

TALLER 14: SUPERFICIES ARQUITECTÓNICAS SINGULARES

ANÁLISIS DE SUPERFICIES ARQUITECTÓNICAS SINGULARES

Autor Proyecto: EVARISTO ORTOLÀ ORTOLÀ

Profesores: Francisco J. Sanchis Sampedro
Rafael J. Ligorit Tomás

Junio del 2011



INDICE

1-INTRODUCCIÓN. _____	1	8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL. _____	37
1.1- Importancia del Río Túria en Valencia.		8.1- Replanteo y cimentación.	
1.2- Edificios que componen la Ciudad de las Artes y las Ciencias.		8.2- Detalles constructivos Cimentación. Detalle 1.	
1.3- Descripción edificios que componen la Ciudad de las Artes y las Ciencias.		8.2- Detalles constructivos Cimentación. Detalle 2.	
2- BREVE RESEÑA DEL AUTOR. _____	7	8.2- Detalles constructivos Cimentación. Detalle 3.	
2.1- Santiago Calatrava valls.		8.2- Detalles constructivos Cimentación. Detalle 4.	
2.2- Otras obras importantes de Santiago Calatrava, Cronología.		8.3- Detalles estructurales del Cono. Sección A-A´.	
3- LA SUPERFICIE ARQUITECTÓNICA ELEGIDA. RELACIÓN CON EL EDIFICIO SELECCIONADO. _____	11	8.3- Detalles estructurales del Cono. Sección B-B´.	
3.1- El Umbracle.		8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 1.	
3.2- Elemento elegido dentro del Umbracle. Cono.		8.3- Detalles estructurales del Cono. Diferentes secciones.	
4- EDIFICIO SELECCIONADO. DATOS GENERALES. _____	15	8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 2.	
4.1- Situación Cono-Escalera acceso Umbracle.		8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 3.	
4.2- Umbracle.		8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 4.	
5- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO PREVIO. _____	18	8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 5.	
5.1- Diseño de la superficie.		8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Sección A-A´.	
6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO. _____	20	8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Sección B-B´.	
6.1- Análisis formas geométricas. Cono.		8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Detalle 1.	
6.2- Proyecciones y estudio del Cono.		8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Detalle 2.	
6.3- Puesta a escala del Cono.		8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Detalle 3.	
6.4- Análisis formas geométricas. Cilindro.		8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Detalle 4.	
6.5- Proyecciones y estudio del Cilindro.		8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal. Detalle 1.	
6.6- Puesta a escala del Cilindro.		8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal. Detalle losa y peldañado Escalera.	
6.7- Análisis formas geométricas. Helicoide.		8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal. Detalle 2.	
6.8- Proyecciones y estudio del Helicoide.		8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal.	
6.9- Puesta a escala de la Escalera Helicoidal.		8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal.	
6.10- Conjunto de superficies.		8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal. Detalle 3.	
7- OTRAS CONSTRUCCIONES EMPLEANDO FORMAS GEOMÉTRICAS. _____	31	9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA _____	63
7.1- Formas similares empleadas en la Ciudad de las Artes y las Ciencias.		9.1- Fases de ejecución.	
7.2- Formas similares empleadas por otros Arquitectos.		9.2- Fase 1.	
Construcciones con forma de Cono.		9.3- Fase 2.	
7.3- Formas similares empleadas por otros Arquitectos.		9.4- Fase 3.	
Construcciones con forma de Cilindro.		9.5- Fase 4.	
7.4- Formas similares empleadas por otros Arquitectos.		9.6- Fase 5.	
Construcciones con forma de Helicoide.		9.7- Fase 6.	
		9.8- Fase 7.	
		9.9- Fase 8.	
		10- ACABADO SUPERFICIAL _____	73
		10.1- Proceso constructivo del "Trencadís"	
		11- BIBLIOGRAFÍA _____	75
		12- CONCLUSIONES _____	76
		13- 3D CONO ESCALERA ACCESO UMBRACLE _____	77

1. INTRODUCCIÓN.

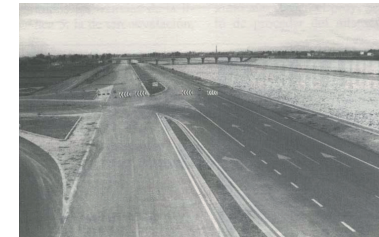
1- INTRODUCCION

1.1- Importancia del Rio Turia en Valencia

Inundación de Valencia (1957): La ciudad de Valencia sufre la más terrible inundación de su historia el 14 de octubre de 1957. A las dos de la madrugada el río Turia se desbordó, inundando la capital con una de las mayores riadas, que afectó a dos tercios de la población. En algunos puntos del casco histórico las aguas desbordadas del río alcanzaron 3 metros de altura y cubrieron de barro gran parte del área urbana.



