

“PABELLÓN DEPORTIVO IES MARJANA”

TALLER 14 SUPERFICIES ARQUITECTÓNICAS SINGULARES
ANÁLISIS GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO

José Vicente Ramos Avila

Director académico, Francisco Javier Sanchis Sampedro

Curso 2012-13

PFG Científico técnico

Grado en Arquitectura técnica



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

Quiero agradecer a Francisco Javier Sanchis Sampedro director académico del taller 14 Superficies Arquitectónicas Singulares, por darme la oportunidad de haber cursado este presente proyecto en este taller, y por la ayuda recibida durante la elaboración del mismo.

A José M^a Vicente Ruíz de Arcaute, gracias a su colaboración, interés e implicación mostrada desinteresadamente , sin su ayuda este trabajo de investigación no se hubiera podido hacer realidad.

A mi familia, en especial a mis padres por el esfuerzo que han realizado a lo largo de mi vida para que hoy pueda concluir mis estudios.

Y a Miquel por el apoyo recibido en algunos momentos de desanimo, gracias por estar ahí todo este tiempo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Justificación del proyecto	4
1.2 Situación	4
1.3 Entorno urbano y breve historia	5
1.4 Usos del instituto	5
1.5 El arquitecto	6
2. DOCUMENTACIÓN SUPERFICIE	7
2.1 Información de la superficie	8
2.2 Documentación gráfica	9
3. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO	12
3.1 Antecedentes históricos	13
3.2 Inspiración del arquitecto	15
4. ANÁLISIS GEOMÉTRICO	16
4.1 Origen geométrico del cual se forma la cubierta	17
4.2 Trazados generadores	18
5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	20
5.1 Tipo de estructura del Pabellón	21
5.2 Modelización de la estructura	23
5.3 Comparación con otro sistema	24
6. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO	25
6.1 Descripción constructiva	26
6.2 Organización de la obra	33
6.3 Transporte materiales a obra	34
6.4 Proceso constructivo	35
6.5 Documentación fotográfica	37
7. CONCLUSIONES	39
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FOTOGRAFICAS	41



1.INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la época en que vivimos, gracias a los avances de técnicas y la introducción cada vez mayor de nuevos materiales, se ha dado pie a construcciones novedosas, con formas geométricas peculiares, diseños espectaculares, que requieren un mayor análisis para resolver los problemas que puedan surgir.

Es indiscutible la importancia que tiene la cubierta en la edificación, es por ello que este taller me brinda la oportunidad de poder aprender más si cabe sobre superficies que se salen de lo común.

En este proyecto se pretende realizar un estudio pormenorizado de la cubierta del edificio, trataremos de analizar su forma geométrica singular que lo caracteriza, su estabilidad, resistencia, aislamiento, sistema constructivo así como los tipos de materiales utilizados por el Arquitecto autor del proyecto.

El edificio objeto de estudio se encuentra en Valencia en la localidad de Chiva en la calle Daniel Vicente Blasco s/n, se trata del instituto de enseñanza secundaria IES Marjana.

Dado que el instituto tiene varias superficies singulares, nos centraremos solamente en el estudio de una de ellas.

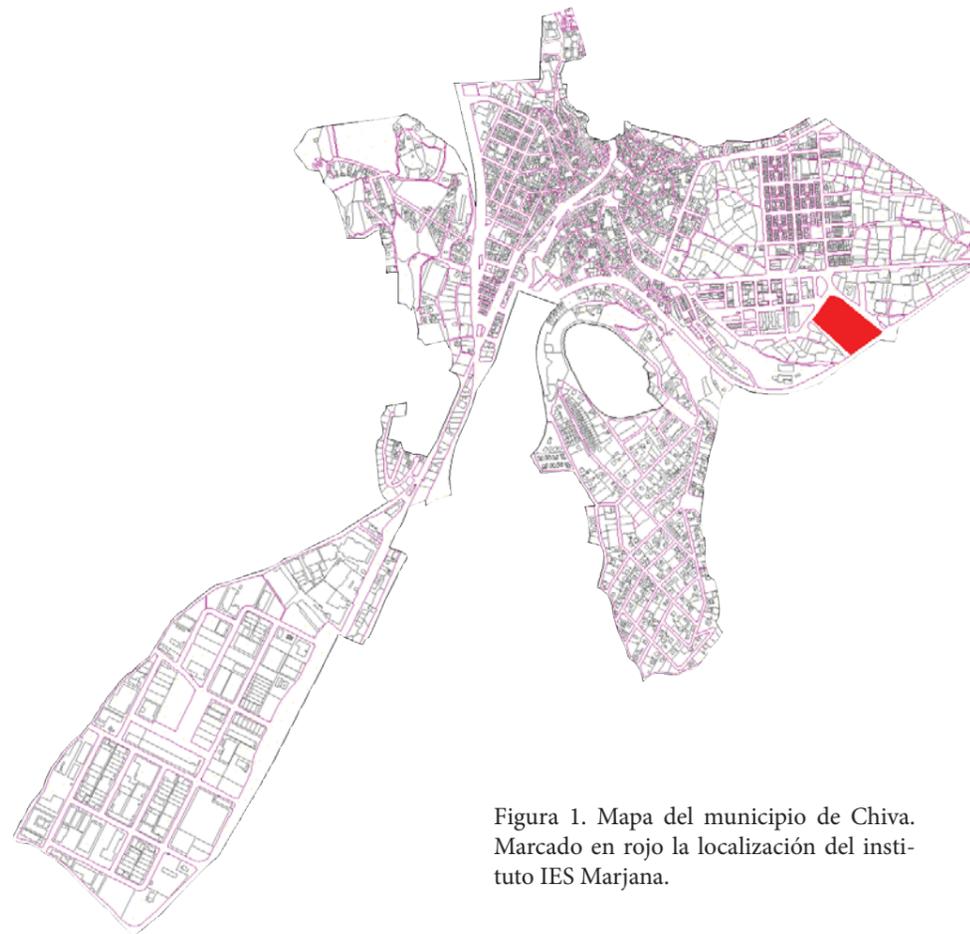


Figura 1. Mapa del municipio de Chiva. Marcado en rojo la localización del instituto IES Marjana.

1.2 SITUACIÓN

Chiva es una villa de aproximadamente unos 15.000 habitantes que pertenece a la comarca de la Hoya de Buñol-Chiva, en la cual en la última década se ha visto aumentada su población significativamente. En su término municipal tiene dieciocho urbanizaciones, en las que muchos de sus habitantes se piensa que no están censados en Chiva, por lo que se intuye que su población es mayor a la realmente registrada.

La localidad se está convirtiendo en una zona residencial, una alternativa a Valencia, por lo que su población está en constante crecimiento, gracias a la buena comunicación existente entre el municipio y la capital, mediante la autovía del mediterráneo A-3 Madrid-Valencia, así como de otras líneas de conexión como pueden ser el tren o el autobús.

Esta localizada hacia el interior de la provincia de Valencia a una altitud del mar de 270m, con una extensión de 178 km², con relieves accidentados y varios barrancos. Su clima se caracteriza por ser mediterráneo, con veranos calurosos e inviernos suaves.

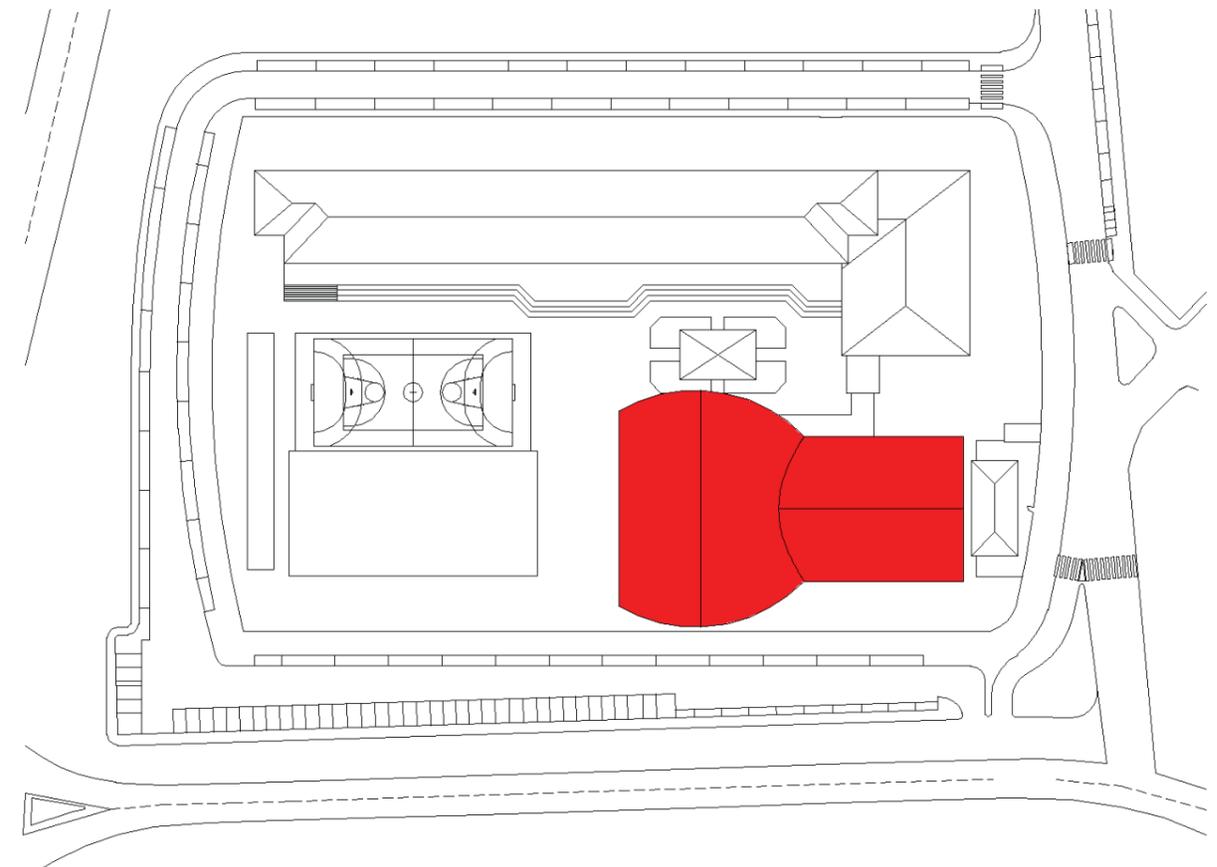


Figura 2. Situación del instituto IES Marjana. Marcado en rojo el edificio a estudiar.

1.3 ENTORNO URBANO Y BREVE HISTORIA

El instituto IES Marjana se sitúa en un espacio urbano relativamente nuevo, el proyecto nace en el año 1998, por aquel entonces se convirtió en una de las primeras construcciones en la zona, con el paso del tiempo y con el “boom” de la construcción de la última década se ha ido poco a poco consolidando en una zona urbana.

Debido a las nuevas implantaciones de los sistemas educativos, una de las novedades más importantes fue el paso del alumnado de los colegios a los institutos a una mayor edad temprana, esto sumado al aumento de población de la localidad, conllevaron a demandar un nuevo instituto que pudiera satisfacer las nuevas necesidades del momento.

El instituto se crea como consecuencia de la unión entre el antiguo Instituto de Formación Profesional de Chiva y la extensión de B.U.P. de Buñol. El instituto finalmente abrió por primera vez sus puertas en septiembre, dando inicio al curso 2003-2004.

En la actualidad también tiene presencia un aulario de la escuela oficial de idiomas de Valencia.

1.4 USOS DEL INSTITUTO



Figura 3. Biblioteca



Figura 4. Pabellón deportivo

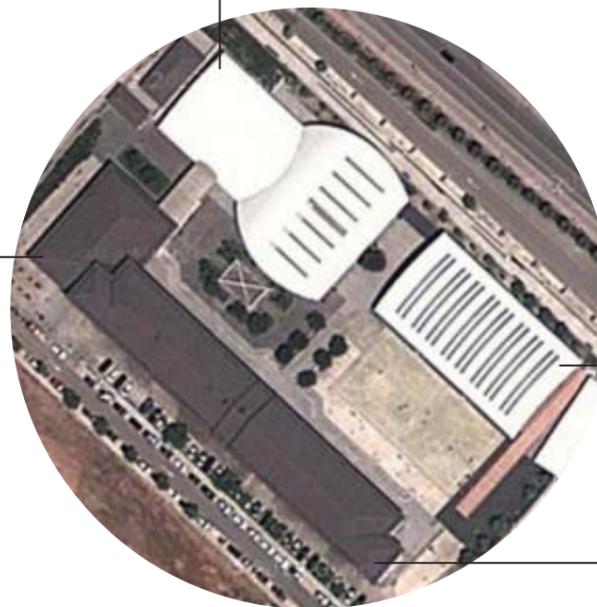


Figura 5. Vista aérea del instituto IES Marjana.



Figura 6. Pistas deportivas cubiertas



Figura 7. Aulario

1.5 EL ARQUITECTO

El edificio a estudiar en el presente PFG es un proyecto obra del arquitecto José M^a Vicente Ruíz de Arcaute.

Nació en el año 1950 en la ciudad de Valencia, ciudad en la que más tarde desarrollaría sus estudios universitarios. Estudió en la antigua facultad de Plaza Galicia cuando todavía la Universidad Politécnica de Valencia no tenía una facultad de arquitectura. Se licenció en el año 1977.

Su despacho profesional se encuentra en la ciudad de Valencia. En su vida profesional ha proyectado edificios de todo tipo, desde residenciales privados hasta públicos como colegios o pabellones polideportivos. La totalidad de sus proyectos se han llevado a cabo en la Comunidad Valenciana.

Para Jose M^a Vicente Ruíz de Arcaute, la forma geométrica de un edificio viene definida por la actividad que se va a realizar en él, donde el análisis estructural y constructivo son pilares básicos a la hora de concebir un proyecto. En su opinión, “un buen arquitecto es aquel que es capaz de proyectar edificios que una vez construidos, mantienen su características físicas intactas durante más de 20 años”.



Figura 8. Edificio en el Parque Tecnológico de Paterna.



Figura 9. Edificio de viviendas en Valencia.



Figura 10. Comisaría de Policía de Ceste.



Figura 11. Pabellón deportivo en la localidad de Ceste.



2.DOCUMENTACIÓN SUPERFICIE

2.1 INFORMACIÓN DE LA SUPERFICIE

Arquitecto de la obra: Jose M^a. Vicente Ruiz de Arcaute

Arquitecto técnico: Juan José Bernal

Promotor: Generalitat Valenciana

Empresa que gestiona: CIEGSA

Empresa constructora: Novain

Inicio construcción: Año 1998

Fin de obra: Año 2003

Presupuesto total: 4.483.120,41€

MATERIALES

La estructura del pabellón es metálica en forma de celosía, y el material utilizado para la cubierta es chapa metálica grecada de acero galvanizado de color blanco.

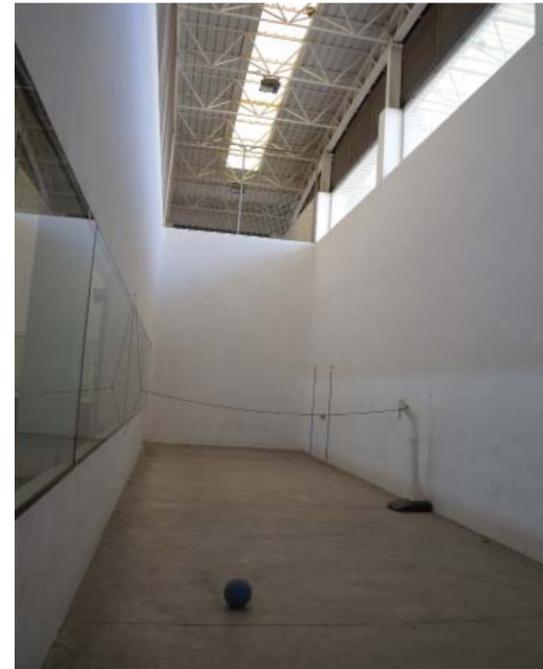


Figura 12. Pabellón deportivo, vista pista interior.

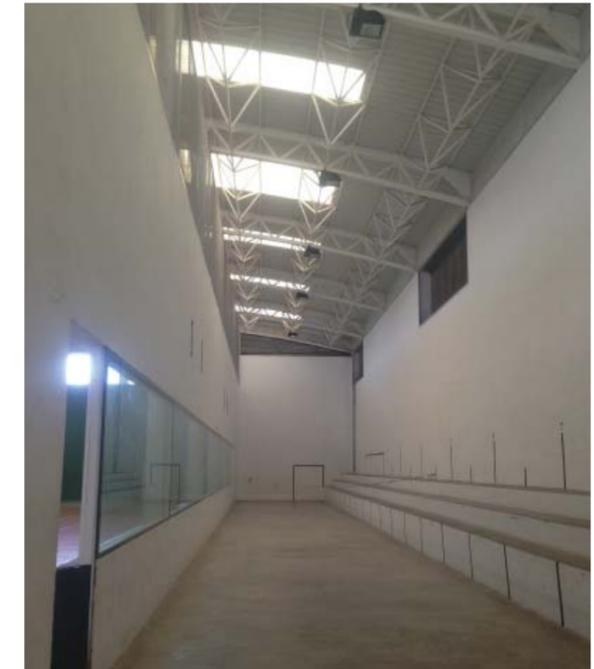


Figura 13. Vista interior de la pista pilota valenciana.

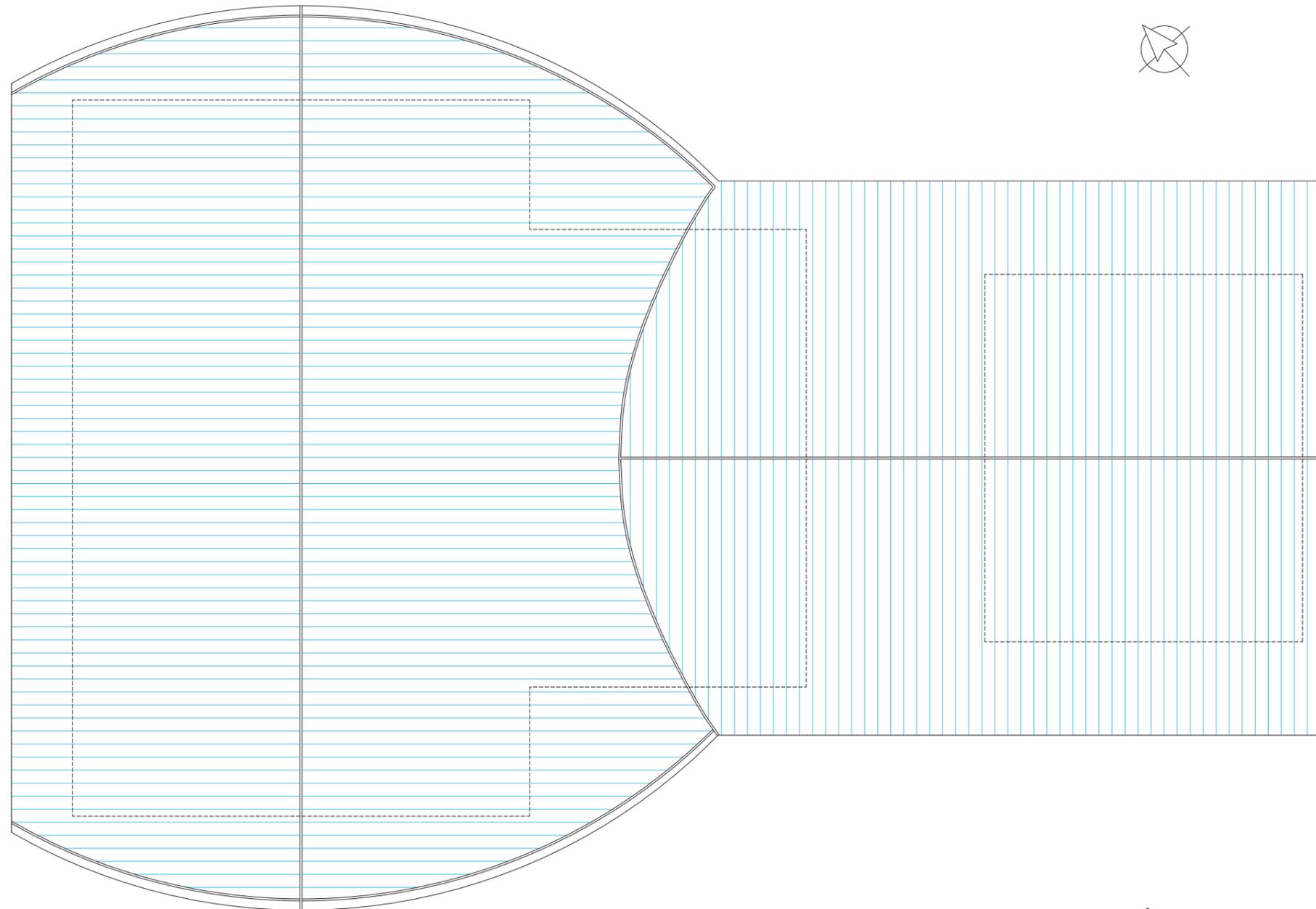


Figura 14. Pabellón deportivo, vista exterior.



