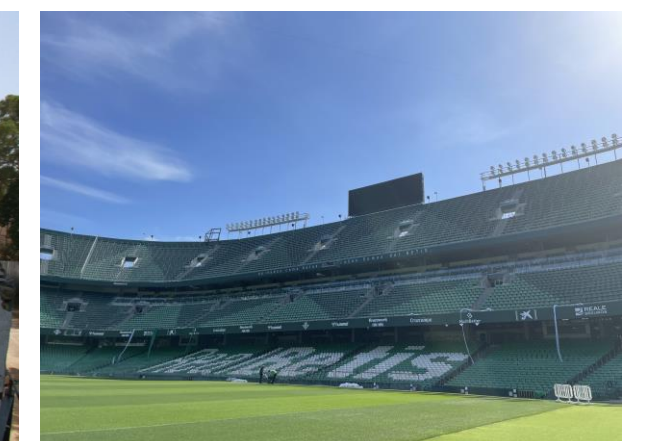


Fig. 60. Gol Sur finalizado junto a una renovación estética del resto de graderíos.

CONTEXTO

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

HISTORIA DEL BENITO VILLAMARÍN

Nuevo proyecto

El Real Betis Balompié, después del acuerdo alcanzado por La Liga con CVC³ y del efectuado por el club bético con el fondo inversor Pricoa, convocó el 7 de marzo de 2023 el concurso internacional de arquitectura para el proyecto del Nuevo Estadio (fig. 61) (Real Betis Balompié, 2023 a). La entidad hispalense contempla el inicio de las obras tras la finalización de la campaña liguera 2023/2024. Para ello, el plazo de recepción de los distintos proyectos propuestos por las diferentes entidades y profesionales pasó a establecerse hasta el 21 de marzo de 2023. Las bases del proyecto residen en proyectar una nueva grada de Preferencia reemplazando la construida en 1980, la construcción de una cubierta única, la actuación sobre las fachadas del Gol Sur, Norte y Tribuna de Fondo, y la reordenación urbanística de la parcela (Torvisco, 2023). El objetivo del club verdiblanco es acondicionar sus instalaciones a las necesidades del fútbol actual, donde las entidades futbolísticas tratan de vincular el ámbito deportivo con un modelo comercial notorio por la globalización del sector.

Ángel Haro García presentó la propuesta del Nuevo Estadio en la última Junta General de Accionistas, donde situó al proyecto arquitectónico como el pilar sobre el que se asentarían las bases del beticismo los próximos años. El proyecto deberá integrar la innovación con un estadio capaz de ser funcional durante todos los días del año, no solo cuando el Real Betis Balompié dispute los partidos como local. Por dicha razón, se deberá dotar al estadio de áreas de entretenimiento y de ocio capaces de acoger eventos, celebraciones, espacios destinados a la restauración y demás actividades que aumenten los ingresos del club de forma constante a lo largo del año (Torvisco, 2023).

Durante la última semana de mayo de 2023 y tras la finalización del plazo de la primera etapa del concurso internacional de arquitectura, la entidad bética anuncia la recepción de treinta propuestas. El concurso integra once participaciones nacionales y diecinueve internacionales, destacando las de Estados Unidos, Inglaterra y Alemania. El club fijó la fecha del 31 de marzo para notificar qué propuestas acceden a la segunda etapa del concurso (Real Betis Balompié, 2023 b).

El club tiene previsto que las obra se prolonguen durante dos años. El nuevo CEO, Ramón Alarcón, anunció las dos opciones que contempla la entidad bética. La primera consistiría en evitar el traslado y continuar disputando los partidos en el actual Benito Villamarín. Esta opción supondría una contundente reducción del aforo del estadio, situando el número de localidades disponibles por debajo del número de abonados. Por otro lado, la segunda posibilidad es el traslado del club al Estadio de La Cartuja⁴, donde no habría restricciones de aforo (Borrego, 2023).



Fig. 61. Visualización virtual del proyecto Nuevo Estadio. Ilustración empleada para hacer oficial la convocatoria del concurso internacional de arquitectura para el mencionado proyecto.

- 1 El Proyecto Impulso es el resultado del acuerdo entre La Liga con CVC con la inyección de un capital de 1.994 millones de euros que se repartirá entre los clubes españoles constituyentes de dicho acuerdo. Una de las cláusulas estipuladas por el fondo de inversión es que el 70% del importe recibido deberá de ir destinado a la renovación de las infraestructuras, un 15% al pago de deuda y el porcentaje restante a la contratación de jugadores.
- 2 Inaugurado el 5 de mayo de 1999, es el segundo estadio con más aforo de Andalucía y quinto de España con 57.619 localidades. Fue construido para acoger el Mundial de Atletismo de 1999.

DESCRIPCIÓN DEL BENITO VILLAMARÍN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

DESCRIPCIÓN GENERAL

El Estadio Benito Villamarín se ubica al sur de Sevilla, concretamente en el barrio residencial de Heliópolis. El estadio posee una capacidad de 60.721 espectadores, y no solo es el terreno de juego del Real Betis Balompié, sino también es el núcleo administrativo y social de la entidad hispalense (Real Betis Balompié, s.f.).

La construcción de la renovación del Estadio Benito Villamarín tiene su origen en 1998, cuando el proyecto del arquitecto hispalense Antonio González Cordón logra anteponerse a más de un centenar de propuestas (fig. 62 y 63). Las obras correspondientes a las dos primeras fases del proyecto, vinculadas al derribo y construcción de los nuevos graderíos del Gol Norte y de la Tribuna de Fondo, finalizan en enero del año 2000 (fig. 64) (Neira, 1997). No obstante, la crisis económica, cuya repercusión damnificó a la mayor parte del sector financiero nacional a partir de 2006, junto a la ardua situación deportiva en la que se encontraba sumida la entidad, derivaron en la paralización de las obras (Morán, 2016).

La tercera fase del proyecto, la renovación del Gol Sur, se reactiva en 2016 ya con Ángel Haro en la presidencia. En dicha fase, cuyo proyecto básico general y ejecutivo se llevaron a cabo en 2006, se efectúan alteraciones con la finalidad de adaptar el proyecto a las nuevas normativas vigentes (Morán, 2016). Finalmente, el Gol Sur se inaugura en julio de 2017 (fig.65 y 66), tratándose de la última intervención llevada a efecto en el feudo verdiblanco hasta la actualidad (Real Betis Balompié, s.f.). La cuarta y quinta fase, correspondientes a la Tribuna de Preferencia y a la cubierta, no se efectuaron tras la finalización del Gol Sur por motivos económicos (Cejas & Morán, 2019).

DATOS TÉCNICOS

Inauguración: 17 de marzo de 1929 (Estadio de la Exposición)

Cambios de nombre: Estadio de la Exposición (1929-1939)

Estadio de Heliópolis (1939-1961)

Estadio Benito Villamarín (1961-1999)

Estadio Manuel Ruiz de Lopera (2000-2010)

Estadio Benito Villamarín (2010-actualidad)

Reformas: 1971, 1975, 1980, 1998-2000 y 2016-2017

Ubicación: Avenida de la Palmera, Sevilla

Capacidad: 60.721 espectadores

Dimensiones: 105 x 68 m.

Gradas: Grada de Preferencia (1975 y 1980), Gol Norte y Tribuna de Fondo (Fase I-II), y Gol Sur (Fase III)

I - II Fase:

Promotor: Real Betis Balompié, S.A.D.

Constructor: Dragados Obras y Proyectos

Arquitecto: Antonio González Cordón

Arquitecto Técnico: Manuel López Ruíz, Joaquín Martín

Fecha: 1998–2000

III Fase:

Promotor: Real Betis Balompié, S.A.D.

Constructor: Heliopol, S.A.

Arquitecto: Antonio González Cordón y Antonio González Liñán

Arquitecto Técnico: Manuel López Ruíz

Fecha: 2016-2017



Fig. 62. Fotografía de la maqueta del proyecto de Antonio González Cordón. Perspectiva aérea del interior.

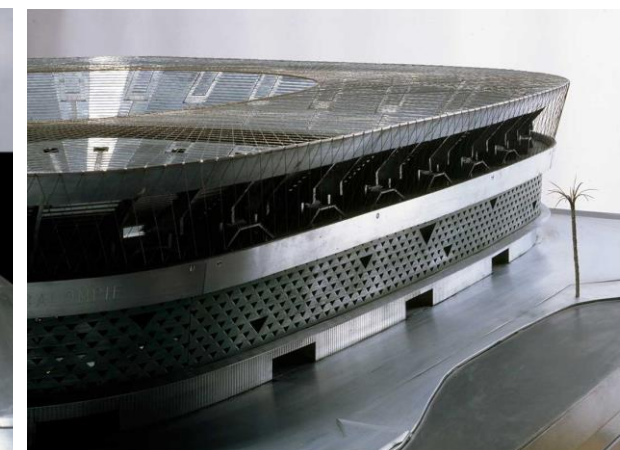


Fig. 63. Fotografía de la maqueta del proyecto de Antonio González Cordón. Perspectiva del exterior del estadio.



Fig. 64. Panorámica del Estadio Benito Villamarín en 2007.



Fig. 65. Perspectiva del Gol Sur en su unión con la Tribuna de Fondo desde el exterior.



Fig. 66. Perspectiva del Gol Sur desde el exterior.

DESCRIPCIÓN DEL BENITO VILLAMARÍN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

UBICACIÓN

Atendiendo a los requisitos infraestructurales indispensables para acoger la Exposición Iberoamericana en 1929, se precisó la construcción de un ámbito territorial capaz de albergar eventos deportivos y acontecimientos multitudinarios. El Comité Ejecutivo encargado de ratificar el emplazamiento de la Exposición Iberoamericana, aprueba en 1912 el proyecto de Aníbal González, principal precursor y artífice de la urbanización y arquitectura del evento. En dicha propuesta, el recinto destinado a actividades deportivas y demás se dispuso entre el Parque de María Luisa y el Prado de San Sebastián. No obstante, en 1914 se modifica el proyecto con la intención de habilitar dicho ámbito para la construcción de la Plaza de España, cuyo espacio central se dispondría para acoger cabalgatas, carreras y otras actividades deportivas (Cabrero, s.f.).

Sin embargo, la propuesta de emplear la zona central para ese tipo de acontecimientos se desestima años después. En 1927, el Arquitecto Director que sucede a Aníbal González es Vicente Traver, quien proyecta la actual fuente en el corazón de la Plaza de España. Dicha propuesta impide la celebración de las actividades lúdicas ya mencionadas en el espacio central de la plaza. Esta medida deriva en la confección de un proyecto aislado vinculado a instalaciones deportivas, diseñado por Antonio Illares del Río y aprobado por el Comité Ejecutivo en 1926 (Cabrero, s.f.).

Finalmente, el Estadio de la Exposición se ubica en el extremo sur del ámbito previsto para la Exposición Iberoamericana, eje determinado por la Avenida Reina Victoria (fig. 67) (Cabrero, s.f.).

Actualmente, la Avenida Reina Victoria pasó a llamarse Avenida de la Palmera que configura el barrio residencial de Heliópolis (fig. 68), cuya construcción en 1928 se basa en los llamados *Hoteles del Guadalquivir* (fig. 69). Dichos alojamientos fueron concebidos para su arrendamiento durante la Exposición Iberoamericana de Sevilla entre mayo de 1929 y junio de 1930. Dicho distrito se proyectó, de la misma forma que el estadio, para la Exposición Iberoamericana en 1929 adquiriendo un carácter regionalista. Sin embargo, la capital andaluza prosiguió su expansión hacia el sur de la ciudad, configurándose otros barrios como las Casas Baratas, Reina Mercedes y, el más inmediato, los Bermejales (Del Castillo, 2019). Por esta razón, hoy en día el Estadio Benito Villamarín se inscribe a lo largo de uno de los principales ejes de la ciudad, consolidándose en una trama urbanística definida (fig. 70), a diferencia de los nuevos estadios de fútbol (fig. 71).



Fig. 68. Perspectiva aérea de Heliópolis en 1929. El Estadio de la Exposición se sitúa en el margen superior derecho.

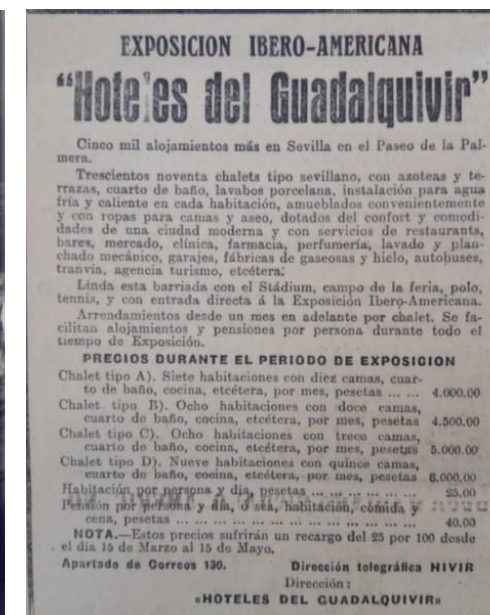


Fig. 69. Publicación anunciando las distintas tipologías edificatorias con sus respectivos precios de alquiler.



Fig. 70. Entorno urbano próximo al Benito Villamarín. 2010.



Fig. 71. Emplazamiento en construcción del Wanda Metropolitano en la periferia urbana de Madrid.



Fig. 67. Señalización sobre plano de la Exposición Iberoamericana de 1929 donde se ubica el Estadio de la Exposición.

DESCRIPCIÓN DEL BENITO VILLAMARÍN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

ANÁLISIS TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL

Tribuna de Preferencia

En cuanto a la Tribuna de Preferencia, su proceso constructivo consta de dos etapas. El voladizo, o segundo anfiteatro de la Tribuna de Preferencia se construyó en 1975, en el momento en el que también se procedió a la mejora de las instalaciones de iluminación. Por otro lado, la grada baja y el primer anfiteatro de la Tribuna de Preferencia son originarias de 1980. Hasta entonces, ambas tribunas se correspondían a las construidas en 1929 para el Estadio de la Exposición. Con el propósito de establecerse como sede del Mundial de Fútbol de 1982, se impulsa la construcción de dos nuevas tribunas, la de preferencia y la de fondo, la habilitación de zonas de prensa, la remodelación de los vestuarios y un nuevo terreno de juego. El principal artífice del proyecto es el arquitecto Florentino del Valle (ABC, 1992). La grada baja y el primer anfiteatro constituyen, actualmente, los únicos graderíos que se conservan del proyecto construido entre los años 1979 y 1980.

Actualmente, en el mencionado graderío se disponen las oficinas del club, el museo, el correspondiente acceso de los jugadores al estadio, los vestuarios y el túnel de salida al terreno de juego. De esta forma, la Tribuna de Preferencia se consolida como el centro neurálgico de la entidad, tanto en el ámbito deportivo como institucional.

Grada Voladizo o tercer anillo

Las obras del segundo anfiteatro de la Tribuna de Preferencia se inician en 1975 (fig. 72 y 73). Las obras se extendieron lo restante de año y finalizaron en diciembre de 1976. Debido a la prolongada duración de dicha construcción, el graderío correspondiente al nivel inferior se empleó durante la campaña 1975/76 y albergó encuentros a pesar de la existencia de las obras a las espaldas (fig. 74 y 75) (Del Castillo, 2022).

La Grada Voladizo se sostiene a partir de 26 pórticos de hormigón armado sobre los que transmiten las cargas las losas, también de hormigón armado, que conforman el escalonado del graderío. El módulo entre pórticos no es constante, alternando cada cierto número de módulos de 5,20 metros (dependiendo de la situación en el graderío) un módulo reducido de 2,90 metros¹. Este hecho podría deberse al empleo de un módulo reducido para afrontar las acciones térmicas, sin embargo, no todas las juntas de dilatación se resuelven duplicando el pórtico cada módulo reducido. Por esta razón, se entiende dicha composición de fachada como una cuestión estética y compositiva, atendiendo a la distribución de la comunicación vertical.

El segundo anfiteatro posee la capacidad de acoger a aproximadamente 7.000 aficionados distribuidos en las 27 filas que componen el graderío (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2012).

Grada baja y segundo anillo

El inicio de las obras se produce tras el derribo de ambos graderíos el 10 de julio de 1980 (fig. 76). Florentino del Valle proyecta dos niveles o bandejas. Ambos graderíos se sustentan por la acción de 20 pórticos de hormigón armado sobre los que descansan las losas, del mismo material que los pórticos, que conforman el escalonado de las gradas (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2012). Cada pórtico se dispone vinculado con los ya presentes tras la construcción de la Grada Voladizo, sin embargo, se construyen 6 pórticos menos. Derivado de la falta de documentación se concluye que las necesidades estructurales del proyecto de Florentino del Valle eran menores que las de la Grada Voladizo, y se instauró un sistema estructural con un menor número de pórticos. En los distintos niveles que engloba la intervención de 1980, en la actualidad, es posible el acceso para espectadores con movilidad reducida a partir del uso de ascensores.

El nivel inferior de la tribuna se extiende una longitud total de 115 metros y cuenta con 28 metros de profundidad donde se distribuyen 27 filas de espectadores (14 de las cuales permanecen cubiertas por la tribuna superior). A dicho graderío se accede a partir de seis vomitorios dobles, y posee una capacidad total de 5.805 espectadores (fig. 77) (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2012).

En el nivel superior al anterior, constituyendo el primer anfiteatro, se ubican las localidades más exclusivas incluyendo los palcos presidenciales. La grada cuenta con una longitud de 118 metros y en sus 12 metros de ancho se disponen 13 filas (7 de las cuales permanecen cubiertas por el voladizo del segundo anfiteatro). En esta bandeja se acoge a un total de 2.886 espectadores, los cuales acceden a dicho recinto por seis escaleras que derivan seis accesos de 1,5 metros de ancho (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2012).

¹ La obtención de dichos valores, que responden al módulo estructural y compositivo de la fachada de la Grada del Voladizo, fueron obtenidos tras efectuar mediciones in situ.



Fig. 72. Inicio de las obras de cimentación de la grada del Voladizo.



Fig. 73. Retiro de las torres de iluminación innecesarias tras la construcción del Voladizo.



Fig. 74. Obras del Voladizo durante el encuentro entre el Real Betis Balompíe y el Racing. Jornada 30 del Campeonato de Liga de Primera División. 11 de abril de 1976.

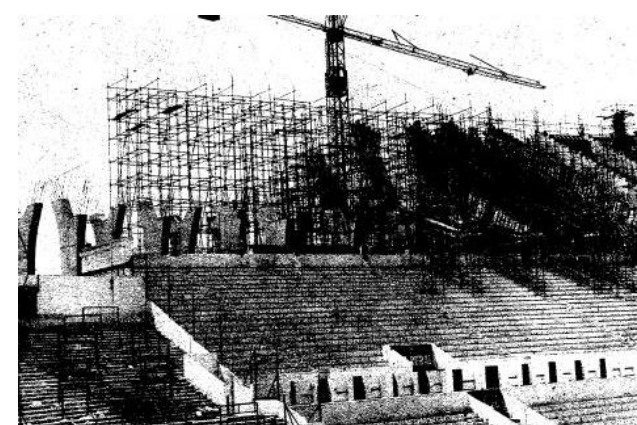


Fig. 75. Construcción del nivel superior de los pórticos que conforman el graderío.



Fig. 76. Derribo de los últimos vestigios del Estadio de la Exposición de 1929. 10 de julio de 1980.

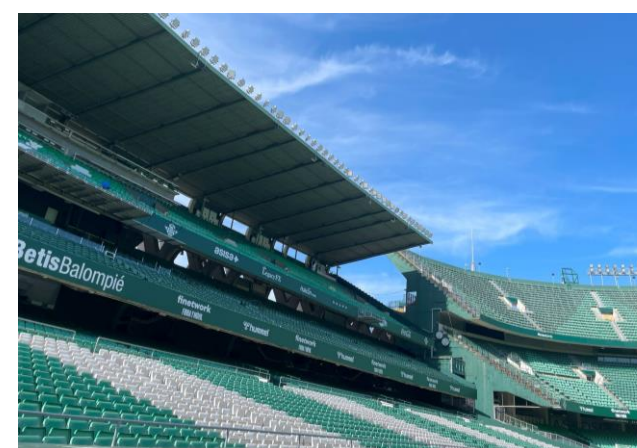


Fig. 77. Estado actual de la Tribuna de Preferencia.

DESCRIPCIÓN DEL BENITO VILLAMARÍN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

ANÁLISIS TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL

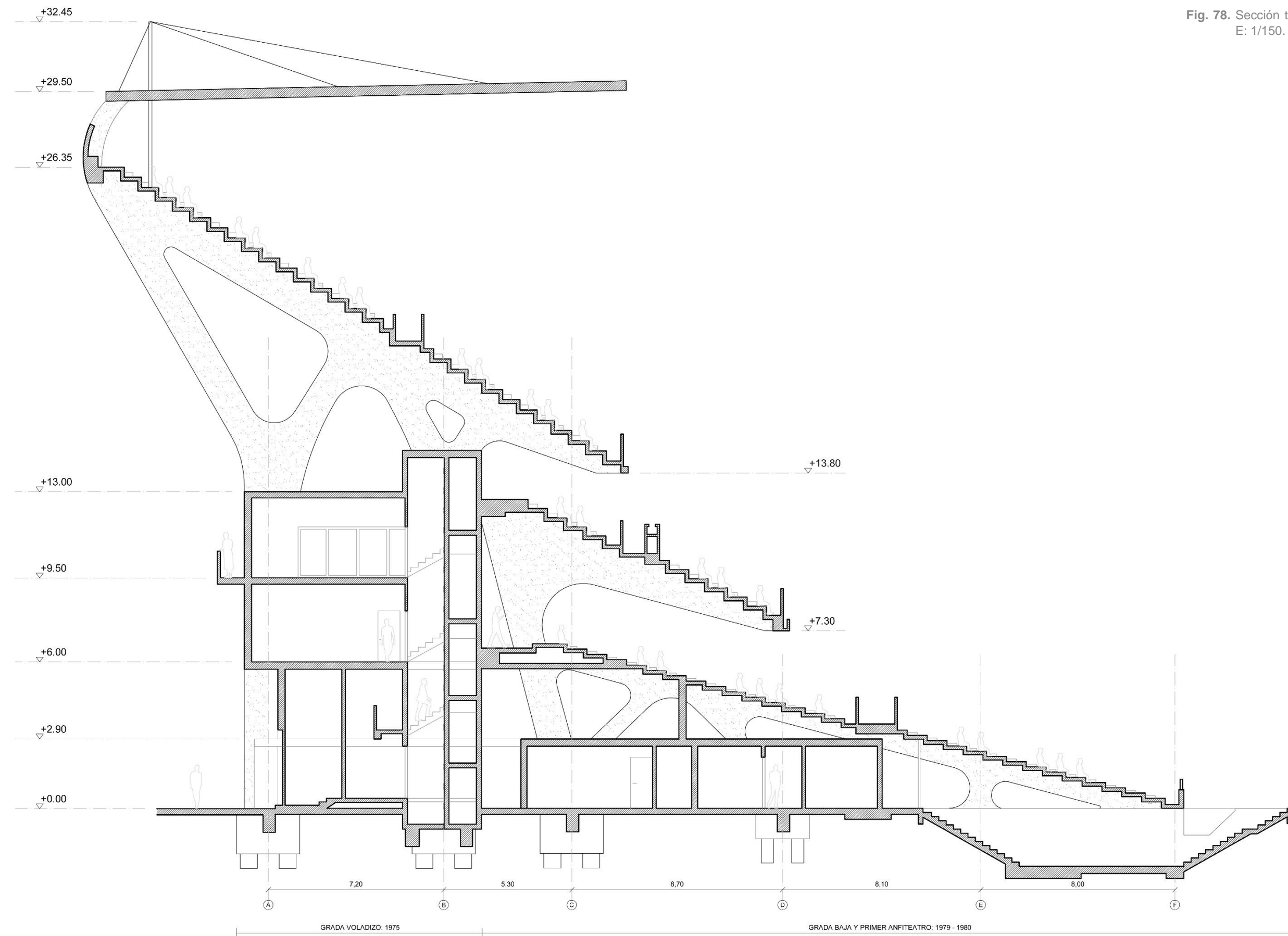


Fig. 78. Sección transversal Tribuna de Preferencia.
E: 1/150.

DESCRIPCIÓN DEL BENITO VILLAMARÍN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

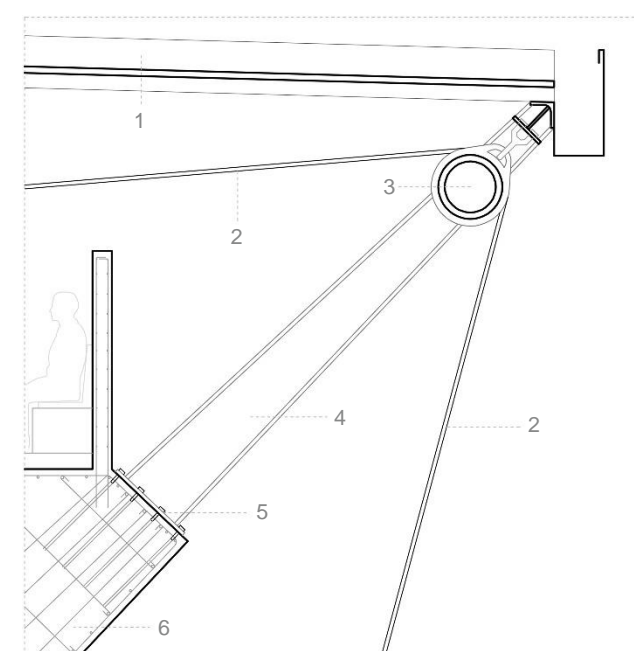
ANÁLISIS TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL

Tribuna de Fondo y Gol Norte

La grada correspondiente al Gol Norte es el graderío que se hereda del Estadio de la Exposición de 1929, a pesar de la reforma de 1971, que se lleva a cabo con la intervención de optimizar el estado de la mencionada grada. Sin embargo, la Tribuna de Fondo existente antes de que se hiciera efectivo el proyecto de González Cordón se construye en el verano de 1980 (fig. 79). La intención de dichas obras es la de erigir un graderío meritorio de acoger el Campeonato Mundial de Fútbol de 1982. Es destacable como un proyecto de 1980, en cuestión de dos décadas, pueda quedar totalmente obsoleto, siendo el derribo del graderío la alternativa por la que se optó. Incita a la polémica las medidas emprendidas, no solo por el desorbitado coste económico que supuso hacer efectivo el derribo y la construcción de una nueva grada, sino también por el impacto medioambiental que conlleva (fig. 80). A diferencia de la propuesta de González Cordón, el proyecto de Florentino del Valle de 1980, que engloba ambas tribunas, consistió en anexionar los nuevos graderíos (grada baja y primer anfiteatro) de la Grada Preferencia con la estructura ya existente del voladizo (segundo anfiteatro). En el recién mencionado proyecto no existían dos décadas de diferencia entre ambos graderíos, no obstante, las gradas demolidas superaban los cincuenta años antigüedad.

En lo referente al proyecto de Antonio González Cordón, el Gol Norte y la Tribuna de Fondo Dicho se corresponden con la primera y segunda fase respectivamente. La propuesta del arquitecto hispalense se aprobó en 1997, y tras una construcción que se prolongó do años (fig. 81), el nuevo Benito Villamarín, por aquel entonces Estadio Manuel Ruiz de Lopera, se inaugura el 1 de enero de año 2000, aun sin todas las zonas accesibles. El proyecto basa la estructura del estadio en la repetición de un único pórtico envolviendo por rotación el terreno de juego (fig. 82). El principal requisito por parte de la entidad bética era ampliar el aforo del feudo verdiblanco. Por este motivo el pórtico diseñado integraría tres niveles o anillos superpuestos (fig. 83 y 84). El primero de ellos cuenta con 26 filas, el segundo nivel con 22 y el tercer anillo con 21. Respecto a las localidades más exclusivas, destacan los 25 palcos VIP de la Tribuna de Fondo y los 21 del Gol Norte (SV60 CORDON & LIÑAN ARQUITECTOS, s. f.).

El proyecto estaba previsto de una cubierta concebida como una envolvente que se extendiera por igual sobre los cuatro graderíos. La estructura metálica de la cubierta pasaría a formar parte de la composición de la fachada, ya que los tirantes necesarios para soportar los esfuerzos y solicitaciones de ésta conformarían una piel en forma de veladura que difuminaría la estructura vista del tercer anillo (fig. 85) (SV60 CORDON & LIÑAN ARQUITECTOS, s. f.). La construcción de la cubierta estaba prevista una vez terminadas las obras tras la construcción de un nuevo Gol Sur y Tribuna de Preferencia. Sin embargo, problemas institucionales vinculados a la economía del club impidieron que las obras se prolongaran y se pudiera hacer efectivas las construcciones de los graderíos anexos a la Tribuna de Fondo y Gol Norte. Por este motivo actualmente se muestra vista la parte superior de los pórticos de las mencionadas gradas, ya que no se hizo efectiva la construcción de la cubierta.



1. Chapa de acero inoxidable.
2. Cable de acero inoxidable. $\text{Ø}=30\text{mm}$.
3. Polea. $\text{Ø}=50\text{cm}$.
4. HEM galvanizado, $e=2\text{cm}$.
5. Placa de anclaje
6. Viga de coronación.

Fig. 85. Detalle del encuentro de la viga de coronación con la cubierta. E: 1/60.



Fig. 79. Tribuna de Fondo. Proyecto de Florentino del Valle de 1980.



Fig. 80. Derribo del Gol Norte. 14 de abril de 1998.



Fig. 81. Inicio de las obras de cimentación tras el derribo del Gol Norte y la Tribuna de Fondo. Verano de 1998.



Fig. 82. Construcción Gol Norte y Tribuna de Fondo. Verano de 1998.



Fig. 83. Se emplea por primera vez el tercer anillo de las localidades del Gol Norte y de la Tribuna de Fondo. Jornada 24 del campeonato liguero de Primera División. 13 de febrero de 2000.



Fig. 84. Estado actual de la Tribuna de Fondo.

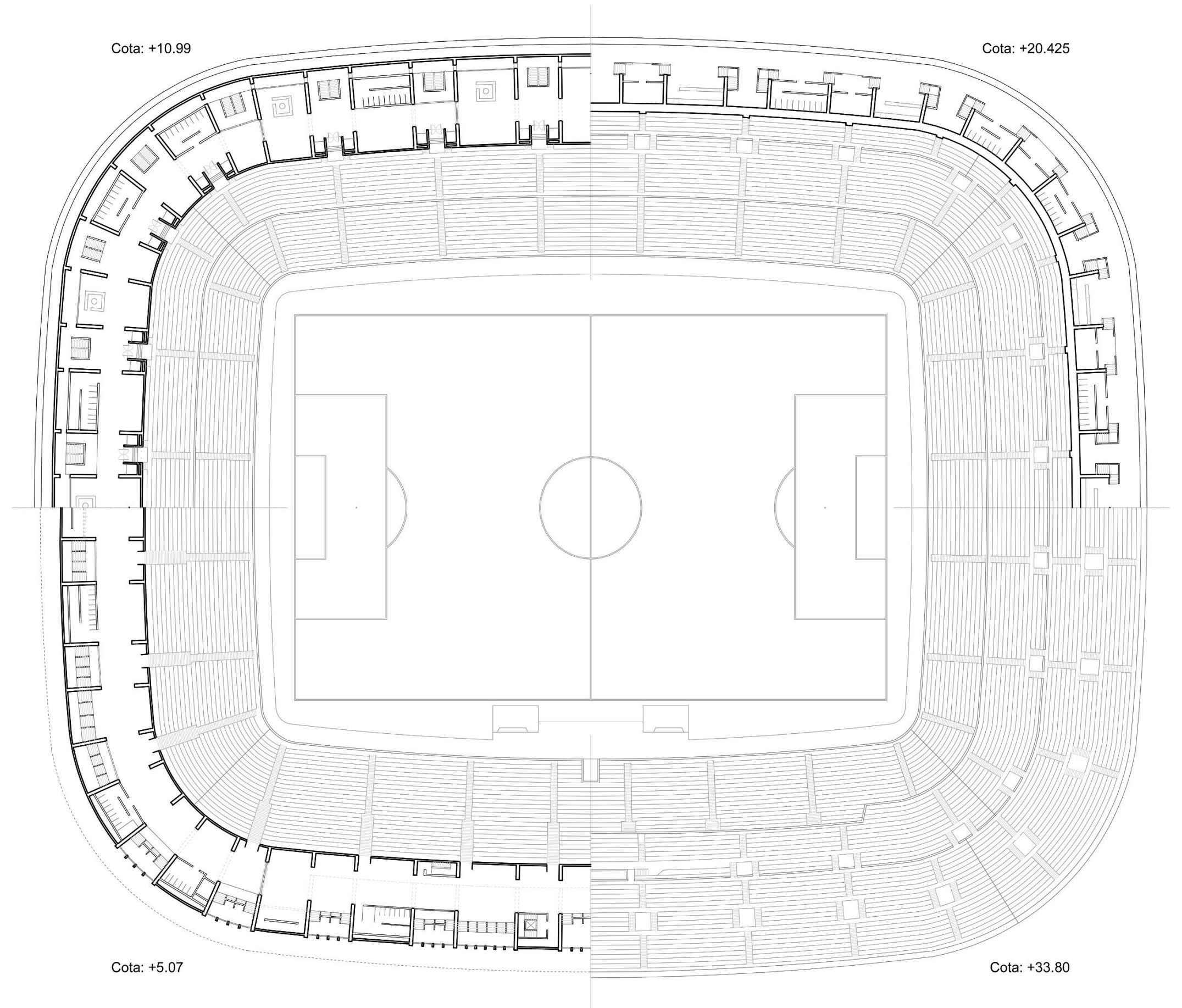


Fig. 86. Planta Estadio Benito Villamarín acorde al proyecto original de Antonio González Cordón. E: 1/750.

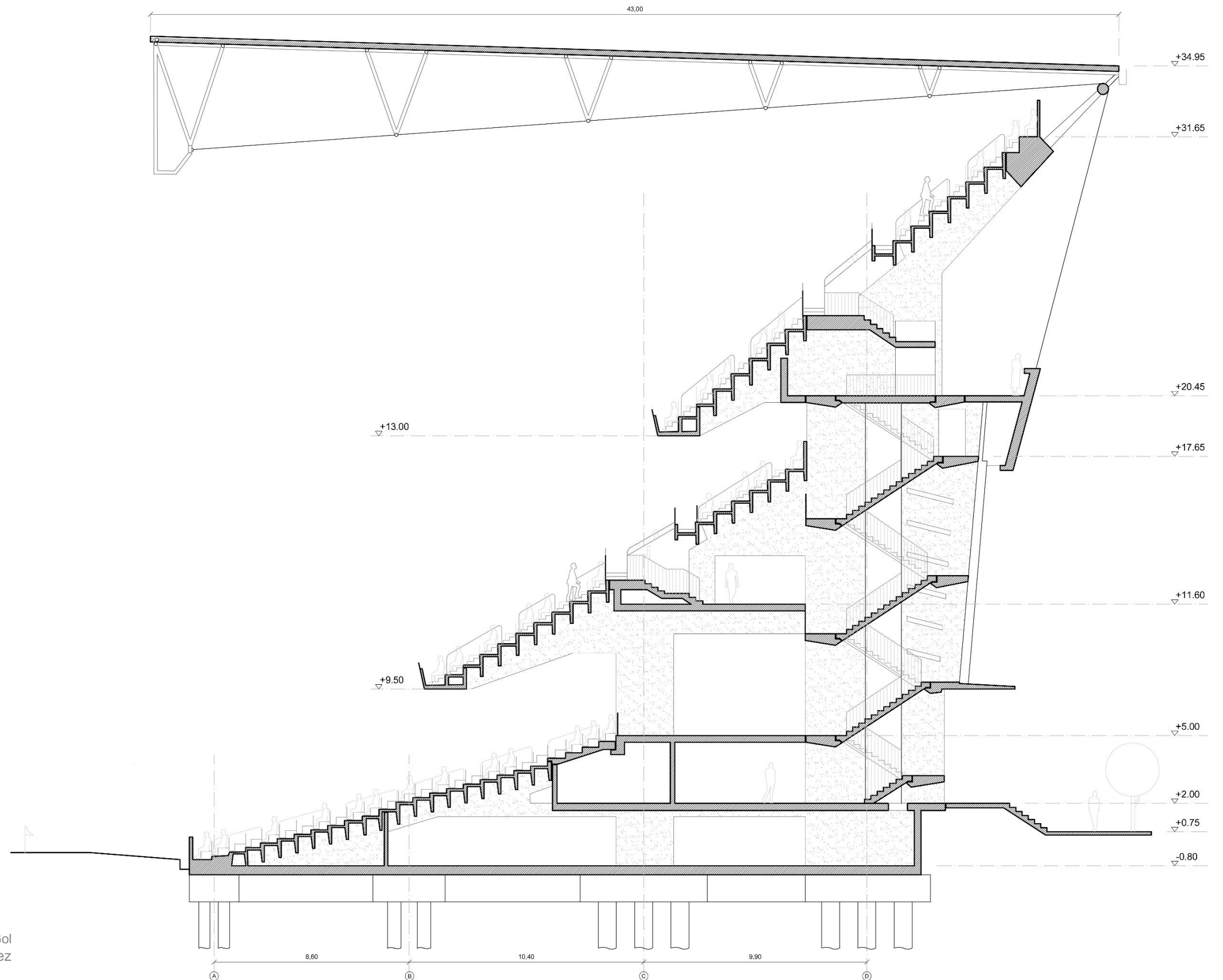


Fig. 87. Sección transversal tipo Tribuna de Fondo y Gol Norte acorde al proyecto original de González Cordón. E: 1/175.