El denominado "Plan Sur" (1958): El Ingeniero de Caminos Eustaquio Berriochoa propuso un plan para resolver el problema de los más de 300 pasos a nivel de Valencia. Como medida de prevención se planificó el denominado Plan Sur, consistente esencialmente en la desviación del Turia 5 kilómetros al oeste del centro de la ciudad, mediante la apertura de un cauce artificial con capacidad de 5.000 metros cúbicos por segundo, también se aprovechó para construir una ronda para tráfico rodado de gran capacidad, ya que se diseñaron dos autovías paralelas en los márgenes del nuevo cauce. El primer borrador del proyecto estuvo listo en enero de 1958, cuando fue presentado al Ministro de Vivienda. Incluía el desvío del río, la presa de Villa Marchante, la reorganización ferroviaria y la recuperación de suelo con un presupuesto estimado de 5.000 millones de pesetas. Y entonces el proyecto pareció guardarse en un cajón.



1- INTRODUCCION

1.1- Importancia del Rio Turia en Valencia

Destino del viejo cauce del Turia (1971): Con la reforma del PGOU de Valencia para adaptarse al Plan Sur y a instancias del Ministerio de Obras Públicas (el viejo cauce era propiedad estatal en esos momentos), se proyectó que el espacio del cauce fuera ocupado por una autopista de 28 metros de ancho y todas las conexiones para distribuir el tráfico por la ciudad. Dicha autopista sería el final del la autopista de Madrid a Valencia, que llegaría así hasta el mar. A lo largo de los dos siguientes años se produjo una gran campaña de protesta contra esta solución, exigiendo que el cauce se convirtiera en una zona verde de la ciudad. Finalmente Obras Públicas desistió de su idea original y el ayuntamiento acordó destinar el viejo cauce a zona verde, modificando el PGOU y pidiendo al estado su propiedad. En noviembre de 1976, durante la primera visita del Juan Carlos I como jefe del Estado, se donó la titularidad del viejo cauce a la ciudad.

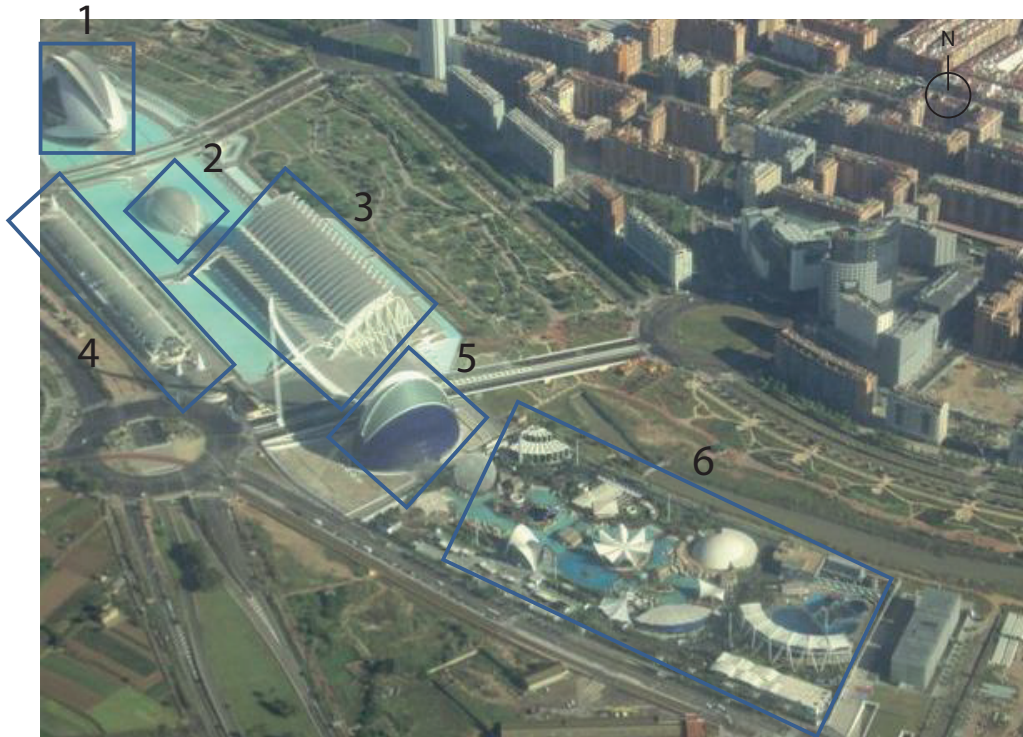
Plan urbanístico del viejo cauce del Turia (1981): El Ayuntamiento firmó el contrato con Ricardo Bofill por valor de 12 millones de pesetas por el cual se desarrollaría el plan urbanístico del viejo cauce. Durante los años 80 se crearon las bases para la ocupación y transformación del viejo cauce del río Turia en un espacio verde constituido por más de 2.000.000 m² a lo largo de 10 kilómetros por pleno centro de la ciudad. En un principio se trataba sólo de una Ciudad de las Ciencias, e incorporaba una torre de Telecomunicaciones, frente al proyecto actual con un Museo y un Cine Planetario. El conjunto se completaba con un aparcamiento y zona ajardinada que servía de nexo entre las distintas instalaciones. El proyecto inicial fue encargado al arquitecto valenciano Santiago Calatrava Valls en 1991. Según los diseñadores del proyecto se trataba de ejecutar un parque temático basado en las nuevas tecnologías. Como referente de Francia y más en concreto era el Parque de Futurescop en Poitiers. También se había diseñado una Torre de comunicaciones de tal magnitud y grandeza que pudiera convertirse en un nuevo icono arquitectónico, que representase la ciudad a nivel mundial.