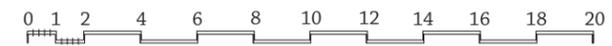
Figura 15. Pabellón deportivo, vista interior del gimnasio.

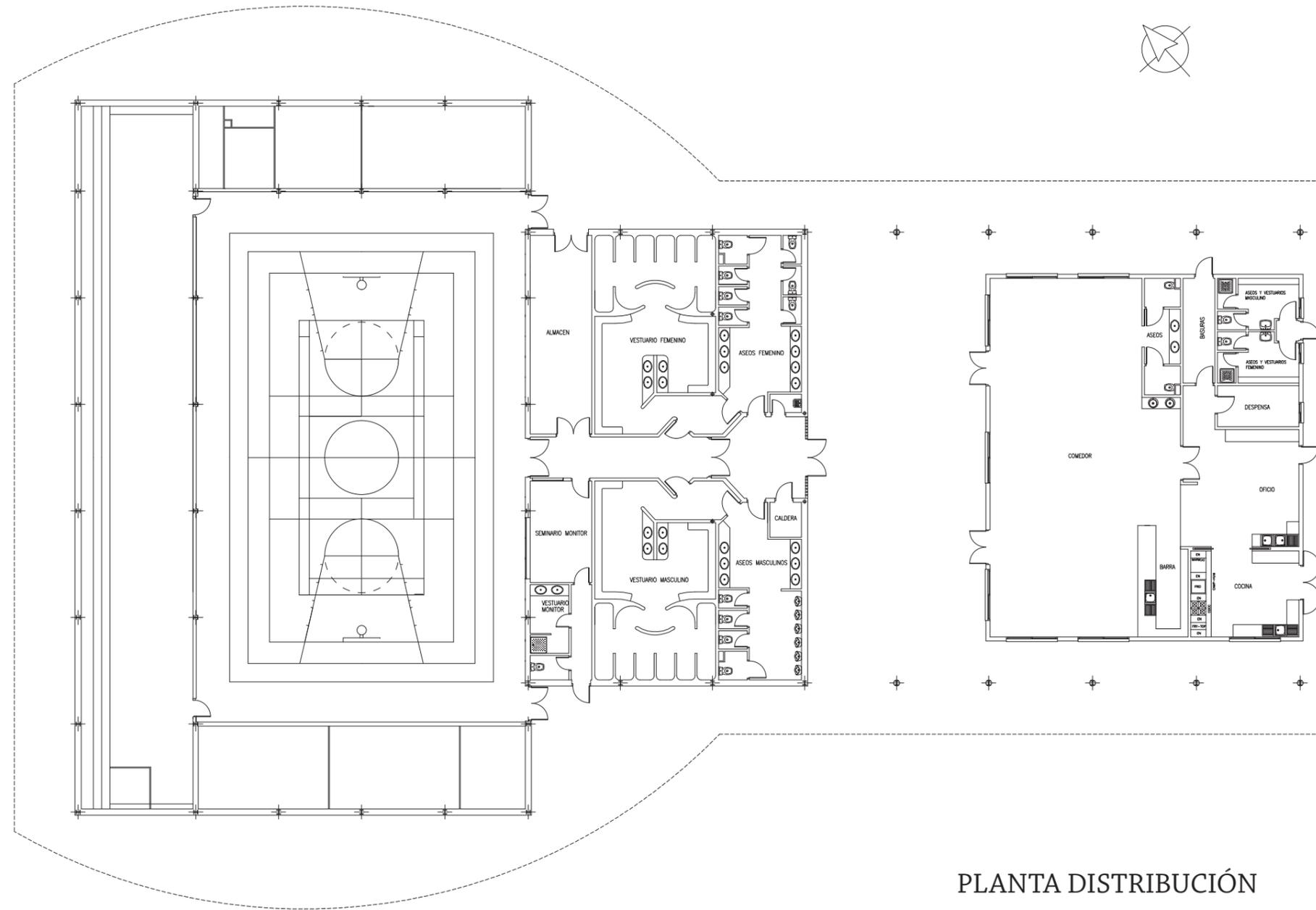
2.2 DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



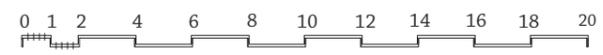
PLANTA AÉREA

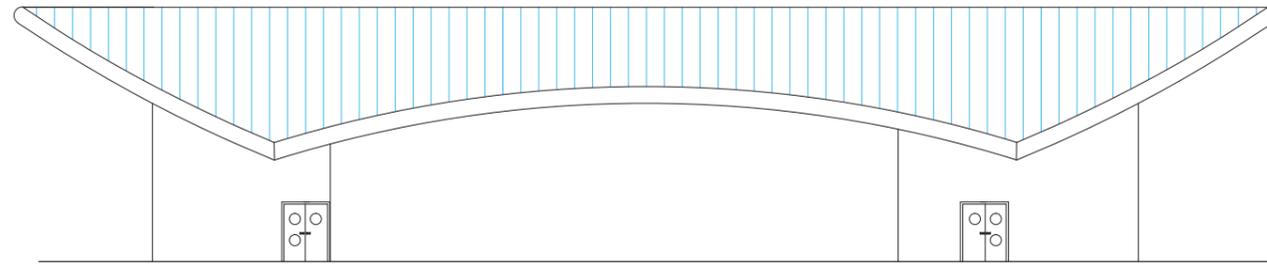
E: 1:250



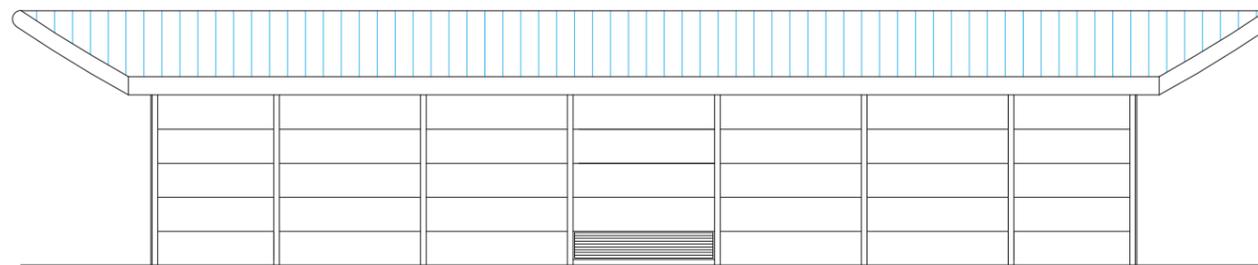


E: 1:250

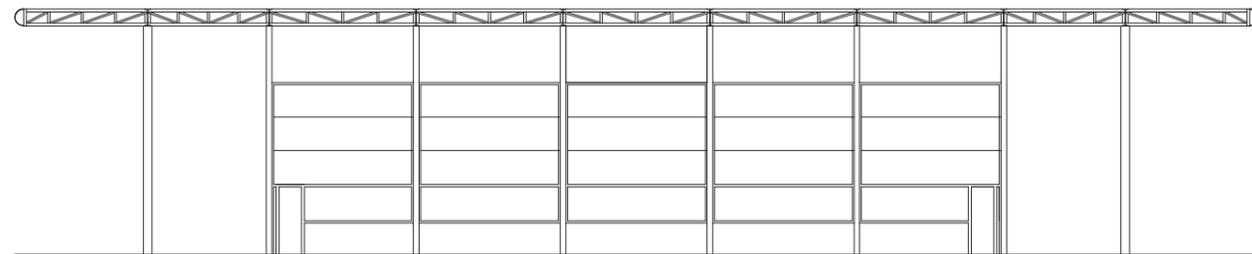
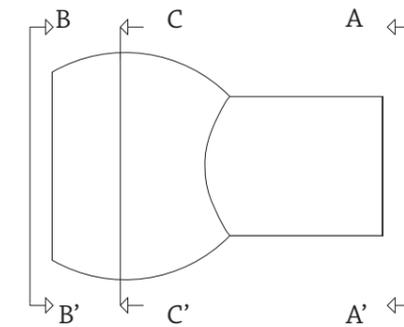




ALZADO A'- A



ALZADO B'- B



ALZADO C'- C

E: 1:250

3. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO

3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

BÓVEDA DE CAÑÓN

Es engendrada por un arco directriz que se desplaza según generatrices rectas y paralelas entre sí, siguiendo un eje horizontal o inclinado, que pasa por el centro de su línea de arranque, estando destinada a cubrir espacios de forma rectangular.

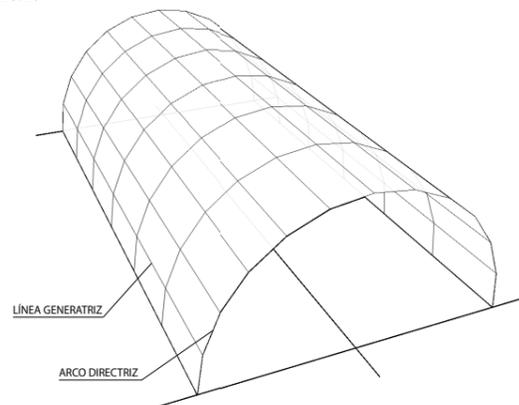


Figura 16. Generatriz de la bóveda.

BÓVEDA POR ARISTA

Se crea por la intersección de dos bóvedas de cañón que tienen un mismo plano de arranque e igual montea, estando destinada a cubrir espacios cuadrados o rectangulares.

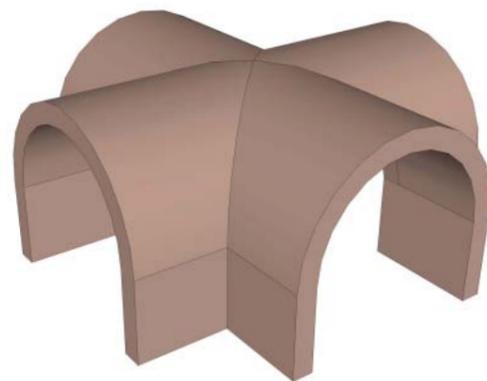


Figura 17. Bóveda por arista.

Basílica de Majencio (Roma)

Fecha: 307-313 dc
Autor: Desconocido



Figura 18. Ruinas de la Basílica de Majencio en Roma.

Iglesia de San Martín de Tours (Frómista)

Fecha: siglo XI
Autor: Desconocido



Figura 20. Iglesia San Martín de Tours, Frómista (Palencia).

Catedral de Notre Dame de París

Fecha: 1163-1345
Autor: Varios, entre ellos, Pierre de Montreuil

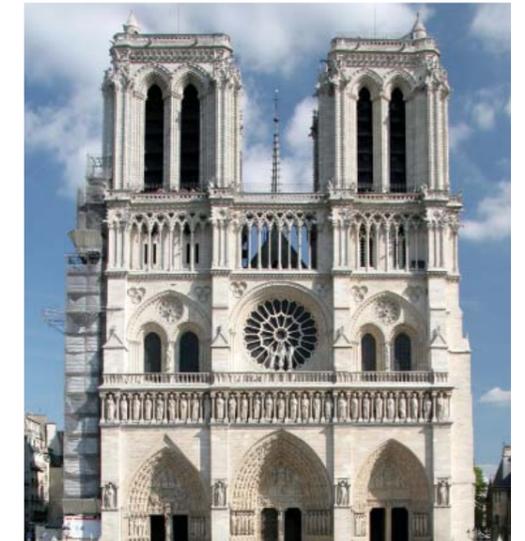


Figura 22. Catedral de Notre Dame París.

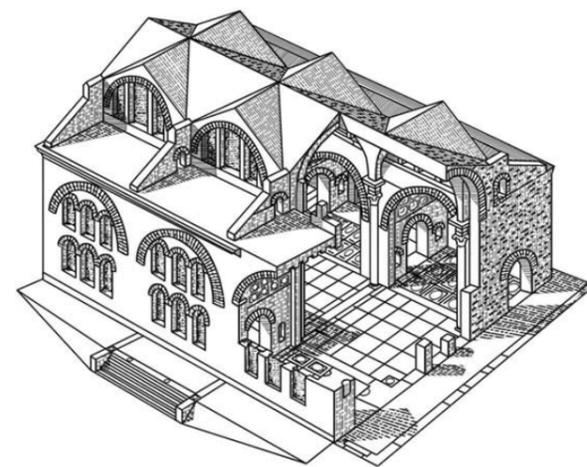


Figura 19. Dibujo de como sería la Basílica de Majencio.



Figura 21. Vista interior, donde se aprecia la bóveda de cañón de la nave central con refuerzos de arcos fajones.

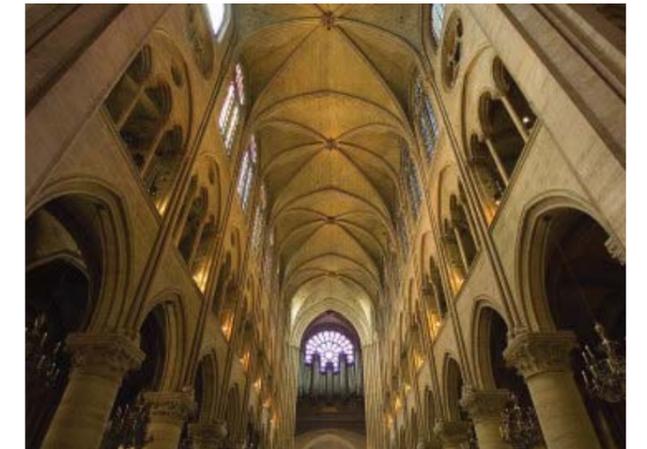


Figura 23. Vista interior, donde se puede apreciar las bóvedas sexpartitas en la nave principal.

3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Iglesia de Santa María Novella (Florencia)

Fecha: Siglos XIII-XV
 Autor: Varios. Fray Sisto de Florencia, Fra Jacopo Pasavanti y Fray Ristoro de Campi, Alberti Leon Battista



Figura 24. La fachada de mármol se encuentra entre las obras más importantes del Renacimiento florentino.

RENACIMIENTO



Figura 25. Vista interior de la iglesia.

Iglesia de San Pedro (Ciudad del Vaticano)

Fecha: 1506-1626
 Autor: varios, entre ellos, Donato Bramante, Rafael Sanzio, Antonio da Sangallo, Miguel Ángel, Gian Lorenzo Bernini



Figura 26. Vista exterior de la Iglesia de san Pedro en Roma.

BARROCO



Figura 27. Vista interior de la bóveda de cañón de la nave central de la iglesia.

Palacio de Cristal del Retiro de Madrid

Fecha: 1887
 Autor: Ricardo Velázquez Bosco



Figura 28. Vista exterior del Palacio de Cristal.

MODERNISMO



Figura 29. Vista interior del Palacio de Cristal.

Templo del loto (Nueva Delhi)

Fecha: 1986
 Autor: Fariborz Sahba

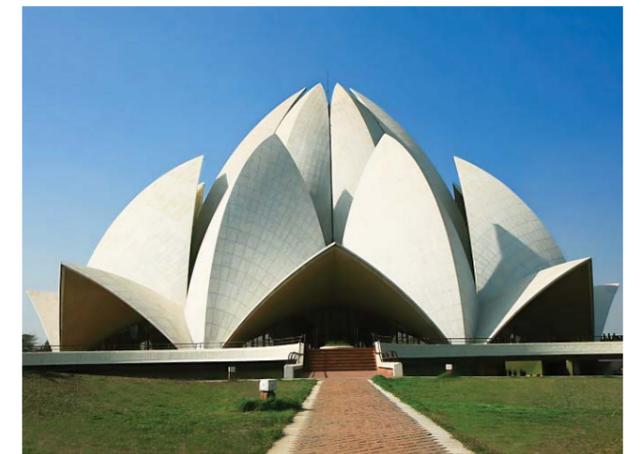


Figura 30. Vista exterior de la Casa de Culto Baha'i.

CONTEMPORÁNEO

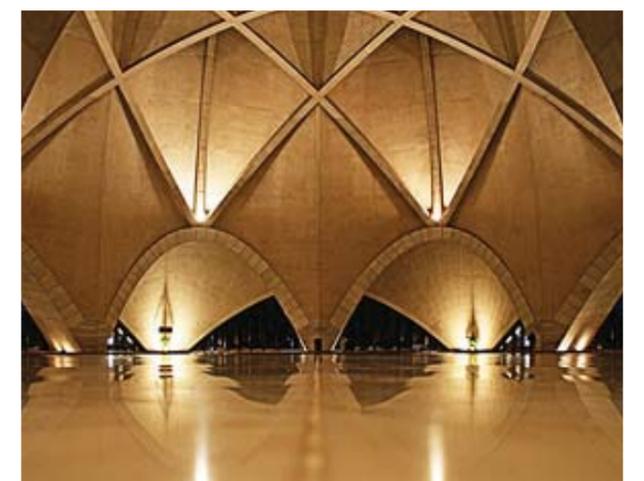


Figura 31. Vista interior, de la Casa de Culto Baha'i.

3.2 INSPIRACIÓN DEL ARQUITECTO

A lo largo de los años se han dado infinidad de arquitectos, cada uno con diferentes peculiaridades, pero todos con un mismo objetivo, de dotar al edificio de una estabilidad.

Gracias a los avances tecnológicos y nuevos materiales surgidos, tenemos la suerte de poder ver, como grandes arquitectos pueden hacer realidad diseños singulares.