DESCRIPCIÓN DEL BENITO VILLAMARÍN

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

ANÁLISIS TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL

Gol Sur

En lo referente al proyecto de Antonio González Cordón en 1998, el Gol Sur constituye la 3ª fase constructiva del nuevo Estadio Benito Villamarín. Hasta que se hizo efectiva la construcción del nuevo graderío en 2017, el Gol Sur presentaba el aspecto heredado del proyecto de ampliación realizado en 1958, reforma ejecutada sobre la grada original del Estadio de la Exposición (fig. 88).

Por otro lado, al tratarse de un proyecto de 1998 y a pesar de que se mantuvieran constantes las bases del proyecto básico, es necesario la adaptación del graderío a la normativa vigente y a las nuevas necesidades proyectuales de la entidad verdiblanca. Asimismo, la obra de Antonio González se completa con una actuación urbanística destinada a facilitar el acceso de los béticos a su feudo (Ruiz, 2019). Las obras se extendieron desde el inicio de la demolición del graderío el 30 de junio de 2016 (fig.89), hasta la presentación ante los socios del Gol Sur finalizado el 13 de julio de 2017 (Real Betis Balompié, 2016).

El nuevo Gol Sur termina por cerrar tres de las cuatro fachadas del estadio compartiendo tanto el sistema constructivo como la forma y composición de la grada con el Gol Sur y la Tribuna de Fondo. El proyecto consiste en la repetición de un pórtico pantalla tipo repetido en rotación. Respecto a la cimentación, los pórticos apoyan sobre grupos de pilotes (6, 4 ó 2) que trabajan a rozamiento y penetrando hasta la cota donde se ubican las gravas arenosas de -18,00 metros. La disposición de los pórticos se organiza, de manera seriada y alternada, con una separación entre los ejes intermedios de los pórticos de 10,70 y 7,70 metros (fig. 90). El espesor de dichos pórticos es de 50 centímetros, exceptuando los previstos en las juntas de dilatación que alcanzan los 60 centímetros (30 centímetros duplicados conectados por bulones transversales. Sobre los mencionados pórticos se disponen losas alveolares con un canto de 25 centímetros, forjado que se completa con una capa de compresión de 5 centímetros de espesor (fig. 91) (Ruiz, 2019).

En cuanto a las gradas, presentan un diseño parabólico para facilitar la visual de cualquier aficionado al punto más desfavorable del terreno de juego, siendo éstos los dos corners. Por este motivo, la tabica de las gradas será distinta dependiendo de la altura del graderío. La conformación del graderío se ejecuta a partir del apilamiento de vigas prefabricadas de hormigón armado con sección en T, garantizando la estanqueidad del encuentro. Únicamente distan de esta solución constructiva las primeras filas de los graderíos del primer y segundo anillo donde se opta por vigas con sección en cajón (Ruiz, 2019).

En lo referente al atado transversal, resuelto en niveles inferiores a partir de las losas horizontales y el propio graderío, en el nivel superior es necesario optar por una solución capaz de concentrar las solicitaciones de la cubierta prevista. De esta forma, se proyecta una viga-cercha de gran canto formada por tres partes. La primera de ellas es la única que se construye, que consiste en la ejecución de una viga de atado de hormigón armado que conformará el cordón base de la cercha y constituirá el final del pórtico. Esta viga contará con una sección de 1,80 x 1,00 metro con planta poligonal curva. Los elementos restantes, cuya construcción estaba prevista en la quinta fase del proyecto, consisten en perfiles metálicos de secciones radiales con diámetro variable para la triangulación y correcta distribución de las acciones de la cubierta sobre la viga de coronación (Ruiz, 2019). Cabe resaltar de forma reiterada que la cuarta y quinta fase del proyecto de González Cordón no se llevaron a cabo, ya que la entidad verdiblanca decide optar por un nuevo proyecto capaz de integrar las nuevas tecnologías constructivas con las actuales necesidades, tanto del beticismo como del fútbol moderno.

Respeto a la envolvente del graderío, queda totalmente unificado con la Tribuna de Fondo y el Gol Norte. La fachada del feudo bético se materializa a partir de alternar paneles de hormigón con fibra de vidrio tipo GRC con barras de chapa de acero inoxidable de 2 milímetros de espesor (fig. 92 y 93) (Ruiz, 2019).



Fig. 88. Estado de la fachada del Gol Sur en mayo de 2016.



Fig. 89. Trabajos previos a la demolición del Gol Sur.



Fig. 90. Ejecución del encofrado y posterior vertido del hormigón en el primer nivel del porticado.

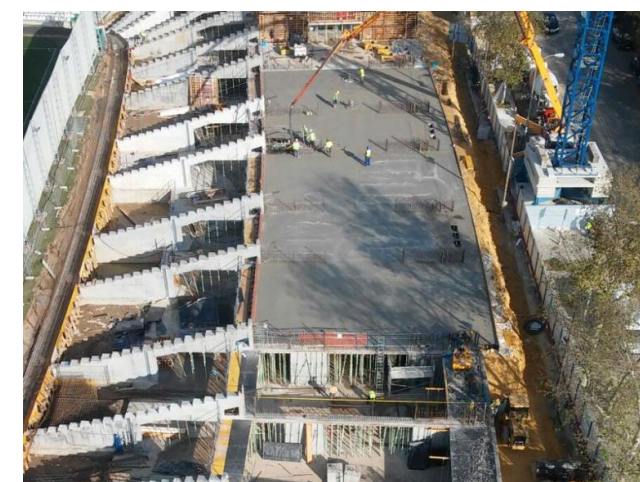


Fig. 91. Construcción del forjado del primer nivel.

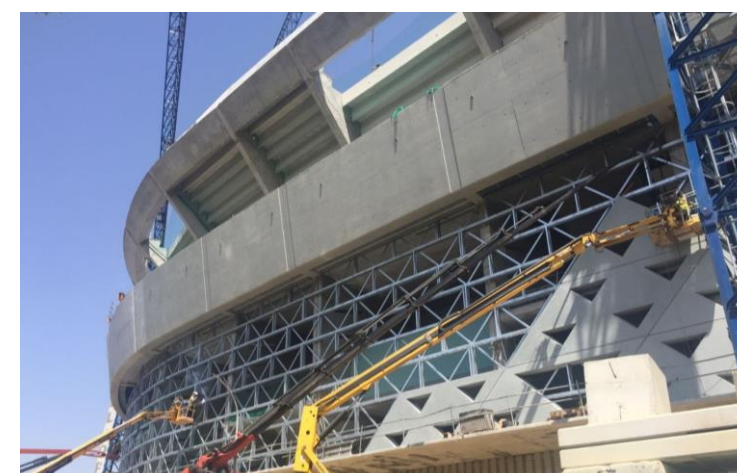


Fig. 92. Colocación de los paneles GRC.



Fig. 93. Estado actual fachada Gol Sur.

ANÁLISIS TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL

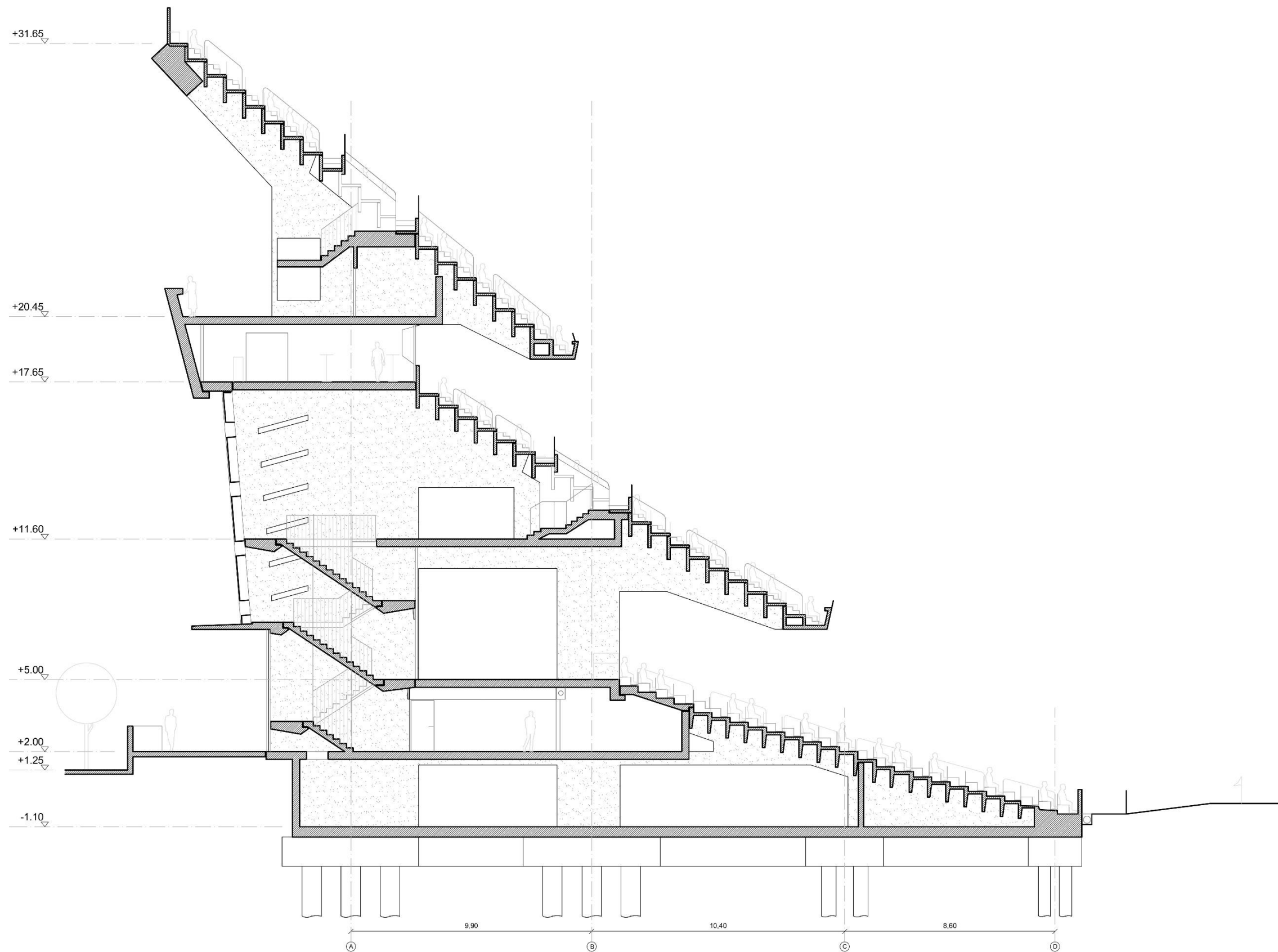


Fig. 94. Sección transversal tipo del actual Gol Sur.
E: 1/175.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

El graderío que va a ser sometido a cálculo es la Tribuna de Preferencia. Reincidir en que se trata de la grada del Benito Villamarín más longeva, alcanzado ambas fases del graderío, los dos primeros niveles y la grada del Voladizo, un total de 43 y 48 años respectivamente. A pesar de los límites de investigación ya expuestos, se ha optado por realizar el análisis estructural de la mencionada tribuna. Se ha priorizado el proceder a un análisis estructural elemental, más vinculado a la respuesta tipológica, de un graderío que destaca por una singularidad compositiva, frente a realizar un cálculo más detallado del resto de los graderíos que conforman el Estadio Benito Villamarín, cuya tipología constructiva responde a una solución tipo de estadios de fútbol.

De este modo, se analizará el pórtico perteneciente a la Tribuna de Preferencia a partir del programa de cálculo Architrave. En él se procederá a la comparación de dos modelos: en primer lugar el perteneciente a la grada del Voladizo de 1975, y posteriormente la Tribuna de Preferencia completa, ya con el proyecto de Florentino del Valle de 1980. Como ya se describió anteriormente, las distintas fases constructivas del graderío a estudiar están resueltas con un distinto número de pórticos. Debido a la escasez de documentación descriptiva y gráfica, se procederá a efectuar el análisis del pórtico que englobe ambas actuaciones, disponiendo cada una de las fases constructivas con el mismo ámbito de uso.

EVALUACIÓN DE CARGAS

Atendiendo al *Documento Básico de Seguridad Estructural en la Edificación del Código Técnico*, para cumplir con los requisitos básicos de seguridad estructural se procederá a la determinación y posterior aplicación en el modelo de las acciones que intervienen en el pórtico analizado. Las correspondientes acciones, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, son las siguientes:

- Acciones permanentes (G): se deben de tener en cuenta el peso propio de los elementos estructurales, los cerramientos, la tabiquería, las carpinterías, todo tipo de revestimientos como la pavimentación, rellenos y equipos fijos.
- Acciones variables (Q): son las vinculadas a las sobrecargas de uso, acciones sobre barandillas y elementos divisorios, viento, acciones térmicas y nieve.
- Acciones accidentales (A): las generadas por sismo, incendio e impacto.

(Ministerio de Fomento, 2019).

Respecto a las acciones térmicas y reológicas, se considera que el proyecto cuenta con la adecuada colocación de las juntas necesarias para disminuir dichas acciones. De esta forma se evitará la determinación de dichas acciones considerándolas despreciables en el cálculo. Por otro lado, la acción accidental de sismo se desestimará en lo que respecta a la realización del cálculo. Este hecho se debe al desconocimiento de la naturaleza de terreno. Por este motivo, el cálculo atenderá principalmente al estudio de las cargas permanentes frente a las acciones derivadas de las sobrecargas de uso y de viento.

Cargas permanentes

Para el cálculo de las cargas permanentes presentes sobre el pórtico analizado se ha tomado en consideración las recomendaciones estimadas por el *Documento Básico de Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación*:

| Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos | |
|---|---------------------|
| Elemento | Peso |
| Forjados | kN / m ² |
| Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m | 2 |
| Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m | 3 |
| Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m | 4 |
| Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m | 5 |
| Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m | 5 |
| Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido | kN / m |
| Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m | 3 |
| Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m | 5 |
| Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m | 7 |
| Solados (incluyendo material de agarre) | kN / m ² |
| Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m | 0,5 |
| Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m | 1,0 |
| Placas de piedra, o peldañado; grueso total < 0,15 m | 1,5 |
| Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal) | kN / m ² |
| Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros | 1,0 |
| Faldones de placas, teja o pizarra | 2,0 |
| Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros | 3,0 |
| Cubierta plana, recreado, con impermeabilización vista protegida | 1,5 |
| Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava | 2,5 |
| Rellenos | kN / m ³ |
| Agua en aljibes o piscinas | 10 |
| Terreno, como en jardinerías, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾ | 20 |

⁽¹⁾ El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Fig. 95. Leyenda cargas permanentes CTE.

Dependiendo de la disposición del pórtico en el graderío, éste sufrirá variaciones estructurales que atenderán a la compartimentación del espacio, precisando en dichas zonas inferiores del pórtico la disposición de vigas horizontales. El estudio se basará en la tipología de pórtico donde tienen lugar las oficinas, ya que es aquel que refleja la sección empleada para la construcción del modelo bidimensional. De esta forma, se procede al cálculo de las acciones permanentes que actúan sobre el pórtico, tanto sobre las vigas horizontales como sobre las vigas inclinadas y la cubierta.

Vigas Horizontales

Mencionados elementos constructivos, dispuestos en dos cotas diferentes se encargan de transmitir las cargas del forjado de las construcciones compartimentadas más ligeras. Estas construcciones sobre el forjado que sustenta la viga del pórtico las integran los dos niveles de oficinas. Por esta razón, considerando que las oficinas se extienden a lo largo de todo el ámbito de carga del pórtico analizado, se establecen las cargas permanentes sobre la viga horizontal de la siguiente forma:

(Ámbito de carga: 5,20 m)

Forjado (fig. 95)..... 4 kN/m²

Solado (fig. 95)..... 1 kN/m²

Tabiquería (fig. 95) 1 kN/m²

Tabiquería (partición vertical sobre el eje del pórtico) (fig. 95) 5 kN/m

(4 kN/m² x 5,20 m) + (1 kN/m² x 5,20 m) + (1 kN/m² x 5,20 m) + 5 kN..... **32 kN/ml**

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Vigas Inclinadas

Sobre mencionadas vigas descansan las losas previstas como elementos prefabricados de hormigón armado que conforman el graderío. Consisten en elementos con sección en L de 20 cm de canto que se han ido montando sobre el anterior, garantizando la estanqueidad de este encuentro y la mejora estructural frente a efectos de torsión. No se superpone acabado alguno, es decir, el hormigón queda totalmente visto. Atendiendo a las características técnicas se establecen los valores que definen el peso propio de dichos elementos prefabricados.

(Ámbito de carga: 5,20 m)

Gradas de hormigón prefabricado 5 KN/m²
 (5 KN/m² x 5,20 m)..... **26 KN/ml**

Cubierta

La cubierta consiste en la colocación de unos faldones metálicos cuya carga recae sobre perfiles, también metálicos, dispuestos perpendicularmente al pórtico. Dichos elementos contarán con una sección de 60 x 60 mm. Con la finalidad de transmitir las cargas de la cubierta al pórtico se dispone una viga metálica en el eje del pórtico, tratándose de un IPE 300, junto con cuatro perfiles metálicos cuadrados de 120 x 120 mm, con la intención de restringir el desplazamiento vertical. Los pesos propios de la cubierta que se reflejarán en el cálculo son los siguientes:

(Ámbito de carga: 5,20 m)

Faldones metálicos 1 KN/m²
 (1 KN/m² x 5,20 m)..... **5,20 KN/ml**

Carga puntual perfiles perpendiculares al pórtico. 60 x 60 mm
 Área. (60 x 60) mm 3600 mm² | 0,0036 m²
 Peso específico acero (fig. 96) 78,5 KN/m³
 78,5 KN/m³ x 0,0036 m²..... 0,2826 KN/m
 (0,2826 KN/m x 5,20 m)..... **1,47 KN**

| Materiales y elementos | Peso específico aparente kN/m ³ | Materiales y elementos | Peso específico aparente kN/m ³ |
|----------------------------------|--|------------------------------|--|
| Materiales de albañilería | | | |
| Arenisca | 21,0 a 27,0 | Madera | |
| Basalto | 27,0 a 31,0 | Aserrada, tipos C14 a C40 | 3,5 a 5,0 |
| Calizas compactas, mármoles | 28,0 | Laminada, solada | 3,7 a 4,4 |
| Diorita, gneis | 30,0 | Tablero contrachapado | 5,0 |
| Granito | 27,0 a 30,0 | Tablero cartón gris | 8,0 |
| Sienita, diorita, pórfido | 28,0 | Aglomerado con cemento | 12,0 |
| Terracota compacta | 21,0 a 27,0 | Tablero de fibras | 8,0 a 10,0 |
| | | Tablero ligero | 4,0 |
| Fábricas | | | |
| Bloque hueco de cemento | 13,0 a 16,0 | Metales | |
| Bloque hueco de yeso | 10,0 | Acero | 77,0 a 78,5 |
| Ladrillo cerámico macizo | 18,0 | Aluminio | 27,0 |
| Ladrillo cerámico perforado | 15,0 | Bronce | 83,0 a 85,0 |
| Ladrillo cerámico hueco | 12,0 | Cobre | 87,0 a 89,0 |
| Ladrillo silicocalcáreo | 20,0 | Estaño | 74,0 |
| Mampostería con mortero | | | |
| de arenisca | 24,0 | Hierro colado | 71,0 a 72,5 |
| de basalto | 27,0 | Hierro forjado | 76,0 |
| de caliza compacta | 26,0 | Latón | 83,0 a 85,0 |
| de granito | 26,0 | Plomo | 112,0 a 114,0 |
| | | Zinc | 71,0 a 72,0 |
| Sillería | | | |
| de arenisca | 26,0 | Plásticos y orgánicos | |
| de arenisca o caliza porosas | 24,0 | Caucho en plancha | 17,0 |
| de basalto | 30,0 | Lámina acrílica | 12,0 |
| de caliza compacta o mármol | 28,0 | Linóleo en plancha | 12,0 |
| de granito | 28,0 | Mástico en plancha | 21,0 |
| | | Poliestireno expandido | 0,3 |
| Hormigones y morteros | | | |
| Hormigón ligero | 9,0 a 20,0 | Otros | |
| Hormigón normal ⁽¹⁾ | 24,0 | Adobe | 16,0 |
| Hormigón pesado | > 28,0 | Asfalto | 24,0 |
| Mortero de cemento | 19,0 a 23,0 | Baldosa cerámica | 18,0 |
| Mortero de yeso | 12,0 a 28,0 | Baldosa de gres | 19,0 |
| Mortero de cemento y cal | 18,0 a 20,0 | Papel | 11,0 |
| Mortero de cal | 12,0 a 18,0 | Pizarra | 29,0 |
| | | Vidrio | 25,0 |

Fig. 96. Leyenda pesos específicos CTE.

Cargas Variables

Sobrecarga de Uso

| Categoría de uso | | Subcategorías de uso | | Carga uniforme [kN/m ²] | Carga concentrada [kN] |
|------------------|--|----------------------|---|-------------------------------------|------------------------|
| A | Zonas residenciales | A1 | Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles | 2 | 2 |
| | | A2 | Trasteros | 3 | 2 |
| B | Zonas administrativas | | | 2 | 2 |
| C | Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D) | C1 | Zonas con mesas y sillas | 3 | 4 |
| | | C2 | Zonas con asientos fijos | 4 | 4 |
| | | C3 | Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc. | 5 | 4 |
| | | C4 | Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas | 5 | 7 |
| | | C5 | Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc) | 5 | 4 |
| D | Zonas comerciales | D1 | Locales comerciales | 5 | 4 |
| | | D2 | Supermercados, hipermercados o grandes superficies | 5 | 7 |
| E | Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN) | | | 2 | 20 ⁽¹⁾ |
| F | Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾ | | | 1 | 2 |
| G | Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾ | G1 ⁽⁷⁾ | Cubiertas con inclinación inferior a 20° | 1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾ | 2 |
| | | G2 | Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾ | 0,4 ⁽⁴⁾ | 1 |
| | | | | 0 | 2 |

Fig. 97. Leyenda sobrecargas de uso CTE.

Sobrecarga de Uso: Vigas (horizontales e inclinadas)

A pesar de que en la viga horizontal se contemple un uso administrativo, el pórtico se dimensionará atendiendo al uso más desfavorable presente en la tipología de pórtico de un estadio de fútbol:

(Ámbito de carga: 5,20 m)

C5: Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.) (fig. 97)..... 5 KN/m²
 (5 KN/m² x 5,20 m)..... **26 KN/m**

Sobrecarga de Uso: Cubierta

Debido a que la carga permanente de la cubierta presente en el graderío no excede de 1 KN/m² (cuestión vinculada únicamente a su cerramiento, sin incluir perfiles ni correas), la sobrecarga de uso que le corresponde será la siguiente:

(Ámbito de carga: 5,20 m)

G1: Cubierta ligera sobre correas (sin forjado) (fig. 97) 0,4 KN/m²
 (1 KN/m² x 5,20 m)..... **2,08 KN/m**

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Nieve

Para determinar el valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal (q_n), basándonos en el Documento Básico de Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación, emplearemos la siguiente expresión:

$$q_n = \mu \cdot s_k, \text{ siendo:}$$

μ ; coeficiente de forma de la cubierta

s_k ; el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal

(Ministerio de Fomento, 2009).

| Capital | Altitud m | s_k kN/m ² | Capital | Altitud m | s_k kN/m ² | Capital | Altitud m | s_k kN/m ² |
|--------------------|--------------|----------------------------|-------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|
| Albacete | 690 | 0,6 | Guadalajara | 680 | 0,6 | Pontevedra | 0 | 0,3 |
| Alicante / Alacant | 0 | 0,2 | Huelva | 0 | 0,2 | Salamanca | 780 | 0,5 |
| Almería | 0 | 0,2 | Huesca | 470 | 0,7 | SanSebas- tián/Donostia | 0 | 0,3 |
| Ávila | 1.130 | 1,0 | Jaén | 570 | 0,7 | Santander | 0 | 0,3 |
| Badajoz | 180 | 0,2 | León | 820 | 0,4 | Segovia | 1.000 | 0,7 |
| Barcelona | 0 | 0,4 | Lérida / Lleida | 150 | 0,5 | Sevilla | 10 | 0,2 |
| Bilbao / Bilbo | 0 | 0,3 | Logroño | 380 | 0,6 | Soria | 1.090 | 0,9 |
| Burgos | 860 | 0,6 | Lugo | 470 | 0,6 | Tarragona | 0 | 0,4 |
| Cáceres | 440 | 0,6 | Madrid | 660 | 0,7 | Tenerife | 950 | 0,2 |
| Cádiz | 0 | 0,4 | Málaga | 0 | 0,2 | Teruel | 550 | 0,9 |
| Castellón | 0 | 0,2 | Murcia | 40 | 0,2 | Toledo | 0 | 0,5 |
| Ciudad Real | 640 | 0,2 | Orense / Ourense | 130 | 0,4 | Valencia/València | 690 | 0,2 |
| Córdoba | 100 | 0,6 | Palencia | 230 | 0,4 | Valladolid | 520 | 0,4 |
| Coruña / A Coruña | 0 | 0,2 | Oviedo | 740 | 0,5 | Vitoria / Gasteiz | 650 | 0,7 |
| Cuenca | 1.010 | 0,3 | Palma de Mallorca | 0 | 0,2 | Zamora | 210 | 0,4 |
| Gerona / Girona | 70 | 1,0 | Palmas, Las | 0 | 0,2 | Zaragoza | 0 | 0,5 |
| Granada | 690 | 0,4 | Pamplona/Iruña | 450 | 0,7 | Ceuta y Melilla | 0 | 0,2 |

Fig. 98. Leyenda sobrecarga de nieve CTE.

(Ámbito de carga: 5,20 m)

s_k (Sevilla) (fig. 98) 0,2 KN/m²

Altitud (Sevilla) (fig. 98)..... 10 m

(0,2 KN/m² x 5,20 m) **1,04 KN/m**

Viento

Al estudiar un modelo bidimensional, las cargas de presión y succión se dispondrán en el plano del pórtico. Debido al gran índice de aperturas tanto en el espacio entre pórticos como en la misma sección analizada, las acciones de presión y succión vinculadas a la acción del viento se aplicarán sobre las vigas inclinadas que conforman las gradas, siendo éstas las más desfavorables para el pórtico.

Para calcular la carga de viento se tendrá en cuenta la expresión dictada en el Documento Básico de Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación. El cálculo de dicha sobrecarga viene dado por la expresión siguiente:

$$Q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p, \text{ siendo:}$$

Q_e ; presión estática o fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto

q_b ; la presión dinámica del viento

c_e ; el coeficiente de exposición

c_p ; el coeficiente eólico o de presión

(Ministerio de Fomento, 2009).

Presión dinámica (q_b)

El valor básico de la presión dinámica del viento puede obtenerse con la expresión presente en el Anejo D.1. del DBSE-AE:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2, \text{ siendo } \delta \text{ la densidad del aire y } v_b \text{ el valor básico de la velocidad del viento.}$$



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Fig. 99. Leyenda geográfica velocidad del viento CTE.

| Periodo de retorno (años) | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 200 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Coefficiente corrector | 0,41 | 0,78 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 1,00 | 1,08 |

Fig. 100. Coeficiente corrector velocidad del viento CTE.

Velocidad básica del viento (v_b) (fig. 99) 26 m/s

Densidad del aire (δ)..... 1,25 Kg/m³

Duración del periodo de servicio 50 años

Coefficiente corrector del viento (fig. 100) 1,00

$q_b = 0,5 \times 1,25 \text{ Kg/m}^3 \times ((26 \text{ m/s})^2 \times 1,00)$ **422,5 Kg/ (m · s²) | 0,4225 KN/m²**

Coefficiente de exposición (c_e)

El coeficiente de exposición se adoptará de forma unitaria para el cálculo, es decir, no se tendrá en cuenta la diferencia de cota de los puntos analizados. Para mencionado cálculo se tomará la cota más elevada de la sección. De esta forma, según el DBSE-AE, dicho coeficiente puede calcularse, siempre que la altitud sobre el terreno no supere los 200 metros, de la siguiente forma:

$$C_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$F = k \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$, siendo k , L , Z parámetros característicos de cada tipo de entorno (fig.101).

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

| Grado de aspereza del entorno | Parámetro | | |
|--|-----------|-------|-------|
| | k | L (m) | Z (m) |
| I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud | 0,156 | 0,003 | 1,0 |
| II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia | 0,17 | 0,01 | 1,0 |
| III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas | 0,19 | 0,05 | 2,0 |
| IV Zona urbana en general, industrial o forestal | 0,22 | 0,3 | 5,0 |
| V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura | 0,24 | 1,0 | 10,0 |

Fig. 101. Coeficientes atendiendo a la clasificación para tipo de entorno CTE.

k (fig. 101) 0,22
 L (fig. 101) 0,3 m
 Z (fig. 101) 5 m
 F: $0,22 \times \ln(32,45 \text{ m} / 0,3 \text{ m})$ 1,03
 c_e: $1,0304 \times (1,0304 + 7 \times 0,22)$ 2,65

Coeficiente eólico o de presión (c_p). Graderío

El coeficiente de presión depende de factores como la dirección relativa del viento, la forma del edificio, la posición de elemento considerado y su área de influencia. El estudio del viento, respecto a mencionado parámetro, se analizará de dos formas diferentes y se tomarán para el cálculo los valores más desfavorables.

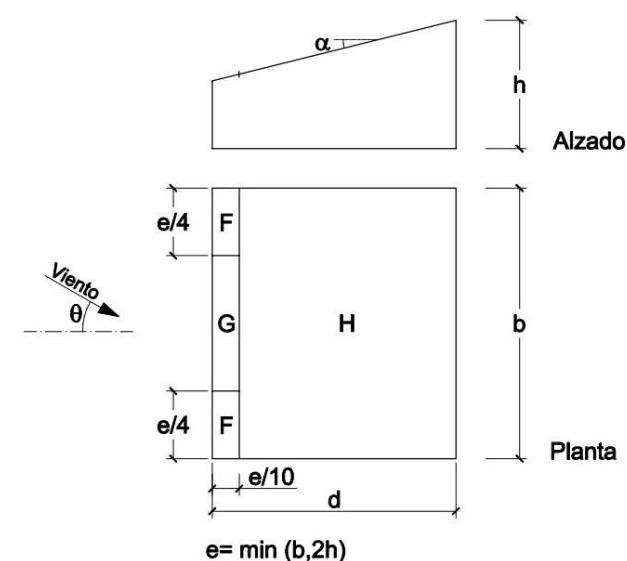
El primer método se basa en la similitud del graderío con una cubierta a un agua sin cerrar. Atendiendo a las distintas pendientes que presentan los graderíos y teniendo en cuenta la Tabla D.5. Cubiertas a un agua del DBSE-AE, se obtendrán los siguientes coeficientes eólicos:

- Primer anillo
 - Pendiente $14,58^\circ \approx 15^\circ$
 - A $\geq 10 \text{ m}^2$
 - Zona H
 - C_p (presión) (fig.102) 0,2
 - C_p (succión) (fig.102) -0,3
- Segundo anillo
 - Pendiente $25,08^\circ \approx 25^\circ$
 - A $\geq 10 \text{ m}^2$
 - Zona H
 - C_p (presión) (fig.102) 0,33*
 - C_p (succión) (fig.102) -0,23*
- Tercer anillo
 - Pendiente $30,43^\circ \approx 30^\circ$
 - A $\geq 10 \text{ m}^2$
 - Zona H
 - C_p (presión) (fig.102) 0,4
 - C_p (succión) (fig.102) -0,2

*Valores interpolados entre 15° y 30°.

Tabla D.5 Cubiertas a un agua.

a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



| Pendiente de la cubierta α | A (m ²) | Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$ | | |
|----------------------------|---------------------|--|--------------|--------------|
| | | F | G | H |
| 5° | ≥ 10 | -1,7 +0,0 | -1,2 +0,0 | -0,6 +0,0 |
| | ≤ 1 | -2,5 +0,0 | -2,0 +0,0 | -1,2 +0,0 |
| 15° | ≥ 10 | -0,9 0,2 | -0,8 0,2 | -0,3 0,2 |
| | ≤ 1 | -2,0 0,2 | -1,5 0,2 | -0,3 0,2 |
| 30° | ≥ 10 | -0,5 0,7 | -0,5 0,7 | -0,2 0,4 |
| | ≤ 1 | -1,5 0,7 | -1,5 0,7 | -0,2 0,4 |
| 45° | ≥ 10 | -0,0 0,7 | -0,0 0,7 | -0,0 0,6 |
| | ≤ 1 | -0,0 0,7 | -0,0 0,7 | -0,0 0,6 |
| 60° | ≥ 10 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| | ≤ 1 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| 75° | ≥ 10 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | ≤ 1 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |

Fig. 102. Coeficiente eólico cubierta a un agua CTE.

A continuación, se procederá a realizar el cálculo de los coeficientes eólicos atendiendo a la suposición de tratar el graderío como si se tratase de una marquesina a un agua. En este caso, se considerarán las zonas A y C, al disponerse el pórtico estudiado en la zona intermedia de la grada:

- Primer anillo
 - Pendiente $14,58^\circ \approx 15^\circ$
 - Factor de obstrucción (φ) 0
 - Zona A
 - C_p (presión) (fig.103) 1,4
 - C_p (succión) (fig.103) -1,8

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

| | |
|--|--------------|
| Pendiente | 14,58° ≈ 15° |
| Factor de obstrucción (ϕ) | 0 |
| Zona | C |
| C_p (presión) (fig.103) | 1,8 |
| C_p (succión) (fig.103) | -2,5 |
| ○ Segundo anillo | |
| Pendiente | 25,08° ≈ 25° |
| Factor de obstrucción (ϕ) | 0 |
| Zona | A |
| C_p (presión) (fig.103) | 2,0 |
| C_p (succión) (fig.103) | -2,6 |
| ○ Tercer anillo | |
| Pendiente | 25,08° ≈ 25° |
| Factor de obstrucción (ϕ) | 0 |
| Zona | C |
| C_p (presión) (fig.103) | 2,3 |
| C_p (succión) (fig.103) | -3,2 |
| ○ Tercer anillo | |
| Pendiente | 30,43° ≈ 30° |
| Factor de obstrucción (ϕ) | 0 |
| Zona | A |
| C_p (presión) (fig.103) | 2,2 |
| C_p (succión) (fig.103) | -3,0 |
| ○ Tercer anillo | |
| Pendiente | 30,43° ≈ 30° |
| Factor de obstrucción (ϕ) | 0 |
| Zona | C |
| C_p (presión) (fig.103) | 2,4 |
| C_p (succión) (fig.103) | -3,6 |

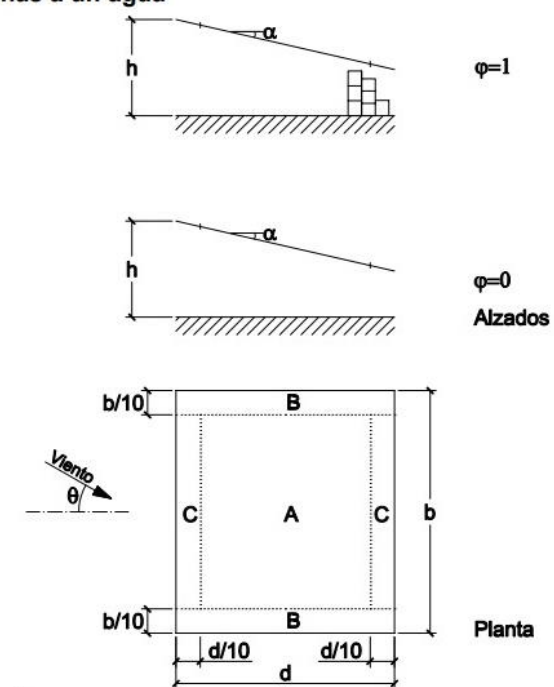
Al establecerse una relación directamente proporcional entre los coeficientes eólicos y la presión estática, los resultados más desfavorables se han obtenido a partir de la última hipótesis. Asimismo, el concebir las vigas inclinadas presentes en la sección analizada como el prototipo de una marquesina a un agua genera un cálculo más verídico debido a una mayor similitud entre ambas estructuras. Por esta serie de razones, el cálculo de las acciones de viento de las vigas que conforman el graderío se ejecutará atendiendo a los últimos valores expuestos.