Nacimiento de la “Ciudad de las Artes y las Ciencias” (1995): Se paralizaron las obras. La torre de comunicaciones, símbolo ya asociado a la gestión de los gestores anteriores, debiendo el arquitecto retirarla del proyecto, añadiendo en su lugar el palacio de las artes que reconvertía a la Ciudad de la Ciencia en “de las Artes y la Ciencia” Completando los edificios con un parque oceanográfico universal diseñado por el arquitecto Félix Candela.



1- INTRODUCCION

1.2- Edificios que componen la Ciudad de las Artes y las Ciencias



Mediante el estudio de formas geométricas voy a analizar una superficie geométrica situado en la Ciudad de las Artes y las Ciencias. La superficie elegida es estudiada previamente para saber su utilidad, su forma y sobre todo como trabaja.

El proyecto de la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia se erigió espléndido sobre el antiguo cauce del río Turia. La grandiosa obra comprende seis construcciones emblemáticas rodeadas por agua: El Palacio de las Artes Reina Sofía, el Umbral, El Hemisferio, El Museo de las Ciencias Príncipe Felipe, el Museo Oceanográfico y el Ágora.

- 1- Palau de les Arts Reina Sofia
- 2- L'Hemisfèric
- 3- El Museu de les Ciències Príncep Felipe
- 4- El Umbral
- 5- El Àgora
- 6- L'Oceanogràfic

1- INTRODUCCION

1.3- Descripción edificios que componen la Ciudad de las Artes y las Ciencias

Palau de les Arts Reina Sofia: Tiene una superficie total de 37.000 m². El enorme edificio, que teniendo en cuenta su curvatura en planta tiene unas medidas de 163 metros de longitud x 87 metros de ancho, es sin duda la obra más difícil realizada hasta el momento por Santiago Calatrava. Unas paredes laterales de hormigón revestidas de 20.000 m² de trencadís, contienen tras ellas varias escalinatas de acceso a las diferentes terrazas del edificio. La obra, de 70 metros de altura en su punto más alto, dispone de cuatro salas importantes; una Sala Principal, un Auditorio, el Aula magistral y un Teatro anexo. La Sala Principal, por ejemplo, tiene una capacidad para 1.700 espectadores y cuenta además con el segundo foso de coros más grande del mundo. La bella Sala, que se ubica en la parte media sur-este del edificio, se compone de un patio y cuatro niveles de palcos. El Auditorio, que tiene una capacidad para 1.500 espectadores, se sitúa en el nivel superior del lado sur. La cúpula de coronación, con forma de hoja de la naturaleza y que hace de cubierta para la sala situada en el nivel superior, recorre la totalidad del edificio de un lado al otro en una longitud de 230 metros. Tanto la anatomía humana como las formas orgánicas de la propia naturaleza, son la inspiración con la que el arquitecto sigue adelante en su búsqueda para con el arte abstracto.