“El arquitecto piensa pero no producirá una obra hecha de palabras sino un objeto hecho de formas y de materiales. Este objeto transmite su propio y particular mensaje que en buena parte no admite ser traducido a palabras. Este lenguaje arquitectónico se corresponde a un tiempo histórico del cual es expresión. Por consiguiente requiere constantes renovaciones en función de los requerimientos sociales cambiantes y según el tiempo. Tales renovaciones ideológicas se traducen en técnicas específicas proyectuales, las que denotan y connotan al objeto en evidente constancia de semantización. En tanto expresión de un mismo mensaje, en la obra artística forma y contenido, significante y significado, conforman una unidad”

Charles Baudelaire

En la arquitectura hay innumerables elementos que influyen en la creación y desarrollo de un diseño; situación, entorno, presupuesto económico, configuración estructural, la forma y la estética, etc, por lo que, como se sabe, no es tarea fácil para un arquitecto, que deberá buscar el equilibrio de todos estos factores para poder cumplir con las necesidades y así llevar a cabo su idea de diseño.

“Forma y Función deberían ser uno” **Frank Lloyd Wright**

“La forma sigue siempre a la función” **Louis Sullivan**

Acabamos con esta última cita acuñada además de Louis Sullivan también por el Arquitecto José M^o Ruíz autor del edificio del cual trata este presente proyecto, el cual en varias ocasiones nos comento que a la hora de diseñar existen unas limitaciones en la que se debe adaptar un programa funcional para cumplir unas necesidades, una vez cumplido esto, se intenta dar una forma singular dando un ambiente suave al edificio.

A continuación veremos algunas obras de algunos autores que podrían haber influido como inspiración en el diseño del arquitecto.



Figura 32. Estación de autobuses de Valencia.

Edificio que alberga la principal estación de autobuses de Valencia, situado en la avenida Menéndez Pidal.

Podemos observar que la forma de la cubierta deriva geoméricamente de un cilindro de eje de revolución paralela.

Edificio del Palacio de la Música de Valencia, situado en el Paseo de la Alameda, fue proyectado por el José María de Paredes en el año 1987.

Su cubierta esta formada mediante un cilindro y su vestíbulo acristalado, esta creado por una bóveda vaída que se genera por la intersección de cuatro cilindros.



Figura 33. Palacio de la Música de Valencia.



Figura 34. Palacio de Congresos de Valencia.

Edificio diseñado por el arquitecto Norman Foster, esta situado en la avenida de las cortes Valencianas (Valencia), terminado en el año 1998.

En el se puede apreciar que la cubierta esta concebida mediante la intersección de dos cilindros de eje de revolución paralela y un tercero perpendicular a estos obteniendo así dicho elemento.

4. ANÁLISIS GEOMÉTRICO

4.1 ORIGEN GEOMÉTRICO DEL CUAL SE FORMA LA CUBIERTA

La cubierta del pabellón parte del origen geométrico del cilindro, en las próximas líneas trataremos de explicarlo brevemente para comprender la geometría de la superficie a estudiar.

Hay varias formas de clasificar este tipo de superficie geométrica, en este caso lo haremos atendiendo según el elemento generador:

Son superficies regladas aquellas que están generadas por rectas, uno de los grupos de esta clasificación serían las superficies radiadas.

Las superficies radiadas, se pueden definir como las que se generan por el movimiento de una recta apoyada en un punto propio o impropio (vértice) y sobre una línea o curva (directriz).

Dentro de este subgrupo estarían las superficies radiadas cuádricas, que se generan cuando la directriz es una curva cónica (circunferencia, elipse, parábola o hipérbola).

El cilindro se puede clasificar en:

- Recto u oblicuo, dependiendo de si el eje es o no perpendicular al plano e la base.

- De revolución, si se crea girando una recta (generatriz), alrededor de otra recta (eje), que sean equidistantes entre ambas.

- Base circular, elíptica, parabólica o hiperbólica, según el tipo de cónica que se defina como base.

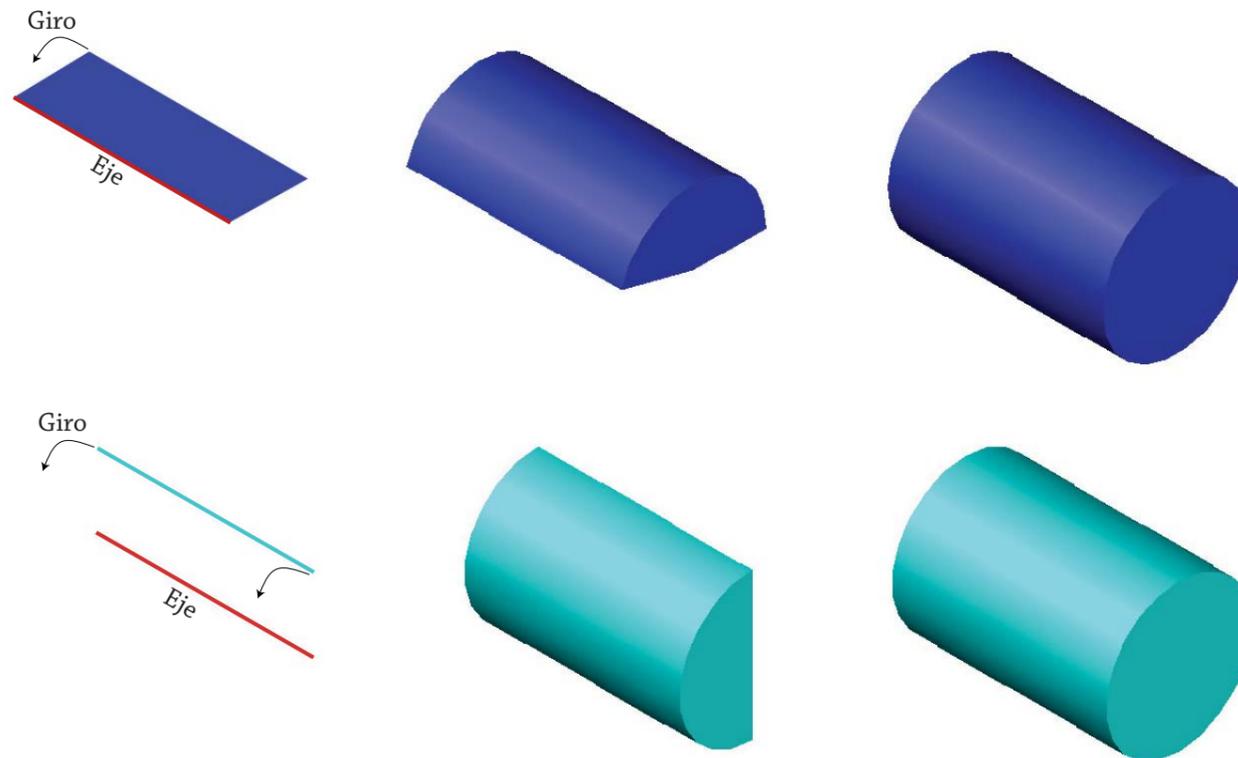


Figura 35. Creación del cilindro por revolución.

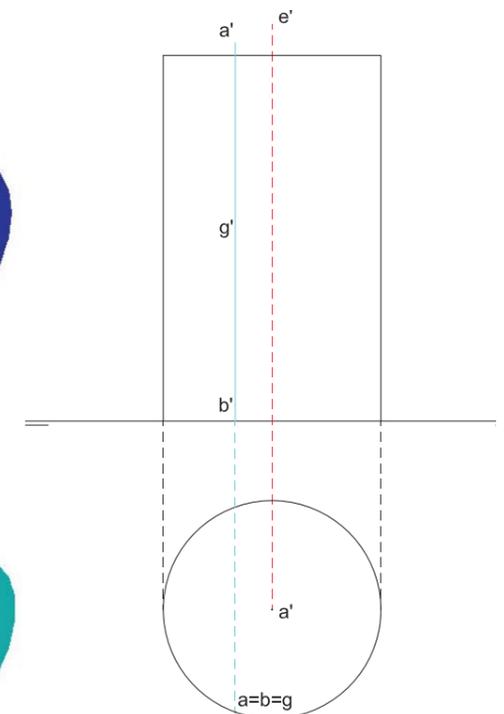


Figura 36. Representación sistema diédrico del cilindro.

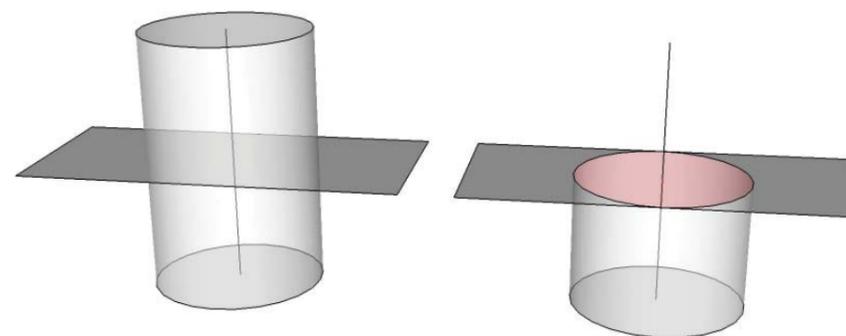


Figura 37. Cilindro de revolución, sección producida por plano perpendicular al eje $\beta = 90^\circ$.

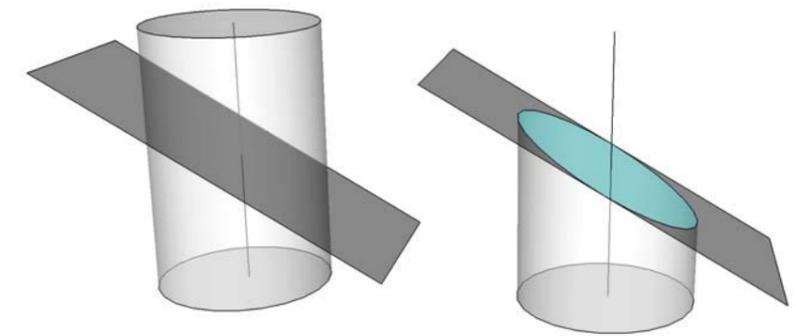
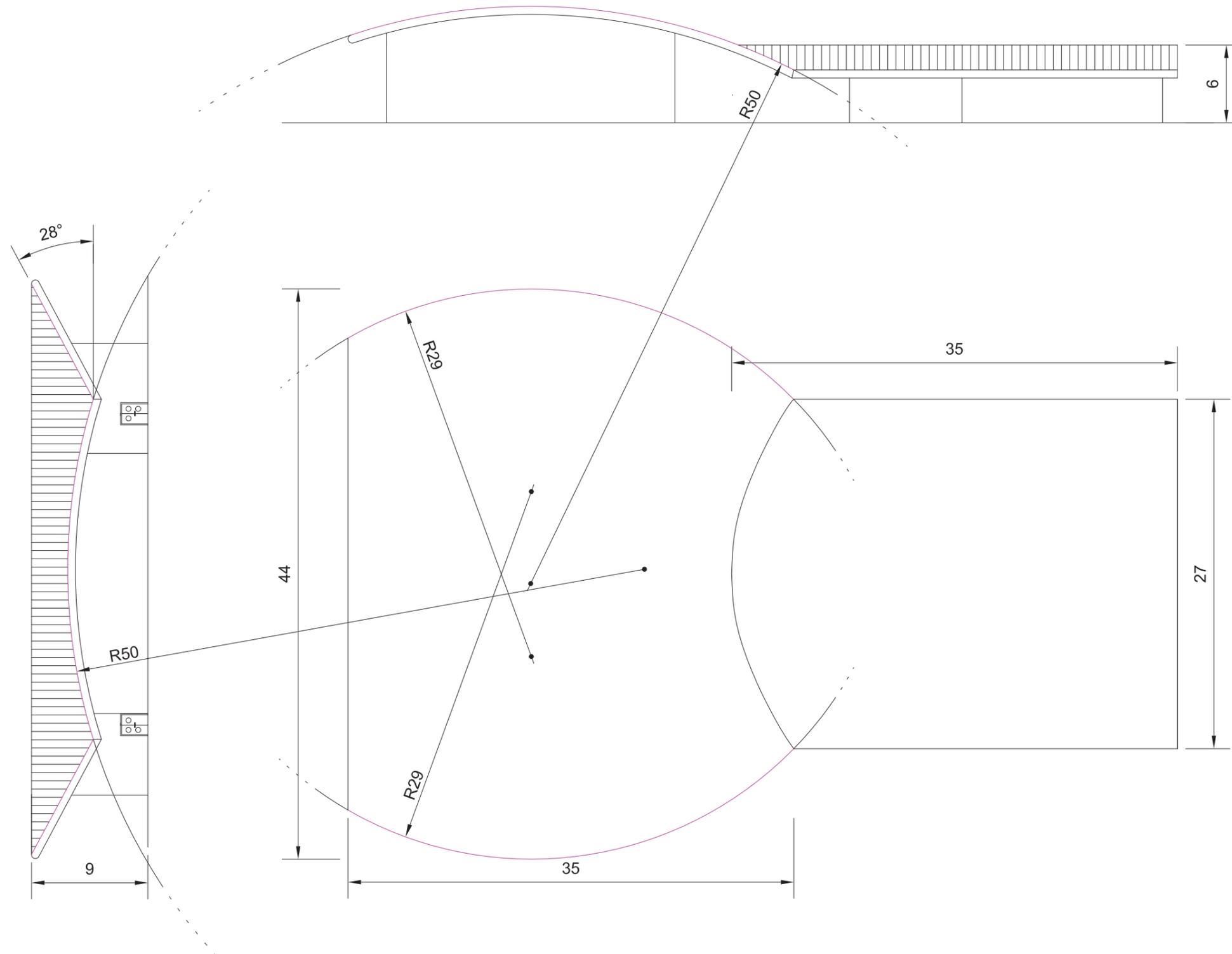
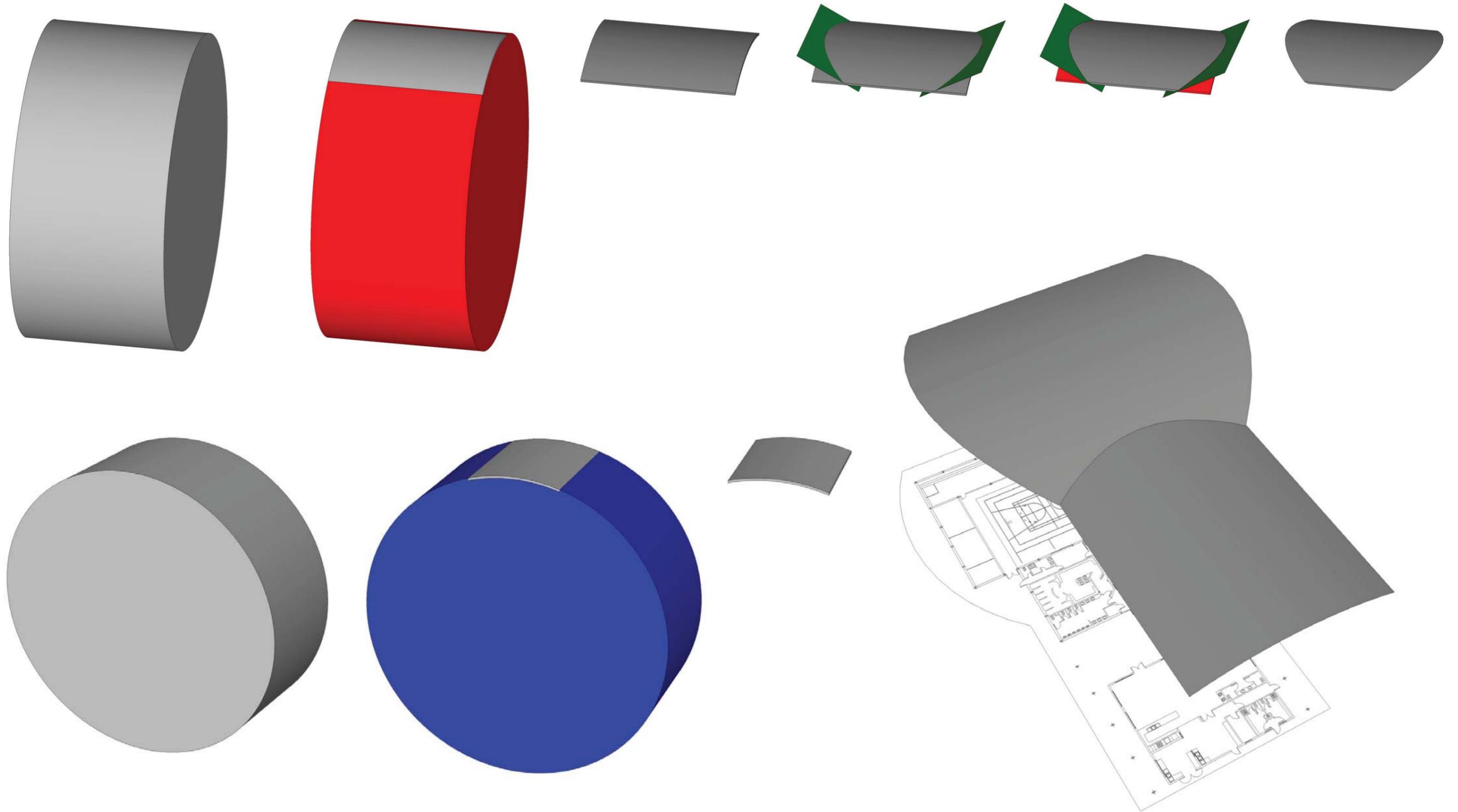


Figura 38. Cilindro de revolución, sección producida por plano no perpendicular al eje $\beta \neq 90^\circ$.

4.2 TRAZADOS GENERADORES







5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

5.1 TIPO DE ESTRUCTURA DEL PABELLÓN

Hay diversos elementos que pueden condicionar en cierto modo en el cálculo de las estructuras en los edificios, como pueden ser el tipo de material utilizado, las diferentes acciones que le puedan afectar, las dimensiones del elemento a construir o su forma geométrica, algunos de estos factores pueden beneficiar o no al cálculo de la estructura.

Para el cálculo de las estructuras hoy en día ya no es como antes, pues ahora existen muchos programas informáticos que facilitan el cálculo. Aunque en este apartado no realizaremos ningún cálculo estructural, si intentaremos hacer un análisis general de como funciona esta estructura.

Para el estudio de la estructura nos apoyaremos en el Documento Básico SE-AE, Seguridad Estructural, Acciones en la edificación, del actual Código Técnico de la Edificación

La estructura del pabellón la cual vamos a analizar, esta formada por dieciséis cerchas metálicas, siendo perpendiculares entre ellas, ocho en cada sentido. A continuación veremos sus características.

Una cercha es una composición de barras rectas unidas entre sí, que constituyen un armazón rígido de forma triangular, sus barras y cordones están sometidas a tracción y compresión. Capaces de aguantar cargas en su plano, particularmente aplicadas sobre los nudos, de forma que todos los elementos se encuentran normalmente trabajando a compresión o tracción (fuerzas axiales).

Se suele emplear cuando hay que salvar grandes luces, proporcionando una solución práctica y económica, y son capaces de soportar grandes cargas.