Coeficiente eólico o de presión (c_p). Cubierta

| | |
|--|---------------|
| Pendiente | 1,18° ≈ 1° |
| Factor de obstrucción (ϕ) | 0 |
| Zona | A |
| C_p (presión) (fig.103) | 0,56* |
| C_p (succión) (fig.103) | -0,70* |
| ○ Tercer anillo | |
| Pendiente | 1,18° ≈ 1° |
| Factor de obstrucción (ϕ) | 0 |
| Zona | C |
| C_p (presión) (fig.103) | 1,14* |
| C_p (succión) (fig.103) | -1,48* |

*Valores interpolados entre 0° y 5°.

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



| | | Coeficientes de presión exterior | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------|------|------|
| | | $c_{p,10}$ | | | |
| Pendiente de la cubierta α | Efecto del viento hacia | Factor de obstrucción ϕ | Zona (según figura) | | |
| | | | A | B | C |
| 0° | Abajo | $0 \leq \phi \leq 1$ | 0,5 | 1,8 | 1,1 |
| | Arriba | 0 | -0,6 | -1,3 | -1,4 |
| | Arriba | 1 | -1,5 | -1,8 | -2,2 |
| 5° | Abajo | $0 \leq \phi \leq 1$ | 0,8 | 2,1 | 1,3 |
| | Arriba | 0 | -1,1 | -1,7 | -1,8 |
| | Arriba | 1 | -1,6 | -2,2 | -2,5 |
| 10° | Abajo | $0 \leq \phi \leq 1$ | 1,2 | 2,4 | 1,6 |
| | Arriba | 0 | -1,5 | -2,0 | -2,1 |
| | Arriba | 1 | -2,1 | -2,6 | -2,7 |
| 15° | Abajo | $0 \leq \phi \leq 1$ | 1,4 | 2,7 | 1,8 |
| | Arriba | 0 | -1,8 | -2,4 | -2,5 |
| | Arriba | 1 | -1,6 | -2,9 | -3,0 |
| 20° | Abajo | $0 \leq \phi \leq 1$ | 1,7 | 2,9 | 2,1 |
| | Arriba | 0 | -2,2 | -2,8 | -2,9 |
| | Arriba | 1 | -1,6 | -2,9 | -3,0 |
| 25° | Abajo | $0 \leq \phi \leq 1$ | 2,0 | 3,1 | 2,3 |
| | Arriba | 0 | -2,6 | -3,2 | -3,2 |
| | Arriba | 1 | -1,5 | -2,5 | -2,8 |
| 30° | Abajo | $0 \leq \phi \leq 1$ | 2,2 | 3,2 | 2,4 |
| | Arriba | 0 | -3,0 | -3,8 | -3,6 |
| | Arriba | 1 | -1,5 | -2,2 | -2,7 |

Fig. 103. Coeficiente eólico marquesina a un agua CTE.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Presión estática (Q_e)

A partir de la expresión expuesta con anterioridad se obtendrán los valores de presión estática tanto del graderío como de la cubierta. Dichos valores serán los que se reflejarán en el cálculo posteriormente.

o Primer anillo. Zona A.

| | |
|---|--------------------------------|
| Presión dinámica del viento (q_b) | 0,4225 KN/m ² |
| Coeficiente de exposición (c_e) | 2,65 |
| Coeficiente eólico (presión) (c_{pp}) | 1,4 |
| Coeficiente eólico (succión) (c_{ps}) | -1,8 |
| Presión estática (presión) (Q_{ep}) | 1,640 KN/m² |
| Presión estática (succión) (Q_{es}) | -2,108 KN/m² |
| (Ámbito de carga: 5,20 m) | |
| 1,640 KN/m ² x 5,20 m | 8,528 KN/m |
| -2,108 KN/m ² x 5,20 m | -10,962 KN/m |

o Segundo anillo. Zona A.

| | |
|---|--------------------------------|
| Presión dinámica del viento (q_b) | 0,4225 KN/m ² |
| Coeficiente de exposición (c_e) | 2,65 |
| Coeficiente eólico (presión) (c_{pp}) | 2,0 |
| Coeficiente eólico (succión) (c_{ps}) | -2,6 |
| Presión estática (presión) (Q_{ep}) | 2,343 KN/m² |
| Presión estática (succión) (Q_{es}) | -3,045 KN/m² |
| (Ámbito de carga: 5,20 m) | |
| 2,343 KN/m ² x 5,20 m | 12,184 KN/m |
| -3,045 KN/m ² x 5,20 m | -15,834 KN/m |

o Tercer anillo. Zona A.

| | |
|---|--------------------------------|
| Presión dinámica del viento (q_b) | 0,4225 KN/m ² |
| Coeficiente de exposición (c_e) | 2,65 |
| Coeficiente eólico (presión) (c_{pp}) | 2,2 |
| Coeficiente eólico (succión) (c_{ps}) | -3,0 |
| Presión estática (presión) (Q_{ep}) | 2,463 KN/m² |
| Presión estática (succión) (Q_{es}) | -3,359 KN/m² |
| (Ámbito de carga: 5,20 m) | |
| 2,463 KN/m ² x 5,20 m | 12,808 KN/m |
| -3,359 KN/m ² x 5,20 m | -17,467 KN/m |

o Cubierta. Zona A.

| | |
|---|--------------------------------|
| Presión dinámica del viento (q_b) | 0,4225 KN/m ² |
| Coeficiente de exposición (c_e) | 2,65 |
| Coeficiente eólico (presión) (c_{pp}) | 0,56 |
| Coeficiente eólico (succión) (c_{ps}) | -0,70 |
| Presión estática (presión) (Q_{ep}) | 0,627 KN/m² |
| Presión estática (succión) (Q_{es}) | -0,784 KN/m² |
| (Ámbito de carga: 5,20 m) | |
| 0,627 KN/m ² x 5,20 m | 3,261 KN/m |
| -0,784 KN/m ² x 5,20 m | -4,077 KN/m |

o Primer anillo. Zona C.

| | |
|---|--------------------------------|
| Presión dinámica del viento (q_b) | 0,4225 KN/m ² |
| Coeficiente de exposición (c_e) | 2,65 |
| Coeficiente eólico (presión) (c_{pp}) | 1,8 |
| Coeficiente eólico (succión) (c_{ps}) | -2,5 |
| Presión estática (presión) (Q_{ep}) | 2,108 KN/m² |
| Presión estática (succión) (Q_{es}) | -2,928 KN/m² |
| (Ámbito de carga: 5,20 m) | |
| 2,108 KN/m ² x 5,20 m | 10,962 KN/m |
| -2,928 KN/m ² x 5,20 m | -15,226 KN/m |

o Segundo anillo. Zona C.

| | |
|---|--------------------------------|
| Presión dinámica del viento (q_b) | 0,4225 KN/m ² |
| Coeficiente de exposición (c_e) | 2,65 |
| Coeficiente eólico (presión) (c_{pp}) | 2,3 |
| Coeficiente eólico (succión) (c_{ps}) | -3,2 |
| Presión estática (presión) (Q_{ep}) | 2,694 KN/m² |
| Presión estática (succión) (Q_{es}) | -3,583 KN/m² |
| (Ámbito de carga: 5,20 m) | |
| 2,694 KN/m ² x 5,20 m | 14,009 KN/m |
| -3,583 KN/m ² x 5,20 m | -18,632 KN/m |

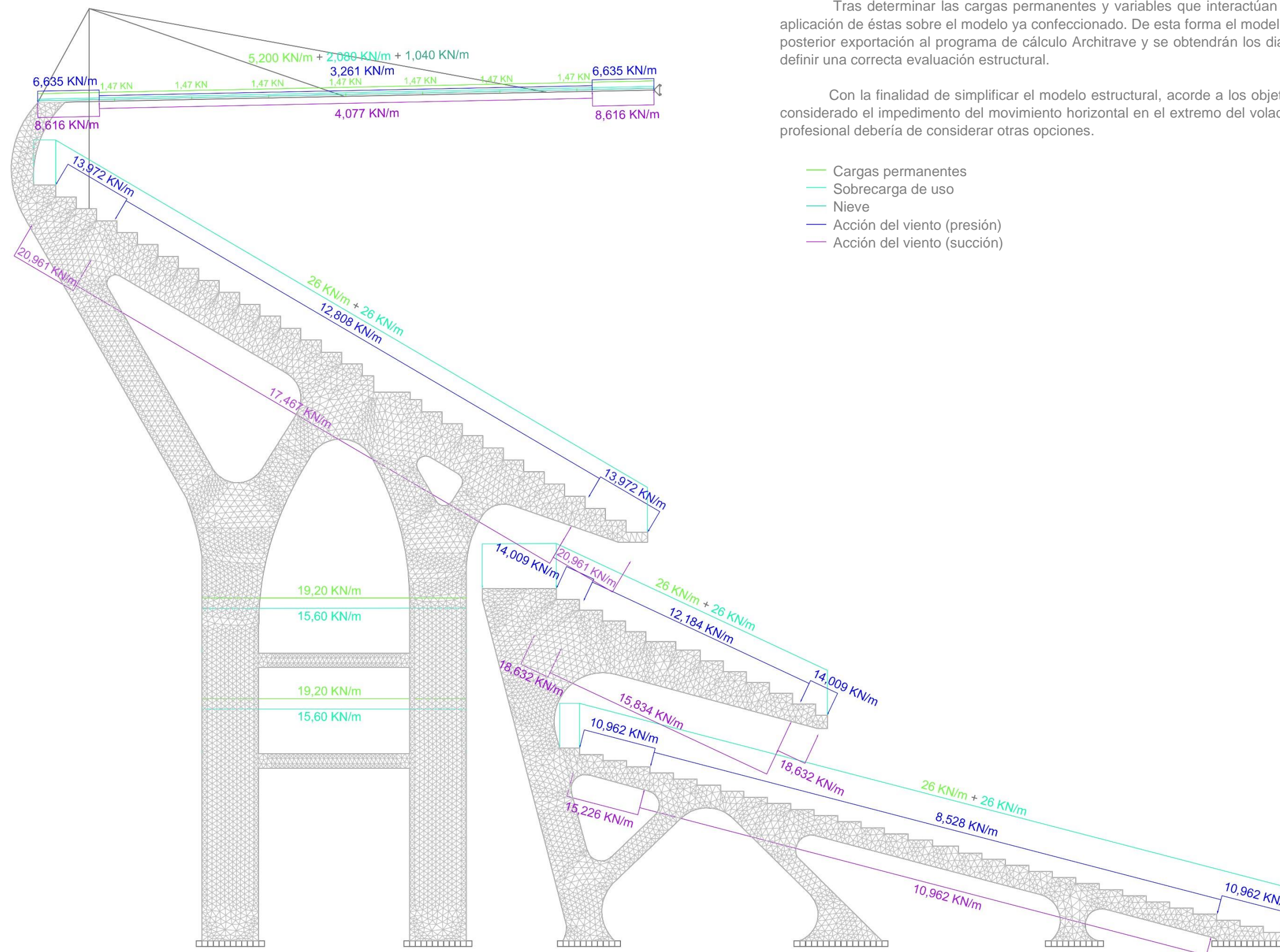
o Tercer anillo. Zona C.

| | |
|---|--------------------------------|
| Presión dinámica del viento (q_b) | 0,4225 KN/m ² |
| Coeficiente de exposición (c_e) | 2,65 |
| Coeficiente eólico (presión) (c_{pp}) | 2,4 |
| Coeficiente eólico (succión) (c_{ps}) | -3,6 |
| Presión estática (presión) (Q_{ep}) | 2,687 KN/m² |
| Presión estática (succión) (Q_{es}) | -4,031 KN/m² |
| (Ámbito de carga: 5,20 m) | |
| 2,687 KN/m ² x 5,20 m | 13,972 KN/m |
| -4,031 KN/m ² x 5,20 m | -20,961 KN/m |

o Cubierta. Zona C.

| | |
|---|--------------------------------|
| Presión dinámica del viento (q_b) | 0,4225 KN/m ² |
| Coeficiente de exposición (c_e) | 2,65 |
| Coeficiente eólico (presión) (c_{pp}) | 1,14 |
| Coeficiente eólico (succión) (c_{ps}) | -1,48 |
| Presión estática (presión) (Q_{ep}) | 1,276 KN/m² |
| Presión estática (succión) (Q_{es}) | -1,657 KN/m² |
| (Ámbito de carga: 5,20 m) | |
| 1,276 KN/m ² x 5,20 m | 6,635 KN/m |
| -1,657 KN/m ² x 5,20 m | -8,616 KN/m |

RESUMEN DE CARGAS



Tras determinar las cargas permanentes y variables que interactúan sobre el pórtico, se ha procedido a la aplicación de éstas sobre el modelo ya confeccionado. De esta forma el modelo del pórtico queda dispuesto para una posterior exportación al programa de cálculo Architrave y se obtendrán los diagramas y gráficos necesarios a fin de definir una correcta evaluación estructural.

Con la finalidad de simplificar el modelo estructural, acorde a los objetivos de este trabajo académico, se ha considerado el impedimento del movimiento horizontal en el extremo del voladizo. Sin embargo, un modelo real final profesional debería de considerar otras opciones.

Fig. 104. Resumen de cargas que actúan sobre el pórtico.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL. Cubierta

DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

A continuación se definirán gráficamente las solicitaciones a las que, partiendo de decisiones constructivas y proyectuales previas, la cubierta se verá sometida. Posteriormente, se verificará si el dimensionado establecido cumple con cada uno de los requisitos estructurales, garantizando la seguridad y el confort del usuario.

Esfuerzos axiales

Combinación de hipótesis ELU 01: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

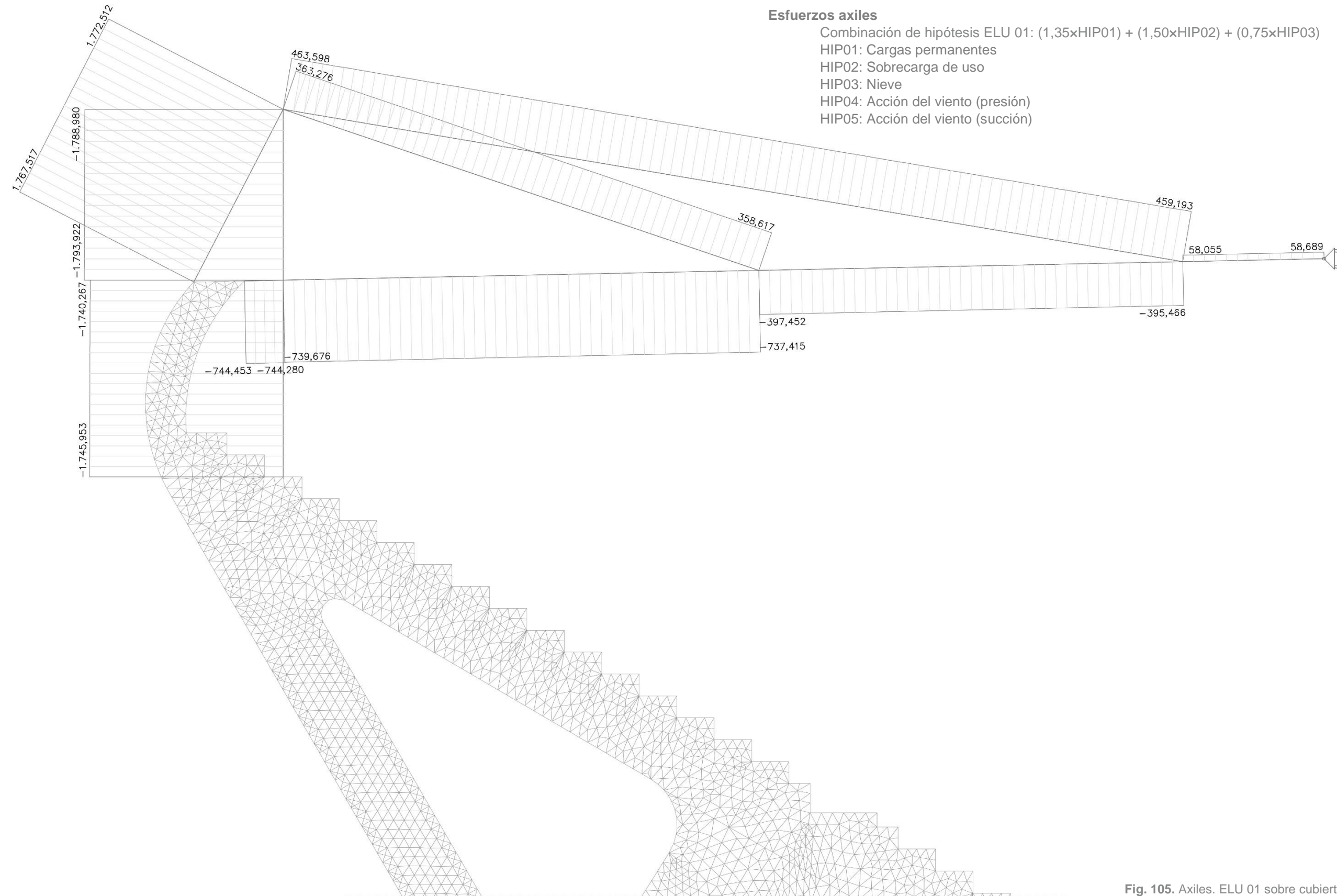


Fig. 105. Axiales. ELU 01 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75.

Esfuerzos cortantes

Combinación de hipótesis ELU 01: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

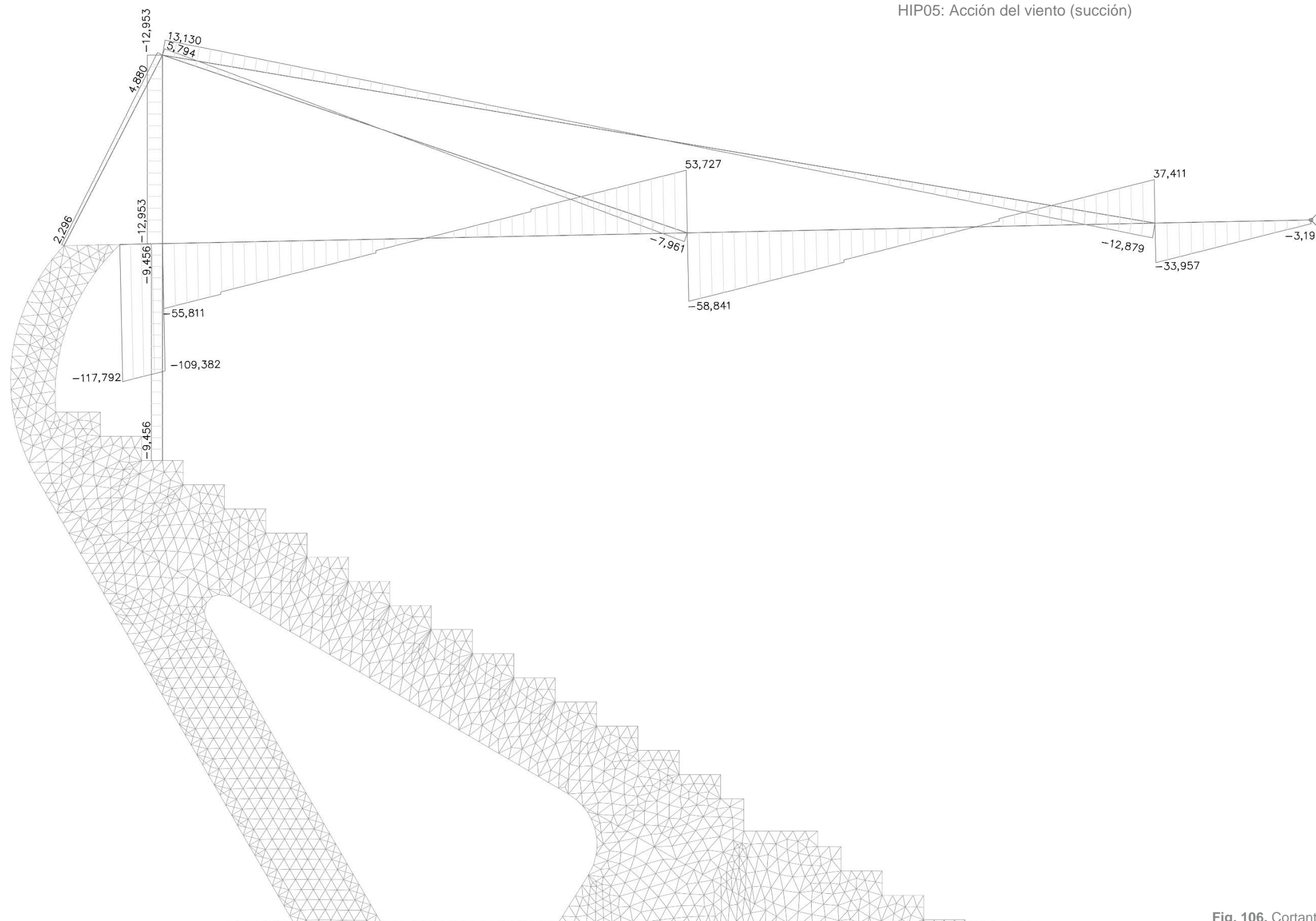


Fig. 106. Cortantes. ELU 01 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75.

Momentos flectores

Combinación de hipótesis ELU 01: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

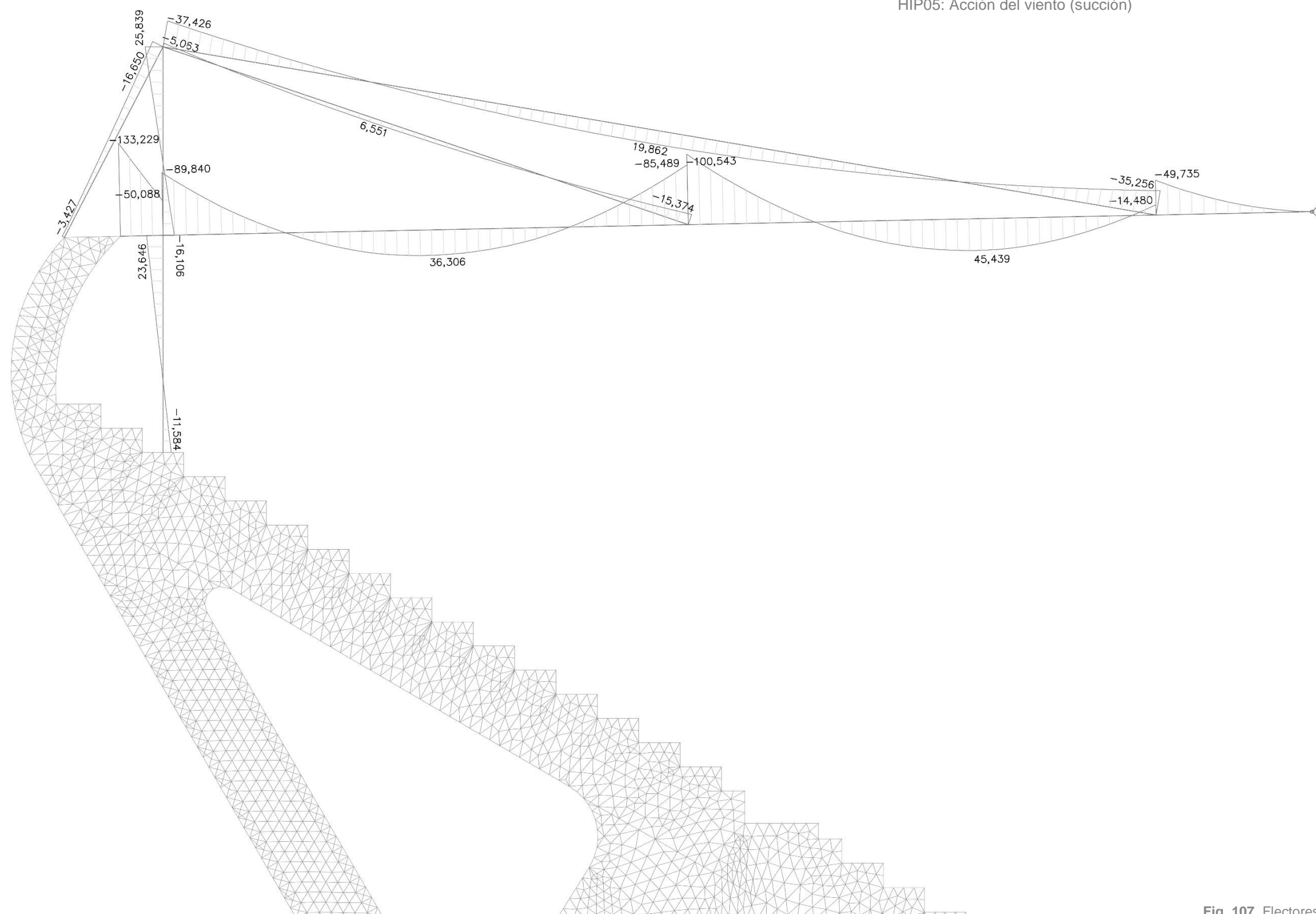


Fig. 107. Flectores. ELU 01 sobre cubierta. Unidades en KNm. E: 1 / 75.

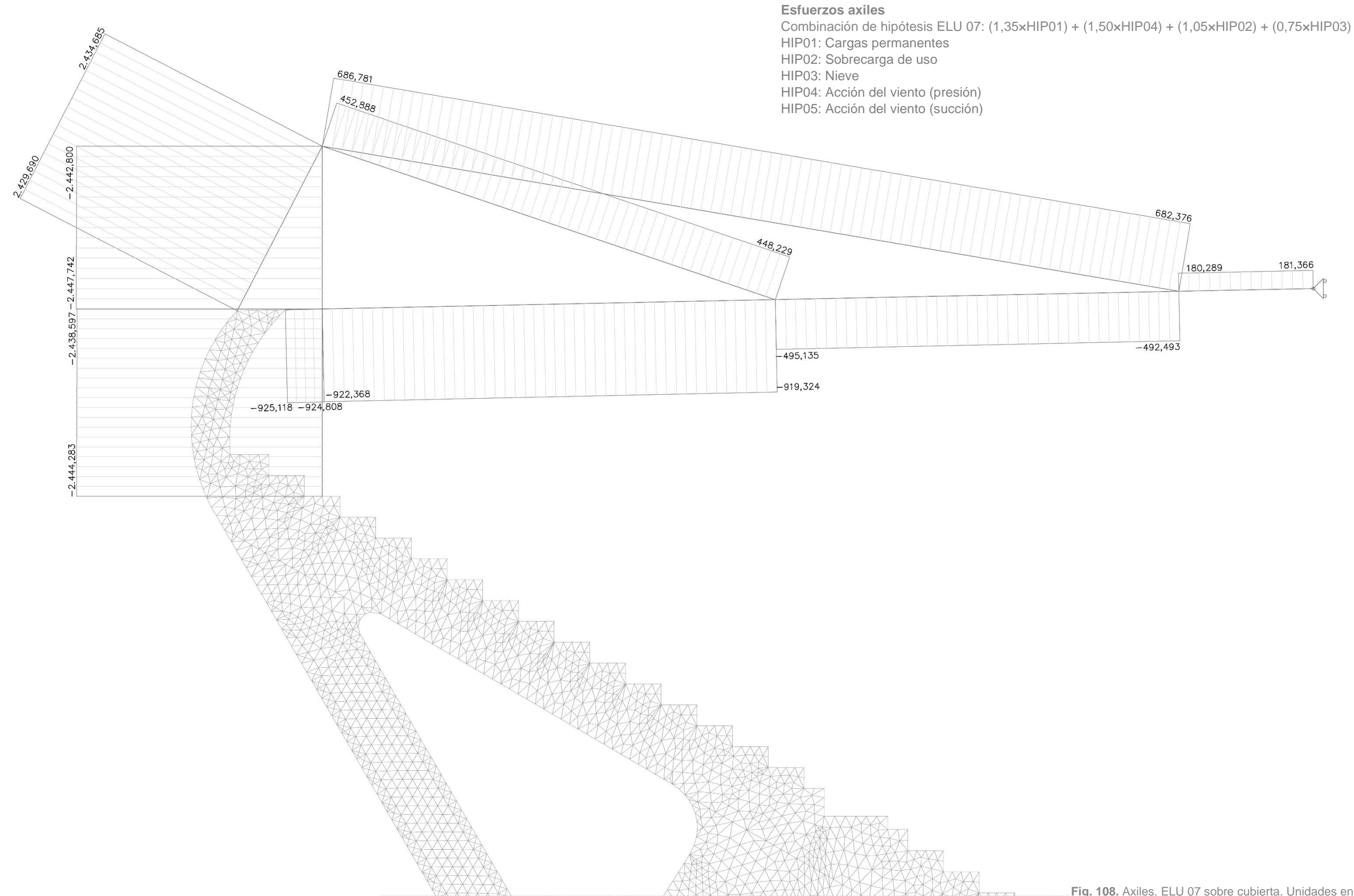


Fig. 108. Axiales. ELU 07 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75.

Esfuerzos cortantes

Combinación de hipótesis ELU 07: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP04}) + (1,05 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

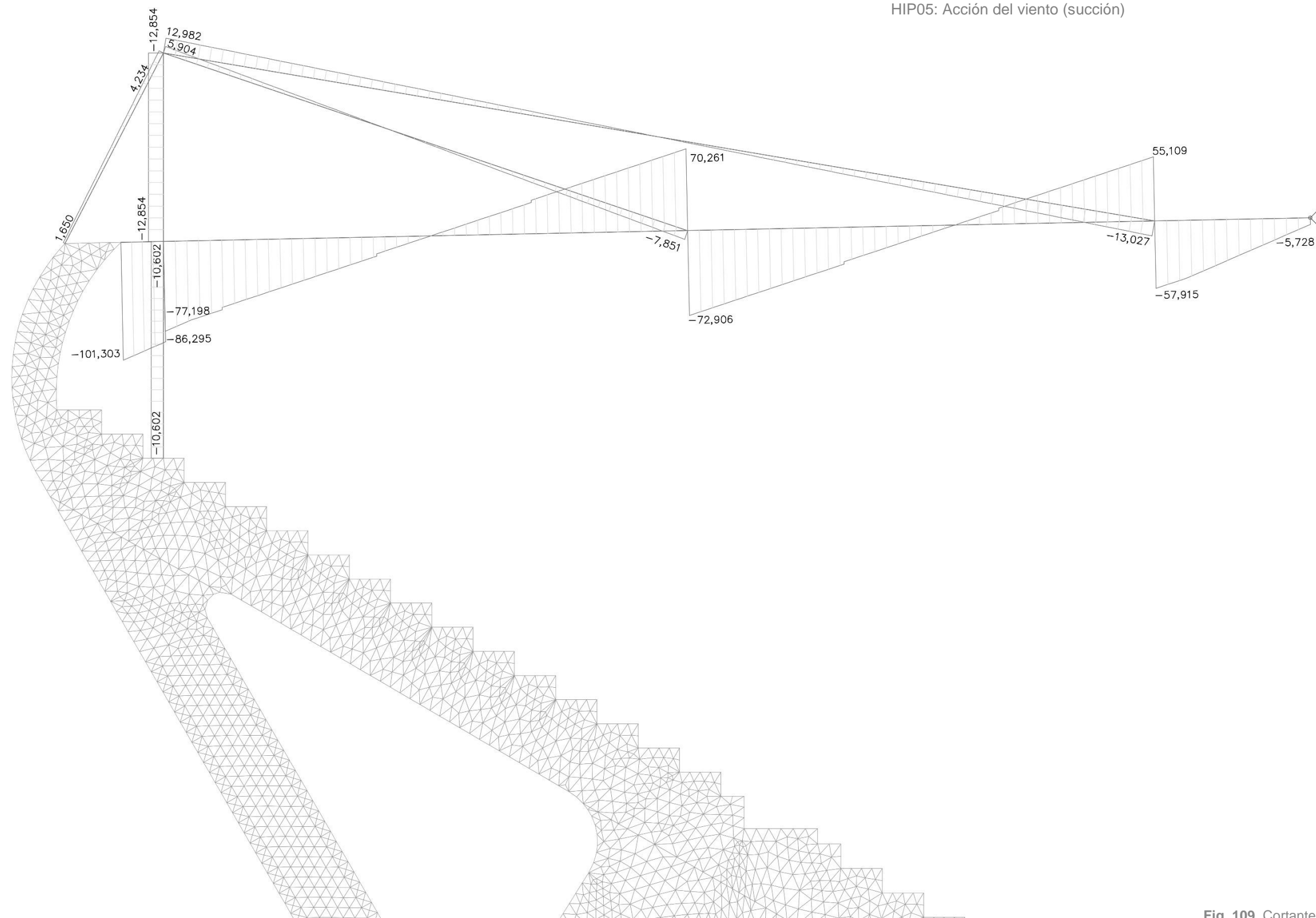


Fig. 109. Cortantes. ELU 07 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75.

Momentos flectores

Combinación de hipótesis ELU 07: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP04}) + (1,05 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

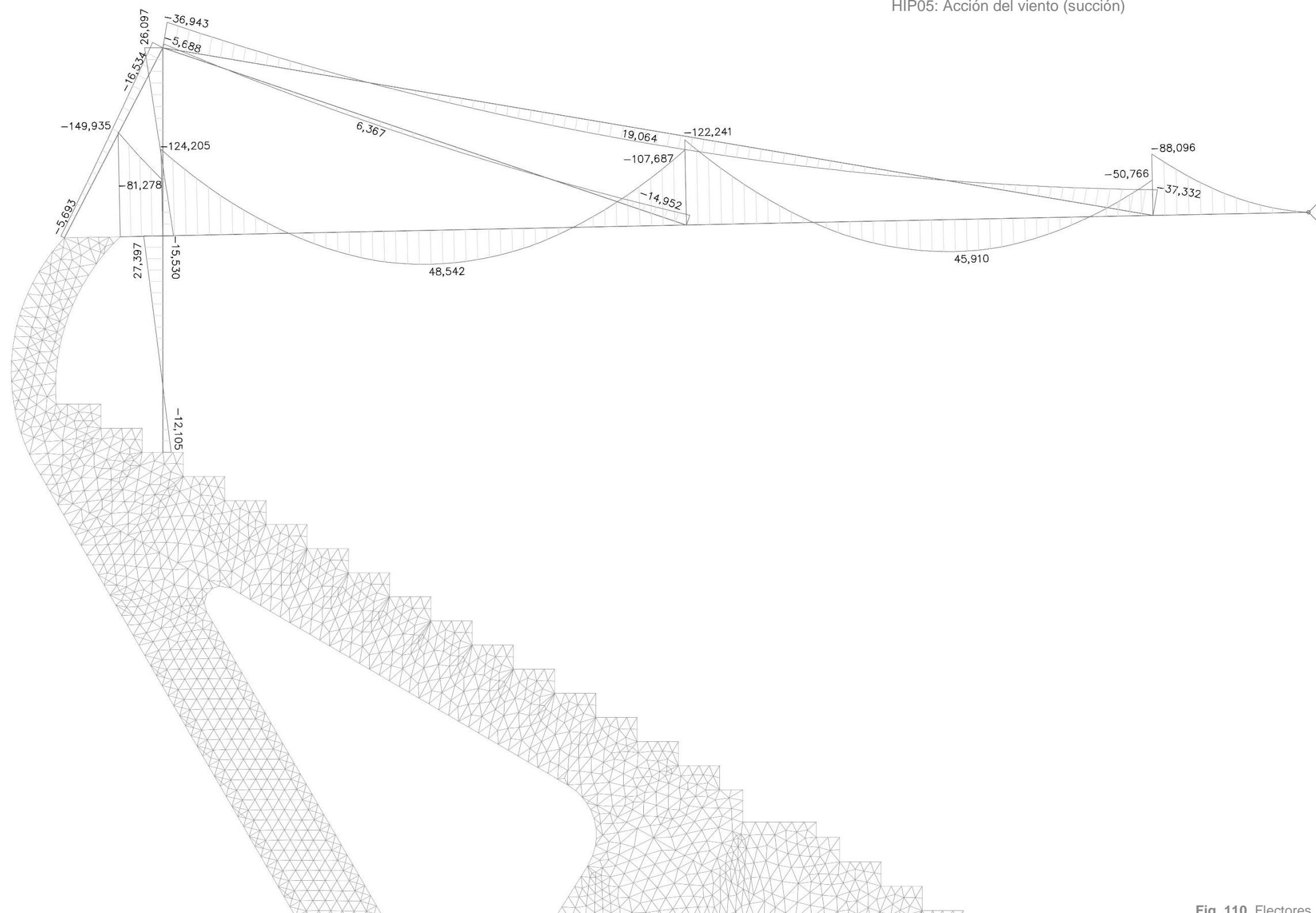


Fig. 110. Flectores. ELU 07 sobre cubierta. Unidades en KNm. E: 1 / 75.