L'Hemisféric: Fue el primer edificio en construirse. El edificio cuenta con una superficie de 14.000 m² y se compone de un Planetario en el que se proyectan tres espectáculos audiovisuales sobre una pantalla cóncava. Para el diseño del singular edificio el arquitecto se inspiró en sus estudios del ojo y párpado humanos denominado "el ojo de la sabiduría". Dispone de una lámina de agua que le rodea y que recuerda en gran medida a un auténtico ojo humano en movimiento, ya que Calatrava lo dotó de un sistema hidráulico móvil similar a muchas otras obras relacionadas con el arquitecto y con el que además se puede ventilar el edificio.



El Museu de les Ciències Príncipe Felipe: Cuenta con 54 metros de altura en su punto más alto, se erige sobre un área de 37.000 m² de superficie útil. Cuenta con una planta enteramente rectangular destinada exclusivamente a Museo de las Ciencias. La estructura interior del edificio, prácticamente diáfano, se compone de cinco pilares enormes de hormigón armado que se ramifican en la parte superior y que son el sustento de las grandes paredes laterales. Esta estructura nos recuerda en gran medida a las ramas y los troncos de los árboles. En el exterior hay una enorme plataforma longitudinal da acceso a través de unas enormes escalinatas al nivel inferior en caso de una posible emergencia. La fachada que da a este mismo lado, está compuesta por una serie de figuras triangulares simétricas entre sí que se van repitiendo y que nos recuerdan a las hojas de la naturaleza. Al otro lado del edificio, una fachada de preciosas coloraciones gracias al vidrio translúcido, se alza victoriosa y espléndida, en el que una fina y elegante estructura de acero sostiene tal inmensa fachada a modo de pliegues.



1- INTRODUCCION

1.4- Descripción edificios que componen la Ciudad de las Artes y las Ciencias

El Umbral: Un paseo ajardinado con especies vegetales autóctonas de Valencia (como la jara, lentisca, romero, lavanda, madreSelva, buganvilla, palmeras). Alberga en su interior El Paseo de las Esculturas, una galería de arte al aire libre con esculturas de artistas contemporáneos.



El Ágora: Es una enorme plaza pública con una cubierta móvil. Su estructura es metálica y estará revestida de trencadís azul y cristal. Tiene una altura de 80 metros y ocupa una superficie elíptica de 5000 metros cuadrados. Su forma recuerda, según el propio Calatrava, a dos manos entrelazadas pues el Ágora constará en su parte superior de unas alas (los dedos en el símil de las manos) que permitirán filtrar la cantidad de luz que entrará en su interior.



L'Oceanogràfic: Es el recinto situado más hacia el sur-este y donde se puede visitar toda la fauna animal de todos los continentes del mundo. Para el diseño de los accesos principales, Calatrava colaboró con el tristemente fallecido Félix Candela (1.910-1997), compañero arquitecto e ingeniero y una de las figuras más destacadas en cuanto a estructuras de hormigón armado y cúpulas se refiere a lo largo de casi todo el Siglo XX. En la foto, interior del L'Oceanogràfic (Oceanográfico). En sus acuarios viven 45.000 ejemplares de 500 especies diferentes, entre ellos, delfines, leones marinos, focas, tiburones... etc. El edificio fue diseñado por el arquitecto Félix Candela, y cuenta en su interior con un espectacular restaurante submarino. Gracias al empleo de materiales acrílicos en lugar de vidrio, se han conseguido unas ventanas de exhibición espectaculares, así como dos túneles bajo el agua, de 30 y 70 metros de longitud.



2- BREVE RESEÑA DEL AUTOR.

2- BREVE RESEÑA DEL AUTOR

2.1- Santiago Calatrava Valls



Desde los nueve años estudió en la Escuela de Bellas Artes donde empezó formalmente su preparación como dibujante y pintor. A los 13 años su familia le envió a París a través de un programa de intercambio estudiantil. De regreso a Valencia, terminó sus estudios escolares y se matriculó en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, donde se graduó como arquitecto y donde realizó un curso de post-graduado en urbanismo. A continuación, Calatrava, que se interesaba por las grandes obras de los maestros clásicos y que deseaba ampliar su formación, se trasladó en 1975 a Zúrich, donde estudió durante cuatro años Ingeniería Civil en el Instituto Federal de Tecnología, en el cual se graduó con un doctorado.