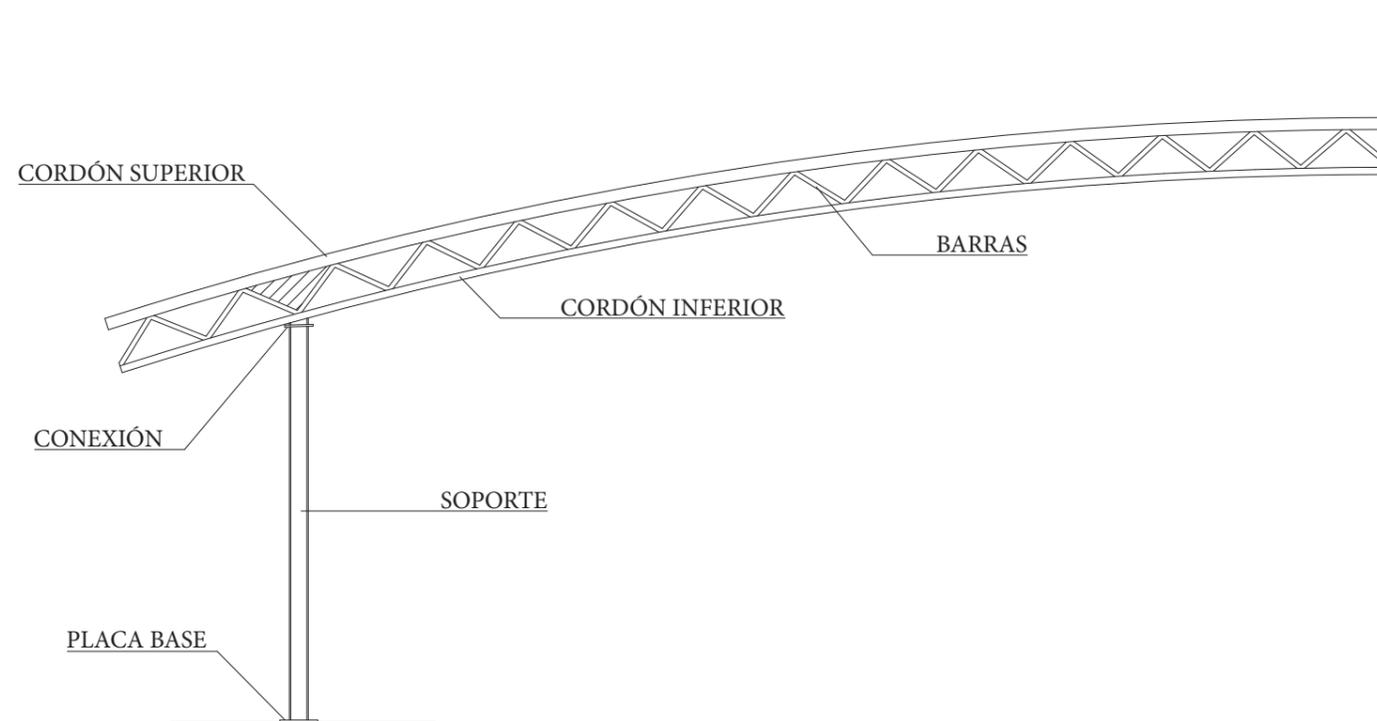


Figura 39. Partes de una cercha.

PRINCIPIO DEL TRIANGULO

Se origina por la unión de dos elementos en posición inclinada que formando un vértice se contraponen.

La resultante bajo la acción de cargas, es inclinada por lo que hay una fuerza horizontal y una vertical, para equilibrar el empuje que se crea en los apoyos se coloca un tirante que cierre el triángulo, de esta forma se convierte en un polígono indeformable, en el que las tres barras articuladas están sometidas principalmente a tracción o a compresión.

Los sistemas estructurales de cerchas, están basados en este principio de triangulación.

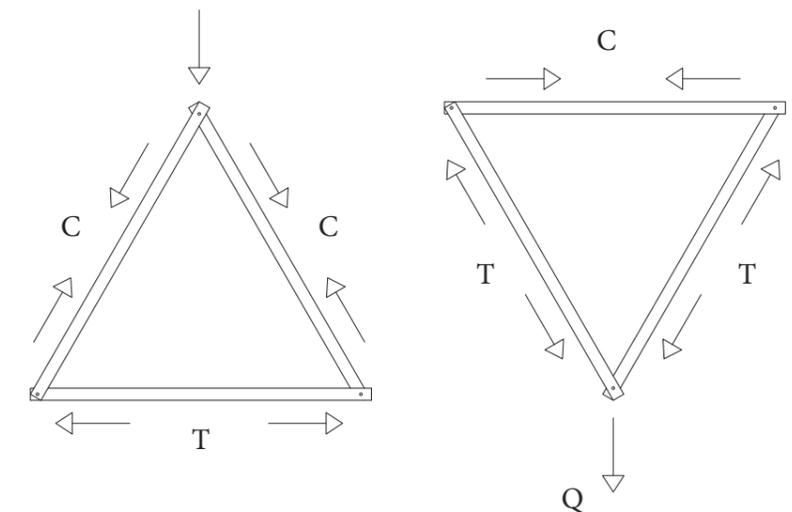


Figura 40. Triángulo indeformable.
Q = carga, T = tracción, C = compresión.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

En el dibujo podemos ver a modo muy esquemático, como es y que elementos conforman la estructura metálica del Pabellón.

Consta de dos naves, que intersectan entre ambas (línea de color rojo), perpendicularmente a diferente nivel, la nave dibujada de color magenta tiene mayor altura que la nave dibujada en color cian.

Para conseguir que sean estables, ambas están unidas mediante correas que actúan arriostrando la estructura (color azul), perpendicularmente a la dirección de las cerchas. Para una mayor estabilidad, la nave más alta (color magenta), se sirve a modo de arriostramiento de la nave más baja (color cian).

Para entender un poco mejor como son las cerchas, riostras y soportes que conforman esta estructura, podemos observar las figuras 37 y 38.

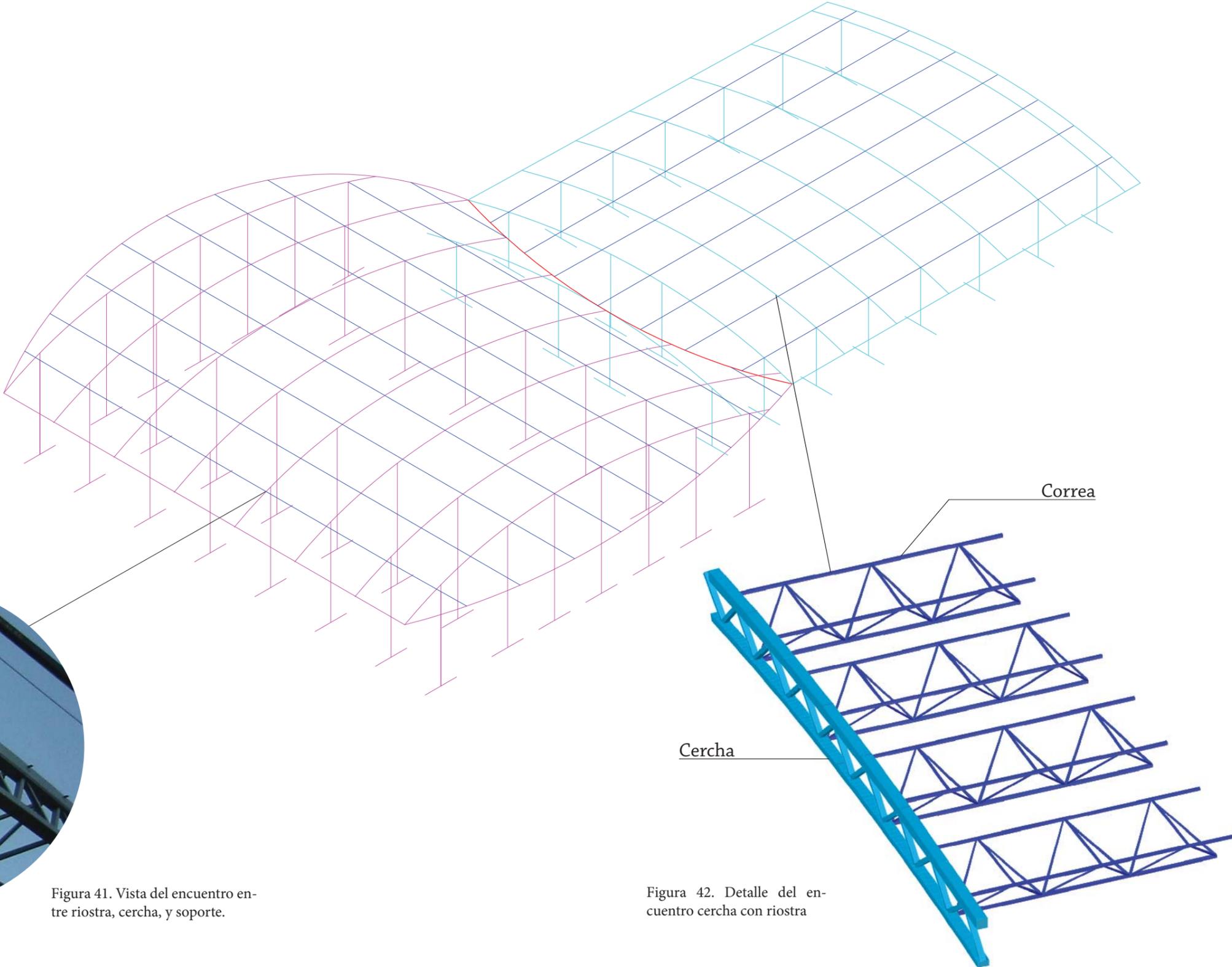


Figura 41. Vista del encuentro entre riostra, cercha, y soporte.

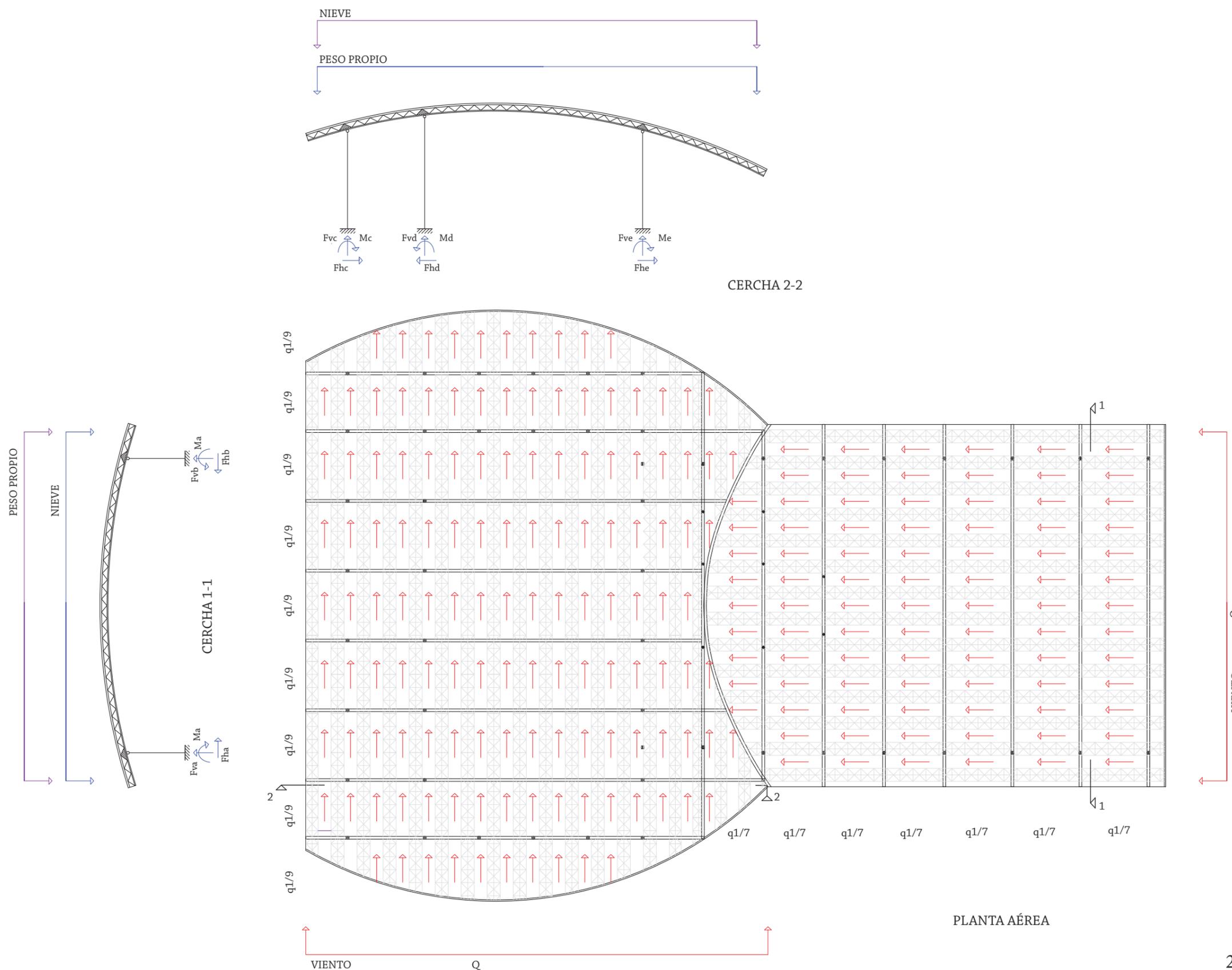
Figura 42. Detalle del encuentro cercha con riostra

5.2 MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura metálica soporta su propio peso y además está pensada para aguantar cargas de nieve, estas cargas se reparten uniformemente por la estructura y son transmitidas a los apoyos que a su vez estos transmiten a los soportes y cimentación del edificio.

Para dotar a la estructura de estabilidad, las cerchas están arriostradas perpendicularmente. Las riostras actúan frente al viento disipando la acción de este, repartiéndose por cada tramo (dibujo planta 'flechas rojas, $q1/n+...q1/n$), y a su vez sirven para sustentar la cubierta, ayudándole a conseguir la forma curva. Los cerramientos del edificio también ayudan a conseguir estabilidad.

Es una estructura isostática la cual está estáticamente determinada, el número de ecuaciones de equilibrio es igual al número de incógnitas, su cordón superior está sometido a esfuerzos de compresión mientras que el cordón inferior lo hace a esfuerzos de tracción, sus barras trabajan tanto a tracción como a compresión y sus apoyos son articulados.



ACCIONES QUE AFECTAN A NUESTRA ESTRUCTURA

ACCIONES PERMANENTES

- Peso propio, el peso propio que se debe tener en cuenta es el de los propios elementos estructurales, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos, rellenos o equipos fijos.
- Acciones del terreno, acciones derivadas del empuje del terreno procedentes de su peso propio, como de otras acciones que actúan sobre él o a las debidas a sus desplazamientos y deformaciones.

ACCIONES VARIABLES

- Sobre carga de uso, es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.
- Acción del viento, en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática.
- Nieve, distribución e intensidad de la carga de nieve sobre un edificio o cubierta.

REPARTO DE FUERZAS

Como hemos mencionado anteriormente se trata de una estructura metálica de cerchas planas combinadas en forma de arco. En el dibujo vemos como hay una chapa metálica cegando la superficie de conexión entre la cercha y el pilar, probablemente ésta actúa absorbiendo los momentos producidos en el voladizo y también para un mejor reparto de las fuerzas dándole mayor rigidez.

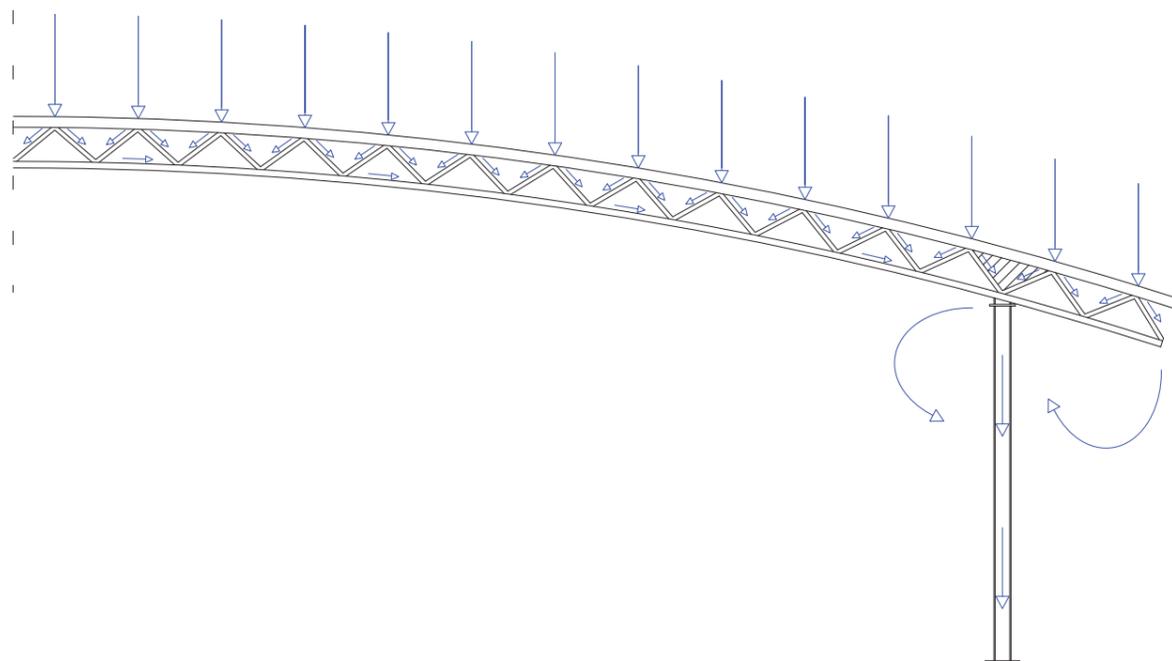


Figura 43. Reparto de fuerzas, peso propio y nieve.

5.3 COMPARACIÓN CON OTRO SISTEMA

La cercha plana combinada en forma de arco (estructura del pabellón), a efectos de esfuerzos es igual que la cercha plana tradicional, ambas son sistemas de vector activo.

En el sistema de viga simple, cuando es sometida a una carga, ésta trabaja a flexión (en el dibujo podemos ver su diagrama de momento y cortante). Encontramos entonces que los momentos internos que producen esfuerzos de tracción y compresión en la viga, en el caso de la cercha se descomponen produciendo también esfuerzos de tracción (cordón inferior) y compresión (cordón superior), de igual forma sus barras o diagonales trabajan a esfuerzos axiales.

Podemos observar la semejanza de los diagramas de los dos sistemas, en la medida en que los nudos de la cercha son más seguidos, los diagramas serán aún más similares.