Esfuerzos axiales

Combinación de hipótesis ELU 08: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP05}) + (1,05 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

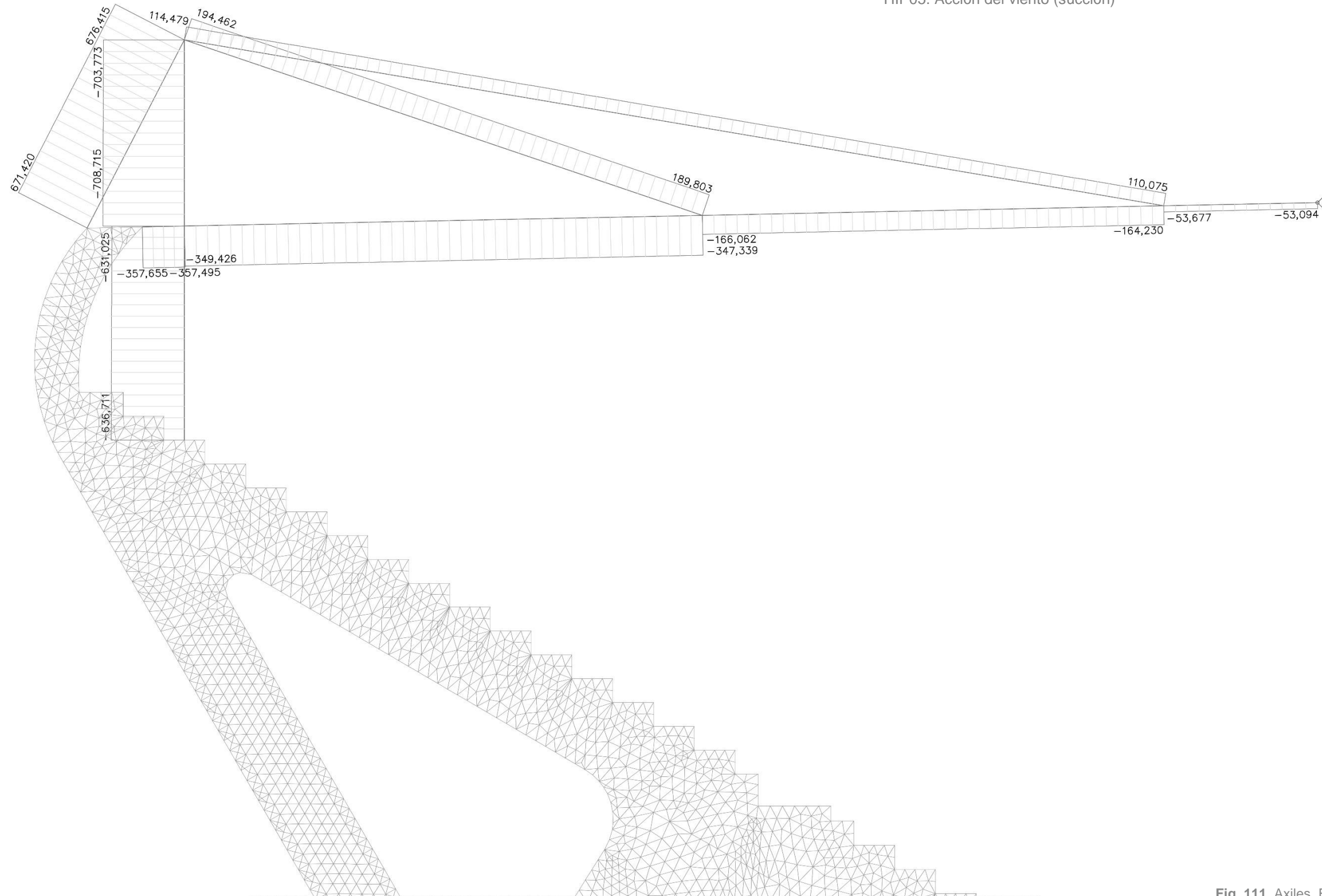


Fig. 111. Axiles. ELU 08 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75.

Esfuerzos cortantes

Combinación de hipótesis ELU 08: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP05}) + (1,05 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

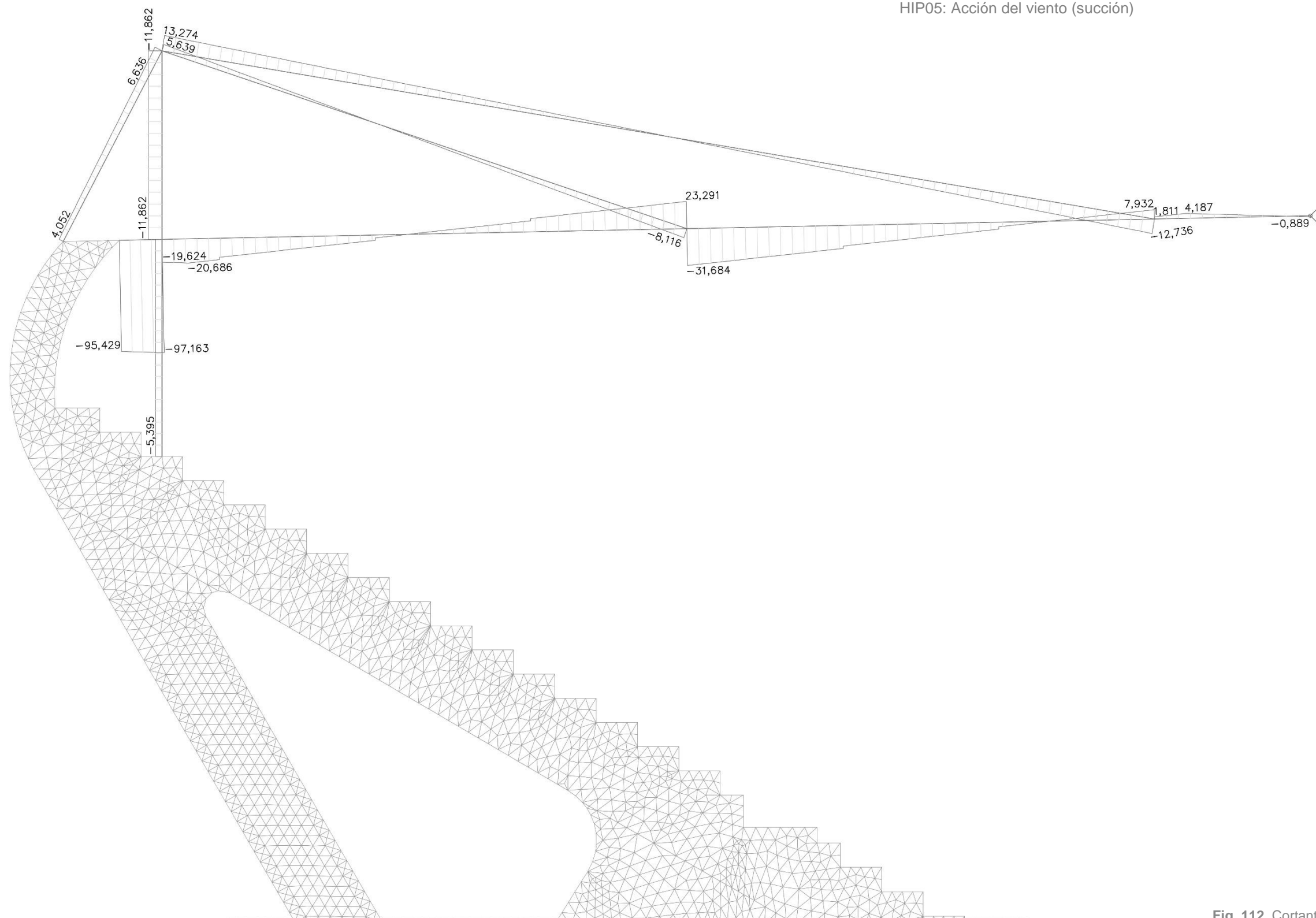


Fig. 112. Cortantes. ELU 08 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75.

Momentos flectores

Combinación de hipótesis ELU 08: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP05}) + (1,05 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

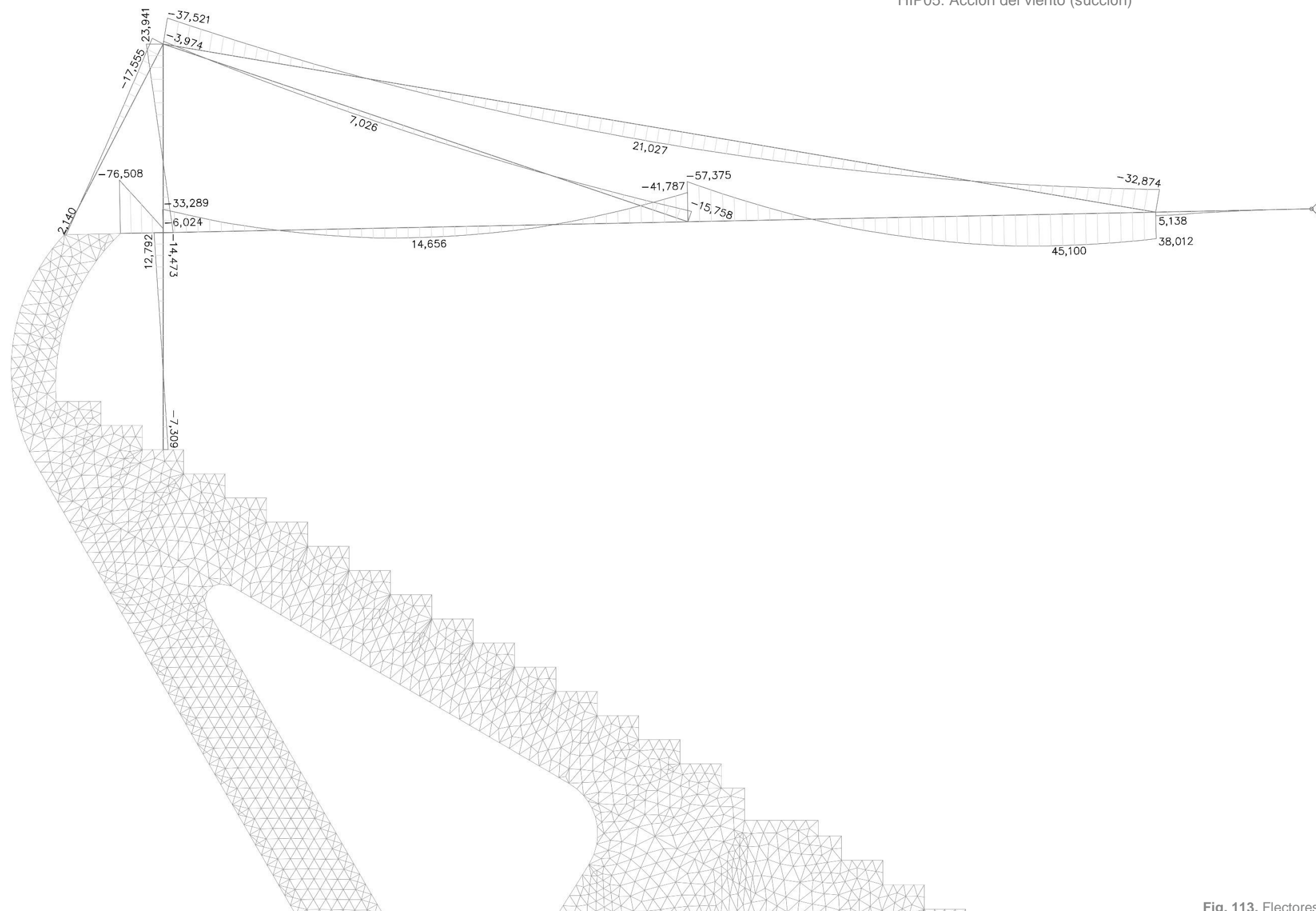


Fig. 113. Flectores. ELU 08 sobre cubierta. Unidades en KNm. E: 1 / 75.

Deformada

Combinación de hipótesis ELS 01: $(1,00 \times \text{HIP01}) + (1,00 \times \text{HIP02}) + (0,50 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

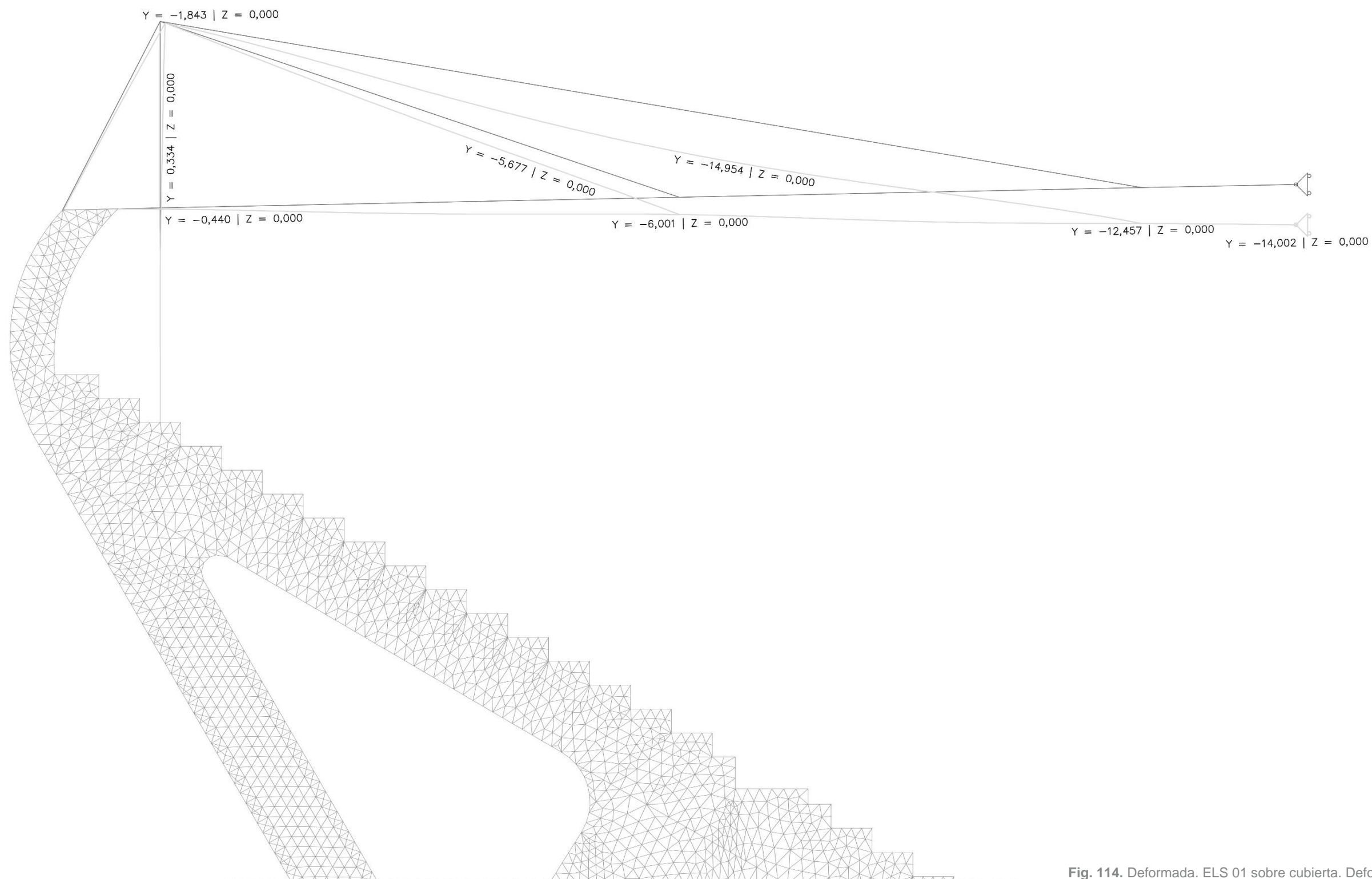


Fig. 114. Deformada. ELS 01 sobre cubierta. Deformación 500%. Unidades en cm. E: 1 / 75.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

DIMENSIONADO

Comparación hipótesis de viento

En los diagramas anteriores se ha efectuado la comparación de las distintas solicitaciones atendiendo al sentido del viento, ya que es necesario, por cada dirección del viento analizada, la comprobación en los dos sentidos. Se diferencian de esta forma las fuerzas de viento de presión (HIP04) y las de succión (HIP05). En relación con el diagrama de axiles, además de comprobar que barras trabajan a tracción o compresión, se observa como las solicitaciones son mucho mayores cuando se somete al pórtico la combinación ELU07, es decir, en la que la hipótesis de carga persistente es el viento de presión. Asimismo, el extremo de voladizo a partir de la unión de la barra 1-2, revierte su forma de trabajar, y pasa de hacerlo a tracción en la combinación ELU07, a compresión en la ELU08. En cuanto a los diagramas de esfuerzos cortantes y momentos flectores, de nuevo, las solicitaciones son mucho mayores en la ELU07, ya que todas las hipótesis de cargas que actúan en dicha combinación poseen el mismo sentido.

Deformación extremo de voladizo

Incidiendo en el diagrama que atiende a las deformaciones de la cubierta, es decir, una vez sometida ésta a la combinación de cálculo vinculada a los estados límite de servicio, se observa que la flecha en el extremo de voladizo es de -14,002 cm. Los estados límite de servicio son aquellos que de ser superados afectarían al confort y bienestar del usuario. Atendiendo a dicha afirmación, se debe tener en cuenta que se trata de una cubierta metálica no transitable, es decir, no es accesible salvo para tareas de reparación o mantenimiento. Por esta razón, se considera que la presencia de una deformación de 14,002 cm no influye en el confort de los espectadores y trabajadores de la entidad verdiblanca.

Dimensionado y cálculo

Para la modelización del pórtico de la Tribuna de Preferencia en AutoCAD, se ha tratado de reproducir, lo más semejante posible a la realidad, la morfología que presenta dicho graderío. Respecto a la ejecución del modelo de la cubierta, se opta por simular el encuentro del voladizo con la viga de borde (fig. 115). De esta forma, como ya se ha observado en los diagramas de esfuerzos, se ha dispuesto un apoyo deslizante en el plano Z en el extremo de voladizo (fig. 116). La finalidad de la colocación de mencionado apoyo es el de impedir cualquier desplazamiento en los ejes X e Y. Una vez se terminada de conformar la geometría del modelo, se procede a asignar la materialidad y las secciones de cada uno de los componentes. La precisión de dicha asignación se comprobará posteriormente, tras el cálculo de la estructura en Architrave.

A continuación se muestra, por un lado, el dimensionado inicial de cada uno de los elementos lineales que componen la cubierta, y, por otro lado, las barras cuyo dimensionado es insuficiente y fallan tras efectuar la comprobación (fig. 117):

| BARRA | LONGITUD (m) | MATERIAL | PERFIL | ÁREA SECCIÓN (cm ²) |
|-------|--------------|------------|-----------|---------------------------------|
| 1 | 21,41 | Acero S275 | IPE 300 | 53,80 |
| 2 | 17,29 | Acero S275 | BxH 12x12 | 144 |
| 3 | 9,52 | Acero S275 | BxH 12x12 | 144 |
| 4 | 6,97 | Acero S275 | BxH 12x12 | 144 |
| 5 | 3,64 | Acero S275 | BxH 12x12 | 144 |

| BARRA | FALLA | FALLO POR RESISTENCIA | FALLO POR PANDEO | FALLO POR DEFORMACIÓN |
|-------|-------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| 1 | SI | SI | SI | NO |
| 2 | SI | NO | NO | SI |
| 3 | SI | NO | NO | SI |
| 4 | SI | SI | SI | NO |
| 5 | NO | - | - | - |

Tensiones del terreno

Por otro lado, es necesario incidir en que las tensiones que ejerce el pórtico sobre el terreno no se han tenido en cuenta. La principal razón de su exclusión del objeto de estudio es el desconocimiento tanto de las dimensiones y profundidad de la cimentación empleada como de la naturaleza del terreno.

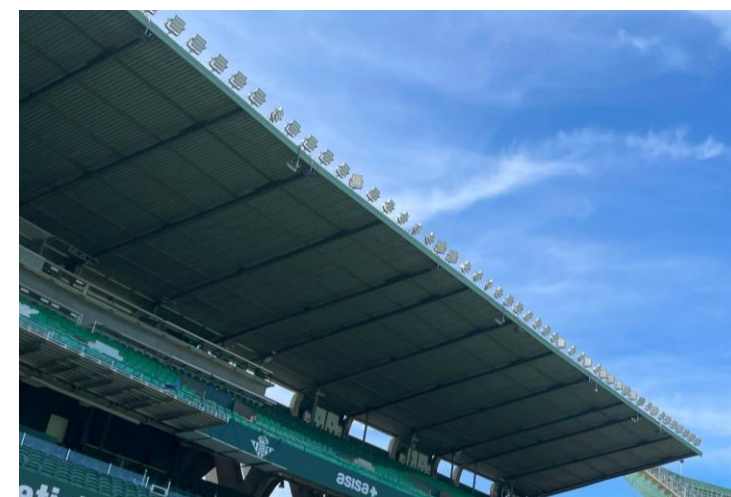


Fig. 115. Composición cubierta Tribuna de Preferencia.

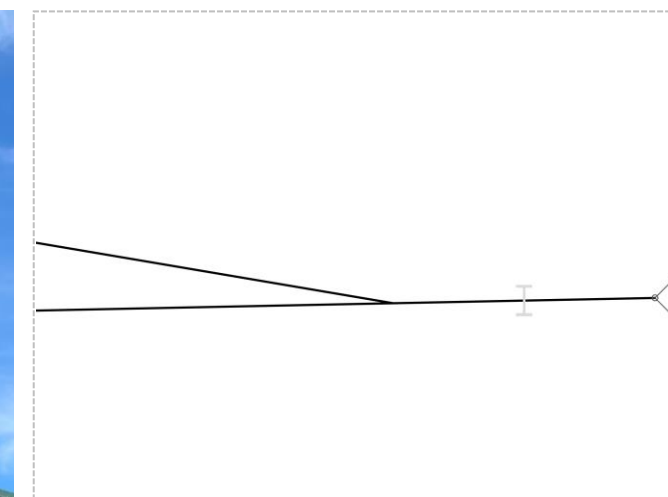
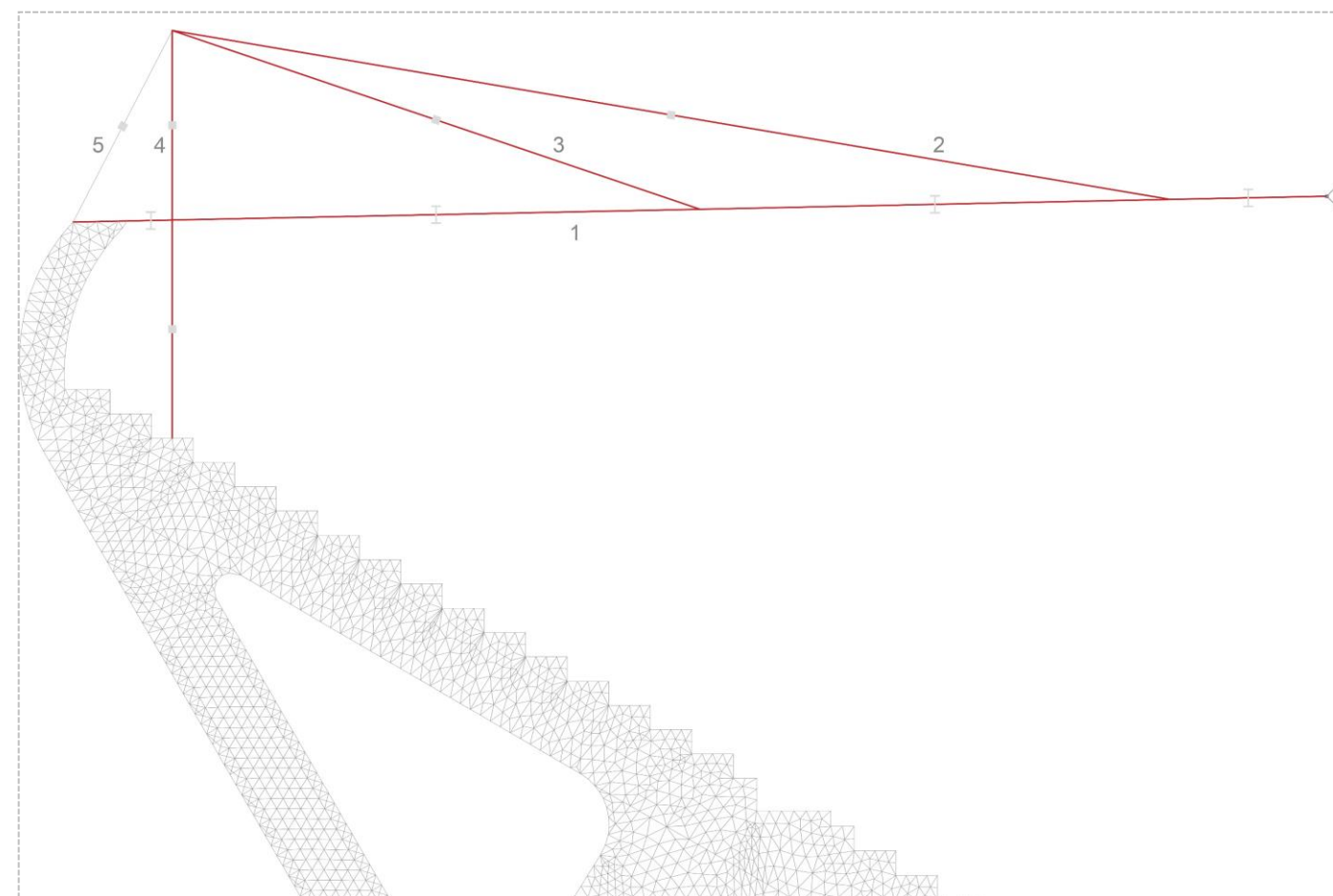


Fig. 116. Extremo de voladizo. Apoyo deslizante en plano Z.



— Barras que no cumplen los requisitos estructurales

Fig. 117. Numeración de barras que componen la cubierta y muestra de aquellas que fallan por resistencia, pandeo o deformación.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

A continuación, se procederá al redimensionado de cada uno de los elementos de la cubierta que han fallado tras la comprobación de las combinaciones de acciones de los estados límite últimos y estados límite de servicio. Se mostrará en primer lugar la magnitud del fallo y, posteriormente, el perfil escogido que garantice el cumplimiento de los requisitos estructurales de la cubierta.

BARRA 1

La barra número 1 constituye la viga principal sobre la que recaen principalmente los esfuerzos producidos por la chapa metálica que conforma la cubierta, además de las acciones originadas por la nieve y el viento. Tras la visita al Estadio Benito Villamarín se observa en la cubierta una tipología de perfil metálico muy semejante a un IPE. Sin embargo el desconocimiento técnico y certero que atiende al tipo de perfil empleado permite comparar su comportamiento con el de otros perfiles formalmente similares.

Para la comprobación inicial se opta por el empleo de un IPE 300 (fig. 118), y, una vez ejecutado el cálculo, se observa el cumplimiento de la normativa atendiendo a los efectos de deformación. Sin embargo, el dimensionado es insuficiente tras la comprobación a estados límite últimos (resistencia y pandeo).

Sección
Tipo de sección: IPE 300

Propiedades
Base: 15,00 cm
Altura: 30,00 cm
Área: 53,99 cm²
I_x: 19,04 cm⁴
I_y: 603,96 cm⁴
I_z: 8.388,09 cm⁴

Material
Nombre: ACERO_S275
Tipo Acero: S275
f_{yk}: 275 f_u: 410

Pórtico de vigas
Nombre del pórtico: 1.13
Nº de vigas: 2
Viga actual: 1.13.2
Longitud viga (m): 19,72

Comprobaciones
Falla

Resistencia
ELU desfavorable: 7
Ten. Von Mises (N/mm²): 396,69
Coeficiente Resistencia: 1,50
Comprobaciones: **Falla**

Pandeo
ELU desfavorable: 7
β Pandeo plano XY local: 0,53
β Pandeo plano XZ local: 0,50
Coeficiente Pandeo: 4,17
Chi Z: 0,69
Chi Y: 0,08
Comprobaciones: **Falla**

Pandeo lateral
ELU desfavorable:
β Pandeo lateral: 0,00
Coeficiente Pandeo lateral: 0,00
Chi lateral: 1,00
Comprobaciones: **Cumple**

Flecha
ELS desfavorable: 8
Flecha relativa (elástica) (cm): -1,781
Flecha activa (cm): 0,712
Flecha instant. (cm): 0,623
Flecha casi-perm (cm): 1,335
Coeficiente Flecha activa: 0,14
Coeficiente Flecha instantánea: 0,11
Coeficiente Flecha casi-permanente: 0,20
Tipo de vano: Interior
Flecha activa/L: 1/ 2,769
Límite Flecha activa: 1/ 400
Flecha instant./L: 1/ 3,165
Límite Flecha instantánea: 1/ 350
Flecha casi-perm/L: 1/ 1,477
Límite Flecha casi-permanente: 1/ 300
Comprobaciones: **Cumple**

Fig. 118. Peritación Barra 1 con IPE 300.

Se observa como la tensión de Von Mises se eleva hasta los 396,69 N/mm². Por esta razón, al superar dicha tensión a la del límite elástico del acero S275 (tras aplicar el coeficiente de minoración con el objetivo de sobredimensionar la barra atendiendo a la seguridad estructural), el material dúctil cederá provocando el fallo de la barra analizada. De esta forma, se lleva a cabo el redimensionado optando, en primer lugar, por mantener el perfil inicial (fig. 119).

Sección
Tipo de sección: IPE 550

Propiedades
Base: 21,00 cm
Altura: 55,00 cm
Área: 141,53 cm²
I_x: 142,84 cm⁴
I_y: 2.946,36 cm⁴
I_z: 71.970,10 cm⁴

Material
Nombre: ACERO_S275
Tipo Acero: S275
f_{yk}: 275 f_u: 410

Resistencia
ELU desfavorable: 7
Ten. Von Mises (N/mm²): 114,09
Coeficiente Resistencia: 0,43
Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo
ELU desfavorable: 7
β Pandeo plano XY local: 0,53
β Pandeo plano XZ local: 0,50
Coeficiente Pandeo: 0,89
Chi Z: 0,91
Chi Y: 0,14
Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo lateral
ELU desfavorable:
β Pandeo lateral: 0,00
Coeficiente Pandeo lateral: 0,00
Chi lateral: 1,00
Comprobaciones: **Cumple**

Fig. 119. Peritación Barra 1 con IPE.

El perfil IPE 550 sería el que garantizaría la seguridad estructural. Se observa en la comprobación efectuada como la condición de resistencia más restrictiva es el pandeo. A partir de la afirmación anterior se llega a la conclusión de que empleando un perfil con mayor resistencia a pandeo en ambas direcciones permitiría reducir el tamaño de éste considerablemente. Por esta razón, se ha decidido comprobar la barra con un perfil HEB (fig. 120).

Sección
Tipo de sección: HEB 260

Propiedades
Base: 26,00 cm
Altura: 26,00 cm
Área: 118,91 cm²
I_x: 120,75 cm⁴
I_y: 5.135,65 cm⁴
I_z: 14.969,70 cm⁴

Material
Nombre: ACERO_S275
Tipo Acero: S275
f_{yk}: 275 f_u: 410

Resistencia
ELU desfavorable: 7
Ten. Von Mises (N/mm²): 189,35
Coeficiente Resistencia: 0,71
Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo
ELU desfavorable: 7
β Pandeo plano XY local: 0,53
β Pandeo plano XZ local: 0,50
Coeficiente Pandeo: 0,88
Chi Z: 0,55
Chi Y: 0,25
Comprobaciones: **Cumple**

Pandeo lateral
ELU desfavorable:
β Pandeo lateral: 0,00
Coeficiente Pandeo lateral: 0,00
Chi lateral: 1,00
Comprobaciones: **Cumple**

Fig. 120. Peritación Barra 1 con HEB.

El resultado obtenido tras la comprobación es un perfil HEB 260. Este perfil garantizaría, con menor sección de acero y por consiguiente con menor coste, el cumplimiento de ambas condiciones de resistencia. Es necesario incidir en que ambos perfiles, tanto el IPE 550 como el HEB 260, cumplen con la flecha máxima permitida.

BARRA 2

La barra número 2, como ya se ha mostrado anteriormente, falla por deformación presentando una flecha mayor a la permitida. Para la comprobación inicial se opta por el empleo de un perfil cuadrado de acero S275 con dimensiones 12x12cm (fig. 121), ya que desde el exterior del estadio es el perfil que más se asemeja a la realidad. Éste se ha tratado de comparar con otros perfiles cuadrados huecos, ya que, en lo que se refiere a la conformación del perfil, coincide con lo apreciado visualmente. Sin embargo, ningún perfil hueco presenta las condiciones estructurales necesarias para garantizar la seguridad y el confort estructural, por lo que no se ha podido efectuar dicha comparación.

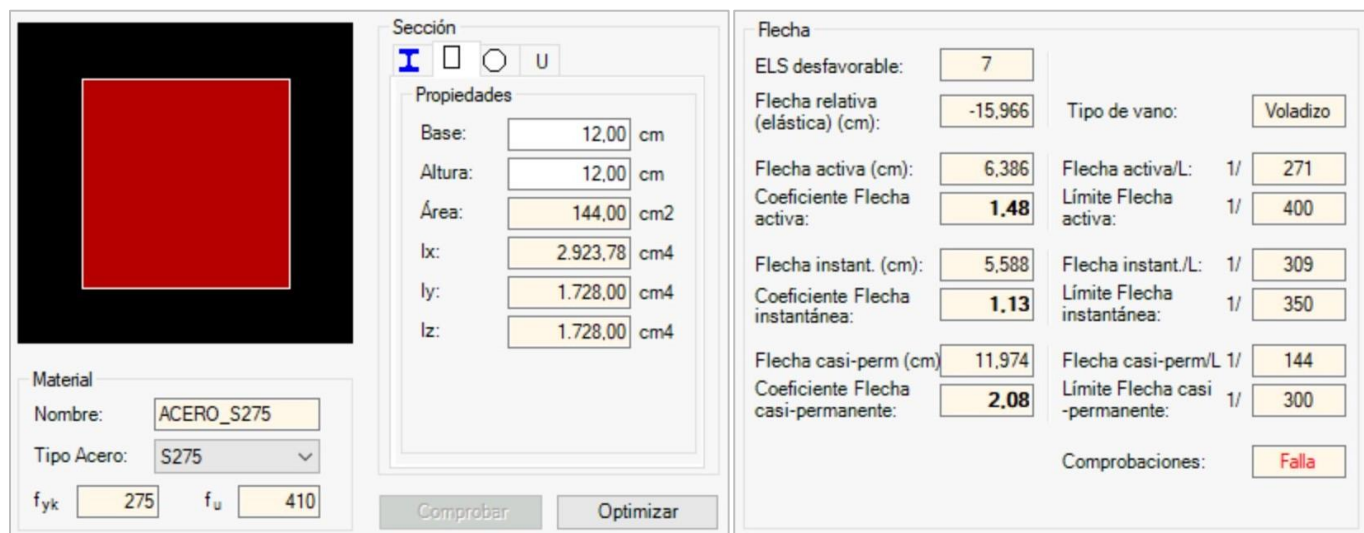


Fig. 121. Peritación Barra 2 con perfil cuadrado 12x12cm.

Una vez ejecutado el cálculo, se observa que dicho perfil no cumple ninguna de las condiciones de deformación por flecha. Asimismo, la flecha más restrictiva en la barra analizada es la que tiene lugar de manera casi-permanente, es decir, aquella que se determina de manera que sea superada durante el 50% del tiempo de referencia. De esta forma, se procede a redimensionar la barra con el mismo perfil (fig. 122).