Finalizada la etapa de estudios, trabajó como profesor auxiliar en el Instituto Federal de Tecnología, donde comenzó a aceptar pequeños encargos y a participar también en concursos de nuevos proyectos. En 1983 le fue adjudicada su primera obra, la Estación de Ferrocarril de Stadelhofen, situada junto al centro de Zúrich donde tenía su despacho. Al año siguiente, Calatrava diseñó el puente Bac de Roda en Barcelona que fue el primero que empezó a darle cierto reconocimiento internacional. A este seguirían el Puente Lusitania (Mérida, 1991), del Alamillo (Sevilla, 1992) y el Puente de 9 Octubre (Valencia, 1995).

En 1989 Calatrava abrió su segundo despacho en París, mientras estaba trabajando en el proyecto de la Estación de Ferrocarril del Aeropuerto de Lyon. Dos años después creó su tercer despacho, esta vez en Valencia, donde trabajaba en un proyecto de grandes dimensiones, la Ciudad de las Artes y de las Ciencias. En el año 2003 concluyó el edificio del Auditorio de Tenerife.

En 2007 le fue concedido el Premio Nacional de Arquitectura. También el premio Príncipe de Asturias de las Artes (1999) y ha sido nombrado "Doctor Honoris causa" en 12 ocasiones.

Santiago Calatrava concibe cada proyecto como una obra viva donde todas las partes que la componen están relacionadas. Da gran importancia a al efecto dinámico, al hormigón y al acero como materiales de construcción. Se inspira en la naturaleza y en los esqueletos humanos. Arquitectura e ingeniería se funden en sus obras hasta tal punto que resulta imposible dividirlos.

2- BREVE RESEÑA DEL AUTOR

2.2- Otras obras importantes de Santiago Calatrava. Cronología.

Estacion de ferrocarril (Zurich, 1983)



Puente Oudry Mesly (Creteil, 1988) Francia

Puente de la Devesa (Ripoll, 1991) Girona



Puente Alamillo (Sevilla, 1992)



Pabellón de Kuwait (Sevilla, 1992)

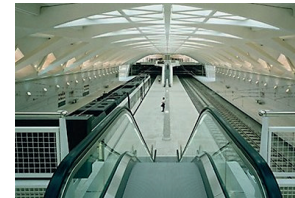


Puente Lusitania (España, 1991)



Torre comunicaci3n Montjuic (Barcelons, 1992)

La Estaci3n de Lyon Saint-Exup3ry (Lyon, 1994)



Estaci3n de metro Alameda (Valencia, 1995)

Recinto Ferial (Santa Cruz , 1996)



Puente de Zubi-Zuri (Bilbao, 1997)

Estaci3n de Oriente (Lisboa, 1998)



2- BREVE RESEÑA DEL AUTOR

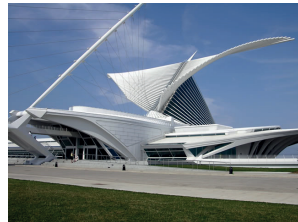
2.2- Otras obras importantes de Santiago Calatrava. Cronología.

Aeropuerto de Sondika (Bilbao, 2000)



Bodegas Ysios de Laguardia (La Rioja, 2001)

Puente de la Mujer (Buenos Aires, 2001)



Museo de Arte de Milwaukee (Estados Unidos, 2001)

Auditorio de Tenerife (Tenerife, 2003)



Turning torso (Suecia, 2005)



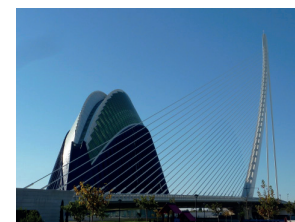
Puente de Vistabella (Murcia, 2005)

Pasarela de la Luz (Venecia, 2008)



La estación de Lieja (Bélgica, 2009)

Palacio Princesa Leticia (Oviedo, 2009)



Torre Chicago Spire (Chicago, 2009)

Puente Assut de l'Or (Valencia, 2009)



3. LA SUPERFICIE ARQUITECTÓNICA ELEGIDA. RELACIÓN CON EL EDIFICIO SELECCIONADO.



3- LA SUPERFICIE ARQUITECTÓNICA ELEGIDA. RELACION CON EL EDIFICIO SELECCIONADO

3.1- El Umbracle.