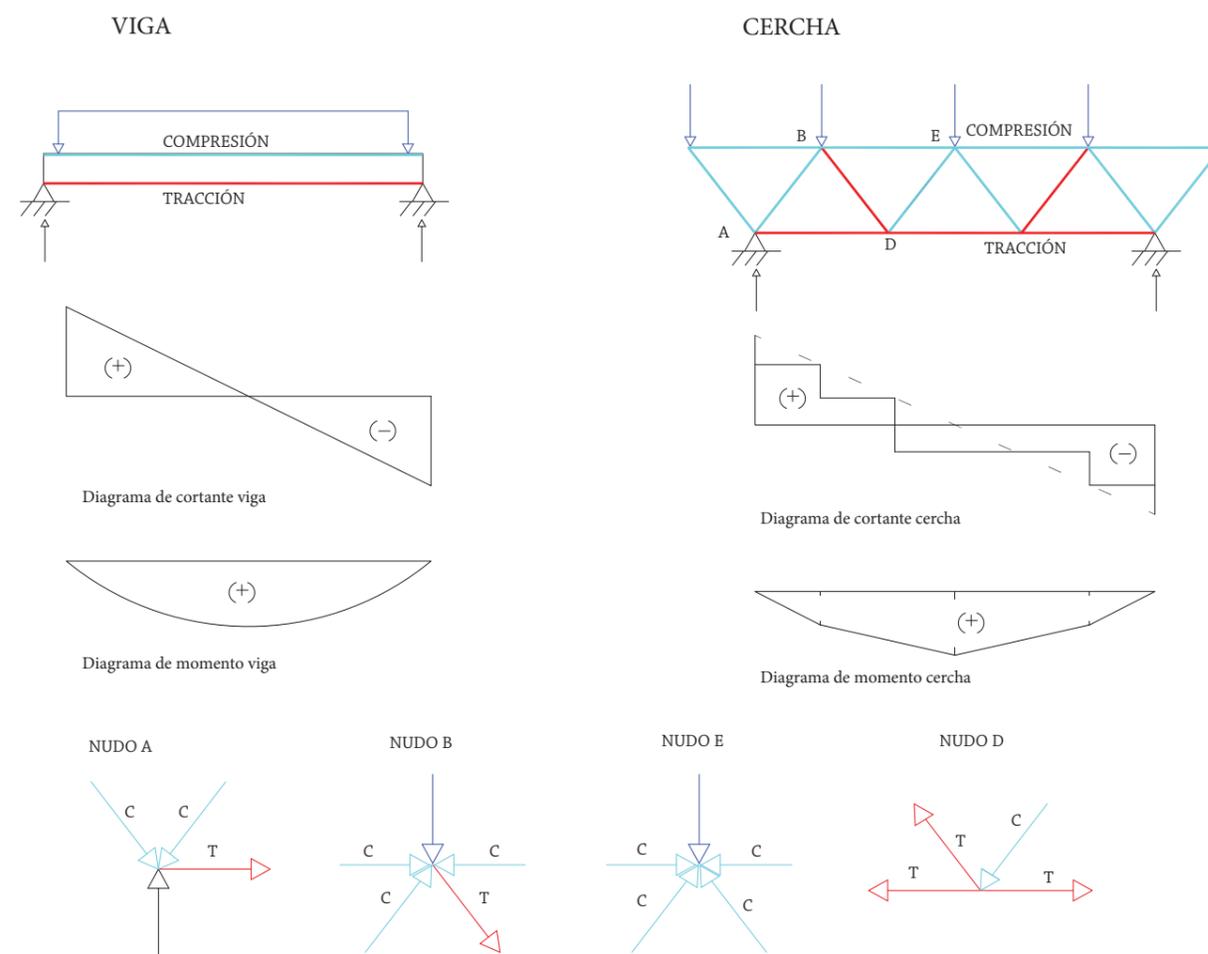


Figura 44. Dirección de las fuerzas, metodo cremona. Compresión = C ; Tracción = T

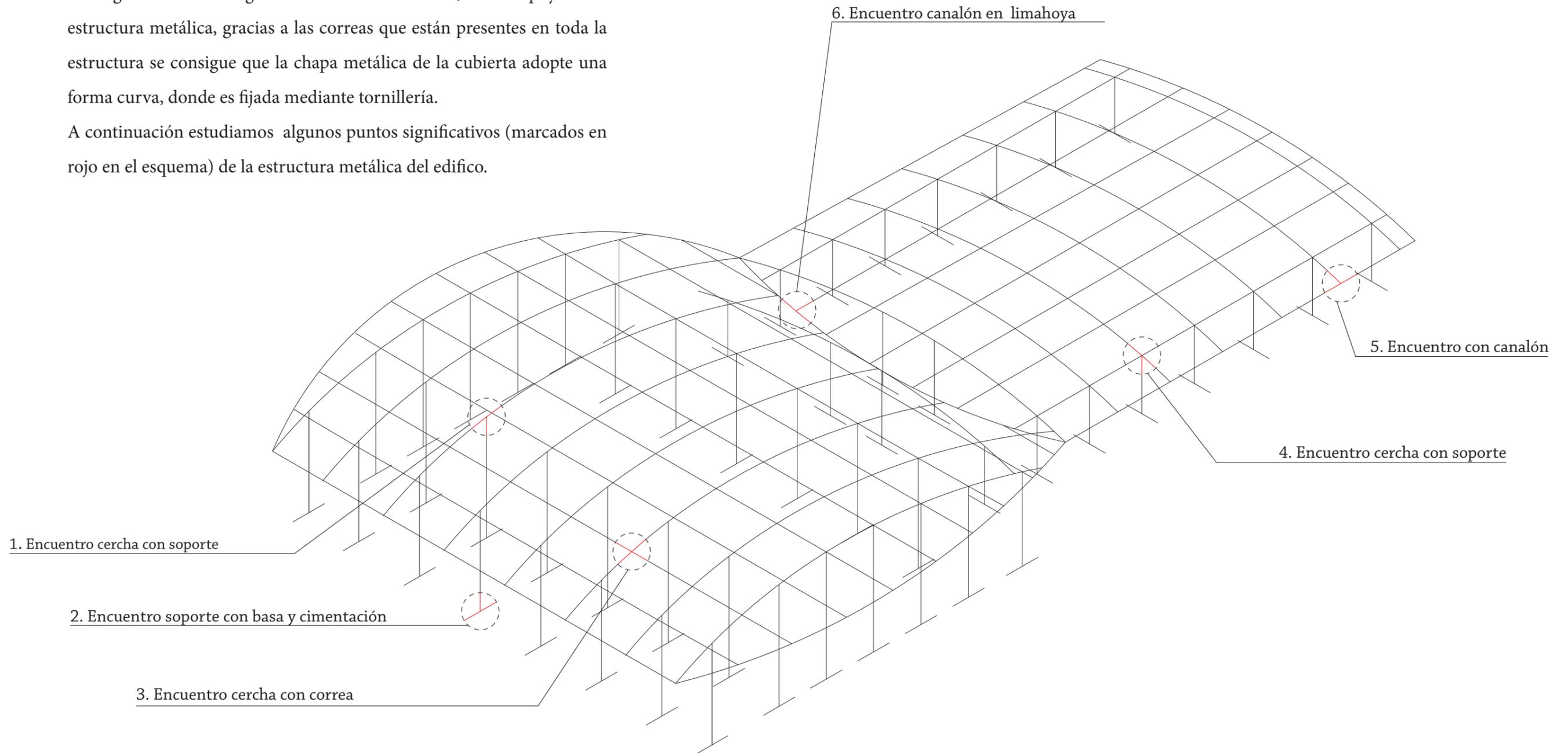


6. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO

6.1 DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

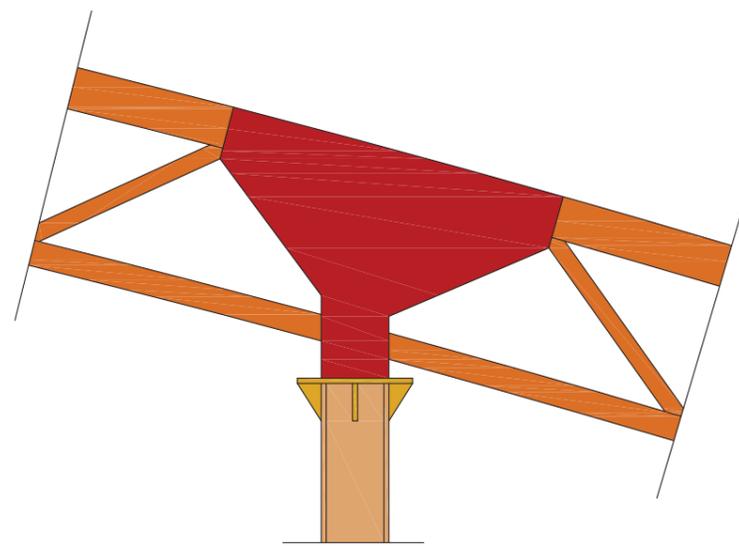
Como ya hemos mencionado la cubierta del Pabellón es de chapa metálica grecada de acero galvanizado de color blanco, ésta se apoya en la estructura metálica, gracias a las correas que están presentes en toda la estructura se consigue que la chapa metálica de la cubierta adopte una forma curva, donde es fijada mediante tornillería.

A continuación estudiamos algunos puntos significativos (marcados en rojo en el esquema) de la estructura metálica del edificio.

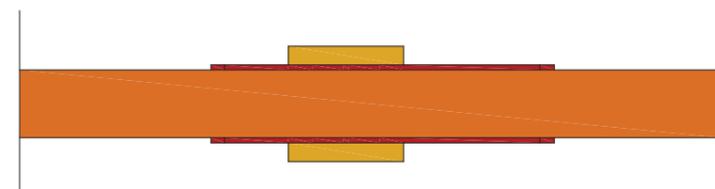


1. ENCUENTRO CERCHA CON SOPORTE

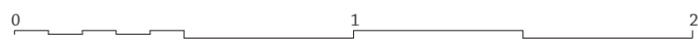
Unión mediante soldadura entre cercha y soporte metálico HEB200, se ha cegado la superficie de conexión de la cercha, (podemos observar en el dibujo la chapa metálica de color rojo) para dotar al nudo de mayor rigidez. El soporte ha venido de taller ya soldado con la placa de cabeza y las cartelas rigidizadoras (representadas en el dibujo de color amarillo), una vez en obra se ha cortado una pieza de un perfil HEB200 para conseguir nivelar el encuentro entre la cercha con forma curva y el soporte.



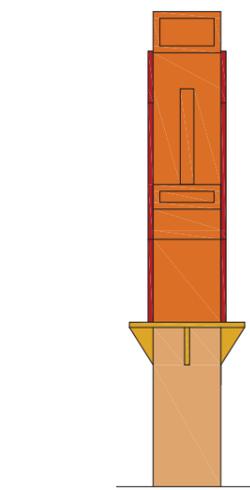
ALZADO



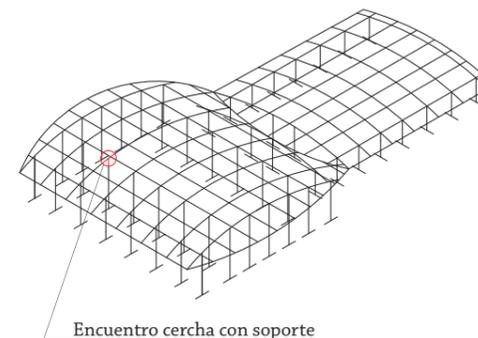
PLANTA



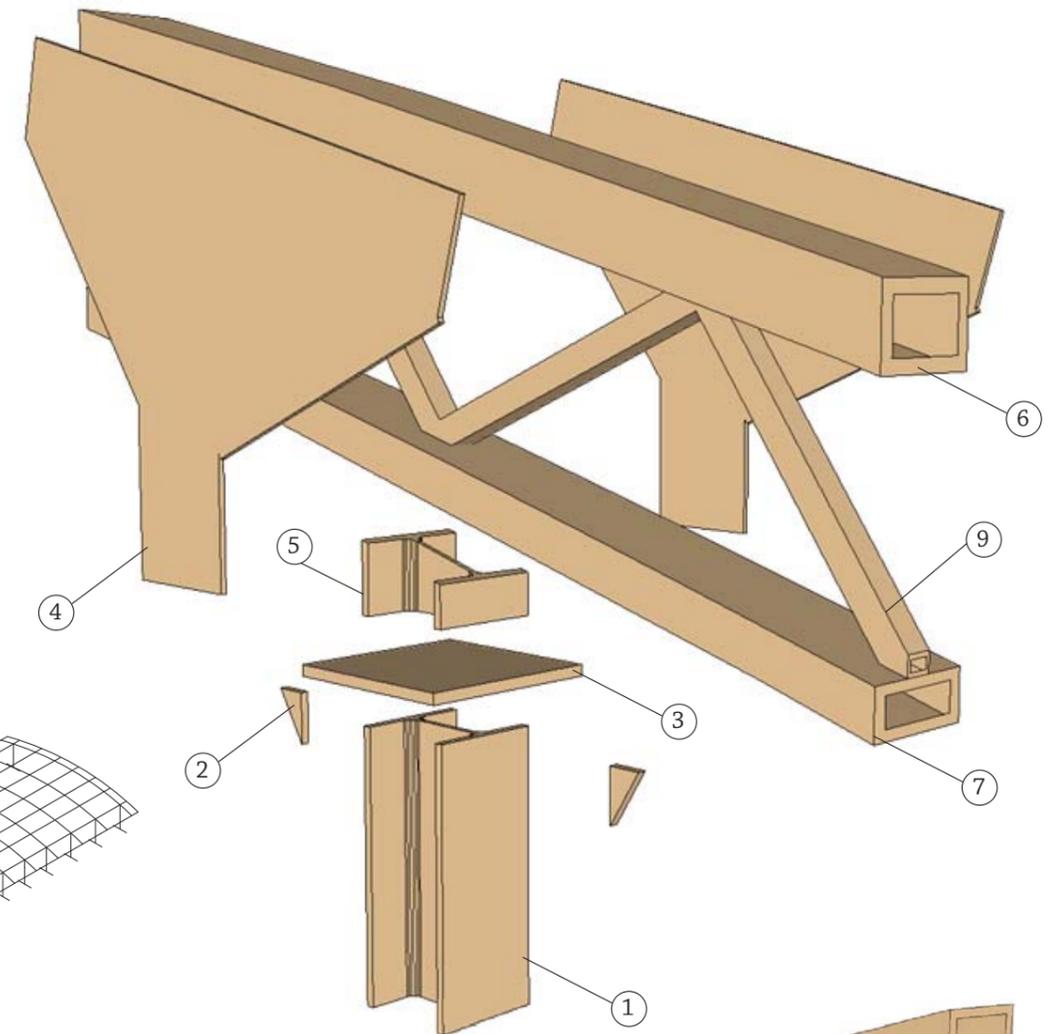
E: 1/20



PERFIL



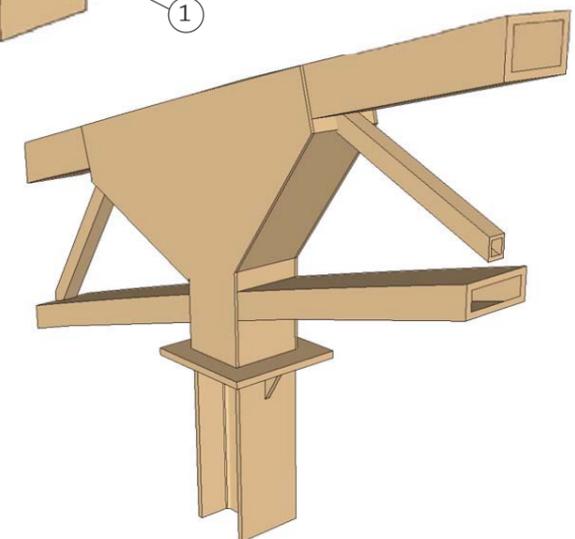
Encuentro cercha con soporte



1. Soporte metálico HEB 200.
2. Cartelas rigidizadoras.
3. Placa de cabeza aproximadamente 2 cm de espesor.
4. Chapa metálica de aproximadamente 2 cm de espesor.
5. Pieza de perfil HEB 200.
6. Cordón superior cercha.
7. Cordón inferior cercha.
8. Barras cercha.

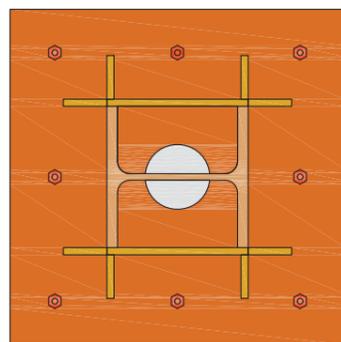
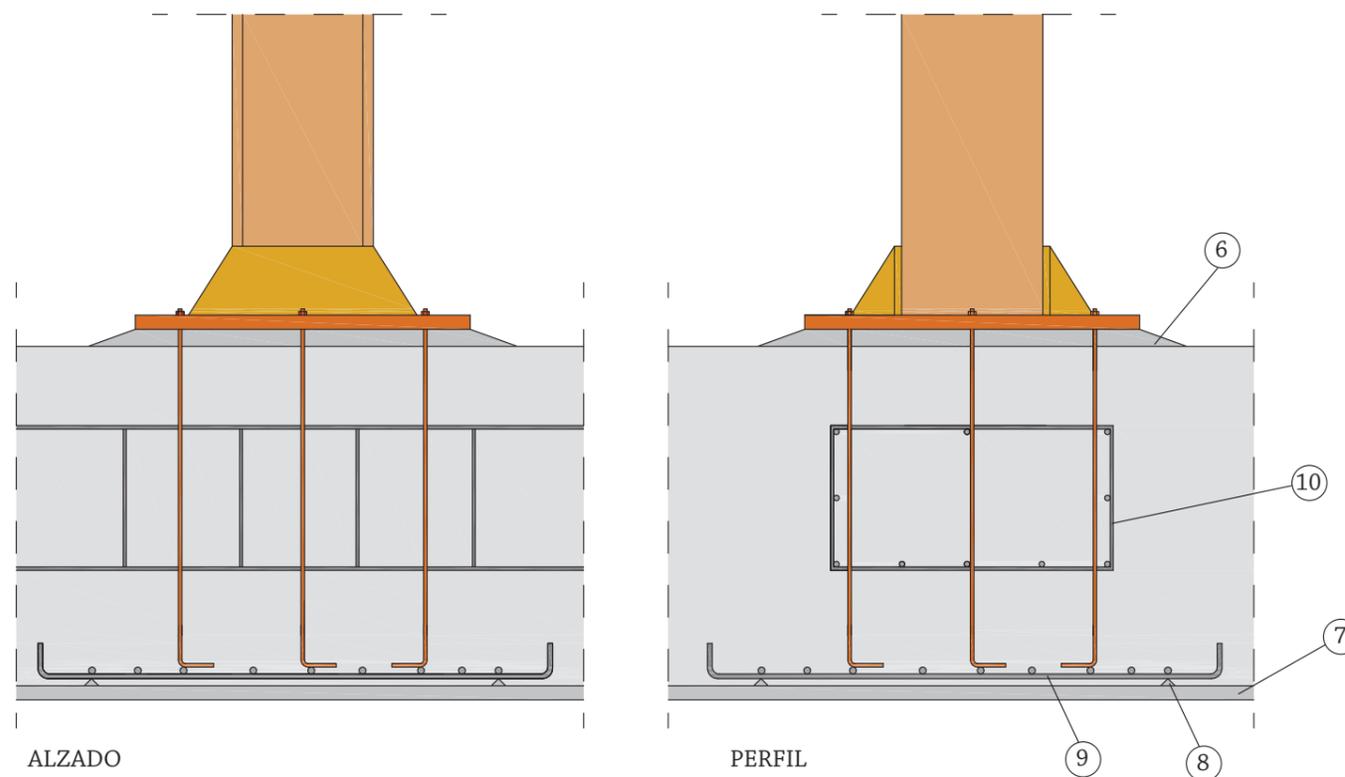


Figura 45. Encuentro cercha con pilar.