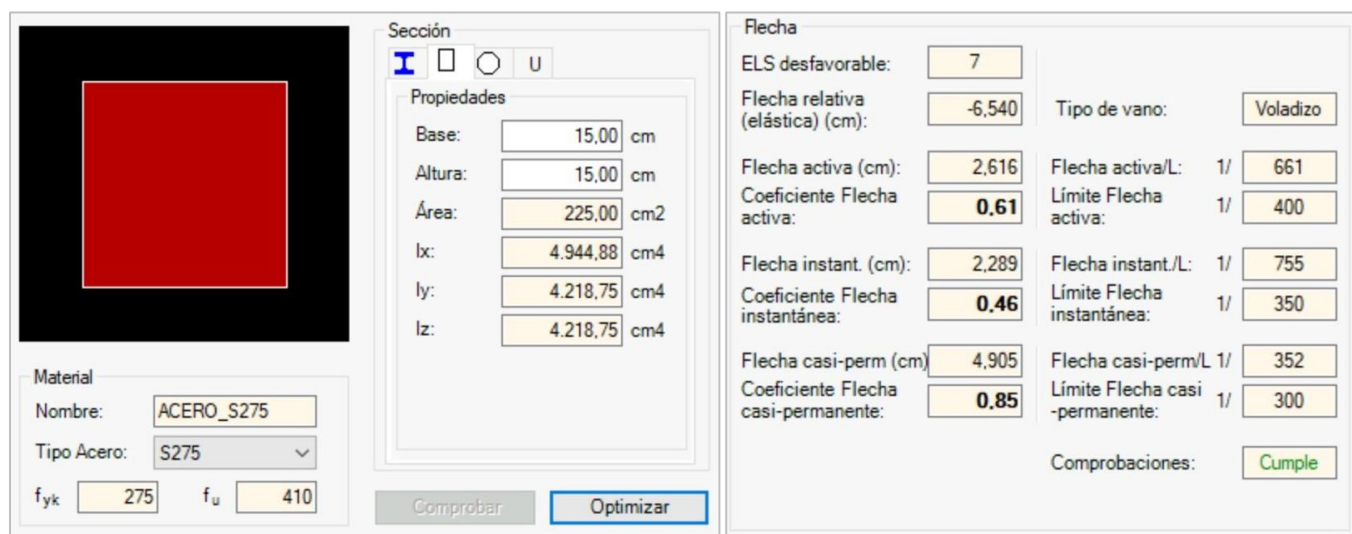


Fig. 122. Peritación Barra 2 con perfil cuadrado 15x15cm.

El resultado para que la barra cumpla con las de formaciones permitidas, empleando un perfil cuadrado de acero S275, es un perfil con dimensiones 15x15cm. Se observa en la peritación de la barra que el perfil resultante cuenta con una sección de acero muy elevada. Por esta razón, se va a comparar el mencionado perfil con otro que se asemeje formalmente, y así tratar de resolver este elemento de la cubierta con un perfil que requiera una menor cantidad de acero. Un perfil que sea similar a la apariencia cuadrada que presenta dicha barra desde el exterior podría ser un perfil 2UPN conformando un cajón.

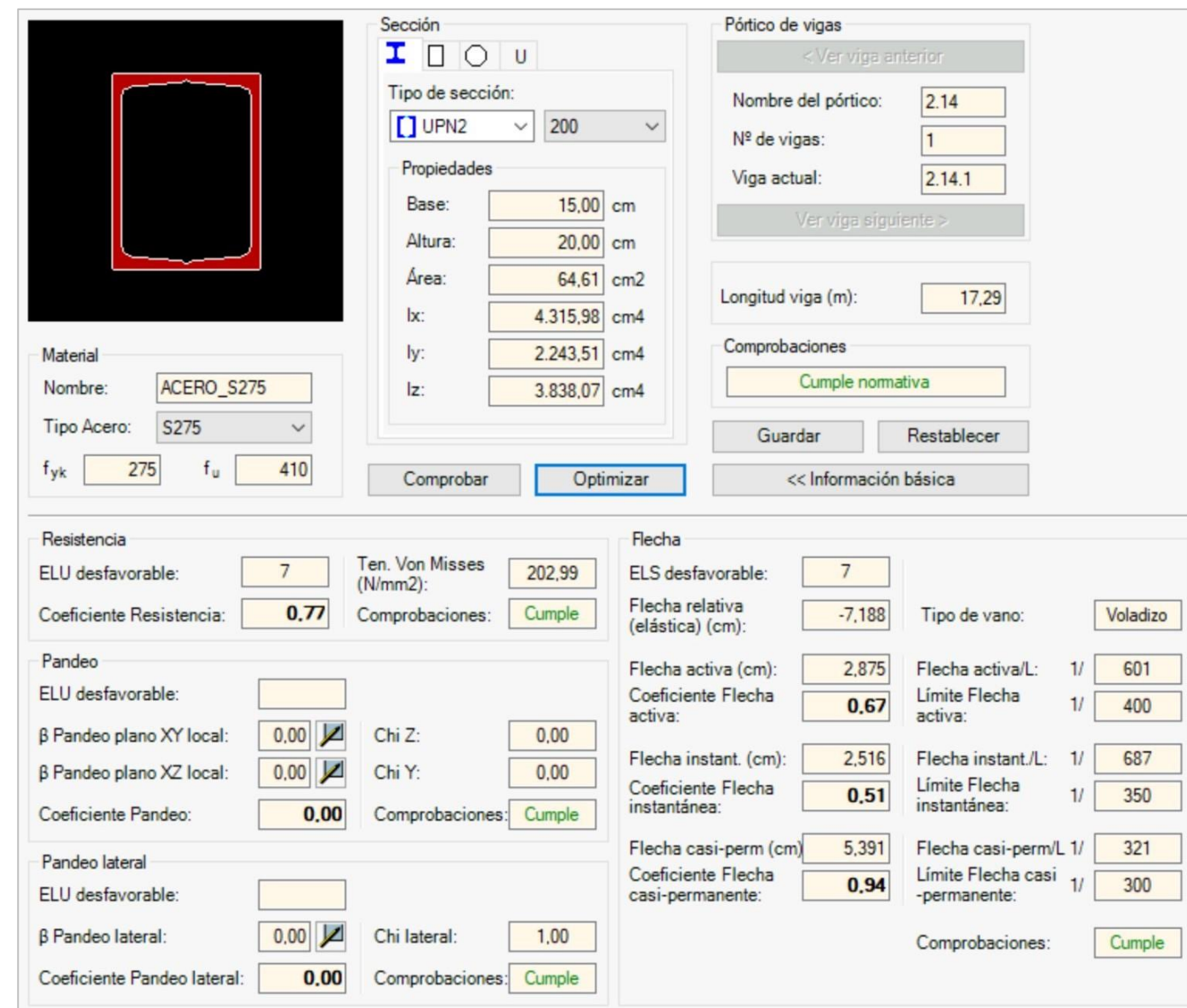


Fig. 123. Peritación Barra 2 con 2UPN.

El perfil 2UPN 200 sería el que garantizaría la seguridad estructural atendiendo tanto los estados límite últimos y de servicio (fig. 123). La principal diferencia de resolver la barra con un perfil cuadrado de 15x15cm y un 2UPN 200 es la cantidad de acero empleado. Se observa en la comparación de ambos como el perfil compuesto emplea una cantidad de acero tres veces y media menor que el cuadrado. Esta afirmación no solo supondría un ahorro en cuanto a costes, sino también se debería de tener en cuenta el impacto ambiental del acero, atendiendo a los compuestos nocivos que genera su producción.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

BARRA 3

En la barra número 3, de la misma forma que la anterior, se produce, con un perfil cuadrado macizo de 12x12 (fig. 124), el fallo por deformación presentando una flecha mayor a la permitida. Como en el caso anterior, se comprueba un perfil cuadrado hueco con la finalidad de aligerar la sección, y con ella los costes y el impacto ambiental. Sin embargo, ningún perfil hueco presente en la memoria de datos de Architrave cumple con los requisitos estructurales de la mencionada barra. Conviene reincidir en el total desconocimiento técnico al no contar con ningún tipo de documentación. Por esta razón se contemplan distintas soluciones que se asemejen a lo percibido in situ.

A continuación, se procederá a redimensionar dicho perfil hasta que cumpla con cada uno de los requisitos estructurales.

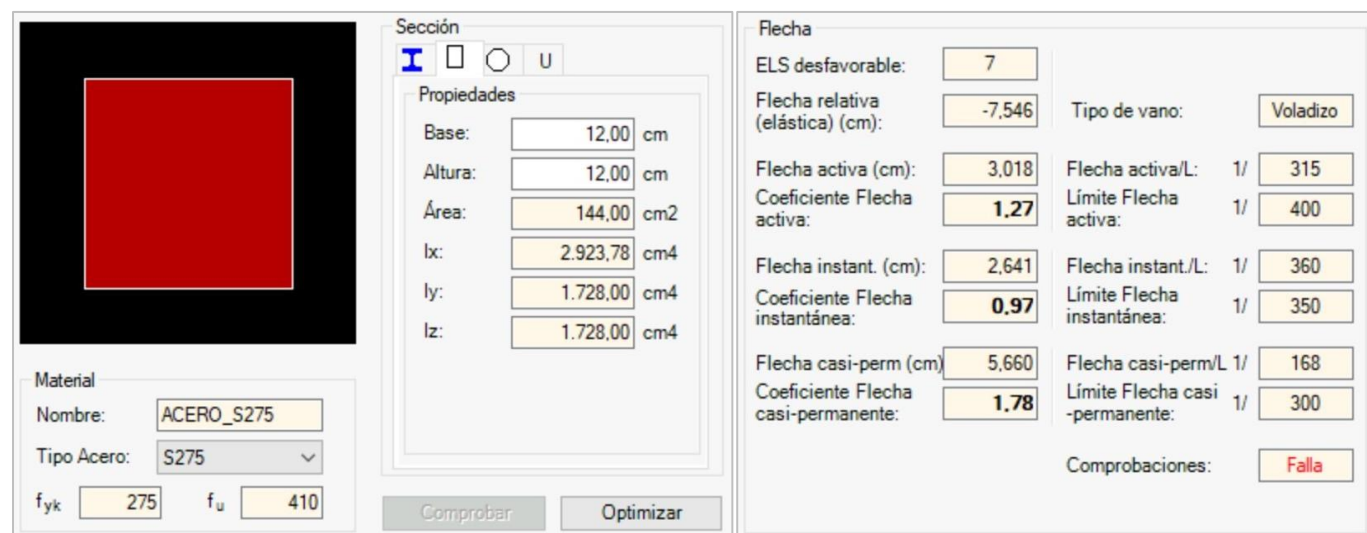


Fig. 124. Peritación Barra 3 con perfil cuadrado 12x12cm.

El dimensionado que resulta de garantizar el cumplimiento en cuanto a deformación es un perfil cuadrado macizo de acero S275 con dimensión de 14x14cm (fig. 125). De nuevo, el perfil por el que se ha optado cuenta con una sección de acero muy elevada.

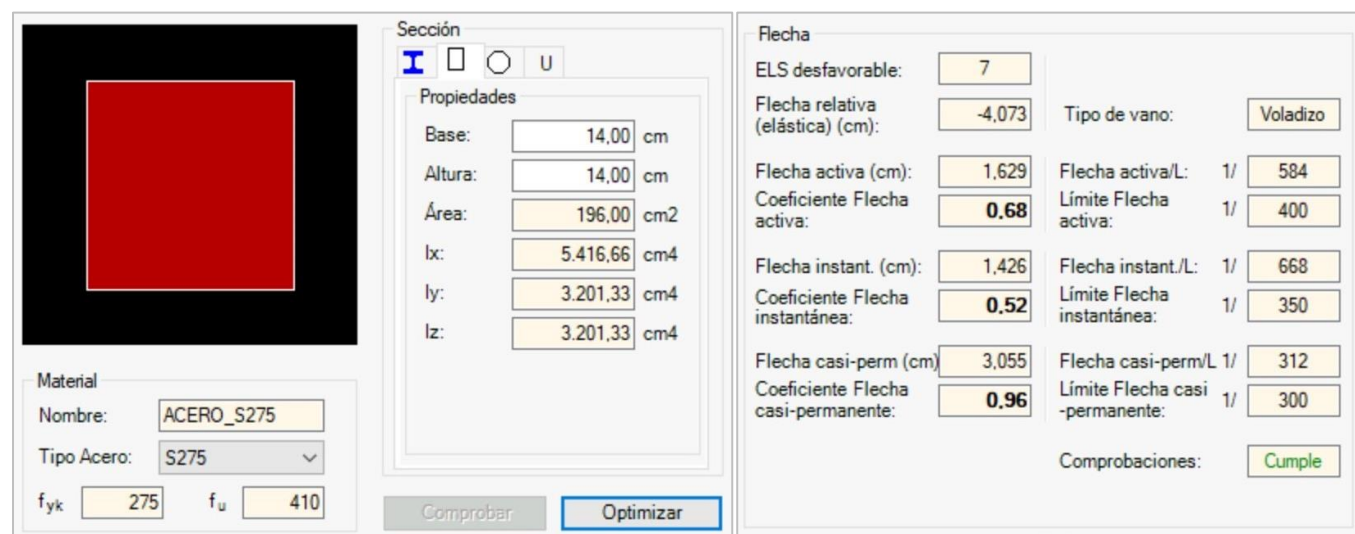


Fig. 125. Peritación Barra 2 con perfil cuadrado 15x15cm.

Por esta razón, de la misma forma que con la barra número 2, se opta por redimensionar la barra analizada con un perfil 2UPN en cajón. El resultado es la obtención de un perfil 2 UPN 200 (fig. 126), con el que se puede apreciar la reducción del área de acero de 196,00cm² del perfil macizo, a 64,61cm² del perfil compuesto, además de contar con una mejor respuesta si se comparan las deformaciones.

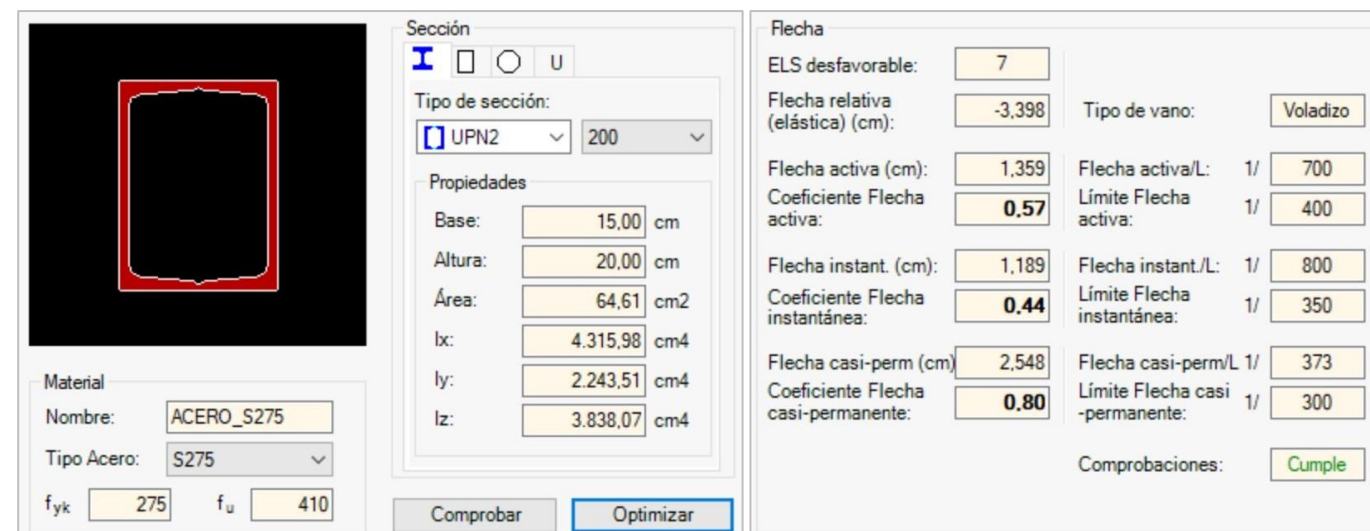


Fig. 126. Peritación Barra 3 con 2UPN.

BARRA 4

La barra 4, como se puede observar (fig. 127), falla estructuralmente a las condiciones que atienden a la resistencia y pandeo. Sin embargo, el fallo por dichos requisitos estructurales, a diferencia del resto de barras, se produce por valores que rondan el límite permitido por la normativa (se puede observar al contemplar los coeficientes de resistencia y pandeo, ya que para cumplir con dichas restricciones estructurales debería de ser menor que 1). Por esta razón, para que mencionado perfil cumpla con los requisitos estructurales que atienden a la seguridad del usuario, únicamente sería necesario optar por el perfil de la misma tipología inmediatamente mayor, es decir, un perfil cuadrado macizo de 13x13cm (fig. 128).

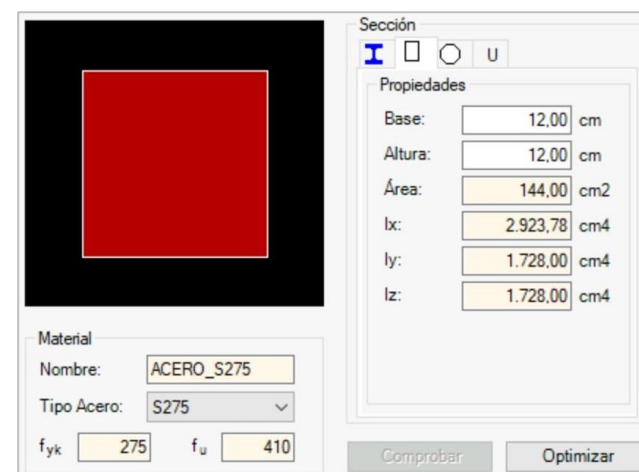


Fig. 127. Peritación Barra 4 con perfil cuadrado 12x12cm.

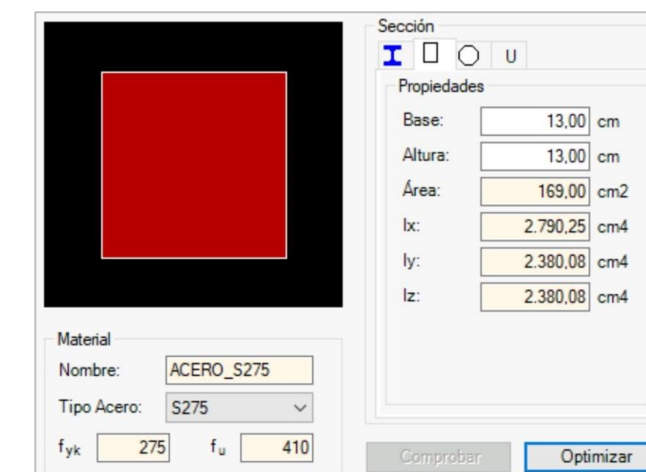
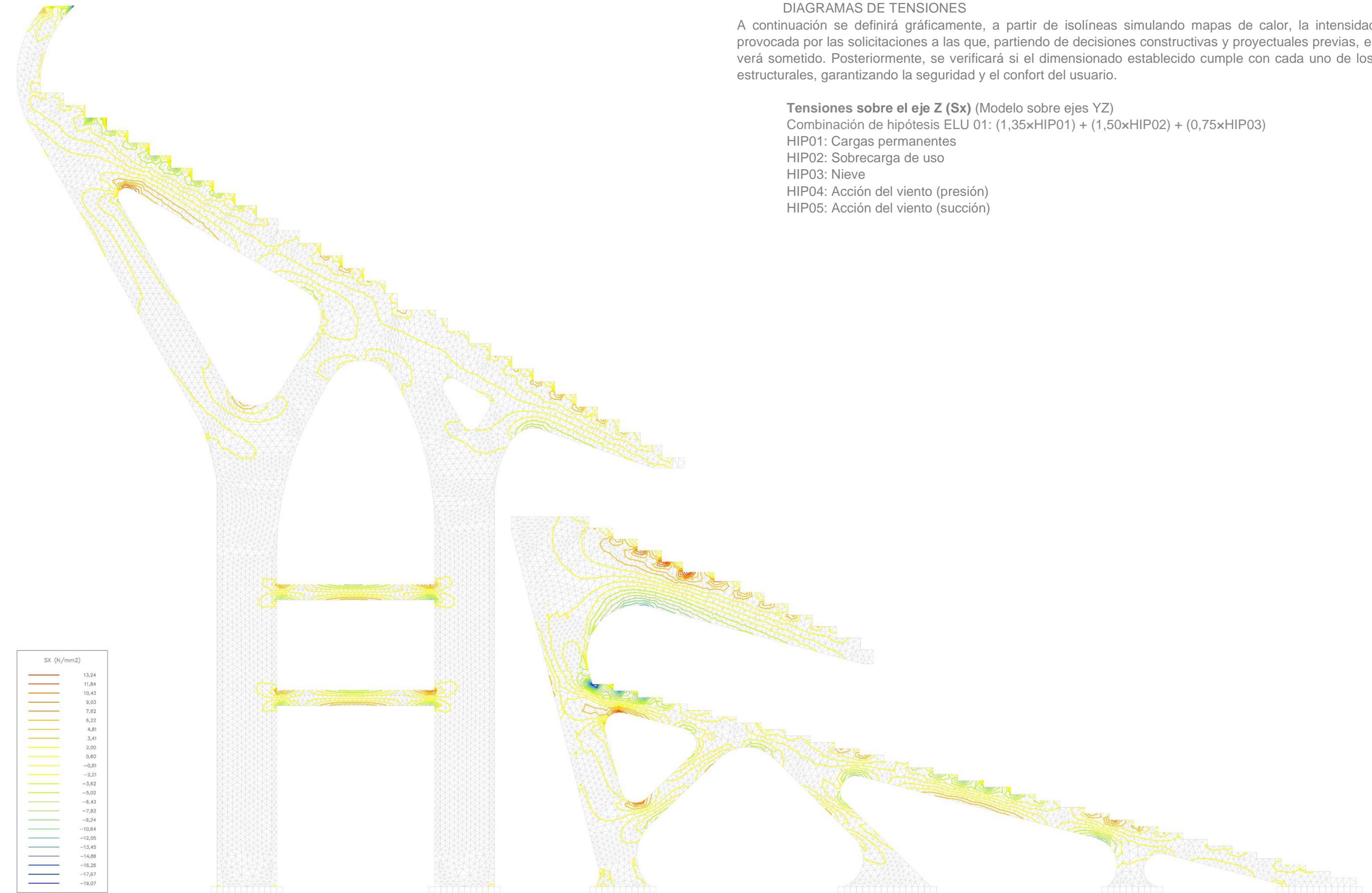


Fig. 128. Peritación Barra 4 con perfil cuadrado 13x13cm.

Pórtico



DIAGRAMAS DE TENSIONES

A continuación se definirá gráficamente, a partir de isolíneas simulando mapas de calor, la intensidad tensional provocada por las sollicitaciones a las que, partiendo de decisiones constructivas y proyectuales previas, el pórtico se verá sometido. Posteriormente, se verificará si el dimensionado establecido cumple con cada uno de los requisitos estructurales, garantizando la seguridad y el confort del usuario.

Tensiones sobre el eje Z (Sx) (Modelo sobre ejes YZ)

Combinación de hipótesis ELU 01: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$

HIP01: Cargas permanentes

HIP02: Sobrecarga de uso

HIP03: Nieve

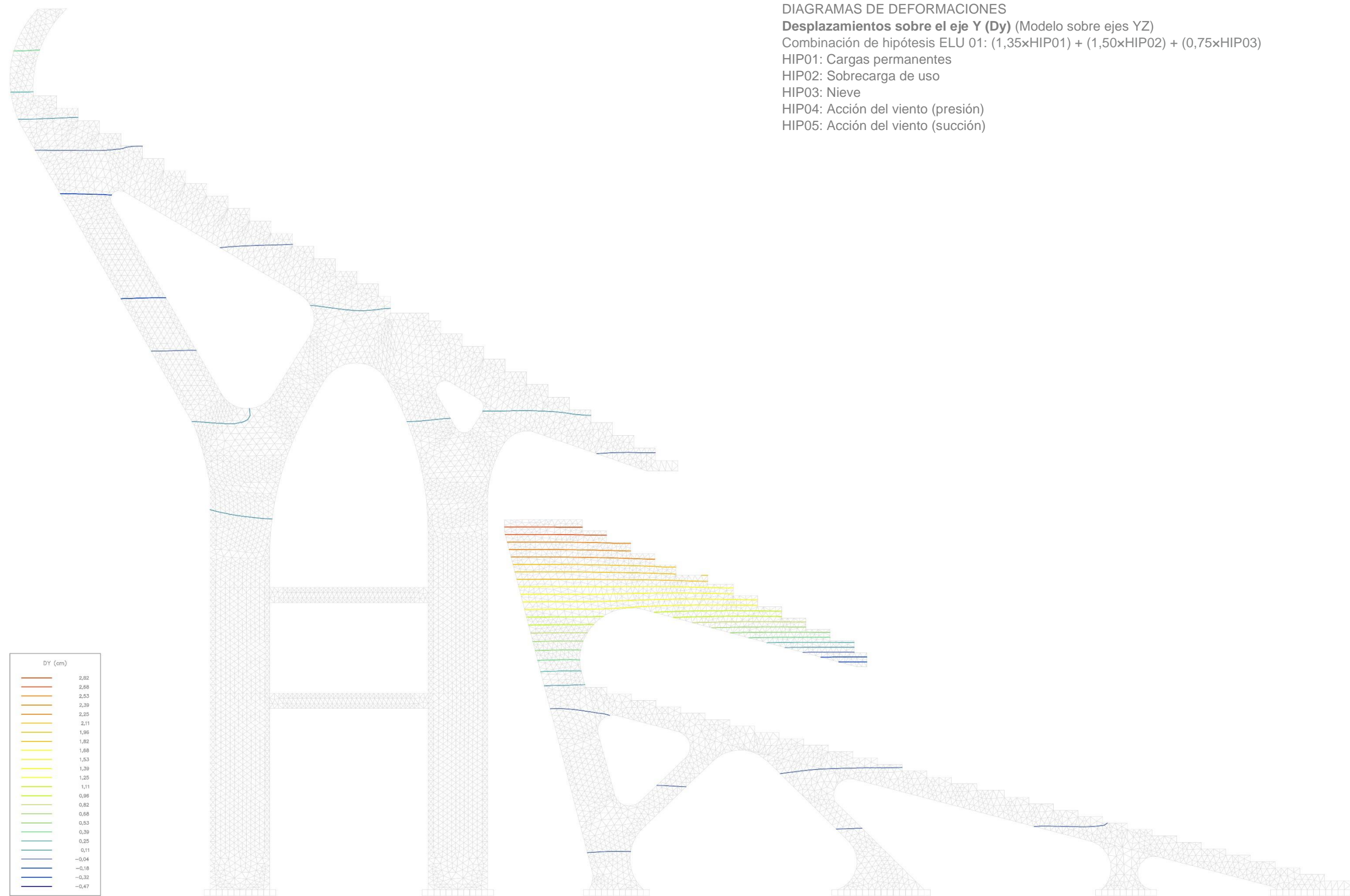
HIP04: Acción del viento (presión)

HIP05: Acción del viento (succión)

Fig. 129. Tensiones eje Z (Sx). ELU 01 sobre pórtico. E: 1 / 125.



Fig. 130. Tensiones eje Y (Sy). ELU 01 sobre pórtico. E: 1 / 125.



DIAGRAMAS DE DEFORMACIONES
Desplazamientos sobre el eje Y (Dy) (Modelo sobre ejes YZ)
Combinación de hipótesis ELU 01: $(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,75 \times \text{HIP03})$
HIP01: Cargas permanentes
HIP02: Sobrecarga de uso
HIP03: Nieve
HIP04: Acción del viento (presión)
HIP05: Acción del viento (succión)

Fig. 131. Desplazamiento eje Y (Dy). ELU 01 sobre pórtico. E: 1 / 125.

DIAGRAMAS DE ESFUERZOS Y DIMENSIONADO. Pórtico

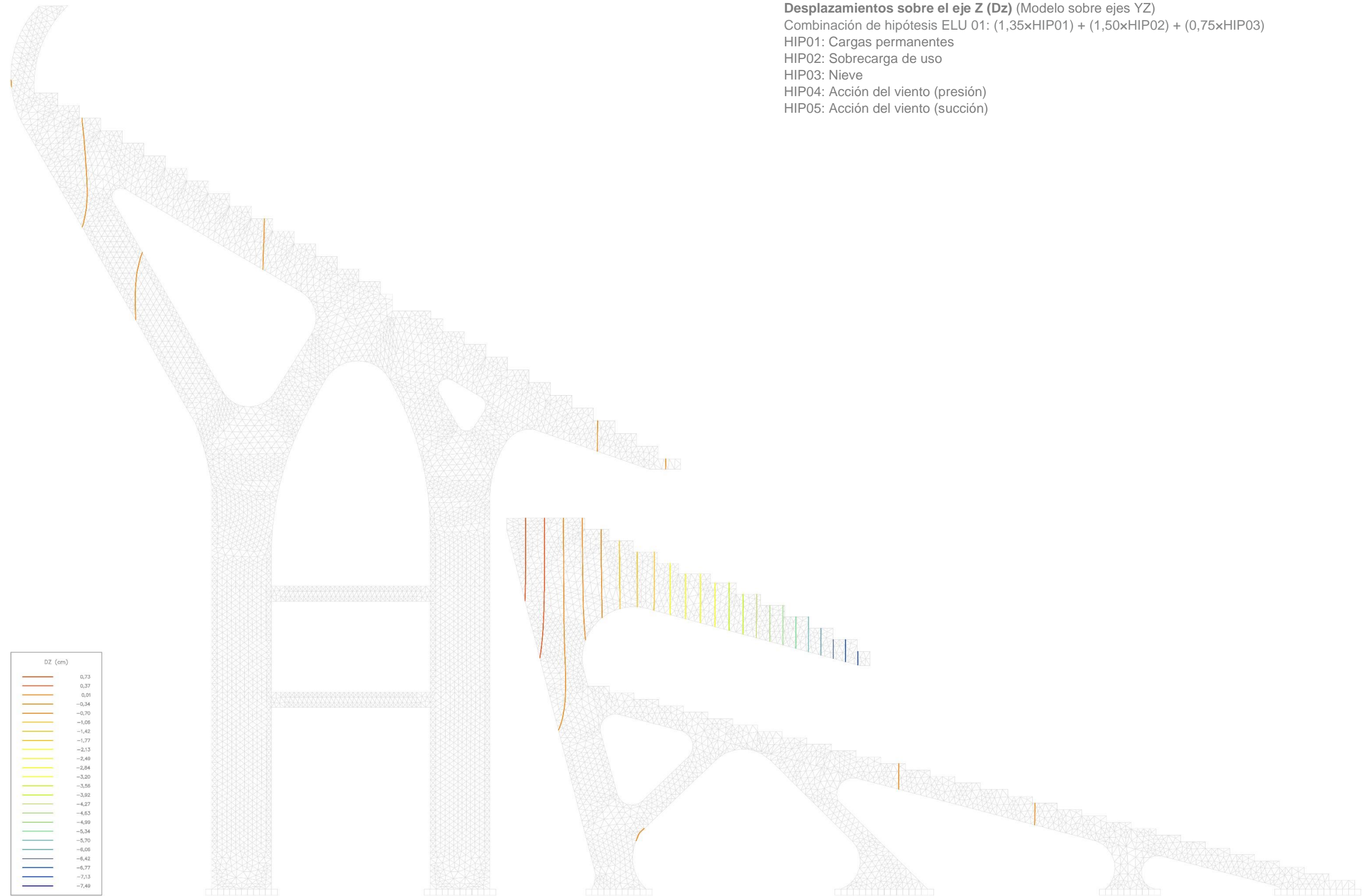


Fig. 132. Desplazamiento eje Z (Dz). ELU 01 sobre pórtico. E: 1 / 125.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Pórtico

DIMENSIONADO

Tras la representación gráfica de las tensiones S_x y S_y , se observan zonas en las que la densidad de isóneas es mayor, es decir, donde las tensiones alcanzan los valores absolutos máximos, cuyo signo dependerá de si las mencionadas zonas trabajan a compresión o tracción. Asimismo, se procederá a efectuar la comprobación de dichas secciones atendiendo a las tensiones máximas y mínimas. Si fuera necesario y la sección, con la materialidad establecida previamente, no cumpliera los requisitos estructurales se procedería a su redimensionado. De esta forma, una vez verificado el cumplimiento de las secciones más desfavorables, se dará por supuesto que las secciones del resto del pórtico garantizarán la seguridad y el confort estructural.

Dimensionado frente a S_x

A continuación se muestran las zonas más desfavorables atendiendo a las tensiones S_x (fig. 133). Para la elección de éstas se ha tenido en cuenta que en la sección esté sometida tanto a tracciones (valores positivos) como a compresiones (valores negativos) elevadas.

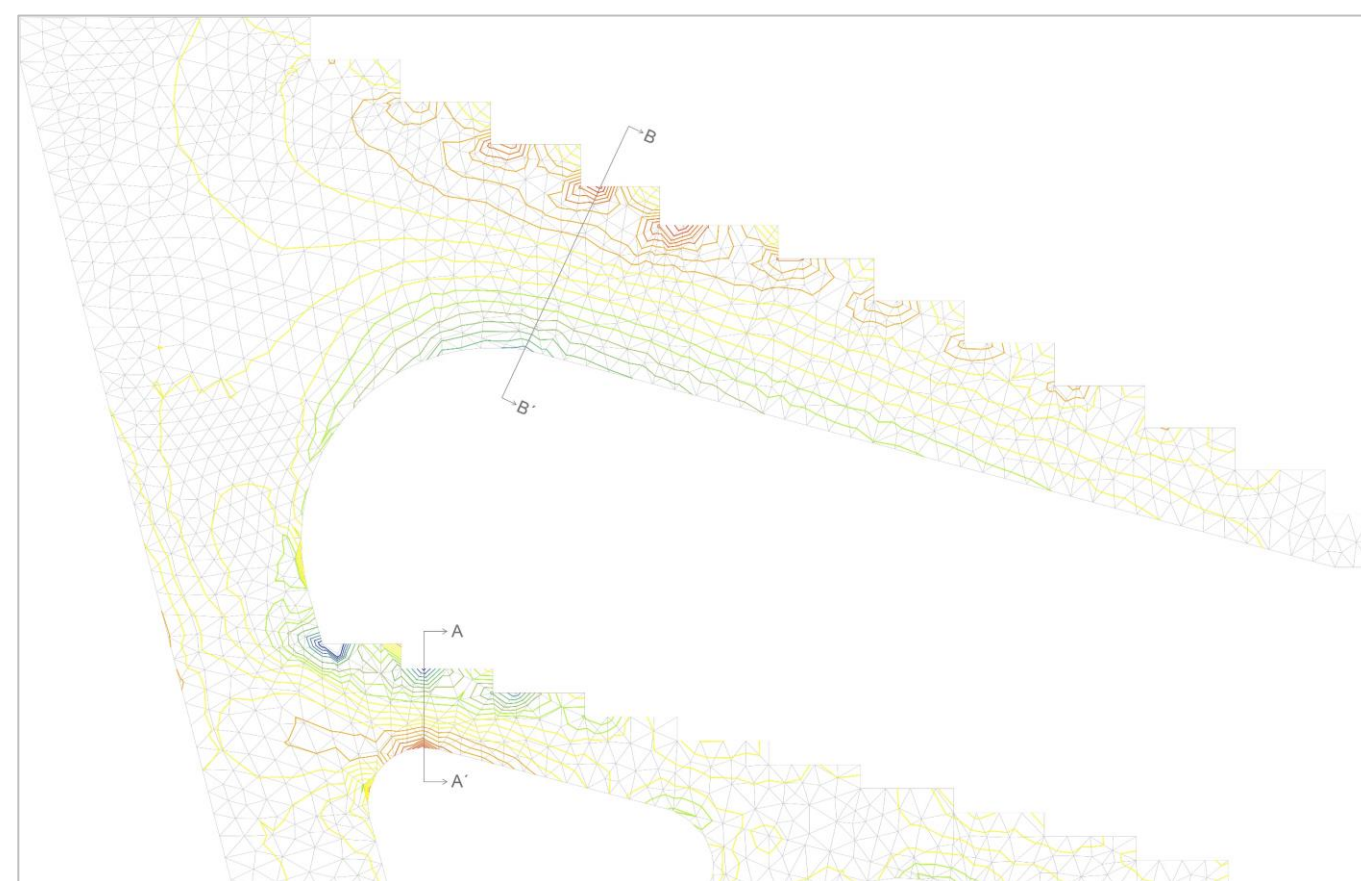


Fig. 133. Secciones desfavorables S_x .

| SECCIÓN | TENSIÓN MÁXIMA POSITIVA (N/mm ²) | TENSIÓN MÁXIMA NEGATIVA (N/mm ²) |
|---------|--|--|
| A | 13,243 | -17,676 |
| B | 13,243 | -14,878 |

Sección A-A'

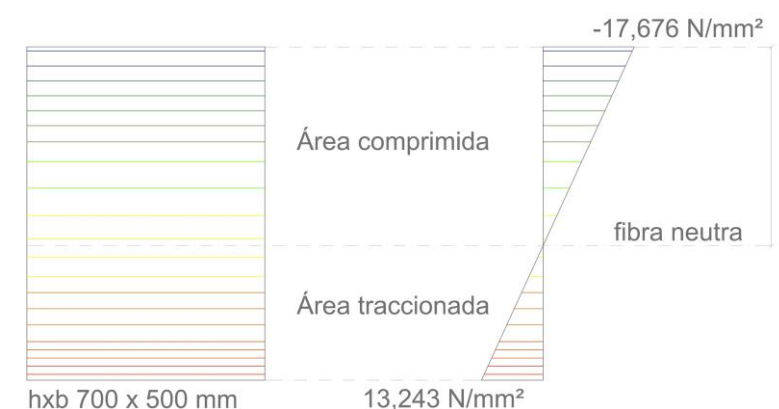


Fig. 134. Diagrama de tensiones sección A-A'.