El Umbracle es una original aportación de *Santiago Calatrava* al conjunto de la Ciudad de las Artes y las Ciencias. Este elemento integrador, compuesto por un jardín y un paseo mirador, concebido como un “balcón hacia el futuro”, invita a contemplar desde lo alto este espectacular conjunto arquitectónico construido en el antiguo cauce del río Turia, siete metros por debajo del nivel del tejido urbano de la Ciudad. Se convierte así en un espacio donde la mirada encuentra en el horizonte el presente y futuro de la Ciencia y la Tecnología, un desarrollo imparable e increíblemente cercano de todos los rincones de la Ciudad de las Artes y las Ciencias.



L'Umbracle asombra por su singular diseño. *Santiago Calatrava* lo ha proyectado primordialmente en hormigón blanco, como el resto del conjunto, con un fuerte componente de marquesinas metálicas en sus espacios exteriores y largos recorridos peatonales de adoquín de granito. La estructura se asemeja a una celosía, con sucesión de 55 arcos fijos y 54 flotantes, metálicos. Es una actualización de la tipología novecentista de “Winter Garden”.

Tiene un longitud de 320 metros en dirección Este-Oeste, anchura máxima de 32,80 metros en dirección Norte-Sur, y altura máxima, desde el pie de los arcos fijos, hasta la clave de los flotantes, de 18 metros. Sobre los arcos se colocarán plantas enredaderas que proporcionará sombra a lo largo de todo el paseo ajardinado. Se ha escogido la Mareselva por ser la especie más vigorosa y resistente a los factores climatológicos y las Buganvillas por su carácter ornamental. En contraste con el hormigón, el paseo cubre su pavimento con madera de Teka, una madera de origen tropical adecuada para su instalación en espacios exteriores, ya que soporta las agresiones del viento y la lluvia con un desgaste mínimo. La cubierta permite la plantación de árboles de gran porte y está prevista para soportar una altura de tierras de 1,25 metros.

Se han plantado 50 especies florales autóctonas de la Comunidad Valenciana y además de la adaptación climatológica de cada una, se ha tenido en cuenta la armonía del color y las formas, especialmente en su distribución. Es un jardín “construido” en el que no hay elementos improvisados o escogidos al azar. En el plazo de 2 o 3 años se habrá alcanzado el ciclo completo de crecimiento. El jardín está rodeado de 99 palmeras, 78 palmeras pequeñas, 62 naranjos amargos, 42 variedades de arbustos de la Comunidad Valenciana, como Jaras, Lentiscos, Budleias, Plumeros o Plumbagos; 16 plantas de Don Juan de Noche; 450 plantas Trepadoras, entre Madreselvas y Buganvillas colgantes; 5500 plantas tapizantes como Lotus, Agateas, Lantanas y Apremias, y un centenar de plantas aromáticas como Romero y Lavanda. Pero la flor que predomina en el conjunto es la buganvilla, por ser una especie resistente y de bella ornamentación. Por tanto, en l'Umbracle pueden admirarse todas las variedades de gamas: rojas, amarillas, naranja, violeta y blanca.



3- LA SUPERFICIE ARQUITECTÓNICA ELEGIDA. RELACION CON EL EDIFICIO SELECCIONADO

3.1- El Umbracle.

Bajo su cubierta ajardinada se encuentra el aparcamiento de coches y autobuses. Este espacio se localiza en la zona sur del complejo y puede llegar albergar en su interior 736 turismos, entre sus dos plantas, 22 autobuses y de 6 a 8 microbuses. Además de las escaleras para acceder al jardín elevado desde la acera de la autovía, también se han previsto de unas rampas peatonales en los extremos del paseo, que permiten salvar la diferencia de rasante con la vía pública. El acceso de vehículos se produce por sendas rampas de entrada y salida a la autovía, dispuestas en la fachada sur. Los autobuses disponen de acceso independiente mediante rampas ubicadas en los extremos del edificio.