2. ENCUENTRO SOPORTE CON BASA Y CIMENTACIÓN

Unión mediante soldadura entre soporte metálico HEB 200 y basa metálica de aproximadamente dos centímetros de espesor, la cual esta trabajando a flexión, sobre ella se apoya el soporte incidiendo un axil de compresión, resultado de los esfuerzos que recibe el soporte de la cercha que sustenta. Esta basa debe de tener la rigidez suficiente para transmitir los esfuerzos de un material a otro, lo más uniforme posible, por ello se le han colocado unas cartelas rigidizadoras (representadas en el dibujo de color amarillo), que transcurren de ala a ala del soporte, uniéndose a la cimentación mediante los pernos (representados en el dibujo de color naranja).



PLANTA

E: 1/10

1. Soporte metálico HEB 200.
2. Cartelas rigidizadoras.
3. Basa metálica aproximadamente de 2 cm de espesor.
4. Pernos de anclaje.
5. Tornillería.
6. Retacado de cemento.
7. Hormigón de limpieza.
8. Separadores apoyo armadura.
9. Armadura inferior zapata.
10. Viga centradora.

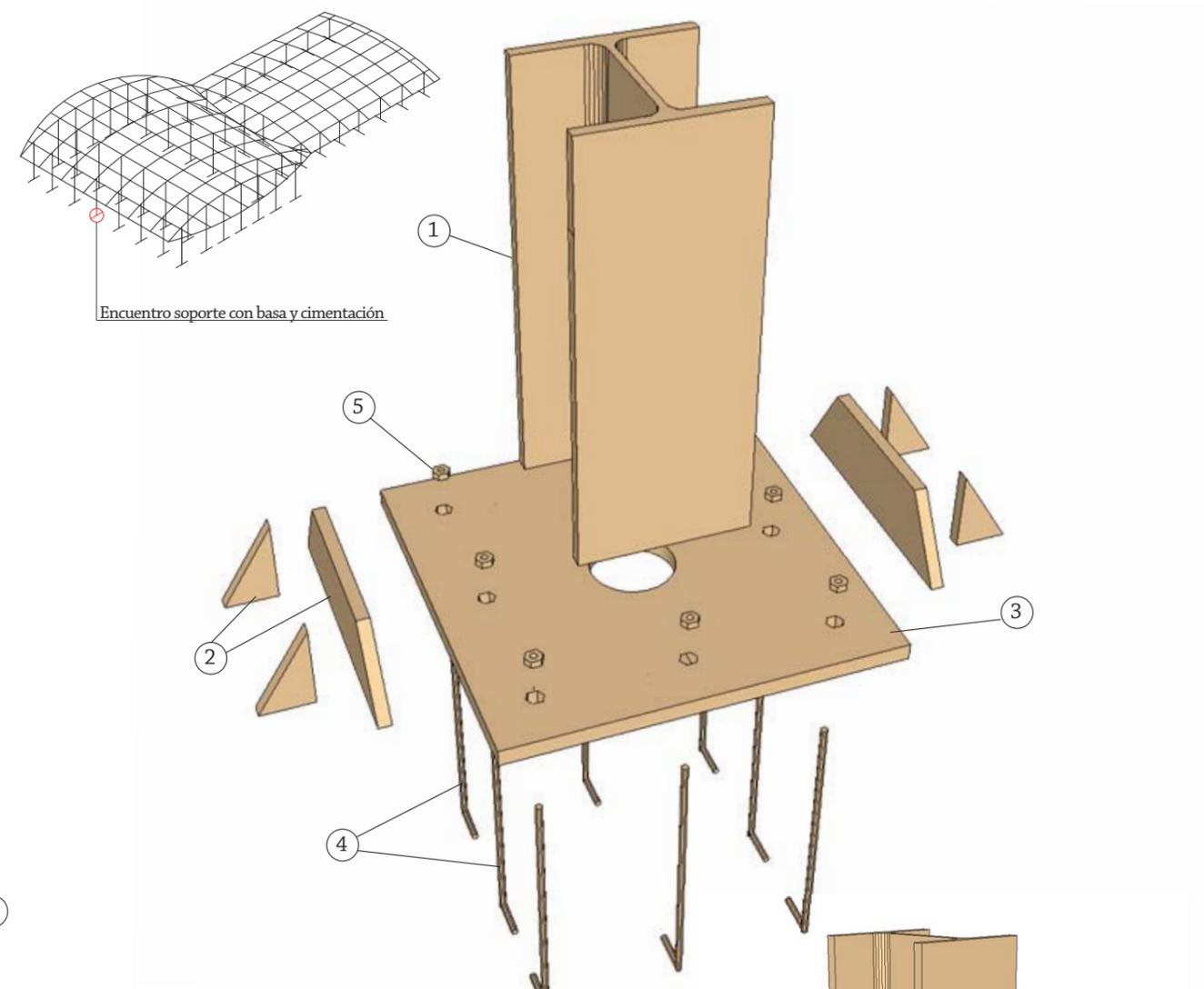
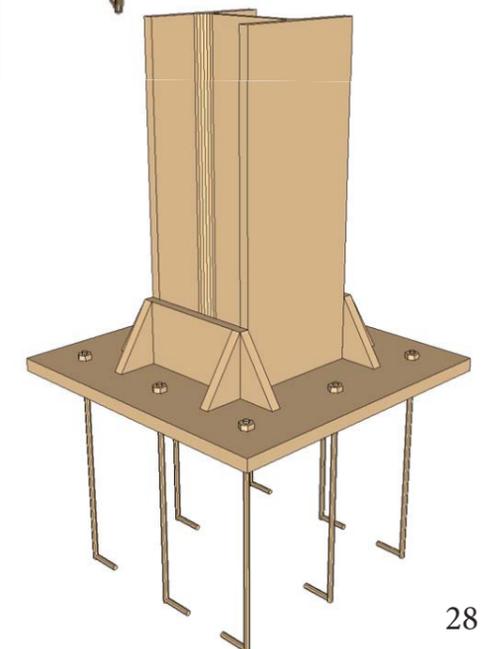


Figura 46. Esta fotografía no se corresponde con el edificio, ya que no disponíamos del material oportuno, hemos considerado una similar de manera ilustrativa.



3. ENCUENTRO CERCHA CON CORREAS

Unión mediante soldadura entre cercha metálica curva en forma de celosía (representado en el dibujo de color naranja) y correas metálicas (representado en el dibujo en color rojo), esta última actúa a parte de arriostramiento de la estructura también como soporte para la cubierta metálica de chapa grecada (representado en el dibujo en color gris). La fijación de la chapa metálica es mediante tornillería.

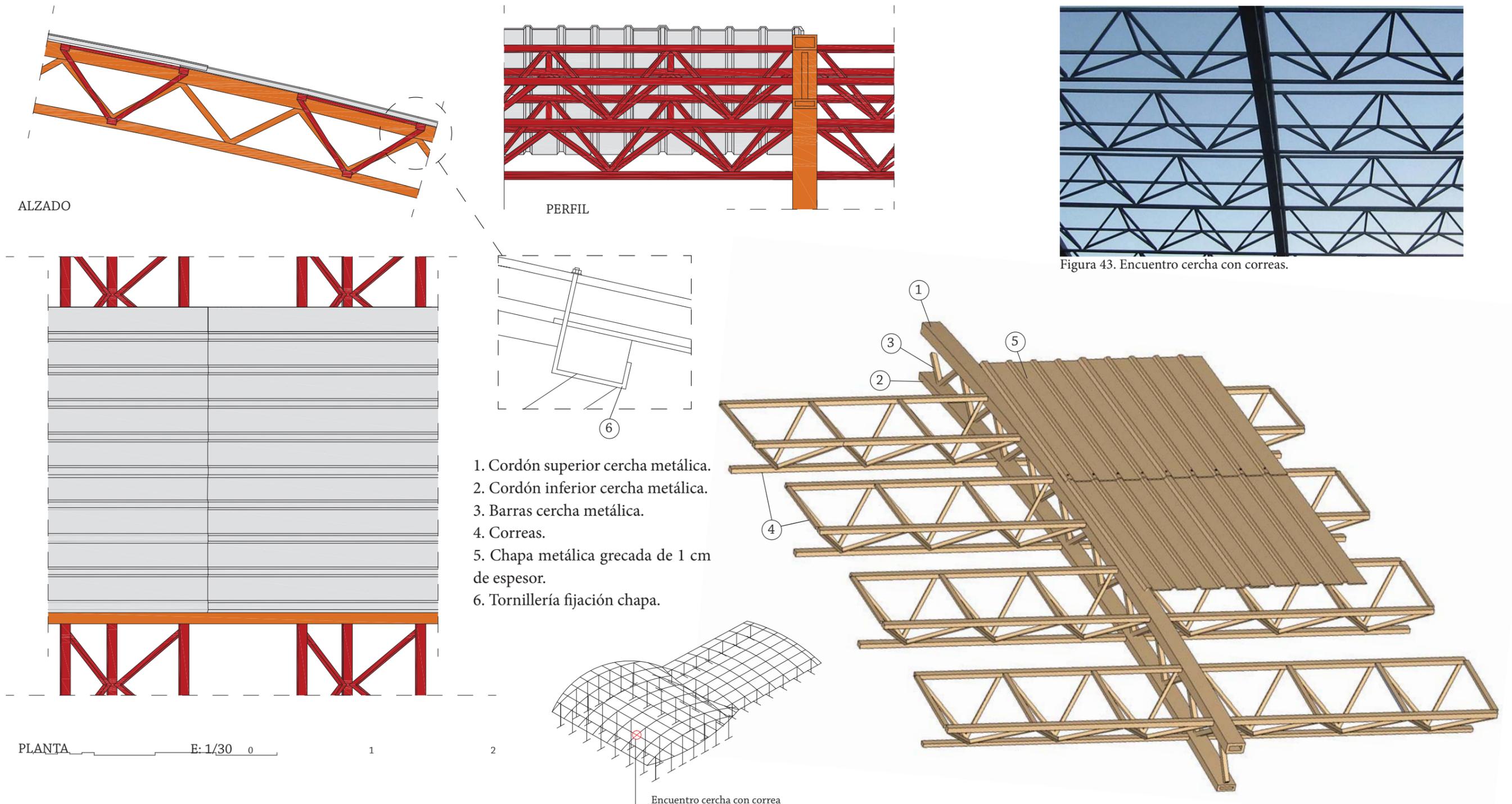
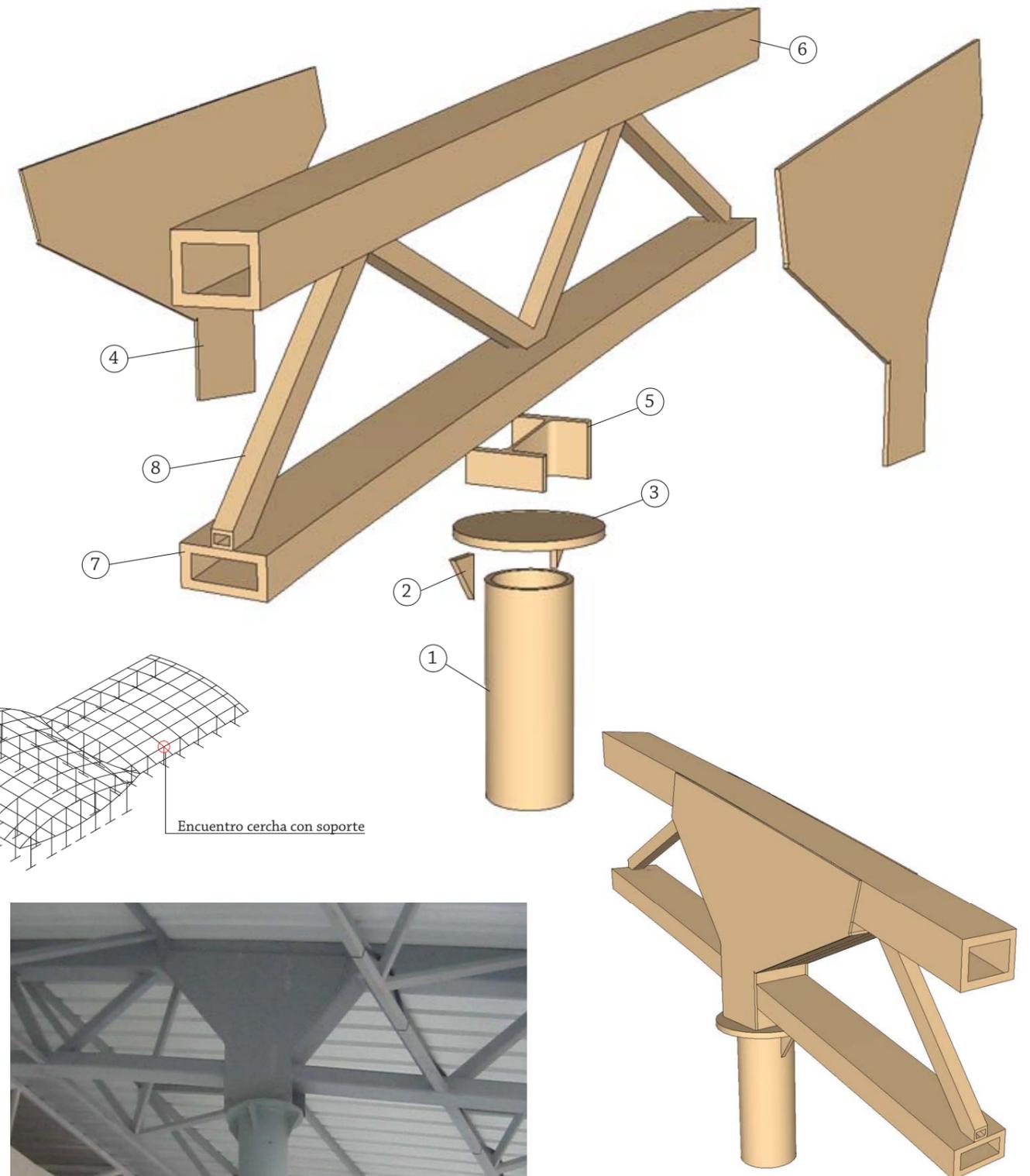
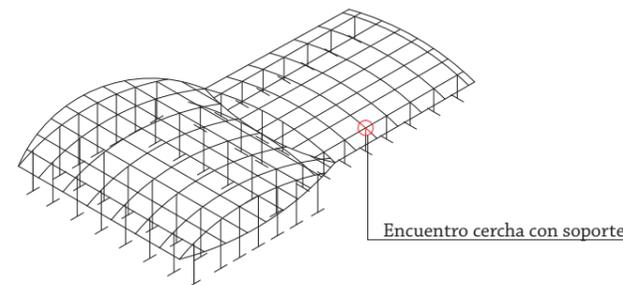
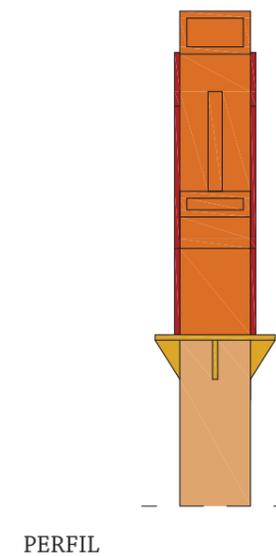
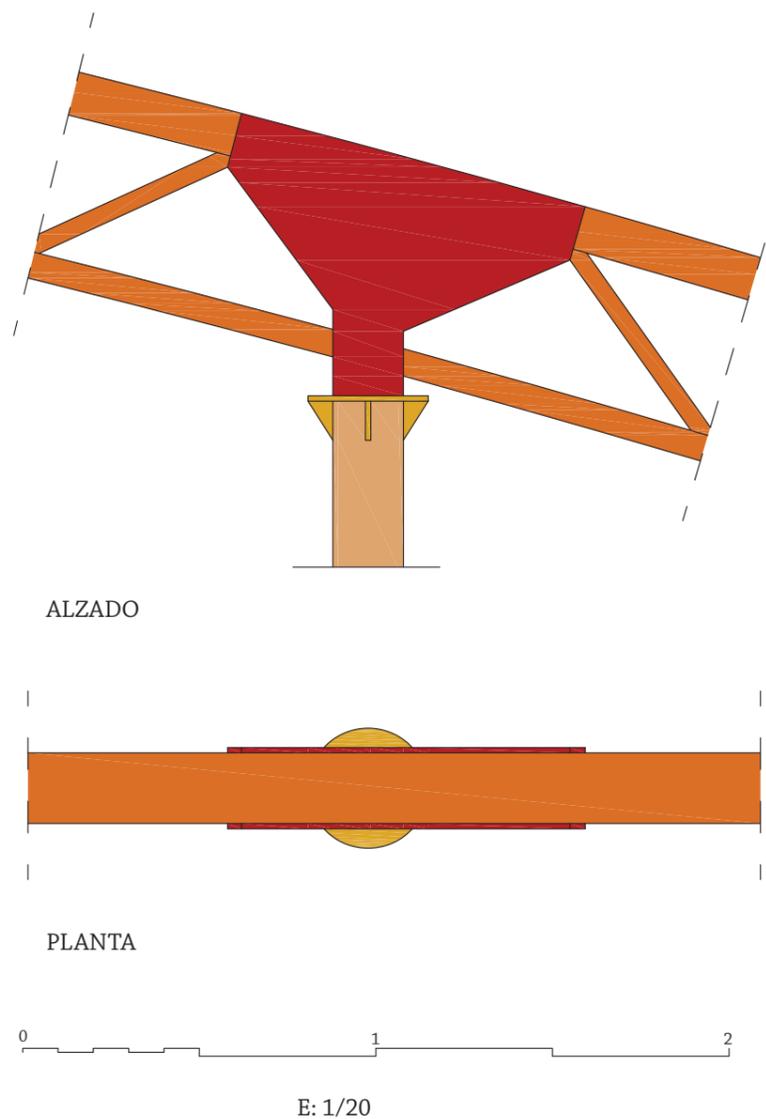


Figura 43. Encuentro cercha con correas.

4. ENCUENTRO CERCHA CON SOPORTE CIRCULAR

Unión mediante soldadura entre cercha y soporte metálico de forma circular, se ha cegado la superficie de conexión de la cercha, (podemos observar en el dibujo la chapa metálica de color rojo) para dotar al nudo de mayor rigidez. El soporte ha venido de taller ya soldado con la placa de cabeza y las cartelas rigidizadoras (representadas en el dibujo de color amarillo), una vez en obra se ha cortado una pieza de un perfil HEB200 para conseguir nivelar el encuentro entre la cercha con forma curva y el soporte.



1. Soporte metálico de forma circular.
2. Cartelas rigidizadoras.
3. Placa de cabeza forma circular de aproximadamente 2 cm espesor.
4. Chapa metálica de aproximadamente 2 cm de espesor.
5. Pieza de perfil HEB 200.
6. Cordón superior cercha.
7. Cordón inferior cercha.
8. Barras cercha.



Figura 47. Encuentro cercha con pilar redondo.

5. ENCUENTRO CON CANALÓN

Unión mediante soldadura entre cercha (representada en el dibujo de color naranja) y correa (representada en el dibujo en color rojo), ambas metálicas. Esta última además de arriostrar la estructura y sustentar a la cubierta de chapa metálica grecada también sirve de apoyo para la canal y para la pieza de borde de la cubierta (representado en el dibujo de color cian), la cual sirve para la fijación de la chapa curva de remate final (representada en el dibujo en perspectiva).