Propiedades sección:

Distancia de la fibra neutra a la fibra de la sección más comprimida (x)=420 mm

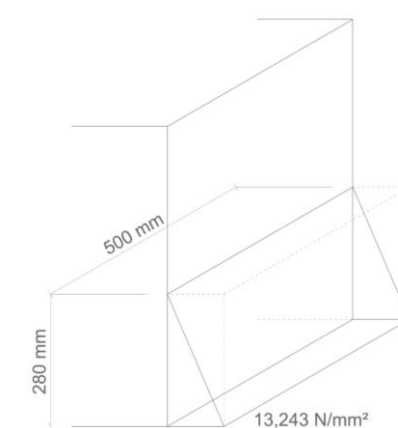
HA-25: $f_{ck}=25$ N/mm²
 $\gamma_c=1,50$
 $f_{cd}=25/1,50=16,667$ N/mm²

Acero B 500 SD (Ambos sectores con dos familias de corrugas con distinta inclinación):

$f_{yk}=500$ N/mm²
 $\gamma_s=1,15$
 $f_{yd}=500/1,15=434,783$ N/mm²

Armadura de tracción

En primer lugar se procederá al cálculo de la fuerza resultante de tracción (F_T) (fig. 135):



$$F_T = \frac{h_T \times b \times \sigma_{Tm\acute{a}x}}{2}; \text{ siendo}$$

h_T : altura de la sección traccionada

b : base de la sección

$\sigma_{Tm\acute{a}x}$: tensión de tracción máxima

$$F_T = \frac{280 \times 500 \times 13,243}{2} = 927\,010 \text{ N}$$

Fig. 135. Esquema F_T .

F_T se corresponde con el valor mínimo de la capacidad mecánica que deberá aportar la armadura de tracción. Sin embargo, el Código Estructural obliga a disponer una capacidad mecánica mínima de la armadura de tracción (U_{Smin1}) para evitar una rotura frágil. Asimismo, también establecerá unas cuantías geométricas mínimas respecto de la sección total de hormigón (U_{Smin2}). A continuación se comprobarán ambas restricciones:

a) U_{Smin1}

$$U_{Smin1} = \frac{h \times b}{4,8} \times f_{ct,m,fl} = \frac{500 \times 700}{4,8} \times 2,565 = 187\,031,25 \text{ N} < F_T$$

$$f_{ct,m,fl} = (1,6 - h) \times f_{ct,m} \leq f_{ct,m}; \quad f_{ct,m,fl} = (1,6 - 0,7) \times 2,565 = 2,308 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3} = 0,3 \times 25^{2/3} = 2,565 \text{ N/mm}^2$$

b) U_{Smin2}

| Tipo de elemento estructural | f_{yk} (MPa) | | | |
|------------------------------|--|-----|-------------------|-----|
| | 400 | | 500 | |
| | EHE-08 | CE | EHE-08 | CE |
| Pilares | 4,0 | | 4,0 | |
| Vigas ⁽¹⁾ | 3,3 | | 2,8 | |
| Losas ⁽²⁾ | 2,0 | | 1,8 | |
| Forjados unidireccionales | Nervios ⁽³⁾ | 4,0 | | 3,0 |
| | Armadura de reparto ortogonal a los nervios ⁽⁴⁾ | 1,4 | | 1,1 |
| | Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽⁴⁾ | 0,7 | | 0,6 |
| Muros ⁽⁵⁾ | Horizontal | 4,0 | 4,0 | 3,2 |
| | Vertical | 1,2 | 20 ^(*) | 0,9 |

Fig. 136. Cuantías geométricas mínimas viga (tanto por mil).

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

$$U_{S\text{mín}2} = \frac{2,8}{1000} \times b \times h \times f_{yd} = \frac{2,8}{1000} \times 500 \times 700 \times \frac{500}{1,15} = 426\ 086,957\ \text{N} < F_T$$

Tras efectuar ambas comprobaciones, obtenemos que la capacidad mecánica más restrictiva que deberá aportar la armadura de tracción es la que ejerce la propia fuerza resultante de tracción (F_T). De esta forma, la capacidad mecánica que aporte la armadura de tracción (U_S) deberá ser igual o mayor a 927 010 N. A continuación se procede al dimensionado de dicha armadura con armaduras de $\varnothing 20$:

$$U_S = A_S \times f_{yd} \geq F_T$$

$$A_S = \frac{\varnothing^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras}$$

$$927\ 010 \leq \frac{20^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{927\ 010}{136\ 590,985} = 6,70 \approx 7 \text{ barras}$$

$$U_S = \frac{20^2}{4} \times \pi \times 7 \times \frac{500}{1,15} = 956\ 136,895\ \text{N}$$

Seguidamente procederemos a comprobar el mismo dimensionado con armaduras de $\varnothing 16$. La finalidad de dicha comparación es que el dimensionado no atienda únicamente a criterios mecánicos, sino que tenga en cuenta aspectos económicos y medioambientales.

$$927\ 010 \leq \frac{16^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{927\ 010}{87418} = 10,60 \approx 11 \text{ barras}$$

$$U_S = \frac{16^2}{4} \times \pi \times 11 \times \frac{500}{1,15} = 961\ 598\ \text{N}$$

Se observa como la capacidad mecánica que aporta el armado 11 $\varnothing 16$ es mayor que el 7 $\varnothing 20$, es decir, el área de acero empleada con las barras de $\varnothing 20$ es menor y cumple la capacidad mecánica necesaria para resistir los esfuerzos de tracción. Por lo tanto, el armado de tracción de la sección analizada estará compuesta por siete barras con un diámetro de veinte milímetros.

Al tratarse de un ancho de sección de más de 400 milímetros, el Código Estructural recomienda disponer estribos de más de dos ramas. Se exponen a continuación una serie de consideraciones a tener en cuenta para la colación del armado de tracción:

- \varnothing estribos: 8 mm.
- Radio interior de doblado de estribos: 15 mm (M.P., 2021).
- Anchura del "gap": 80 mm (al tratarse del dimensionado del armado de una sección específica donde las tracciones se encuentran en las fibras inferiores no se tendrá en cuenta)
- La anchura de las barras medida de "fuera a fuera" de las corrugas es 1,2 \varnothing .
- Recubrimiento nominal de las armaduras: 30 mm.

A partir de las siguientes condiciones se deberá de cumplir que la distancia horizontal entre barras es la más desfavorable atendiendo a (M.P., 2021):

- ≥ 20 mm.
- $\geq \varnothing$ barra más gruesa, en nuestro caso sería 20 mm.
- $\geq 1,25 D$, siendo D el tamaño máximo del árido. Se lleva a cabo la suposición de un árido máximo de 20 mm, por lo que la distancia sería igual a 25 mm.

Finalmente se procede a comprobar si el armado 7 $\varnothing 20$ cumple con los requisitos expuestos con anterioridad, respecto a la separación neta entre barras horizontales (s). El siguiente cálculo se verá reflejado gráficamente junto con los valores tenidos en cuenta en éste (fig. 137).

$$s = \frac{500 - 2 \times (30 + 8 + 15 + 1,2 \times (\frac{20}{2} + 20)) + 8 + 15 + 1,2 \times (\frac{20}{2} + \frac{20}{2})}{4} = 57\ \text{mm} > 25\ \text{mm}, \text{ cumple la separación neta.}$$

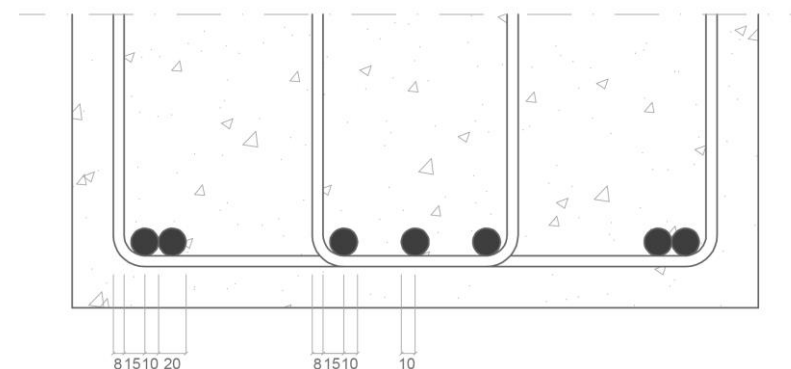


Fig. 137. Esquema del armado a tracción 7 $\varnothing 20$.

Armadura de compresión

En primer lugar se procederá al cálculo de la fuerza resultante del aporte resistente a compresión del hormigón (F_{Cd}). De forma consecutiva, se calculará la fuerza resultante de las tensiones de compresión de la sección analizada (F_C) (fig. 138). En el caso en el que $F_C > F_{Cd}$ se obtendrá la capacidad mecánica necesaria que deberá aportar la armadura de compresión para evitar la rotura (F_{CT}).

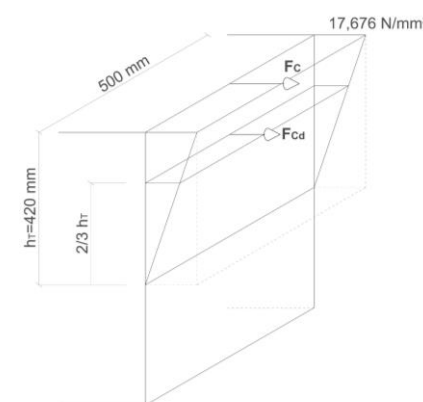


Fig. 138. Esquema F_C .

Teniendo en consideración el CE (M.P., 2021), se recomienda disponer en la cara comprimida la capacidad mecánica igual al 30 % de la de tracción:

$$F_{30\%T} = 0,3 \times 956\ 136,895 = 286\ 841,069\ \text{N} < 689\ 290\ \text{N}$$

De esta forma, disponiendo F_{Cd} se cumple con la condición de disponer el 30% de la capacidad mecánica dispuesta a tracción. Se procede a calcular la capacidad mecánica que aportará la armadura de compresión (U_{S1}) que deberá de ser igual o mayor a 689 290 N. El dimensionado se dispondrá en primer lugar con $\varnothing 16$:

$$U_{S1} = A_S \times f_{yd} \geq F_{30\%T}$$

$$A_S = \frac{\varnothing^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras}$$

$$927\ 010 \leq \frac{16^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{689\ 290}{87418} = 7,88 \approx 8 \text{ barras}$$

$$U_S = \frac{16^2}{4} \times \pi \times 8 \times \frac{500}{1,15} = 699\ 344\ \text{N}$$

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Seguidamente procederemos a comprobar el mismo dimensionado con armaduras de $\varnothing 20$.

$$927\,010 \leq \frac{20^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{689\,290}{136\,590,985} = 5,04 \approx 6 \text{ barras}$$

$$U_s = \frac{20^2}{4} \times \pi \times 6 \times \frac{500}{1,15} = 819\,545,91 \text{ N}$$

Se observa como la capacidad mecánica que aporta el armado $6\varnothing 20$ es mayor que el $8\varnothing 16$, es decir, el área de acero empleada con las barras de $\varnothing 16$ es menor y cumple la capacidad mecánica necesaria para resistir los esfuerzos de compresión. Por lo tanto, el armado de compresión de la sección analizada estará compuesta por ocho barras con un diámetro de dieciséis milímetros.

Se exponen, de manera reiterada, los condicionantes para tener en cuenta a la hora de disponer las armaduras de compresión.

- Ancho de sección de más de 400 milímetros: estribos de más de dos ramas.
- \varnothing estribos: 8 mm.
- Radio interior de doblado de estribos: 15 mm (M.P., 2021).
- Anchura del "gap": 80 mm.
- La anchura de las barras medida de "fuera a fuera" de las corrugas es $1,2\varnothing$.
- Recubrimiento nominal de las armaduras: 30 mm.

A partir de las siguientes condiciones, de la misma forma que en el armado de tracción, se deberá de cumplir que la distancia horizontal entre barras es la más desfavorable atendiendo a (M.P., 2021):

- ≥ 20 mm.
- $\geq \varnothing$ barra más gruesa, en nuestro caso sería 16 mm.
- $\geq 1,25 D$, siendo D el tamaño máximo del árido. Se lleva a cabo la suposición de un árido máximo de 20 mm, por lo que la distancia sería igual a 25 mm.

Finalmente se procede a comprobar si el armado $8\varnothing 16$ cumple con los requisitos expuestos con anterioridad, respecto a la separación neta entre barras horizontales (s_1). El siguiente cálculo se verá reflejado gráficamente, junto con los valores tenidos en cuenta en éste (fig. 138).

$$\text{anchura cerco interior} = 80 + 2 \times (8 + 15 + 1,2 \times (\frac{16}{2} + 16)) = 183,6 \text{ mm} \approx 190 \text{ mm}$$

$$s_1 = \frac{500 - 190 - 2 \times (30 + 8 + 15 + 1,2 \times (\frac{16}{2} + 16))}{2} = 78 \text{ mm} > 25 \text{ mm, cumple la separación neta.}$$

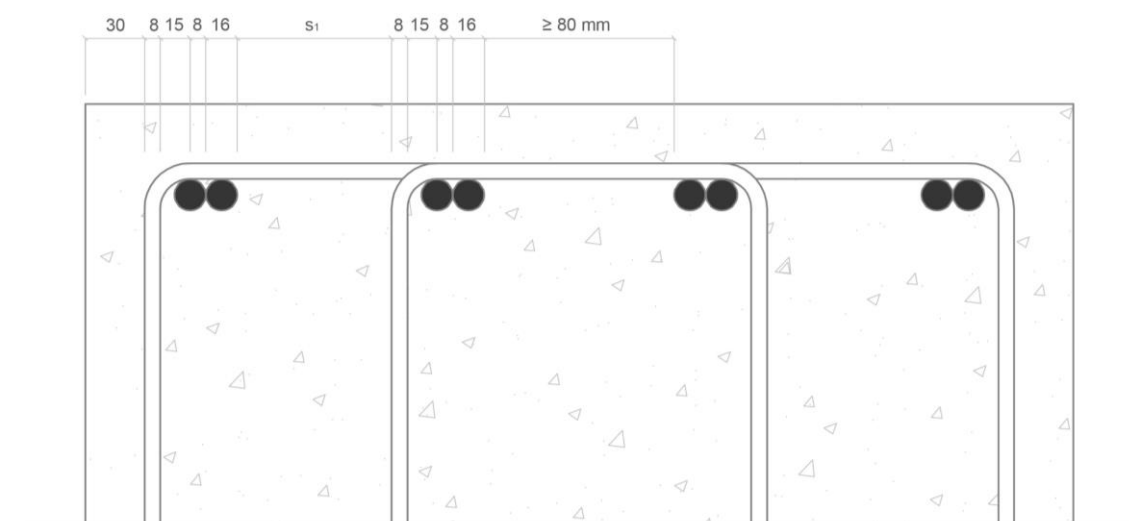


Fig. 139. Esquema del armado a compresión $8\varnothing 16$.

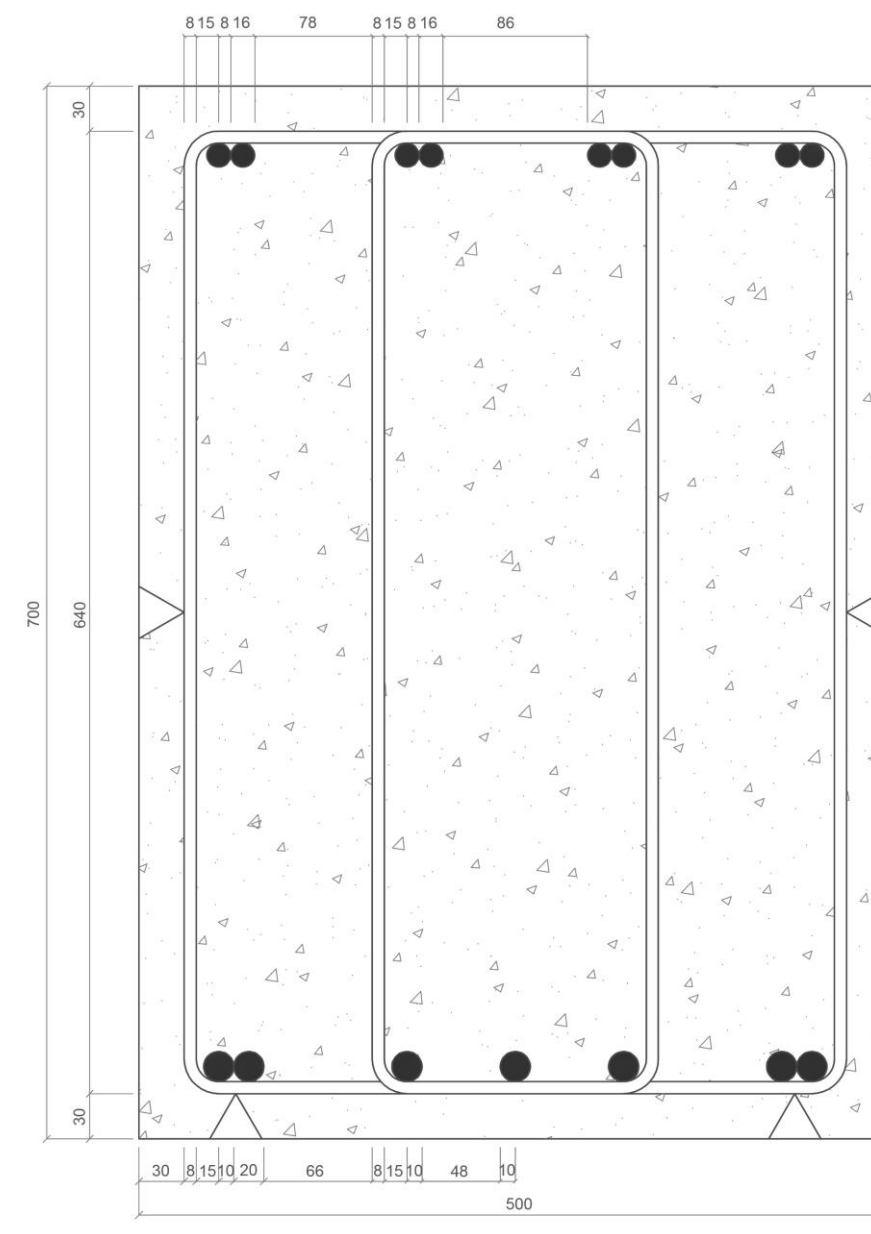
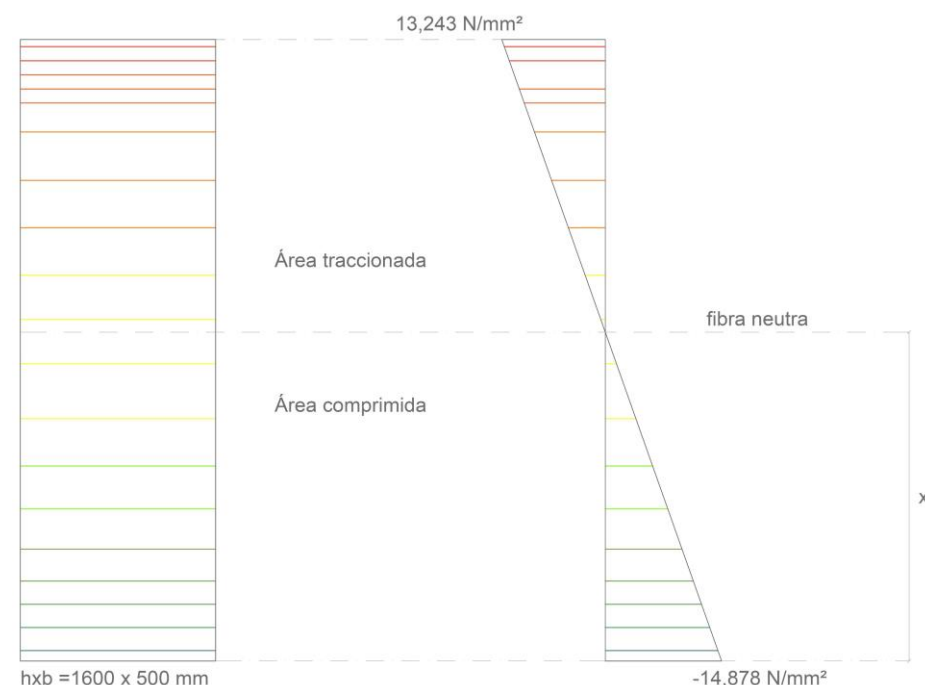


Fig. 140. Esquema del armado sección A-A'.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

o Sección B-B'



Propiedades sección:

Distancia de la fibra neutra a la fibra de la sección más comprimida (x)=850 mm.

HA-25: $f_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_c=1,50$
 $f_{cd}=25/1,50=16,667 \text{ N/mm}^2$

Acero B 500 SD:
 $f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_s=1,15$
 $f_{yd}=500/1,15 \text{ N/mm}^2$

Fig. 141. Diagrama de tensiones sección B-B'.

Armadura de tracción

$$F_T = \frac{h_T \times b \times \sigma_{T\text{máx}}}{2}; \text{ siendo}$$

h_T : altura de la sección traccionada

b : base de la sección

$\sigma_{T\text{máx}}$: tensión de tracción máxima

$$F_T = \frac{750 \times 500 \times 13,243}{2} = 2\,483\,062,5 \text{ N}$$

Cuantías mínimas atendiendo al Código Estructural:

a) $U_{S\text{min}1}$

$$U_{S\text{min}1} = \frac{h \times b}{4,8} \times f_{ct,m,fl} = \frac{1600 \times 500}{4,8} \times 2,565 = 427\,500 \text{ N} < F_T$$

$$f_{ct,m,fl} = (1,6 - h) \times f_{ct,m} \leq f_{ct,m}; \quad f_{ct,m,fl} = (1,6 - 1,6) \times 2,565 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3} = 0,3 \times 25^{2/3} = 2,565 \text{ N/mm}^2$$

b) $U_{S\text{min}2}$

$$U_{S\text{min}2} = \frac{2,8}{1000} \times b \times h \times f_{yd} = \frac{2,8}{1000} \times 500 \times 1600 \times \frac{500}{1,15} = 973\,913,044 \text{ N} < F_T$$

Tras efectuar ambas comprobaciones, obtenemos que la capacidad mecánica más restrictiva que deberá aportar la armadura de tracción es la que ejerce la propia fuerza resultante de tracción (F_T). De esta forma, la capacidad mecánica que aporte la armadura de tracción (U_s) deberá ser igual o mayor a 2 483 062,5 N. A continuación se procede al dimensionado de dicha armadura con armaduras de $\varnothing 25$:

$$U_s = A_s \times f_{yd} \geq F_T$$

$$A_s = \frac{\varnothing^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras}$$

$$2\,483\,062,5 \leq \frac{25^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{2\,483\,062,5}{213\,423,414} = 11,63 \approx 12 \text{ barras}$$

$$U_s = \frac{25^2}{4} \times \pi \times 12 \times \frac{500}{1,15} = 2\,561\,080,968 \text{ N}$$

Seguidamente procederemos a comprobar el mismo dimensionado con armaduras de $\varnothing 32$.

$$2\,483\,062,5 \leq \frac{32^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{2\,483\,062,5}{349\,672,92} = 7,10 \approx 8 \text{ barras}$$

$$U_s = \frac{32^2}{4} \times \pi \times 8 \times \frac{500}{1,15} = 2\,797\,383,372 \text{ N}$$

Se observa como la capacidad mecánica que aporta el armado $8\varnothing 32$ es mayor que el $12\varnothing 25$, es decir, el área de acero empleada con las barras de $\varnothing 25$ es menor y cumple la capacidad mecánica necesaria para resistir los esfuerzos de tracción.

El Código Estructural recomienda una serie de consideraciones a tener en cuenta para la colocación del armado de tracción:

- \varnothing estribos: 8 mm.
- Ancho de sección de más de 400 milímetros: estribos de más de dos ramas.
- Radio interior de doblado de estribos: 15 mm (M.P., 2021).
- Anchura del "gap": 80 mm
- La anchura de las barras medida de "fuera a fuera" de las corrugas es $1,2\varnothing$.
- Recubrimiento nominal de las armaduras: 30 mm.

A partir de las siguientes condiciones se deberá de cumplir que la distancia horizontal entre barras es la más desfavorable atendiendo a (M.P., 2021):

- ≥ 20 mm.
- $\geq \varnothing$ barra más gruesa, en nuestro caso sería 25 mm.
- $\geq 1,25 D$, siendo D el tamaño máximo del árido. Se lleva a cabo la suposición de un árido máximo de 20 mm, por lo que la distancia sería igual a 25 mm.

Finalmente se opta por ejecutar el armado $12\varnothing 25$ en dos niveles distintos. Por lo tanto, se dispone en el nivel inferior la armadura correspondiente a $6\varnothing 25$, se pasa a interponer un separador de diámetro 25 mm (con la finalidad de cumplir con la distancia mínima entre armaduras) y, posteriormente, en el nivel superior de la armadura de tracción se colocan $6\varnothing 25$. De esta forma se procede a comprobar si el armado $6\varnothing 25$ cumple la separación neta entre barras horizontales (s) (fig. 142).

$$\text{anchura cerco interior} = 80 + 2 \times (8 + 15 + 1,2 \times (\frac{25}{2})) = 156 \text{ mm} \approx 160 \text{ mm}$$

$$s = \frac{500 - 160 - 2 \times (30 + 8 + 15 + 1,2 \times (\frac{25}{2} + 25))}{2} = 72 \text{ mm} > 25 \text{ mm}, \text{ cumple la separación neta.}$$

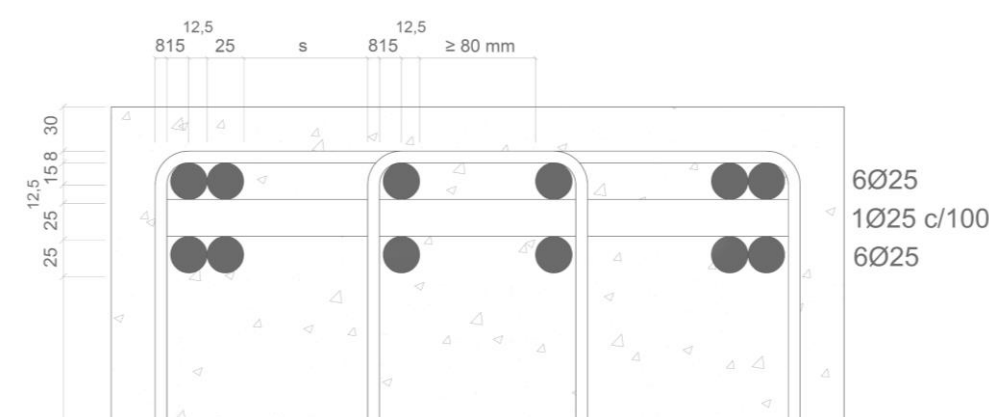


Fig. 142. Esquema del armado a tracción $6\varnothing 25 + 1\varnothing 25 \text{ c}/100 + 6\varnothing 25$.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Armadura de compresión

En primer lugar se procederá al cálculo de la fuerza resultante del aporte resistente a compresión del hormigón (F_{cd}). De forma consecutiva, se calculará la fuerza resultante de las tensiones de compresión de la sección analizada (F_c) (fig. 138). En el caso en el que $F_c > F_{cd}$ se obtendrá la capacidad mecánica necesaria que deberá aportar la armadura de compresión para evitar la rotura (F_{ct}).

$$F_{cd} = \frac{2/3 h_c \times b \times f_{cd}}{2}; \text{ siendo}$$

h_c : altura de la sección comprimida

b : base de la sección

f_{cd} : resistencia de cálculo del hormigón

$$F_{cd} = \frac{2/3 \times 850 \times 500 \times 16,667}{2} = 2\,361\,158,334 \text{ N}$$

$$F_c = \frac{2/3 h_c \times b \times \sigma_{Cm\acute{a}x}}{2}; \text{ siendo}$$

h_c : altura de la sección comprimida

b : base de la sección

$\sigma_{Cm\acute{a}x}$: tensión de compresión máxima

$$F_c = \frac{850 \times 500 \times 14,878}{2} = 3\,161\,575 \text{ N}$$

$$F_{ctotal} = F_c - F_{cd} = 800\,416,667 \text{ N}$$

Teniendo en consideración el CE (M.P., 2021), se recomienda disponer en la cara comprimida la capacidad mecánica igual al 30 % de la de tracción:

$$F_{30\%T} = 0,3 \times 2\,561\,080,968 = 768\,324,291 \text{ N} < 800\,416,667 \text{ N}$$

De esta forma, disponiendo F_{ctotal} se cumple con la condición de disponer el 30% de la capacidad mecánica dispuesta a tracción. Se procede a calcular la capacidad mecánica que aportará la armadura de compresión (U_{s1}) que deberá de ser igual o mayor a 800 416,667 N. El dimensionado se dispondrá en primer lugar con $\varnothing 20$:

$$U_{s1} = A_s \times f_{yd} \geq F_{ctotal}$$

$$A_s = \frac{\varnothing^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras}$$

$$800\,416,667 \leq \frac{20^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{800\,416,667}{136\,590,985} = 5,85 \approx 6 \text{ barras}$$

$$U_s = \frac{20^2}{4} \times \pi \times 6 \times \frac{500}{1,15} = 819\,545,91 \text{ N}$$

A continuación procederemos a comprobar el mismo dimensionado con armaduras de $\varnothing 16$:

$$800\,416,667 \leq \frac{16^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{800\,416,667}{87418} = 9,15 \approx 10 \text{ barras}$$

$$U_s = \frac{16^2}{4} \times \pi \times 10 \times \frac{500}{1,15} = 874\,180 \text{ N}$$

Se observa como la capacidad mecánica que aporta el armado $10\varnothing 16$ es mayor que el $6\varnothing 20$, es decir, el área de acero empleada con las barras de $\varnothing 20$ es menor y cumple la capacidad mecánica necesaria para resistir los esfuerzos de compresión.

El Código Estructural recomienda una serie de consideraciones a tener en cuenta para la colocación del armado de compresión:

- \varnothing estribos: 8 mm.
- Ancho de sección de más de 400 milímetros: estribos de más de dos ramas.
- Radio interior de doblado de estribos: 15 mm (M.P., 2021).
- La anchura de las barras medida de "fuera a fuera" de las corrugas es $1,20\varnothing$.
- Recubrimiento nominal de las armaduras: 30 mm.

A partir de las siguientes condiciones se deberá de cumplir que la distancia horizontal entre barras es la más desfavorable atendiendo a (M.P., 2021):

- ≥ 20 mm.
- $\geq \varnothing$ barra más gruesa, en nuestro caso sería 20 mm.
- $\geq 1,25 D$, siendo D el tamaño máximo del árido. Se lleva a cabo la suposición de un árido máximo de 20 mm, por lo que la distancia sería igual a 25 mm.

Finalmente se procede a comprobar si el armado $6\varnothing 20$ cumple con los requisitos expuestos con anterioridad, respecto a la separación neta entre barras horizontales (s). El siguiente cálculo se verá reflejado gráficamente junto con los valores tenidos en cuenta en éste (fig. 143).

$$s_1 = \frac{500 - 2 \times (30 + 8 + 15 + 1,2 \times (\frac{20}{2} + 20)) + 8 + 15 + 1,2 \times (\frac{20}{2})}{4} = 63 \text{ mm} > 25 \text{ mm, cumple la separación neta.}$$

Debido a contar con un cerco interior y adaptarse a los requisitos presentes en la armadura de tracción (permitir el correcto hormigonado y poder insertar el vibrador), el espacio libre resultante del divisor de la ecuación anterior se fraccionará entre cuatro separaciones.

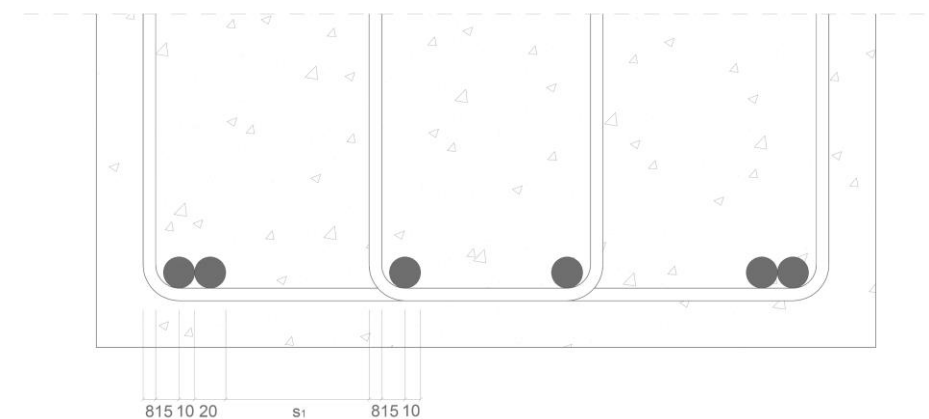


Fig. 143. Esquema del armado a compresión $6\varnothing 20$.

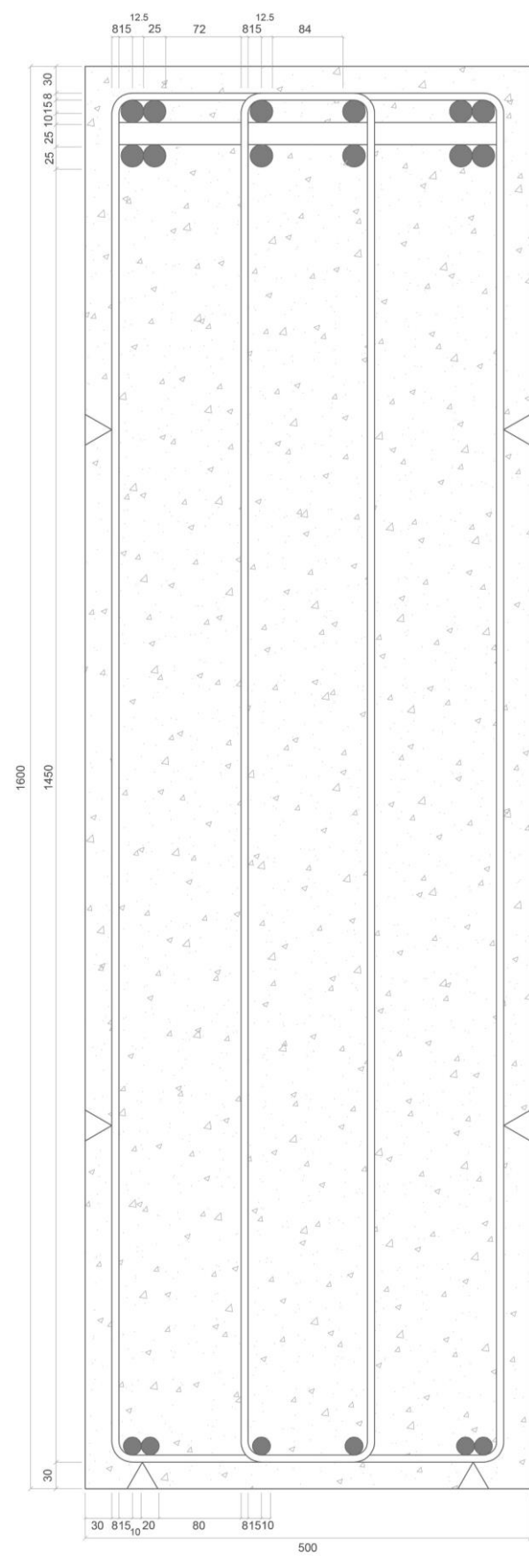


Fig. 144. Esquema del armado sección B-B'.

Dimensionado frente a S_y

A continuación se muestra la zona más desfavorable atendiendo a las tensiones S_y (fig. 145). Para la elección de éstas se ha tenido en cuenta que en la sección esté sometida tanto a tracciones (valores positivos) como a compresiones (valores negativos) elevadas.

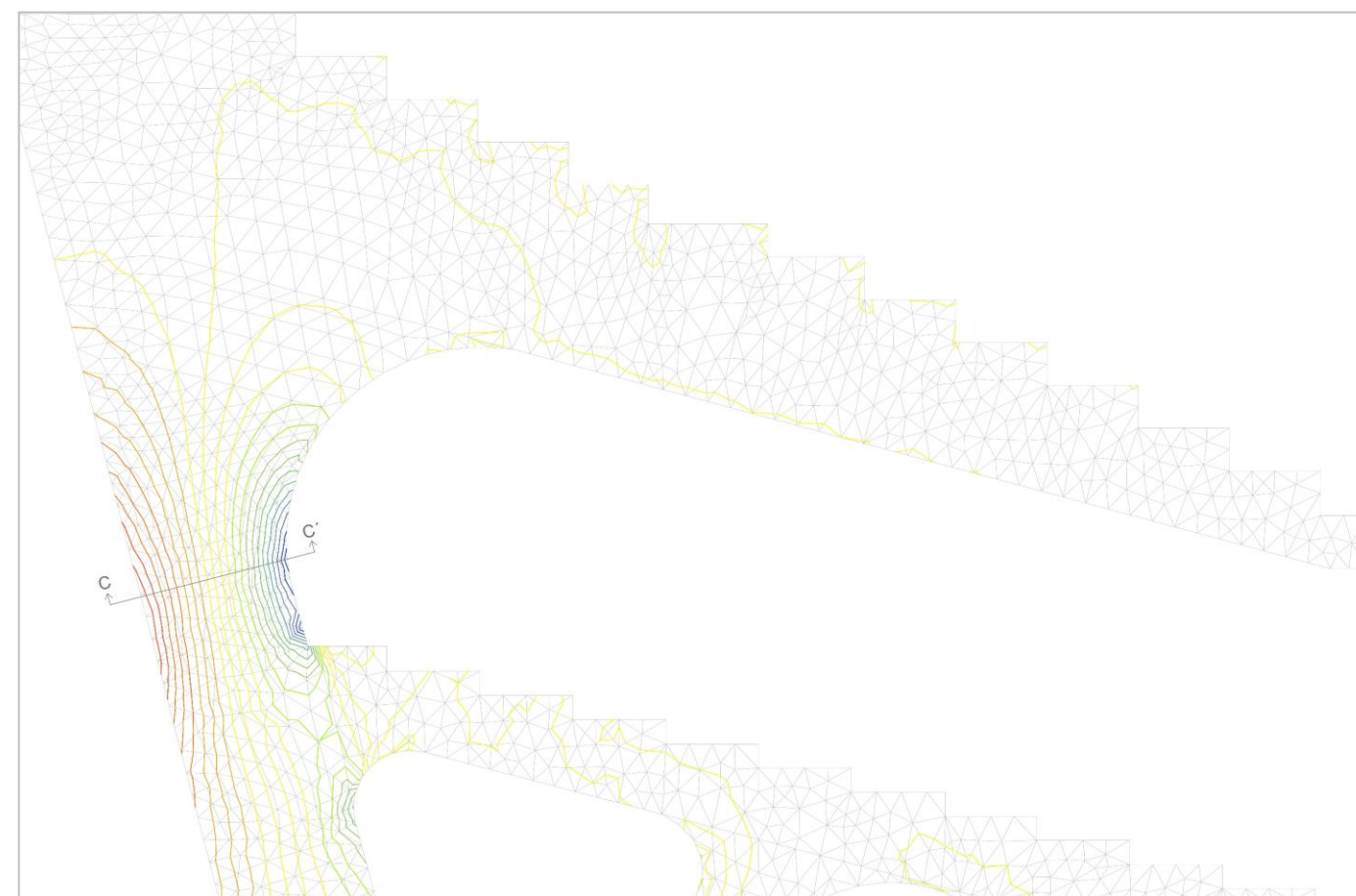


Fig. 145. Secciones desfavorables S_y .

| SECCIÓN | TENSIÓN MÁXIMA POSITIVA (N/mm ²) | TENSIÓN MÁXIMA NEGATIVA (N/mm ²) |
|---------|--|--|
| C | 25,138 | -37,827 |

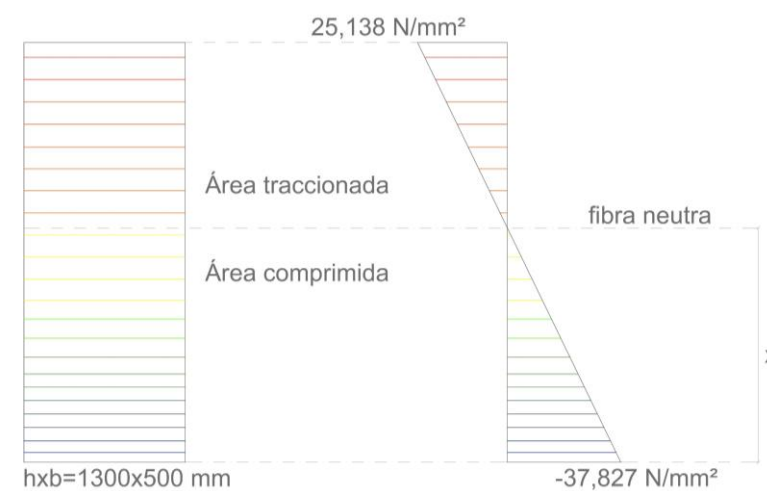


Fig. 146. Diagrama de tensiones sección C-C'.

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Armadura de tracción

$$F_T = \frac{h_T \times b \times \sigma_{Tm\acute{a}x}}{2}; \text{ siendo}$$

h_T : altura de la sección traccionada

b : base de la sección

$\sigma_{Tm\acute{a}x}$: tensión de tracción máxima

$$F_T = \frac{575 \times 500 \times 25,138}{2} = 3\,613\,587,5 \text{ N}$$

Cuantías mínimas atendiendo al Códifo Estructural:

c) U_{Smin1}

$$U_{Smin1} = \frac{h \times b}{4,8} \times f_{ct,m,fl} = \frac{1300 \times 500}{4,8} \times 2,565 = 47\,343,75 \text{ N} < F_T$$

$$f_{ct,m,fl} = (1,6 - h) \times f_{ct,m} \leq f_{ct,m}; \quad f_{ct,m,fl} = (1,6 - 1,3) \times 2,565 = 0,7695 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3} = 0,3 \times 25^{2/3} = 2,565 \text{ N/mm}^2$$

d) U_{Smin}

| Tipo de elemento estructural | | f_{yk} (MPa) | | | |
|------------------------------|--|----------------|-------------------|--------|-------------------|
| | | 400 | | 500 | |
| | | EHE-08 | CE | EHE-08 | CE |
| Pilares | | 4,0 | | 4,0 | |
| Vigas ⁽¹⁾ | | 3,3 | | 2,8 | |
| Losas ⁽²⁾ | | 2,0 | | 1,8 | |
| Forjados unidireccionales | Nervios ⁽³⁾ | 4,0 | | 3,0 | |
| | Armadura de reparto ortogonal a los nervios ⁽⁴⁾ | 1,4 | | 1,1 | |
| | Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽⁴⁾ | 0,7 | | 0,6 | |
| Muros ⁽⁵⁾ | Horizontal | 4,0 | 4,0 | 3,2 | 3,2 |
| | Vertical | 1,2 | 20 ⁽⁶⁾ | 0,9 | 20 ⁽⁶⁾ |

Fig. 147. Cuantías geométricas mínimas pilar (tanto por mil).

$$U_{Smin2} = \frac{4}{1000} \times b \times h \times f_{yd} = \frac{4}{1000} \times 500 \times 1300 \times \frac{500}{1,15} = 1\,130\,434,783 \text{ N} < F_T$$

Tras efectuar ambas comprobaciones, obtenemos que la capacidad mecánica más restrictiva que deberá aportar la armadura de tracción es la que ejerce la propia fuerza resultante de tracción (F_T). De esta forma, la capacidad mecánica que aporte la armadura de tracción (U_S) deberá ser igual o mayor a 3 613 587,5 N. A continuación se procede al dimensionado de dicha armadura con armaduras de $\varnothing 32$:

$$U_S = A_S \times f_{yd} \geq F_T$$

$$A_S = \frac{\varnothing^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras}$$

$$3\,613\,587,5 \leq \frac{32^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{3\,613\,587,5}{349\,672,92} = 10,33 \approx 11 \text{ barras}$$

$$U_S = \frac{32^2}{4} \times \pi \times 11 \times \frac{500}{1,15} = 3\,846\,402,12 \text{ N}$$

Seguidamente procederemos a comprobar el mismo dimensionado con armaduras de $\varnothing 40$.

$$3\,613\,587,5 \leq \frac{40^2}{4} \times \pi \times n^\circ \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^\circ \text{ de barras} = \frac{3\,613\,587,5}{546\,363,940} = 6,61 \approx 7 \text{ barras}$$

$$U_S = \frac{40^2}{4} \times \pi \times 7 \times \frac{500}{1,15} = 3\,824\,547,58 \text{ N}$$

Se observa como la capacidad mecánica que aporta el armado 11 $\varnothing 32$ es mayor que el 7 $\varnothing 40$, es decir, el área de acero empleada con las barras de $\varnothing 40$ es menor y cumple la capacidad mecánica necesaria para resistir los esfuerzos de tracción.

El Código Estructural recomienda una serie de consideraciones a tener en cuenta para la colación del armado de tracción:

- \varnothing estribos: 10 mm.
- Ancho de sección de más de 400 milímetros: estribos de más de dos ramas.
- Radio interior de doblado de estribos: 20 mm (M.P., 2021).
- Previsión del espacio para trompas o *tremies* (atención congestión excesiva de estribos).
- La anchura de las barras medida de "fuera a fuera" de las corrugas es 1,2 \varnothing .
- Recubrimiento nominal de las armaduras: 30 mm.

A partir de las siguientes condiciones se deberá de cumplir que la distancia horizontal entre barras es la más desfavorable atendiendo a (M.P., 2021):

- ≥ 20 mm.
- $\geq \varnothing$ barra más gruesa, en nuestro caso sería 40 mm.
- $\geq 1,25 D$, siendo D el tamaño máximo del árido. Se lleva a cabo la suposición de un árido máximo de 20 mm, por lo que la distancia sería igual a 25 mm.

Finalmente se procede a comprobar si el armado 7 $\varnothing 40$ cumple con los requisitos expuestos con anterioridad, respecto a la separación neta entre barras horizontales (s). El siguiente cálculo se verá reflejado gráficamente junto con los valores tenidos en cuenta en éste (fig. 148).

$$s = \frac{500 - 2 \times (30 + 10 + 20 + 1,2 \times (\frac{40}{2} + 40)) + 10 + 20 + 1,2 \times (\frac{40}{2} + \frac{40}{2})}{4} = 20 \text{ mm} < 40 \text{ mm}, \text{ no cumple la separación neta.}$$

El ancho de la sección limita la separación neta, observando que la distancia obtenida es mucho menor. Por esta razón la armadura se dispondrá en dos niveles con armaduras de menor diámetro. Colocaremos en el primer nivel 6 $\varnothing 32$, un separador de $\varnothing 32$ para cumplir con la distancia mínima ($\geq \varnothing$ barra más gruesa) y un segundo nivel con 4 $\varnothing 32$ más dos barras que aporten la capacidad mecánica restante (se colocan 12 armaduras para obtener una colocación simétrica en ambas direcciones):

$$U_S = \frac{32^2}{4} \times \pi \times 10 \times \frac{500}{1,15} = 3\,496\,729,2 \text{ N}; \quad 3\,613\,587,5 - 3\,496\,729,2 = 116\,858,3 \text{ N}$$

$$\varnothing 20: 2 \times 136\,590,985 = 273\,181,970 \text{ N} > 116\,858,3 \text{ N}$$

$$\varnothing 16: 2 \times 87\,418,230 = 174\,836,461 \text{ N} > 116\,858,3 \text{ N. Es la opción más adecuada.}$$

$$\varnothing 12: 2 \times 49\,172,755 = 98\,345,510 \text{ N} < 116\,858,3 \text{ N.}$$

Se comprueba el armado de tracción 6 $\varnothing 32$ +1 $\varnothing 32$ c/100+ (4 $\varnothing 32$ + 2 $\varnothing 16$). El nivel más desfavorable es 6 $\varnothing 32$:

$$s = \frac{500 - 2 \times (30 + 10 + 20 + 1,2 \times (\frac{32}{2} + 32)) + 10 + 20 + 1,2 \times (\frac{32}{2})}{3} = 55,46 \text{ mm} > 32 \text{ mm}, \text{ cumple la separación neta.}$$

CÁLCULO ESTRUCTURAL TRIBUNA DE PREFERENCIA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Armadura de compresión

En primer lugar se procederá al cálculo de la fuerza resultante del aporte resistente a compresión del hormigón (F_{cd}). De forma consecutiva, se calculará la fuerza resultante de las tensiones de compresión de la sección analizada (F_C) (fig. 138). En el caso en el que $F_C > F_{cd}$ se obtendrá la capacidad mecánica necesaria que deberá aportar la armadura de compresión para evitar la rotura (F_{CT}).

$$F_{cd} = \frac{2/3 h_c \times b \times f_{cd}}{2}; \text{ siendo}$$

h_c : altura de la sección comprimida
 b : base de la sección
 f_{cd} : resistencia de cálculo del hormigón

$$F_{cd} = \frac{2/3 \times 725 \times 500 \times 16,667}{2} = 2\,013\,929,167 \text{ N}$$

$$F_C = \frac{2/3 h_c \times b \times \sigma_{Cmáx}}{2}; \text{ siendo}$$

h_c : altura de la sección comprimida
 b : base de la sección
 $\sigma_{Cmáx}$: tensión de compresión máxima

$$F_C = \frac{725 \times 500 \times 37,827}{2} = 6\,856\,143,75 \text{ N}$$

$$F_{Ctotal} = F_C - F_{cd} = 4\,842\,214,583 \text{ N}$$

Teniendo en consideración el CE (M.P., 2021), se recomienda disponer en la cara comprimida la capacidad mecánica igual al 30 % de la de tracción:

$$F_{30\%T} = 0,3 \times 3\,628\,198,039 = 1\,088\,459,412 \text{ N} < 4\,842\,214,583 \text{ N}$$

De esta forma, disponiendo F_{Ctotal} se cumple con la condición de disponer el 30% de la capacidad mecánica dispuesta a tracción. Se procede a calcular la capacidad mecánica que aportará la armadura de compresión (U_{S1}) que deberá de ser igual o mayor a 4 842 214,583 N. La armadura se dispondrá de la misma forma que la de tracción, en dos niveles, teniendo en cuenta la capacidad mecánica necesaria. El dimensionado se llevará a cabo en primer lugar con $\varnothing 32$:

$$U_{S1} = A_s \times f_{yd} \geq F_{Ctotal}$$

$$A_s = \frac{\varnothing^2}{4} \times \pi \times n^{\circ} \text{ de barras}$$

$$4\,842\,214,583 \leq \frac{32^2}{4} \times \pi \times n^{\circ} \text{ de barras} \times \frac{500}{1,15}; \quad n^{\circ} \text{ de barras} = \frac{4\,842\,214,583}{349\,672,92} = 13,84 \approx 14 \text{ barras}$$

$$U_s = \frac{50^2}{4} \times \pi \times 14 \times \frac{500}{1,15} = 4\,895\,420,88 \text{ N}$$

El Código Estructural recomienda una serie de consideraciones a tener en cuenta para la colación del armado de compresión:

- \varnothing estribos: 10 mm.
- Ancho de sección de más de 400 milímetros: estribos de más de dos ramas.
- Radio interior de doblado de estribos: 20 mm (M.P., 2021).
- La anchura de las barras medida de "fuera a fuera" de las corrugas es $1,20\varnothing$.
- Recubrimiento nominal de las armaduras: 30 mm.

A partir de las siguientes condiciones se deberá de cumplir que la distancia horizontal entre barras es la más desfavorable atendiendo a (M.P., 2021):

- ≥ 20 mm.
- $\geq \varnothing$ barra más gruesa, en nuestro caso sería 32 mm.
- $\geq 1,25 D$, siendo D el tamaño máximo del árido. Se lleva a cabo la suposición de un árido máximo de 20 mm, por lo que la distancia sería igual a 25 mm.

Finalmente se procede a comprobar si el armado $7\varnothing 32 + 1\varnothing 32 \text{ c}/100 + 7\varnothing 32$ cumple con los requisitos expuestos con anterioridad, respecto a la separación neta entre barras horizontales (s). Se comprueba el armado en un plano $7\varnothing 32$:

$$s = \frac{500 - 2 \times (30 + 10 + 20 + 1,2 \times (\frac{32}{2} + 32) + 10 + 20 + 1,2 \times (\frac{32}{2} + \frac{32}{2}))}{4} = 32 \text{ mm} \geq 32 \text{ mm}, \text{ cumple la separación neta.}$$

Debido a contar con un cerco interior y adaptarse a los requisitos presentes en la armadura de tracción (permitir el correcto hormigonado y poder insertar el vibrador), el espacio libre resultante del divisor de la ecuación anterior se fraccionará entre cuatro separaciones.

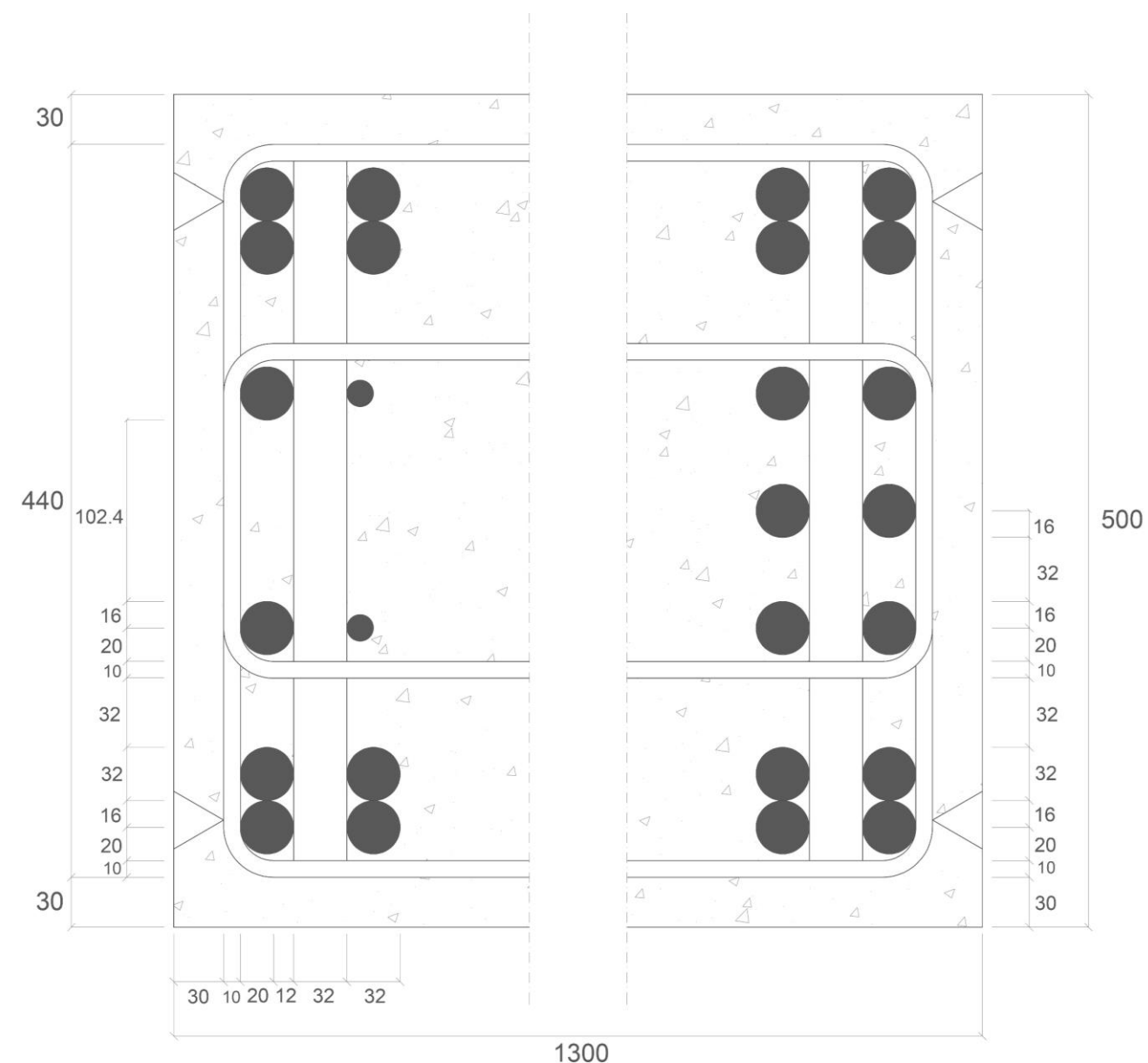


Fig. 148. Esquema del armado sección C-C'. Unidades en milímetros.

CONCLUSIONES

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

ESTRUCTURALES

Ya concluido el análisis estructural, mencionar dos cuestiones a cerca del modelo. El primero de ellos consiste en optar por materializar el modelo a partir de elementos finitos en dos dimensiones. De esta forma se tendrían en cuenta con mayor exactitud las áreas traccionadas y comprimidas al contar con los radios de las curvaturas presentes en el pórtico. En segundo lugar, que el estudio se ha llevado a cabo en base a la diferenciación de ambas actuaciones que definen en la actualidad la Grada de Preferencia:

1. Grada del Voladizo o tercer anillo (1975).
2. Grada baja y segundo anillo (1980).

El análisis se plantea desde este punto de vista atendiendo a que ambas actuaciones no cuentan con el mismo número de pórticos, además, en imágenes se puede observar como no llegan alinearse (al menos los pórticos que constituyen los extremos) (fig.149). De esta forma se ha preferido observar el comportamiento de ambos graderíos por separado.

Es lógico que entre ambos graderíos se ejecutase un arriostramiento horizontal, sobre todo teniendo en cuenta los diagramas de tensiones y deformaciones (fig. 150). Si se contemplan los gráficos mencionados, se observa como una de las secciones más desfavorables es la que define el arranque de del segundo anillo (fig. 151 y 152). Al no haberse contemplado ningún arriostramiento entre ambas actuaciones, el voladizo que presenta el segundo graderío actúa sobre el resto de la estructura deformándola mayoritariamente en el plano vertical. Esta deformación deriva en la aparición de tensiones excesivas en la zona del arranque del voladizo (sección C-C'), traccionando las fibras opuestas al voladizo y comprimiendo las contrarias.

Por las razones anteriores es más que un supuesto el que se ejecutase en el proyecto original el arriostramiento entre ambas gradas, atendiendo en especial al de dicha área de la sección. Al contemplar dos modelos diferentes, las solicitaciones son mucho mayores, lo que ha derivado en efectuar un sobredimensionado en los cálculos anteriores. Un claro ejemplo es el de la sección C, con un armado a compresión de $7\text{Ø}32+1\text{Ø}32$ c/100+ $7\text{Ø}32$ y a tracción de $6\text{Ø}32+1\text{Ø}32$ c/100+ ($4\text{Ø}32 + 2\text{Ø}16$). A continuación se analiza la cantidad de acero que supondría poner en práctica este resultado

| Ø | ÁREA POR BARRA (mm ²) | Nº DE BARRAS | ÁREA TOTAL (mm ²) | Volumen de acero por metro (mm ³) |
|----|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|---|
| 16 | 201,062 | 2 | 402,124 | 19 704 069 |
| 32 | 804,248 | 24 | 19 301,945 | |

Como se puede observar en la tabla anterior, por cada metro de longitud de estructura sería necesario emplear un total de 0,02 m³ de acero. Contemplando que la densidad del acero empleado sea 7,85g/cm³, se estaría disponiendo por metro cúbico un total de 154,677 Kg de acero. Se concluye que la materialización de esta disposición de armaduras es inviable económica y medioambientalmente (las emisiones de gases nocivos alcanzarían niveles inconcebibles para una construcción actual), y por lo tanto, se reincide en el hecho de que este sobredimensionado surge del no arriostramiento de la grada.

A continuación, se partirá de una semejanza entre las deformaciones reales y las obtenidas a partir del cálculo, presentándose una flecha máxima de 7,49 centímetros en el voladizo del segundo anillo (fig. 153). La propia inclinación de la grada haría que esta deformación vertical pasara prácticamente desapercibida para los aficionados situados sobre ella. Respecto a los que se localizan en el nivel inferior, esta deformación no supondría ninguna alteración a su bienestar y disfrute del espectáculo. Asimismo, al tratarse de un voladizo que no cuenta con paramentos en su nivel inferior conformando un espacio interior, el desplazamiento vertical no altera la colocación de ningún otro tipo de subestructura como carpinterías.

Por otro lado, se debería de tener en cuenta que las deformaciones se verían aumentadas por la acción de los aficionados saltando, ya sea celebrando los goles o simplemente alentando al equipo local. De esta forma, se da lugar a la aparición de vibraciones, que, en caso de que tuviera lugar una sincronización entre los aficionados, se podrían alcanzar frecuencias fundamentales que pondrían en riesgo la seguridad de los aficionados. Han sido llamativos casos como lo sucedido recientemente en el Commerzbank-Arena, en Alemania (el estadio del Eintracht de Frankfurt), o el temblor del Estadio Alberto J. Armando, más conocido como La Bombonera (estadio del Club Atlético Boca Juniors).



Fig. 149. Encuentro entre ambas gradas.

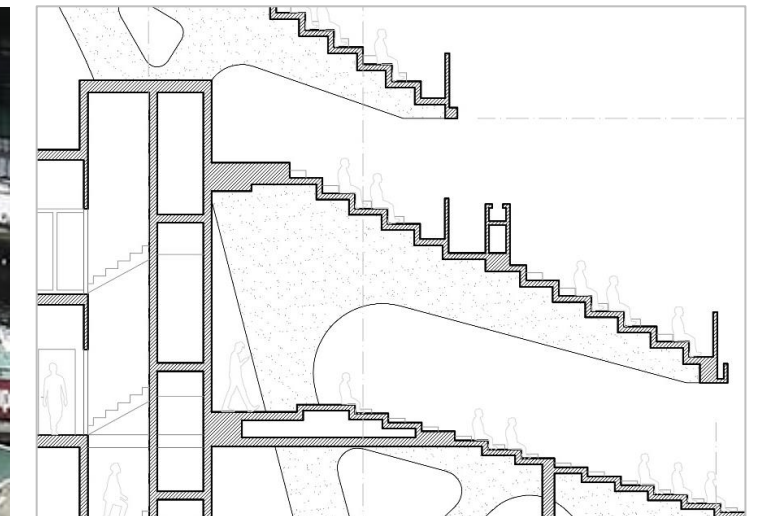


Fig. 150. Sección Grada de Preferencia. Arriostramiento entre actuaciones.

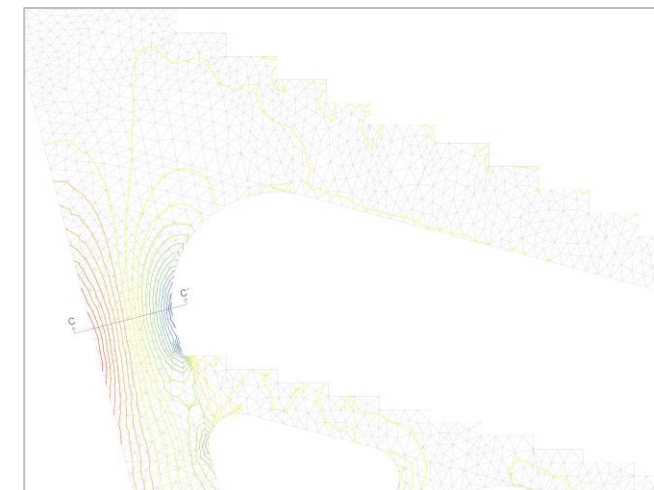


Fig. 151. Tensiones Sy arranque Segundo anillo.

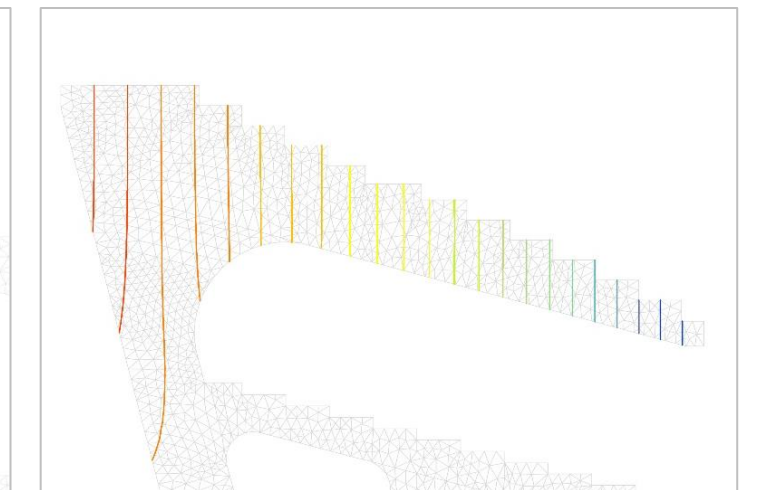


Fig. 152. Deformaciones Dz arranque Segundo anillo.

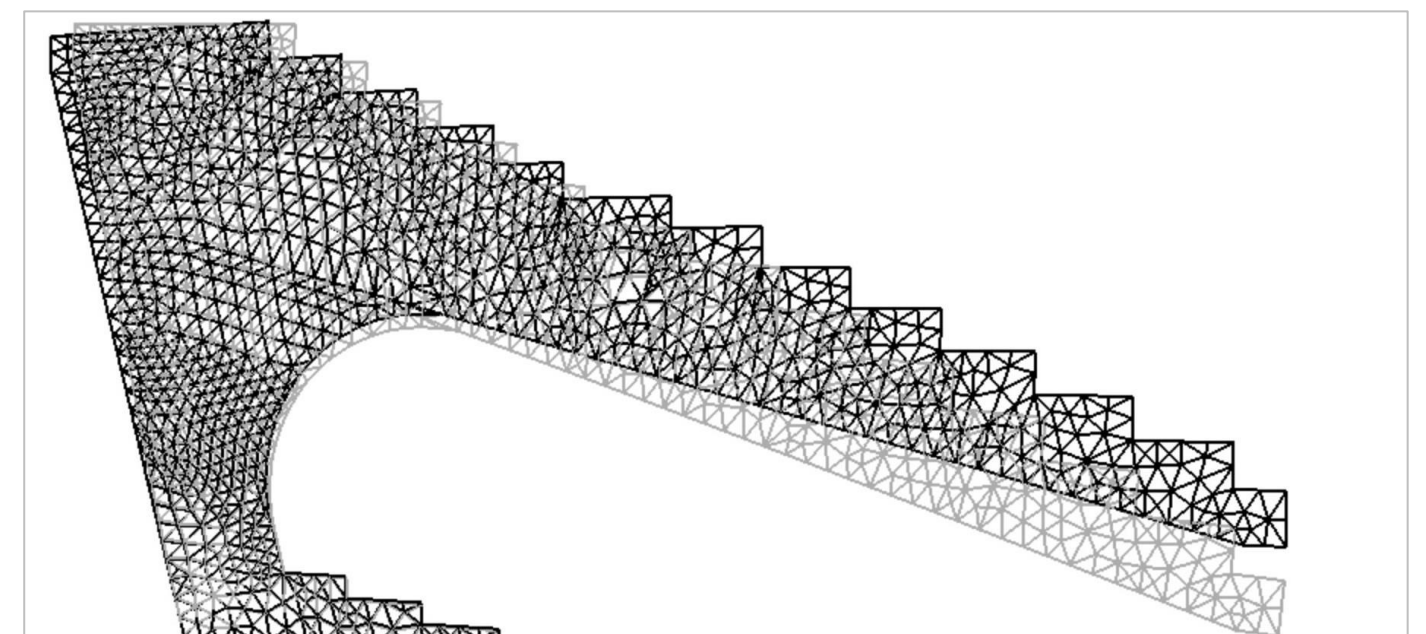


Fig. 153. Deformación del voladizo del segundo anillo. Deformación representada al 2000%.

CONCLUSIONES

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

VINCULADAS A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible pretenden, a partir de la manifestación de un compromiso por parte de la sociedad, impulsar una serie de iniciativas que favorezcan y luchen por el bienestar social y global, fomentando la igualdad y la armonía en todos los ámbitos. Tras un análisis preliminar de la influencia que ejercen los ODS sobre este Trabajo Final de Grado, y, una vez realizado dicho trabajo académico, se lleva a cabo una posterior reflexión acerca de mencionada influencia. De esta reflexión derivan una serie de divergencias.

En primer lugar, el mundo deportivo es capaz de englobar multitud de cuestiones afines a cualquier ámbito, sin embargo, la relevancia recae sobre la intensidad de dicha relación o trascendencia. De esta forma, se proyectó de manera gráfica, la influencia de cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con todas las acciones que comprende la construcción de un estadio de fútbol (fig. 105). A partir del gráfico, se observa como los objetivos vinculados en mayor medida a cuestiones sociales y educativas, como “fin de la pobreza”, “hambre cero” o “educación de calidad”, adquieren escasa relevancia frente al tema tratado.

Tras la realización del proyecto, se concluye que otros objetivos que engloba la educación social, en concreto “igualdad de género” y “reducción de las desigualdades”, no han sido abordados desde ningún punto de vista a lo largo del trabajo. Actualmente, en el ámbito deportivo se ha impulsado el fútbol femenino a partir de diversos factores como: la creación y crecimiento de muchas entidades que apuestan por una mejor formación, un creciente apoyo de los medios de comunicación, o por parte de las federaciones de fútbol, promover la profesionalización con mejoras salariales que permitan la dedicación exclusiva.

Sin embargo, atendiendo a los cargos en el sector administrativo, el involucramiento de la mujer cuenta con un crecimiento casi imperceptible. Hoy en día, ninguna mujer preside club alguno de Primera División masculina, y solo dos presiden clubes de Segunda División (Amaia Gorostiza el S.D. Eibar, y Victoria Pavón el C.D. Leganés). A partir de lo expuesto con anterioridad, se deduce que, a pesar de un constante crecimiento del fútbol femenino y el auge de la implicación de la mujer en los ámbitos administrativos, lograr la igualdad requiere de mayores inversiones y oportunidades. Estas oportunidades arduamente podrán materializarse a partir del diseño y construcción de un estadio de fútbol.

Por otro lado, en lo extenso del trabajo se han tratado con mayor relevancia que la prevista aspectos más relacionados con la economía y producción. Se trata de objetivos en concreto como “el trabajo decente y crecimiento económico” y “producción y consumo responsables”. Respecto al objetivo “el trabajo decente y crecimiento económico”, con anterioridad a la realización del trabajo se afirma que el auge económico, por parte de un estadio de fútbol, únicamente correspondía a lo días de partido. En contraposición a lo mencionado anteriormente, el proyecto del Nuevo Estadio concibe el feudo futbolístico como un espacio funcional diariamente, globalizando la multitud de servicios de un estadio. De esta forma se logra un mayor impulso económico generando ingresos de manera constante. De dicha acción deriva la necesidad de contar con un mayor número de trabajadores, promoviendo, a su vez, la generación de empleo.

Asimismo, en cuanto a “producción y consumo responsables”, la realización del proyecto supondría unos costes de producción elevados para tener en cuenta tanto en el ámbito económico como en el medioambiental. Claro ejemplo de lo expuesto es el proyecto promovido por Manuel Ruiz de Lopera en 1997, al derribar una grada con una longevidad menor a las dos décadas.

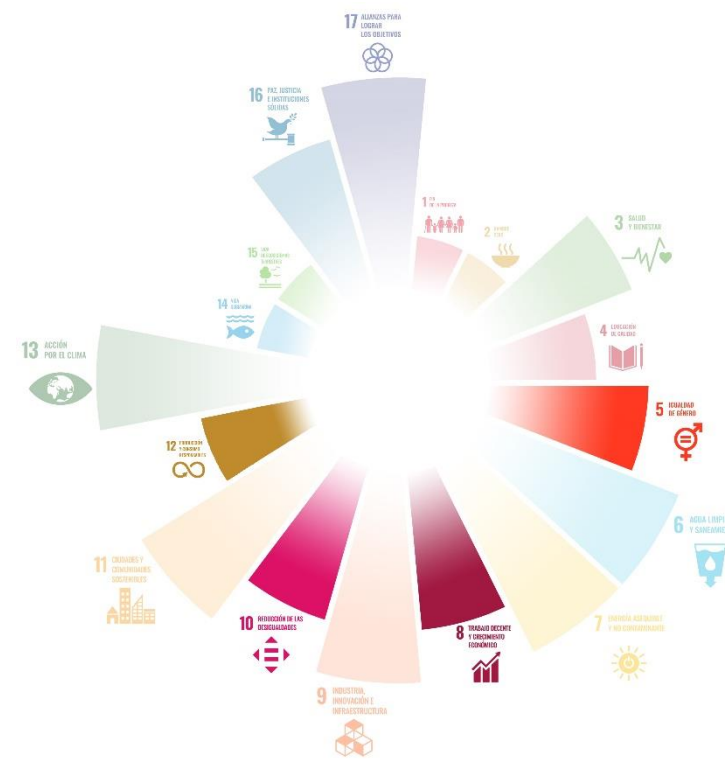


Fig. 154. Gráfico estudio previo Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Hoy en día, la ejecución de una infraestructura de tal envergadura partiendo de cero sería una medida más que polémica por todo el impacto antropogénico que supondría. Es necesario poner en valor acciones de rehabilitación y mantenimiento que presenten un respeto por el medioambiente, preservando de esta forma las construcciones existentes. Finalmente, se concluye que el factor de la producción debe adquirir una mayor relevancia en lo que respecta a la construcción de un estadio de fútbol, al ser necesaria una concepción responsable de ésta.