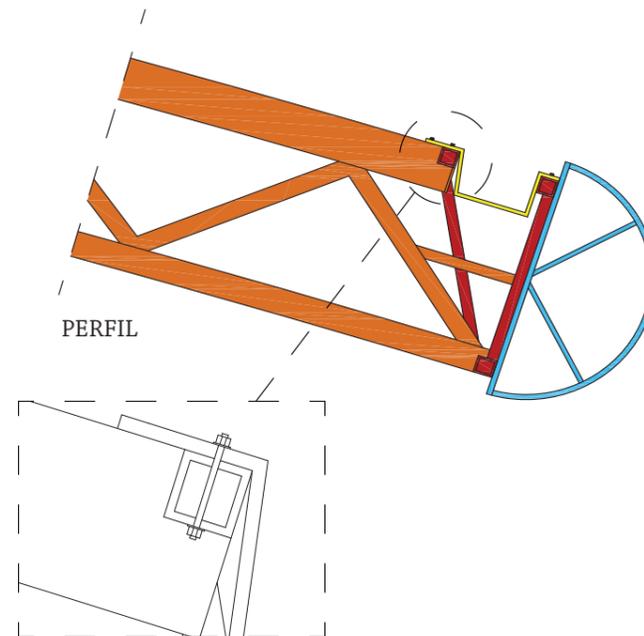
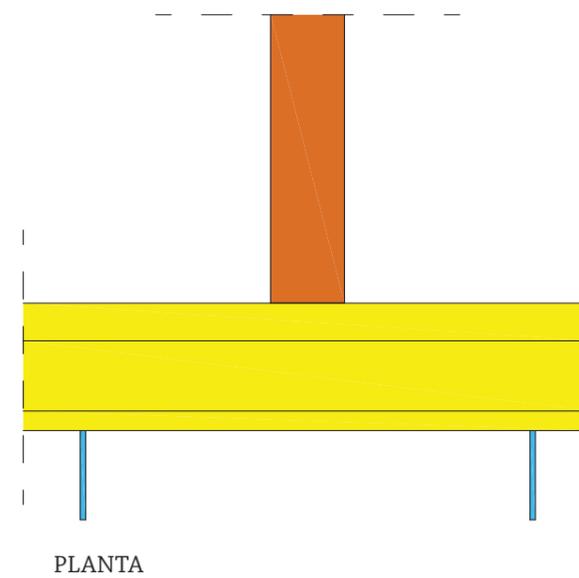
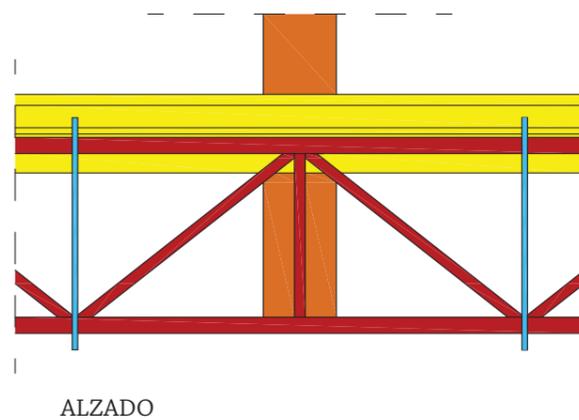
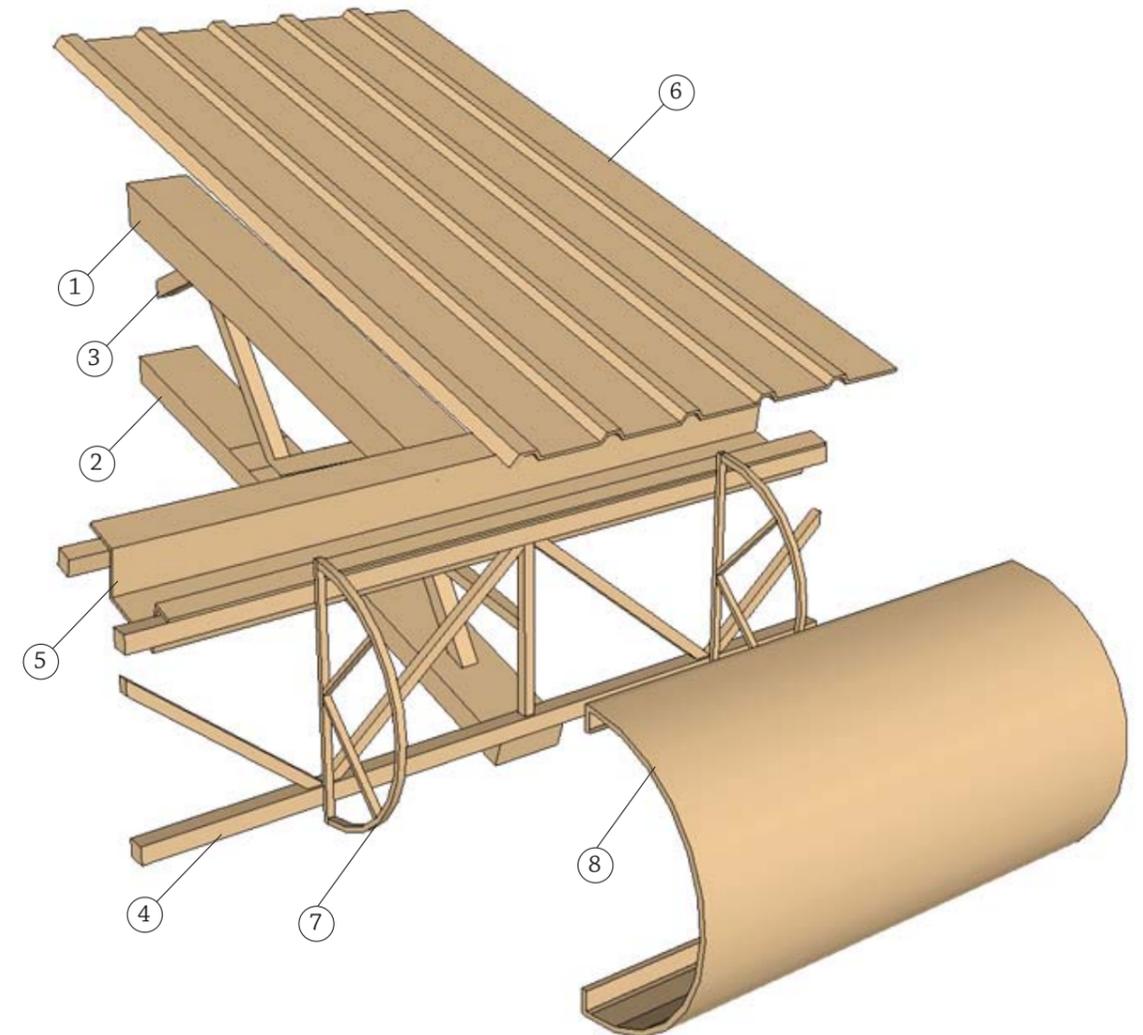
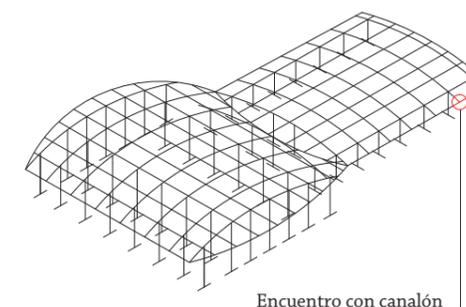


Figura 49. Encuentro con canalón.



1. Cordón superior cercha metálica.
2. Cordón inferior cercha metálica.
3. Barras cercha.
4. Correa metálica.
5. Canal de zinc.
6. Chapa metálica grecada de 1 cm de espesor.
7. Pieza metálica de soporte de chapa curva.
8. Chapa curva metálica de 1 cm de espesor.



E: 1/20 0 1 2

6. ENCUENTRO CANALÓN EN LIMAHOYA

Unión mediante soldadura entre cercha de forma curva (representada en el dibujo de color naranja) y correa (representada en el dibujo en color rojo), ambas metálicas, donde éstas sirven de apoyo a la canal (representada en el dibujo de color amarillo) fijada mediante tornillería, la cual recoge las aguas recibidas de as dos pendientes de la cubierta.

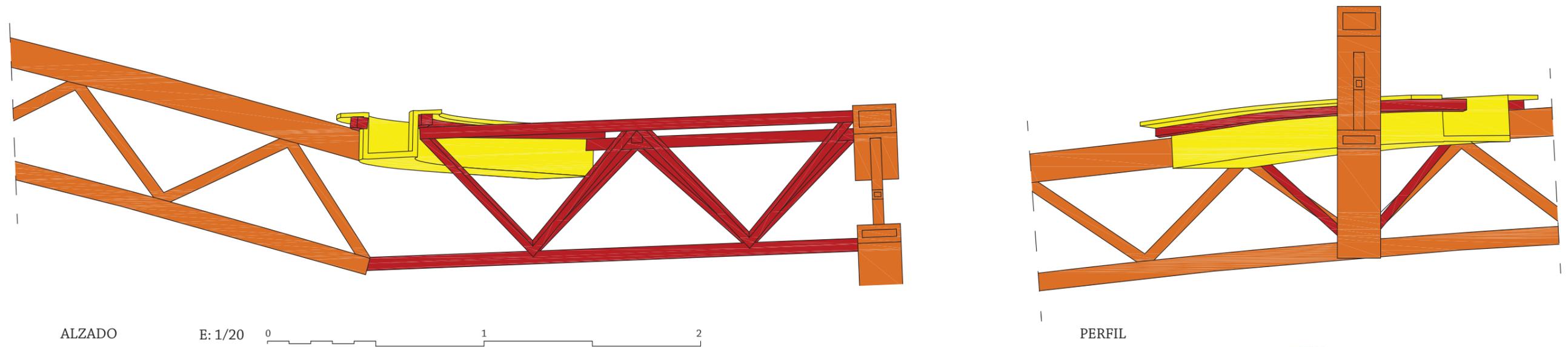
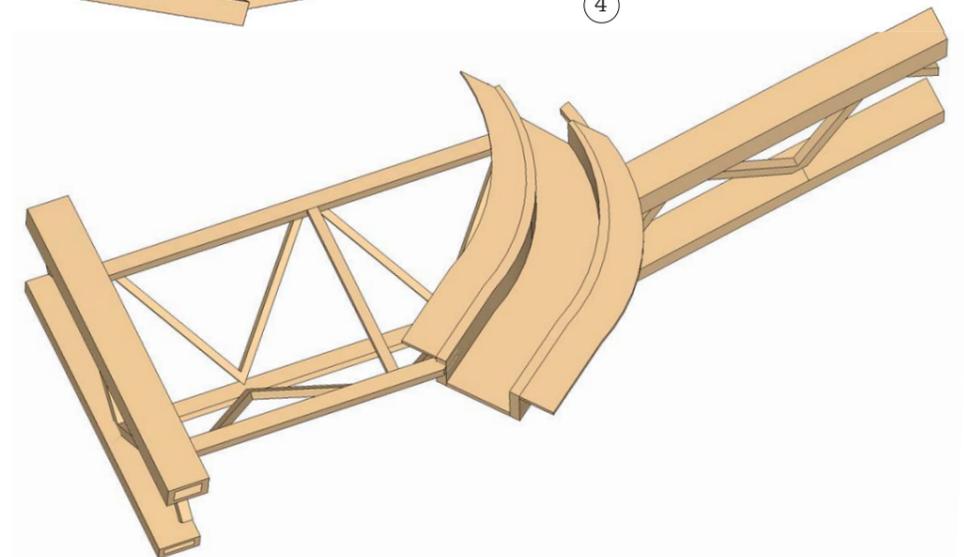
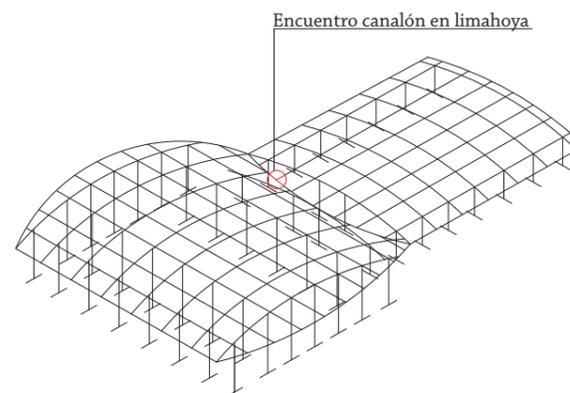
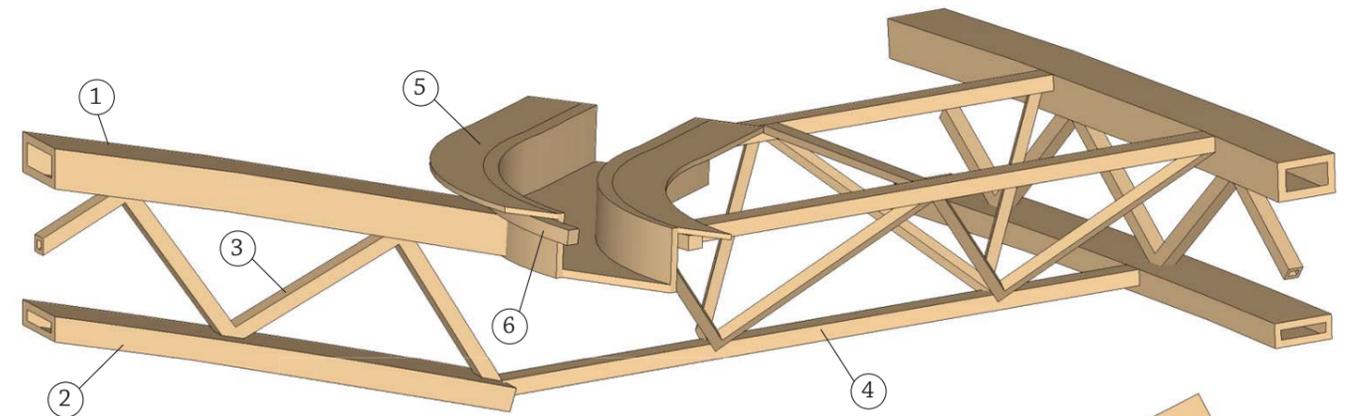


Figura 50. Limahoya de la cubierta en donde se situa la canal que recoge las aguas de la cubierta.

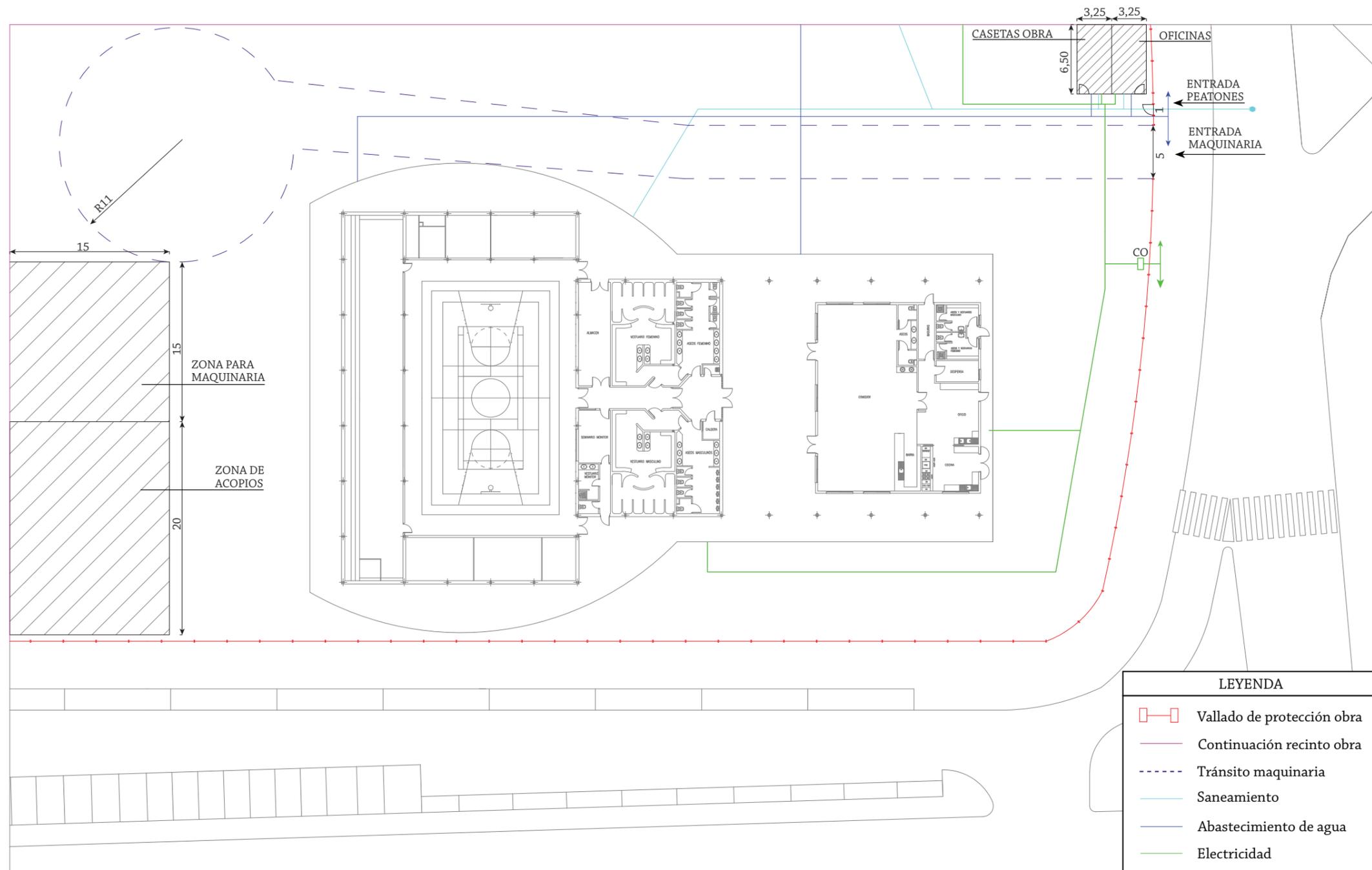


Figura 51. Fase de ejecución de la cubierta.

1. Cordón superior cercha metálica.
2. Cordón inferior cercha metálica.
3. Barras cercha.
4. Correa metálica.
5. Canal de zinc.
6. Perfil metálico soporte canal.



6.2 ORGANIZACIÓN DE LA OBRA



6.3 TRANSPORTE DE MATERIALES A OBRA

Cada una de las cerchas utilizadas en el Pabellón se confeccionaron para su transporte y posterior montaje en dos partes. Una vez ya en obra, la forma de unión entre las partes de cada una de ellas se realizó mediante chapas metálicas y tornillería. Podemos observar en la figura 47 su unión.



Figura 52. Foto del encuentro entre las dos partes de la cercha.

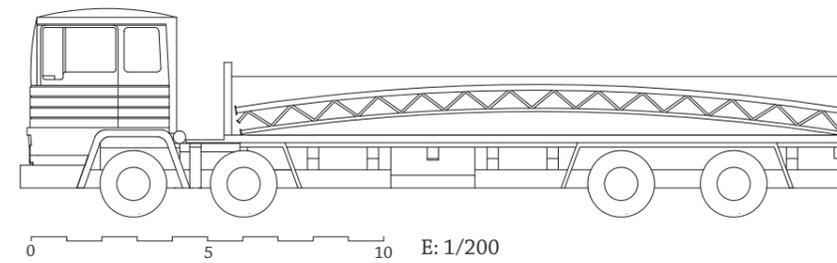


Figura 53. Transporte de las cerchas en camión.