A continuación, se muestra gráficamente el estudio expuesto con anterioridad entre los distintos Objetivos de Desarrollo Sostenible y la influencia de éstos sobre el tratado trabajo académico. Dicho gráfico expone la repercusión de éstos una vez desarrollado el trabajo de investigación:

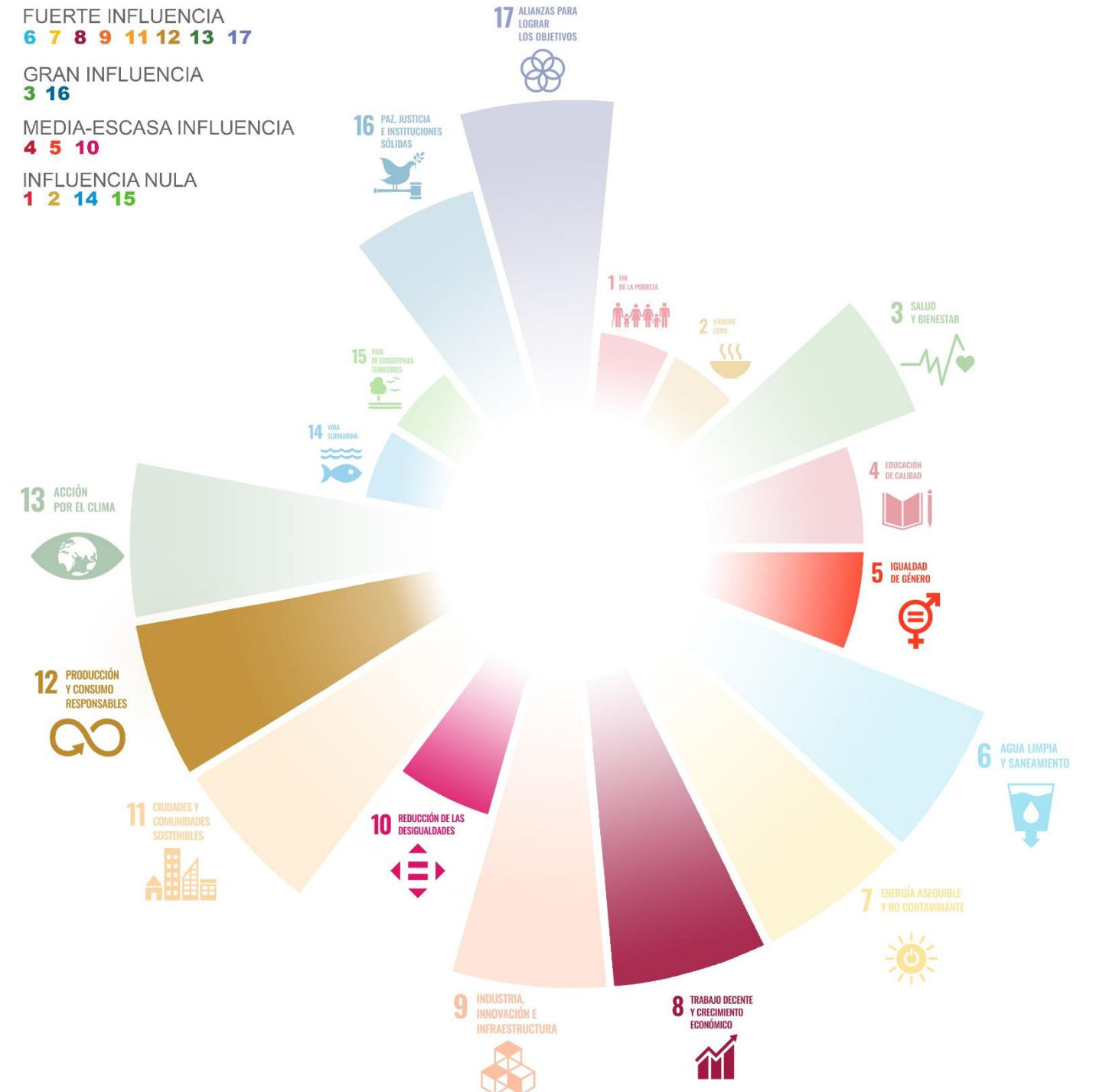


Fig. 155. Gráfico tras reflexión Objetivos de Desarrollo Sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLOGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

- ABC (1992). "Historia viva del Real Betis Balompié". ABC, Madrid.
- Aguilar, R. (2012). "El manquepierda, una filosofía de vida: Una historia del Real Betis Balompié, contada por sus béticos". Ediciones Alfar. 1982-2012.
- Añino, E. (2012). "Tras las huellas del Balompié. Terrenos de juego: Prados San Sebastián, Santa Justa y otros". Historia del Real Betis. <<https://www.manquepierda.com/historiarealbetis/tras-las-huellas-del-balompie-prado-de-san-sebastian-2/>> (acceso el 14 de marzo de 2023).
- Arrechea, F. (2013). "¿Cuándo se creó el Sevilla F.C.?". Cuadernos de Fútbol. <<http://www.cihefe.es/cuadernosdefutbol/2013/03/%c2%bfcuando-se-creo-el-sevilla-fc/>> (acceso el 15 de agosto de 2022).
- Ball, P. (2003). "Morbo: The Story of Spanish Football". WSC Books Limited, 38-59.
- Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes (s. f.). "La invasión árabe. Los árabes y el elemento árabe en español". Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. <https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/la-invasin-rabe-los-rabes-y-el-elemento-rabe-en-espao-0/html/00b64db8-82b2-11df-acc7-002185ce6064_2.html> (acceso el 6 de febrero de 2023).
- Blanco, A. (1992). "La Sevilla antigua". Historia de Sevilla. Francisco Morales Padrón (Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla), 19-86.
- Borrego, Á. (2023, 7 marzo). "Los detalles del nuevo estadio del Betis: reformas, nueva grada, cambio de nombre y mudanza a La Cartuja". ElDesmarque Sevilla. <<https://www.eldesmarque.com/sevilla/real-betis/1335435-los-detalles-del-nuevo-estadio-del-betis-reformas-nueva-grad-a-cambio-de-nombre-y-mudanza-a-la-cartuja>> (acceso el 18 de abril de 2023).
- Broder, A. et. al. (2014). "La inversión extranjera en la minería española". Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 7-22, 91-97.
- Cabrero, J. J. (s. f.). "El Stadium de la Exposición". <<http://exposicioniberoamericanadesevilla1929.blogspot.com/2011/05/el-stadium-de-la-exposicion.html>> (acceso el 14 de marzo de 2023).
- Castro, J. (2004). "Primeros pasos del foot-ball sevillano, 1890-1915". Punto Rojo Libros.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (2012). "Estadios - Sede". Informes de la Construcción, 26-27. <<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/download/2207/2526/2966>> (acceso el 13 de mayo de 2023).
- De Soto, A. Q. F. (2015). "Goles y banderas: Fútbol e identidades nacionales en España". Marcial Pons Historia.
- Del Castillo, A. (2019). "Vista aérea de Heliópolis 1929". Historia del Real Betis. <<https://www.manquepierda.com/historiarealbetis/vista-aerea-heliopolis-1929/>> (acceso el 4 de mayo de 2023).
- Del Castillo, A. (2022). "Obras del Voladizo 1976". Historia del Real Betis. <<https://www.manquepierda.com/historiarealbetis/obras-del-voladizo-1976/>> (acceso el 4 de mayo de 2023).
- Del Pulgar, H. (2003). "Crónica de los Señores Reyes Católicos Don Fernando y Doña Isabel de Castilla y de Aragón. Cap. LXX LXXII LXXVII". Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. (Reproducción digital del microfilm de la edición original de Valencia, Imp. de Benito Monfort, 1780). <<https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/cronica-de-los-senores-reyes-catolicos-don-fernando-y-dona-isabel-de-castilla-y-de-aragon--2/html/>> (acceso el 6 de febrero de 2023).
- FCF | Història i Presidents (s. f.). Federació Catalana de Futbol. <<https://www.fcf.cat/historia>> (acceso el 15 de agosto de 2022).
- Fernández, A. (2011, 18 enero). "1890: el origen del fútbol sevillano y sus clubes". Cuadernos de Fútbol. <<https://www.cihefe.es/cuadernosdefutbol/2011/01/1890-el-origen-del-futbol-sevillano-y-sus-clubes/>> (acceso el 15 de agosto de 2022).
- Flórez, A. (2016, 24 octubre). "Sevilla no tiene ningún referente para sentirse vinculada sentimentalmente a Julio César". ABC de Sevilla. <https://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-sevilla-no-tiene-ningun-referente-para-sentirse-vinculada-sentimentalmente-julio-cesar-201610232121_noticia.html#:~:text=El%20C3%BAnico%20nombre%20oficial%20fue,sentimentalmente%20vinculados%20BB%20a%20Julio%20C3%A9sar.>> (acceso el 6 de febrero de 2023).
- Hernández, D. (2017, 23 abril). "Vándalos: El reino pirata que sometió Europa por mar". La Razón. <<https://www.larazon.es/cultura/vandalos-el-reino-pirata-que-sometio-europa-por-mar-IF15012390/>> (acceso el 6 de febrero de 2023).
- INE (2022). "Viajeros y pernoctaciones por puntos turísticos". Instituto Nacional de Estadística <<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2078>> (acceso el 6 de febrero de 2023).
- Mirallas, J.A. (2004). "Fútbol. Antecedentes históricos". IdeaSporTraining. <<https://www.mirallas.org/antecedentes-historicos-2004/>> (acceso el 8 de agosto de 2022).
- Morán, M. A. (2016, 7 junio). "La nueva grada de Gol Sur debe estar finalizada en agosto de 2017". Marca.com. <<https://www.marca.com/futbol/betis/2016/06/07/5756d2bfe5fdeaad518b464f.html>> (acceso el 16 de marzo de 2023).
- Neira, A. (1997, 21 octubre). "Lopera anuncia la construcción de un nuevo estadio para el Betis". El País. <https://elpais.com/diario/1997/10/22/deportes/877471209_850215.html> (acceso el 16 de marzo de 2023).
- Pérez, C. & Torrebadella X. (2020). "El nacimiento del fútbol en España: ¿cómo se entrenaba y cómo se jugaba? 1ª Parte (1899-1920)". Recorde: Revista de História do Esporte, vol. 13. <<https://revistas.ufrj.br/index.php/Recorde/article/view/35493/19617>> (acceso el 11 de agosto de 2022).
- Pontevedra, S. R., & Pontevedra, S. R. (2015, 7 abril). "El fútbol llegó a Riotinto...o a Vigo". El País. <<https://elpais.com/ccaa/2015/04/07/galicia/49.html>> (acceso el 11 de agosto de 2022).
- Real Betis Balompié (2016). "Comienza la fase de construcción del nuevo Gol Sur". Real Betis Balompié. <<https://www.realbetisbalompie.es/noticias/primer-equipo/comienza-la-fase-de-construccion-del-nuevo-gol-sur-7561>> (acceso el 14 de mayo de 2023).
- Real Betis Balompié (2023 a). "El Real Betis convoca un concurso internacional de arquitectura para el proyecto del Nuevo Estadio". Real Betis Balompié. <<https://www.realbetisbalompie.es/noticias/actualidad/el-real-betis-convoca-un-concurso-internacional-de-arquitectura-para-el-proyecto-del-nuevo-estadio-2>> (acceso el 12 de abril de 2023).
- Real Betis Balompié (2023 b). "El Real Betis ha recibido 30 propuestas para el concurso internacional del Nuevo Estadio". Real Betis Balompié. <<https://www.realbetisbalompie.es/noticias/actualidad/el-real-betis-ha-recibido-30-propuestas-para-el-concurso-internacional-del-nuevo-estadio-28860>> (acceso el 12 de abril de 2023).
- Real Betis Balompié (s. f.). "LA HISTORIA". Real Betis Balompié. <<https://www.realbetisbalompie.es/club/la-historia/>> (acceso el 23 de enero de 2023).
- Real Club Recreativo de Huelva (2020). "Inicios de la práctica del fútbol en la provincia de Huelva (1874 – 1889)". Real Club Recreativo de Huelva. <<https://recreativohuelva.com/inicios-de-la-practica-del-futbol-en-la-provincia-de-huelva-1874-1889/>> (acceso el 9 de agosto de 2022).
- Rina Simón, César (2018). "Proyección exterior, hispanoamericanismo y regeneración nacional en la península Ibérica en el siglo XIX". Historia mexicana, vol. 67(4). <<https://doi.org/10.24201/hm.v67i4.3565>> (acceso el 8 de agosto de 2022).
- Rodríguez, M. (1982 a). "Historia del Real Betis Balompié: Vol. I". Biblioteca de Ediciones Andaluzas.
- Rodríguez, M. (1982 b). "Historia del Real Betis Balompié: Vol. II". Biblioteca de Ediciones Andaluzas.
- Rodríguez, M. (1982 c). "Historia del Real Betis Balompié: Vol. III". Biblioteca de Ediciones Andaluzas.
- Ruiz, M. (2019). "El gol Sur de Heliópolis". Aparejadores, vol. 85, 6-17. <<https://www.riarte.es/bitstream/handle/20.500.12251/1422/Aparejadores%20085%20OCT-19.%20pp.%206-17.%20El%20gol%20Sur%20de%20Heli%C3%B3polis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> (acceso el 14 de mayo de 2023).

BIBLIOGRAFÍA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

Sánchez-Moliní, L. (2021, 14 marzo). "La ciudad de Tartessos era Sevilla". Diario de Sevilla. <https://www.diariodesevilla.es/rastrodela fama/ciudad-Tartessos-Sevilla_0_1555345353.htm> (acceso el 6 de febrero de 2023).

Sevilla Fútbol Club (2020). "130 AÑOS DEL PRIMER PARTIDO DE FÚTBOL EN ESPAÑA". Sevilla Fútbol Club. <<https://www.sevillafc.es/actualidad/noticias/130-anos-primer-partido-futbol-espana>> (acceso el 24 de agosto de 2022).

SV60 CORDON & LIÑAN ARQUITECTOS (s.f.). "Estadio de Fútbol del Real Betis Balompié" <<https://www.agcordon.com/es/proyectos/estadio-de-futbol-real-betis-balompie/>> (acceso el 13 de mayo de 2023).

Torvisco, A. (2023, 7 marzo). "El Betis revela los detalles del proyecto «Nuevo Estadio»". Estadio Deportivo. <<https://www.estadiodeportivo.com/futbol/betis/betis-revela-los-detalles-del-proyecto-nuevo-estadio-20230307-414723.htm>> (acceso el 18 de abril de 2023).

Universidad de Sevilla (s.f.). "La población de Sevilla en el siglo XVI". Universidad de Sevilla. <<https://personal.us.es/alporu/histsevilla/poblacion.htm>> (acceso el 6 de febrero de 2023).

Zancarrón, J. A. (2011). "Jose M.^a Miró y la fundación en 1908 del Sevilla Football Club". Cuadernos de Fútbol. <<https://www.cihefe.es/cuadernosdefutbol/2011/04/jose-m%C2%AA-miro-y-la-fundacion-en-1908-del-sevilla-football-club/>> (acceso el 24 de agosto de 2022).

ÍNDICE DE FIGURAS

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Publicación en el periódico local <i>La Provincia</i> fechada el 20/12/1889. (Real Club Recreativo de Huelva). | 8 |
| Fig. 2. Primeras instantáneas del Huelva Recreation Club. Plantilla posando con la Copa Seamen´s en 1906. (Real Club Recreativo de Huelva)..... | 8 |
| Fig. 3. Trabajadores de la <i>Eastern Telegraph Company</i> e integrantes del Exiles English Club de Vigo. 1903. (Wikimedia Commons)..... | 8 |
| Fig. 4. Fragmento <i>The Dundee Courier and Argus</i> . Edición 17 de marzo de 1890. (El Desmarque). | 9 |
| Fig. 5. Partido entre el Club de Football de Sevilla y el Huelva Recreation Club el 8 de marzo de 1890. (Sevilla Fútbol Club). | 9 |
| Fig. 6. Carta publicada en el diario <i>La Provincia</i> el 28 de febrero de 1890. (Wikimedia Commons). | 9 |
| Fig. 7. Escudo del Sevilla Balompié. (Wikimedia Commons). | 10 |
| Fig. 8. Escudo del Sevilla Football Club. (Wikimedia Commons)..... | 10 |
| Fig. 9. Escudo del Betis Football Club. (Manquepierda.com). | 10 |
| Fig. 10. El Sevilla Balompié antes de la fusión (1913). (Wikimedia Commons)..... | 10 |
| Fig. 11. Escudo del Real Betis Football Club. (La Futbolteca. Enciclopedia del Fútbol Español). | 10 |
| Fig. 12. El Betis Football Club antes de la fusión (1912). (Manquepierda.com)..... | 10 |
| Fig. 13. Escudo del Real Betis Balompié. (Wikimedia Commons). | 10 |
| Fig. 14. Anuncio publicado en el <i>El Liberal</i> el 13 de diciembre de 1924. (Creative Commons)..... | 11 |
| Fig. 15. Alineación Real Betis Balompié en el Reina Victoria. 3 de octubre de 1926. (Manquepierda.com). | 11 |
| Fig. 16. Capitanes y trío arbitral. Final Campeonato de Andalucía 1928. (Manquepierda.com). | 11 |
| Fig. 17. Ilustraciones publicadas por el <i>Mundo Deportivo</i> de Barcelona el día previo a la final del Campeonato de España de 1931. (Manquepierda.com). | 11 |
| Fig. 18. Alineación final de Copa contra el Athletic de Bilbao en 1931. (Manquepierda.com)..... | 11 |
| Fig. 19. El Real Betis Balompié recoge en Bilbao la Copa de Campeón de Liga. (Manquepierda.com). | 12 |
| Fig. 20. Monumento a los campeones de liga de Primera División. (Wikimedia Commons)..... | 12 |
| Fig. 21. Encuentro entre el Real Betis Balompié y el Zaragoza. Victoria bética que conllevó el ascenso matemático. (Manquepierda.com). | 12 |
| Fig. 22. Clasificación tras la última jornada de la temporada 1946/47. (Manquepierda.com). | 12 |
| Fig. 23. Afición bética con pancarta que hace referencia al lema del « <i>manque pierda</i> ». (Manquepierda.com)..... | 12 |
| Fig. 24. Benito Villamarín Prieto. (Manquepierda.com). | 12 |
| Fig. 25. Afición bética celebra el Campeonato de Segunda División en Heliópolis. 1 de junio de 1958. (Manquepierda.com). | 13 |
| Fig. 26. Celebración de la afición bética al lograr el ascenso matemático. 18 de mayo de 1958. (Manquepierda.com). | 13 |
| Fig. 27. Alineación del Real Betis Balompié en la inauguración del Sánchez Pizjuán. 21 de septiembre de 1958. (Manquepierda.com). | 13 |
| Fig. 28. Arriba Esnaola, Bizcocho, Biosca, Sabaté, López y Cobo; abajo García Soriano, Muhren, Ladinszky, Cardeñosa y Anzarda. 17 de octubre de 1976. (Manquepierda.com)..... | 13 |
| Fig. 29. Esnaola detiene el último penalti y el Real Betis Balompié es campeón. Los aficionados suben a hombros al guardameta guipuzcoano. (Manquepierda.com). | 13 |
| Fig. 30. Rogelio levanta el trofeo sobre el césped del Calderón. (Manquepierda.com). | 13 |
| Fig. 31. Juan Manuel Cobo levanta la Copa otorgada por Su Majestad el Rey. (Manquepierda.com)..... | 14 |
| Fig. 32. El 7 de mayo de 1978 el Betis derrota 1-0 a la Real Sociedad en el Villamarín. Victoria inservible que no evita el descenso en la última jornada. (Manquepierda.com)..... | 14 |
| Fig. 33. Manuel Ruiz de Lopera en el Hotel Colón durante las negociaciones para hacer efectiva la conversión en S.A.D. (Manquepierda.com). | 14 |
| Fig. 34. El delantero bético Alfonso dispara a puerta ante la oposición de Abelardo. Sería el primer gol del partido. (Manquepierda.com). | 14 |
| Fig. 35. Celebración con la Copa en el balcón del Ayuntamiento de Sevilla. (Manquepierda.com)..... | 14 |
| Fig. 36. El 11 de junio de 2005 el Betis vence 2-1 al Osasuna en el Calderón en el partido final de la Copa. Celebración de Dani tras anotar el segundo tanto en el minuto 115. (Manquepierda.com)..... | 14 |
| Fig. 37. Festejo tras derrotar al Tenerife en el Villamarín por 3-1. Victoria que certificaba prácticamente el ascenso a Primera División. 11 de mayo de 2011. (Manquepierda.com). | 15 |
| Fig. 38. Jugadores abatidos tras un descenso ya consumado. Finalización de la última jornada saldada con derrota. (EFE). | 15 |
| Fig. 39. Ángel Haro García y José Miguel López Catalán ganan la Junta Extraordinaria de Accionistas con un 27,4% frente al 25,9% de sus adversarios. 23 de septiembre de 2015. (El Decano Deportivo). | 15 |
| Fig. 40. Real Betis Balompié 3-0 AD Alcorcón. Jugadores celebrando el ascenso a Primera División. 24 de mayo de 2015. (Real Betis Balompié)..... | 15 |
| Fig. 41. El Benito Villamarín vacío por las restricciones. Encuentro entre el Real Betis Balompié y el Sevilla FC. 2 de enero de 2021. (Marca). | 15 |
| Fig. 42. El capitán Joaquín Sánchez levanta la Copa del Rey. (Real Betis Balompié)..... | 15 |
| Fig. 43. Río Guadalquivir a su paso por Triana. (Wikimedia Commons). | 16 |
| Fig. 44. Catedral de Sevilla. (Elaboración propia). | 16 |
| Fig. 45. Plaza de España. Obra cumbre del regionalismo andaluz. (Elaboración propia). | 16 |
| Fig. 46. Museo Arqueológico de Sevilla. (Wikimedia Commons)..... | 16 |
| Fig. 47. Puente del Alamillo. Acceso a la Isla de la Cartuja. (Wikimedia Commons)..... | 16 |
| Fig. 48. Esfera bioclimática Expo 92. (Wikimedia Commons). | 16 |
| Fig. 49. El Real Betis Balompié disputa el Campeonato de Andalucía. El encuentro se disputó en el Prado de San Sebastián el 24 de febrero de 1918. (Manquepierda.com). | 17 |
| Fig. 50. Estadio del Patronato Obrero cuyo terreno de juego estaba cercado por las tablas verdes. (Manquepierda.com)..... | 17 |
| Fig. 51. El Patronato Obrero acoge el encuentro entre el Real Betis Balompié y el Málaga CF. Victoria por cuatro goles a cero del conjunto bético. 17 de febrero de 1935. (Manquepierda.com). | 17 |
| Fig. 52. Último partido en el Patronato Obrero contra el Sevilla FC antes de consolidarse como campeones en la siguiente jornada. 21 de abril de 1935. (Manquepierda.com)..... | 17 |
| Fig. 53. Plano Exposición Iberoamericana 1929. (Wikimedia Commons)..... | 17 |
| Fig. 54. El 16 de julio tiene lugar la firma del contrato de arrendamiento. (Manquepierda.com). | 17 |
| Fig. 55. Estadio de la Exposición. 1939. (Manquepierda.com)..... | 18 |
| Fig. 56. Momento de la firma de la compra del estadio en 1961. (EFE). | 18 |
| Fig. 57. La fachada del Benito Villamarín en 1961. (El Desmarque). | 18 |

ÍNDICE DE FIGURAS

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

| | |
|---|----|
| Fig. 58. Presentación grada del voladizo en 1974. (Manquepierda.com)..... | 18 |
| Fig. 59. Gol Norte y Tribuna de fondo finalizadas. Gol sur antes de ser derribado en 2016. (ABC Sevilla)..... | 18 |
| Fig. 60. Gol Sur finalizado junto a una renovación estética del resto de graderíos. (Elaboración propia)..... | 18 |
| Fig. 61. Visualización virtual del proyecto Nuevo Estadio. Ilustración empleada para hacer oficial la convocatoria del concurso internacional de arquitectura para el mencionado proyecto. (Real Betis Balompié)..... | 19 |
| Fig. 62. Fotografía de la maqueta del proyecto de Antonio González Cordón. Perspectiva aérea del interior. (SV60 CORDÓN & LIÑÁN ARQUITECTOS)..... | 20 |
| Fig. 63. Fotografía de la maqueta del proyecto de Antonio González Cordón. Perspectiva del exterior del estadio. (SV60 CORDÓN & LIÑÁN ARQUITECTOS)..... | 20 |
| Fig. 64. Panorámica del Estadio Benito Villamarín en 2007. (Wikimedia Commons)..... | 20 |
| Fig. 65. Perspectiva del Gol Sur en su unión con la Tribuna de Fondo desde el exterior. (Elaboración propia)..... | 20 |
| Fig. 66. Perspectiva del Gol Sur desde el exterior. (Elaboración propia)..... | 20 |
| Fig. 67. Señalización sobre plano de la Exposición Iberoamericana de 1929 donde se ubica el Estadio de la Exposición. (Edición propia sobre imagen vinculada a Wikimedia Commons)..... | 21 |
| Fig. 68. Perspectiva aérea de Heliópolis en 1929. El Estadio de la Exposición se sitúa en el margen superior derecho. (Manquepierda.com)..... | 21 |
| Fig. 69. Publicación anunciando las distintas tipologías edificatorias con sus respectivos precios de alquiler. (Manquepierda.com)..... | 21 |
| Fig. 70. Entorno urbano próximo al Benito Villamarín. 2010. (El Decano Deportivo)..... | 21 |
| Fig. 71. Emplazamiento en construcción del Wanda Metropolitano en la periferia urbana de Madrid. (Atlético de Madrid)..... | 21 |
| Fig. 72. Inicio de las obras de cimentación de la grada del Voladizo. (Manquepierda.com)..... | 22 |
| Fig. 73. Retiro de las torres de iluminación innecesarias tras la construcción del Voladizo. (Manquepierda.com)..... | 22 |
| Fig. 74. Obras del Voladizo durante el encuentro entre el Real Betis Balompié y el Racing. Jornada 30 del Campeonato de Liga de Primera División. 11 de abril de 1976. (Manquepierda.com)..... | 22 |
| Fig. 75. Construcción del nivel superior de los pórticos que conforman el graderío. (Manquepierda.com)..... | 22 |
| Fig. 76. Derribo de los últimos vestigios del Estadio de la Exposición de 1929. 10 de julio de 1980. (Manquepierda.com)..... | 22 |
| Fig. 77. Estado actual de la Tribuna de Preferencia. (Elaboración propia)..... | 22 |
| Fig. 78. Sección transversal Tribuna de Preferencia. E: 1/150. (Elaboración propia sobre base del informe-recopilación de los estadios del Mundial 82 del CSIC)..... | 23 |
| Fig. 79. Tribuna de Fondo. Proyecto de Florentino del Valle de 1980. (Manquepierda.com)..... | 24 |
| Fig. 80. Derribo del Gol Norte. 14 de abril de 1998. (ABC Sevilla)..... | 24 |
| Fig. 81. Inicio de las obras de cimentación tras el derribo del Gol Norte y la Tribuna de Fondo. Verano de 1998. (Manquepierda.com)..... | 24 |
| Fig. 82. Construcción Gol Norte y Tribuna de Fondo. Verano de 1998. (Manquepierda.com)..... | 24 |
| Fig. 83. Se emplea por primera vez el tercer anillo de las localidades del Gol Norte y de la Tribuna de Fondo. Jornada 24 del campeonato liguero de Primera División. 13 de febrero de 2000. (Manquepierda.com)..... | 24 |
| Fig. 84. Estado actual de la Tribuna de Fondo (Elaboración propia)..... | 24 |
| Fig. 85. Detalle del encuentro de la viga de coronación con la cubierta. E: 1/60. (Elaboración propia sobre base de Documentación del proyecto)..... | 24 |
| Fig. 86. Planta Estadio Benito Villamarín acorde al proyecto original de Antonio González Cordón. E: 1/750. (Elaboración propia sobre base de Documentación del proyecto)..... | 25 |
| Fig. 87. Sección transversal tipo Tribuna de Fondo y Gol Norte acorde al proyecto original de González Cordón. E: 1/175. (Elaboración propia sobre base de Documentación del proyecto)..... | 26 |
| Fig. 88. Estado de la fachada del Gol Sur en mayo de 2016. (Marca)..... | 27 |
| Fig. 89. Trabajos previos a la demolición del Gol Sur. (El Decano Deportivo)..... | 27 |
| Fig. 90. Ejecución del encofrado y posterior vertido del hormigón en el primer nivel del porticado. (Andalucía Información)..... | 27 |
| Fig. 91. Construcción del forjado del primer nivel. (El Desmarque)..... | 27 |
| Fig. 92. Colocación de los paneles GRC. (El Desmarque)..... | 27 |
| Fig. 93. Estado actual fachada Gol Sur. (Elaboración propia)..... | 27 |
| Fig. 94. Sección transversal tipo del actual Gol Sur. E: 1/175. (Elaboración propia sobre base de Documentación del proyecto)..... | 28 |
| Fig. 95. Leyenda cargas permanentes CTE. (Subrayado propio sobre Tabla C.5 del DB-SE-AE)..... | 29 |
| Fig. 96. Leyenda pesos específicos CTE. (Subrayado propio sobre Tabla C.1 del DB-SE-AE)..... | 30 |
| Fig. 97. Leyenda sobrecargas de uso CTE. (Subrayado propio sobre Tabla 3.1 del DB-SE-AE)..... | 30 |
| Fig. 98. Leyenda sobrecarga de nieve CTE. (Subrayado propio sobre Tabla 3.8 del DB-SE-AE)..... | 31 |
| Fig. 99. Leyenda geográfica velocidad del viento CTE. (Subrayado propio sobre Figura D.1 del DB-SE-AE)..... | 31 |
| Fig. 100. Coeficiente corrector velocidad del viento CTE. (Subrayado propio sobre Tabla D.1 del DB-SE-AE)..... | 31 |
| Fig. 101. Coeficientes atendiendo a la clasificación para tipo de entorno CTE. (Subrayado propio sobre Tabla D.2 del DB-SE-AE)..... | 32 |
| Fig. 102. Coeficiente eólico cubierta a un agua CTE. (Subrayado propio sobre Tabla D.5 del DB-SE-AE)..... | 32 |
| Fig. 103. Coeficiente eólico marquesina a un agua CTE. (Subrayado propio sobre Tabla D.10 del DB-SE-AE)..... | 33 |
| Fig. 104. Resumen de cargas que actúan sobre el pórtico. (Elaboración propia)..... | 35 |
| Fig. 105. Axiles. ELU 01 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 36 |
| Fig. 106. Cortantes. ELU 01 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 37 |
| Fig. 107. Flectores. ELU 01 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 38 |
| Fig. 108. Axiles. ELU 07 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 39 |
| Fig. 109. Cortantes. ELU 07 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 40 |
| Fig. 110. Flectores. ELU 07 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 41 |
| Fig. 111. Axiles. ELU 08 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 42 |
| Fig. 112. Cortantes. ELU 08 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 43 |
| Fig. 113. Flectores. ELU 08 sobre cubierta. Unidades en KN. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 44 |
| Fig. 114. Deformada. ELS 01 sobre cubierta. Deformación 500%. Unidades en cm. E: 1 / 75. (Elaboración propia)..... | 45 |
| Fig. 115. Composición cubierta Tribuna de Preferencia. (Elaboración propia)..... | 46 |
| Fig. 116. Extremo de voladizo. Apoyo deslizante en plano Z (Elaboración propia)..... | 46 |

ÍNDICE DE FIGURAS

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL BENITO VILLAMARÍN

| | |
|--|----|
| Fig. 117. Numeración de barras que componen la cubierta y muestra de aquellas que fallan por resistencia, pandeo o deformación. (Elaboración propia) | 46 |
| Fig. 118. Peritación Barra 1 con IPE 300. (Elaboración propia) | 47 |
| Fig. 119. Peritación Barra 1 con IPE. (Elaboración propia)..... | 47 |
| Fig. 120. Peritación Barra 1 con HEB. (Elaboración propia) | 47 |
| Fig. 121. Peritación Barra 2 con perfil cuadrado 12x12cm. (Elaboración propia)..... | 48 |
| Fig. 122. Peritación Barra 2 con perfil cuadrado 15x15cm. (Elaboración propia)..... | 48 |
| Fig. 123. Peritación Barra 2 con 2UPN. (Elaboración propia). | 48 |
| Fig. 124. Peritación Barra 3 con perfil cuadrado 12x12cm. (Elaboración propia)..... | 49 |
| Fig. 125. Peritación Barra 2 con perfil cuadrado 15x15cm. (Elaboración propia)..... | 49 |
| Fig. 126. Peritación Barra 3 con 2UPN. (Elaboración propia) | 49 |
| Fig. 127. Peritación Barra 4 con perfil cuadrado 12x12cm. (Elaboración propia)..... | 49 |
| Fig. 128. Peritación Barra 4 con perfil cuadrado 13x13cm. (Elaboración propia)..... | 49 |
| Fig. 129. Tensiones eje Z (Sx). ELU 01 sobre pórtico. E: 1 / 125. (Elaboración propia)..... | 50 |
| Fig. 130. Tensiones eje Y (Sy). ELU 01 sobre pórtico. E: 1 / 125. (Elaboración propia). | 51 |
| Fig. 131. Desplazamiento eje Y (Dy). ELU 01 sobre pórtico. E: 1 / 125. (Elaboración propia). | 52 |
| Fig. 132. Desplazamiento eje Z (Dz). ELU 01 sobre pórtico. E: 1 / 125. (Elaboración propia). | 53 |
| Fig. 133. Secciones desfavorables Sx. (Elaboración propia). | 54 |
| Fig. 134. Diagrama de tensiones sección A-A'. (Elaboración propia)..... | 54 |
| Fig. 135. Esquema FT. (Elaboración propia). | 54 |
| Fig. 136. Cuantías geométricas mínimas viga (tanto por mil). (Subrayado propio sobre Tabla 9.3 del Código Estructural a partir de M.F., 2008a y M.P., 2021) | 54 |
| Fig. 137. Esquema del armado a tracción 7Ø20. (Elaboración propia)..... | 55 |
| Fig. 138. Esquema FC. (Elaboración propia)..... | 55 |
| Fig. 139. Esquema del armado a compresión 8Ø16. (Elaboración propia). | 56 |
| Fig. 140. Esquema del armado sección A-A'. (Elaboración propia). | 56 |
| Fig. 141. Diagrama de tensiones sección B-B'. (Elaboración propia). | 57 |
| Fig. 142. Esquema del armado a tracción 6Ø25+1Ø25 c/100+6Ø25. (Elaboración propia). | 57 |
| Fig. 143. Esquema del armado a compresión 6Ø20. (Elaboración propia). | 58 |
| Fig. 144. Esquema del armado sección B-B'. (Elaboración propia). | 59 |
| Fig. 145. Secciones desfavorables Sy. (Elaboración propia). | 59 |
| Fig. 146. Diagrama de tensiones sección C-C'. (Elaboración propia). | 59 |
| Fig. 147. Cuantías geométricas mínimas pilar (tanto por mil). (Subrayado propio sobre Tabla 9.3 del Código Estructural a partir de M.F., 2008a y M.P., 2021) | 60 |
| Fig. 148. Esquema del armado sección C-C'. Unidades en milímetros. (Elaboración propia). | 61 |
| Fig. 149. Encuentro entre ambas gradas. (ERRI BERRI Demolición Construcción)..... | 62 |
| Fig. 150. Sección Grada de Preferencia. Arriostamiento entre actuaciones. (Elaboración propia) | 62 |
| Fig. 151. Tensiones Sy arranque Segundo anillo. (Elaboración propia) | 62 |
| Fig. 152. Deformaciones Dz arranque Segundo anillo. (Elaboración propia) | 62 |
| Fig. 153. Deformación del voladizo del segundo anillo. Representación al 2000%. (Elaboración propia) | 62 |
| Fig. 154. Gráfico estudio previo Objetivos de Desarrollo Sostenible (Elaboración propia) | 63 |
| Fig. 155. Gráfico tras reflexión Objetivos de Desarrollo Sostenible. (Elaboración propia) | 63 |