Figura 54. Foto de las cerchas, acopiadas en obra para su colocación.

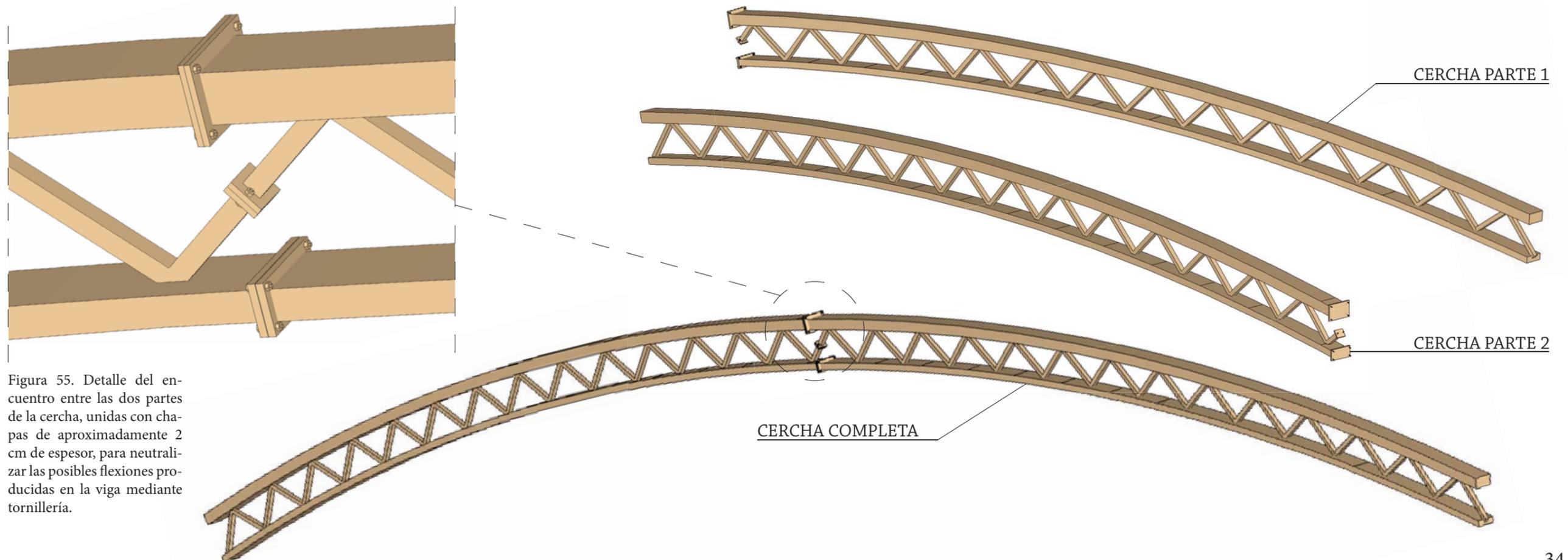
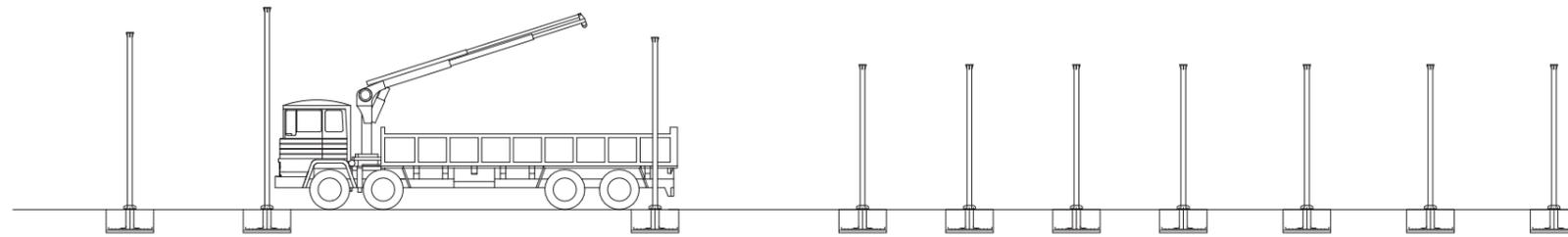


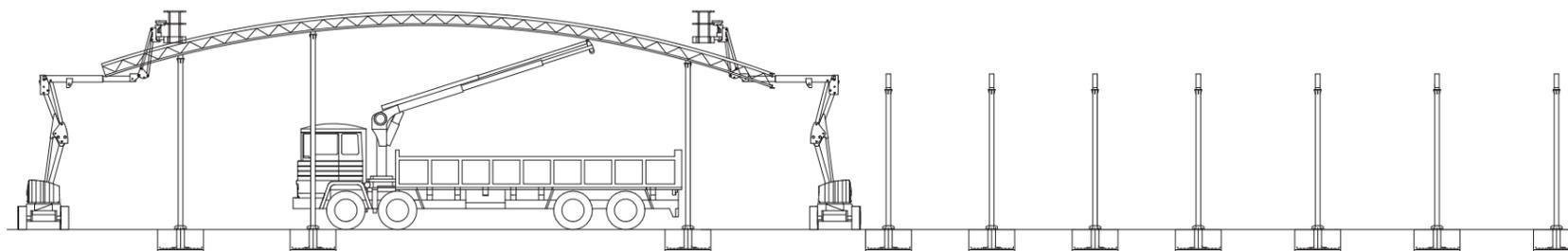
Figura 55. Detalle del encuentro entre las dos partes de la cercha, unidas con chapas de aproximadamente 2 cm de espesor, para neutralizar las posibles flexiones producidas en la viga mediante tornillería.

6.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

Para el movimiento de materiales y puesta en obra, la maquinaria que utilizaron fue un camión grúa y dos plataformas elevadoras articuladas, estas fueron de gran importancia en el montaje de la estructura, ya que tienen muy buena movilidad y accesibilidad al punto de trabajo y en sus plataformas pueden trabajar los operarios con seguridad.



Después de realizar la cimentación, llevaron acabo el montaje de los pilares, para realizar el movimiento de los mismos hasta el punto de trabajo utilizaron el camión grúa, donde cada perfil metálico fue soldado a su respectiva placa de anclaje.



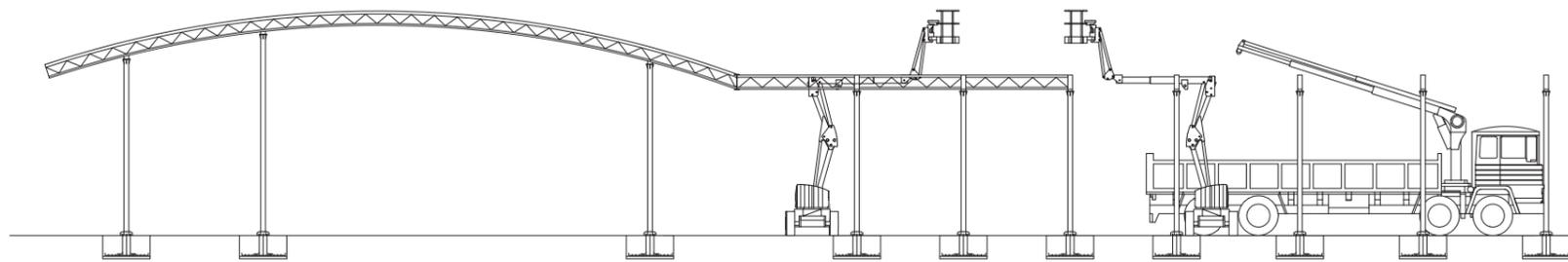
Después de la fase del montaje de los pilares, empezaron con la colocación de las cerchas, para el movimiento de las mismas hasta el punto de trabajo utilizaron el camión grúa, donde los operarios ayudados por las plataformas elevadoras realizaron su conexión.



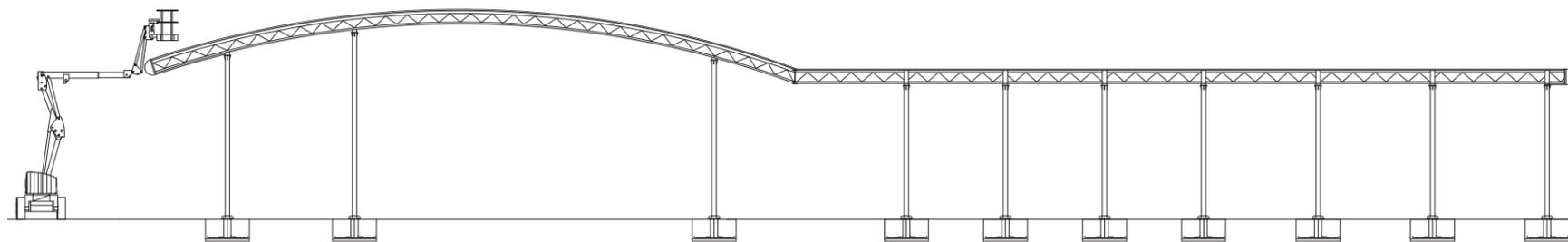
Figura 56. Vista real de una cimentación (izquierda) con placas de anclaje y posterior colocación de pilares (derecha). No son fotos que corresponden al Pabellón, ya que no disponíamos de material de estas fases constructivas, hemos considerado unas similares a modo ilustrativo.



Figura 57. Vista real de la colocación de las cerchas. Podemos observar las dos plataformas elevadoras que utilizaron.



Una vez iban montando las cerchas iban montando también las correas, de esta forma arriostraban la estructura, utilizando el camión grúa para el desplazamiento de las correas, y las plataformas elevadoras para su fijación mediante soldadura.



Una vez concluido el montaje de las cerchas y correas de la estructura, empezaron con la colocación de las placas grecadas metálicas de la cubierta, estas las fijaban a las correas y cerchas mediante tornillería.



Figura 58. Vista del montaje de la estructura del Pabellón, donde podemos observar el camión grúa y las plataformas elevadoras utilizadas en la obra.



Figura 59. Vista de la fase de colocación de cubierta metálica.

6.5 DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA



Figura 60. Vista del Pabellón en la fase de estructura.



Figura 61. Vista del Pabellón en la fase de estructura.



Figura 62. Vista de las correas.



Figura 63. Vista del Pabellón en la fase de estructura.



Figura 64. Vista del Pabellón en la fase de estructura.



Figura 65. Vista de la fase de colocación de la cubierta.



Figura 66. Vista de la fase de colocación de la cubierta.



Figura 67. Vista de la fase de colocación de la cubierta.



Figura 68. Vista lateral del Pabellón.



Figura 69. Vista general de la cubierta del Pabellón.



Figura 70. Vista general del Pabellón.



7. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Cuando comencé este taller no entendía con claridad la manera de aplicar la geometría en los diseños arquitectónicos. Gracias a la búsqueda de información, investigación y estudio, ahora puedo comprender conceptos que caracterizan la geometría de la superficie del Pabellón Deportivo IES Marjana.

Su superficie geométrica esta generada a partir de dos cilindros que intersectan perpendicularmente entre sí a diferente altura, consiguiendo una ejecución en su construcción de manera clara y exacta al diseño planteado inicialmente.

La forma utilizada en el edificio favorece a la funcionalidad del mismo, el sistema estructural empleado ha permitido salvar grandes luces, aspecto necesario para la creación del espacio imprescindible para albergar un pabellón deportivo.

Además su forma y sistema estructural han ayudado a su construcción, como es el caso de la ejecución de la cubierta, donde esta apoya en las correas que sirven además para conseguir la forma deseada sin tener que aplicar otros medios auxiliares.

Por otro lado me gustaría dejar constancia de la buena ejecución de la cubierta, dado que en la actualidad después de diez años, no ha tenido ningún problema como pueden ser goteras, cumpliendo perfectamente su función.

Estas razones llevan a pensar que el comportamiento de la superficie estudiada se puede considerar como óptima

COEFICIENTE DE IDONEIDAD GEOMÉTRICA

El coeficiente de idoneidad geométrica está definido en la tesis doctoral del profesor Francisco Javier Sanchis Sampedro, “La geometría de las Superficies Arquitectónicas. Análisis formal geométrico de la Ciutat de les Arts i de les Ciències de Valencia”.

Este coeficiente consiste en una valoración cualitativa como conclusión a los análisis realizados en el Pabellón, centrados en su forma geométrica y las consecuencias

que este diseño tiene desde el punto de vista estructural y constructivo. Recoge tres aspectos con su valoración independiente, en donde a cada uno se le otorga una puntuación de 0 a 2, donde la suma de las tres valoraciones hacen una puntuación máxima de 6.

FORMA GEOMÉTRICA

La superficie geométrica utilizada en el diseño del Pabellón se ha ejecutado de manera limpia y exacta, ya que no ha sufrido ninguna modificación para adaptarse al diseño de su forma original.

La puntuación otorgada en este apartado es de 2.

COHERENCIA ESTRUCTURA – GEOMETRÍA

La geometría aplicada en el Pabellón no influye negativamente a la estructura utilizada, se ha podido emplear un sistema estructural como es el de cerchas en celosía, el cual tiene ventajas estructurales obtenidas al combinar módulos triangulares, luego la estructura y geometría son coherentes.

La valoración en este apartado es de 2 puntos.

APLICABILIDAD DE LA GEOMETRÍA DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Se ha utilizado correctamente la geometría en el desarrollo constructivo, como hemos comentado anteriormente un ejemplo claro es el caso de las correas metálicas, las cuales están formando las propias generatrices del cilindro, y sirven de sustento a la cubierta metálica, ayudando además a conseguir la curvatura deseada.

La valoración asignada en este apartado es de 2 puntos.

Analizados los apartados vemos que el coeficiente de idoneidad geométrica ha sido una puntuación de 6 sobre 6, así que podemos decir que es un buen ejemplo de utilización de la geometría en el diseño de la arquitectura.

8.REF. BIBLIOGRÁFICAS Y FOTOGRAFÍAS

BIBLIOGRAFÍA

Francisco Javier Sanchis Sampedro, TFM 2011: Las formas del hormigón. Catálogo práctico de diseño.

Francisco Javier Sanchis Sampedro, Diazotec 2012, La geometría de las superficies arquitectónicas.

Miguel López Sanchis, PFC: Estudio de Superficies de revolución en la arquitectura y su construcción.

PFG's 2011 y 2012, Taller 14. Superficies arquitectónicas singulares, www.riunet.upv.es.

José Vicente Blat Llorens, Construcción I.

H.J.W Thunnissen, Instituto Juan de Herrera, Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura.

CTE-DB-AE Seguridad Estructural, Acciones en la edificación.

Heino Engel, Sistemas de estructuras.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

www.chiva.es fecha de consulta: 05/03/2013

www.google.es/maps fecha de consulta: 05/06/2013

www.cullatercerciclo.webnode.es/news/a25-aniversario fecha de consulta: 05/03/2013

www.buenastareas.com/ensayos/superficies fecha de consulta: 25/04/2013

www.areatecnologia.com fecha de consulta: 25/04/2013

www.estructuras.eia.edu.co fecha de consulta: 26/04/2013

www.wikipedia.org fecha de consulta: 01/04/2013

REFERENCIA FOTOGRÁFICA

Imagen	Fuente	Página
Figura 1	Catastro de Chiva	4
Figura 2	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	4
Figura 3	Elaboración propia	5
Figura 4	Elaboración propia	5
Figura 5	http://maps.google.es/ fecha de consulta: 15/06/2013	5
Figura 6	Elaboración propia	5
Figura 7	Elaboración propia	5
Figura 8	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	6
Figura 9	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	6
Figura 10	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	6
Figura 11	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	8
Figura 12	Elaboración propia	8
Figura 13	Elaboración propia	8
Figura 14	Elaboración propia	8
Figura 15	Elaboración propia	8
Figura 16	Elaboración propia	13
Figura 17	Elaboración propia	13
Figura 18	http://www.urbanity.es/viajes/ fecha de consulta: 15/05/2013	13

Imagen	Fuente	Pagina	Imagen	Fuente	Pagina
Figura 19	http://loslugarestienenmemoria.blogspot.com.es/2011/06/basilica-romana-origen-de-los-templos.html fecha de consulta: 15/05/2013	13		fotograf%C3%ADas-Nueva-Delhi-la-India-de-vacaciones-fotos-turismo-hh_p384.jpg fecha de consulta: 16/05/2013	
Figura 20	http://www.artehistoria.jcyl.es/obras/8091.htm fecha de consulta: 15/05/2013	13	Figura 31	http://blog.touristeye.es/wp-content/uploads/2011/05/lotus-interior.jpg fecha de consulta: 16/05/2013	14
Figura 21	http://www.romanicocastillayleon.com/iglesiaDestacado.php?palencia&i=2 fecha de consulta: 15/05/2013 Elaboración propia: 15/05/2013	13	Figura 32	www.ruraliberica.com fecha de consulta: 03/04/2013	15
Figura 22	www.podcast.foma.ru fecha de consulta: 15/05/2013	13	Figura 33	www.lasprovincias.es fecha de consulta: 03/04/2013	15
Figura 23	www.lajorge.blogspot.com.es/2009/11/catedral-de-santa-maria-de-palencia.html fecha de consulta: 15/05/2013	13	Figura 34	www.lasprovincias.es fecha de consulta: 04/04/2013	15
Figura 24-25	http://es.wikipedia.org/wiki/Iglesia_de_Santa_Maria_Novella . fecha de consulta: 15/05/2013	14	Figura 35		17
Figura 26	www.arkiplus.com/edificios-barrocos fecha de consulta: 15/05/2013	14	Figura 36	Elaboración propia	17
Figura 27	www.disfrutaroma.com/basilica-san-pedro fecha de consulta: 15/05/2013	14	Figura 37	Elaboración propia	17
Figura 28	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Palacio_de_Cristal,_Parque_del_Buen_Retiro,_Madrid_-_interior.JPG fecha de consulta: 15/05/2013	14	Figura 38	Elaboración propia	17
Figura 29	http://www.madrid.com/es/turismo_madrid/monumentos_de_madrid/palacio_de_cristal_en_madrid_espaa fecha de consulta: 15/05/2013	14	Figura 39	Elaboración propia	21
Figura 30	http://viajes-fotos.russian-women.net/viajes-fotos/	14	Figura 40	Elaboración propia	21
			Figura 41	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	22
			Figura 42	Elaboración propia	22
			Figura 43	Elaboración propia	24
			Figura 44	Elaboración propia	24
			Figura 45	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	27
			Figura 46	http://www.commsal.com/MHilatura/base_pilar_meta-lico.jpg fecha de consulta: 26/05/2013	28
			Figura 47	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	29
			Figura 48	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	30
			Figura 49	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	31

Imagen	Fuente	Pagina
Figura 50	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	32
Figura 51	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	32
Figura 52	Elaboración propia	33
Figura 53	Elaboración propia	33
Figura 54	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	34
Figura 55	Elaboración propia	34
Figura 56	http://www.imobestrom.com/es/naves-industriales-imobestparkkm23-proceso-constructivo-cimentacion.html fecha de consulta: 26/05/2013	35
Figura 57	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	35
Figura 58	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	36
Figura 59	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	36
Figura 60	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	37
Figura 61	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	37
Figura 62	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	37
Figura 63	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	37
Figura 64	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	37
Figura 65	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	37
Figura 66	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	38
Figura 67	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	38
Figura 68	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	38
Figura 69	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	38
Figura 70	Documentación facilitada por Jose M ^a Ruíz de Arcaute	38