Via de acceso bajo el Umbracle



Parking del Umbracle

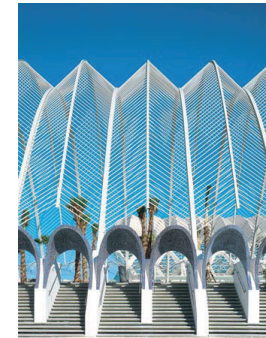


Escalera Acceso Parking-Umbracle



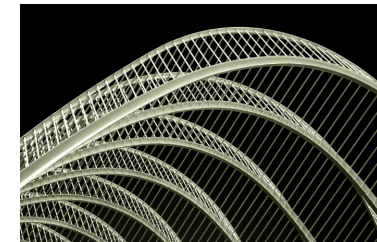
Escalera Acceso Parking-Umbracle

L'Umbracle permite al público disfrutar de una auténtica galería de arte al aire libre. Entre sus jardines, alberga seis esculturas de reconocidos autores contemporáneos. "Paisatge" de Francés Abad, "Motores", de Miguel Navarro, "Sin Título", de Joan Cardés, "Cristalización de la Sequía" de Nacho Criado, "Acceso de Ramón de Soto, y "Exit" de Yoko Ono. El complejo culmina la impresionante transformación que ha experimentado el antiguo cauce del Río Turia, convertido hoy en recinto ajardinado.



Escalera Acceso desde Autovía

El paseo está cubierto de una estructura enteramente de acero pintado en blanco. La elegante estructura se compone de unos arcos trasversales unidos por medio de unos perfiles más pequeños de acero.



3- LA SUPERFICIE ARQUITECTÓNICA ELEGIDA. RELACION CON EL EDIFICIO SELECCIONADO

3.2- Elemento elegido dentro del Umbracle. Cono.

El acceso inferior a la Ciudad de las Artes es por medio de dos entradas bien diferenciadas mediante la curiosa figura de un cono. En este cono se aloja un ascensor para bajar al nivel inferior; unas escalinatas curvas alrededor de estos conos dan también acceso peatonal a la Ciudad de las Artes. Ya en el nivel inferior, se sustenta la Galería de arte por medio de una serie de pilares inclinados de hormigón que repitiéndose longitudinalmente a lo largo de toda la Ciudad de las Artes evocan a las ramas y los troncos de los árboles. La superficie arquitectónica seleccionada es uno de los elementos que contiene el Umbracle. Consiste en el Cono con escalera acceso al mismo Umbracle, desempeña un papel fundamental ya que comunica el edificio Museo de las Ciencias Príncipe Felipe y el Hemisferio con el Umbracle.



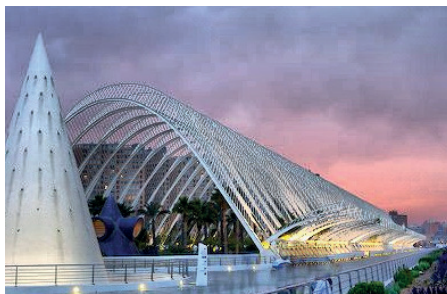
4. EDIFICIO SELECCIONADO. DATOS GENERALES.

4- EDIFICIO SELECCIONADO. DATOS GENERALES

4.1- Situación Cono-Escalera acceso Umbracle



FOTO AÉREA UMBRACLE



1-ACCESO NORD-OESTE

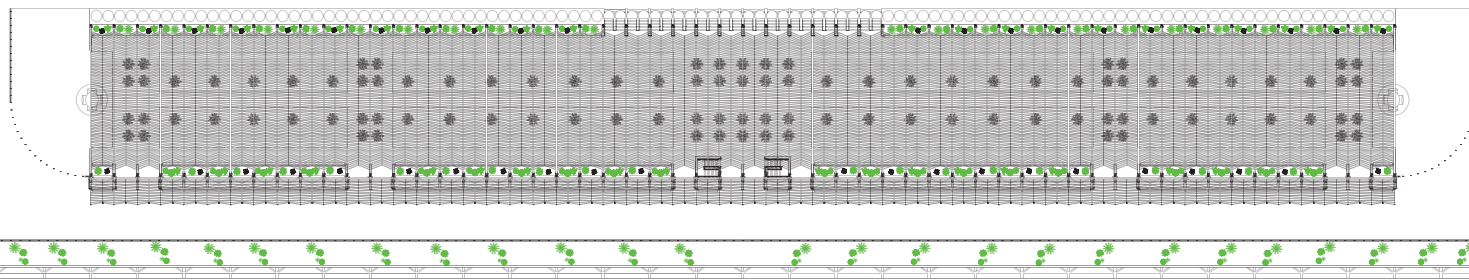
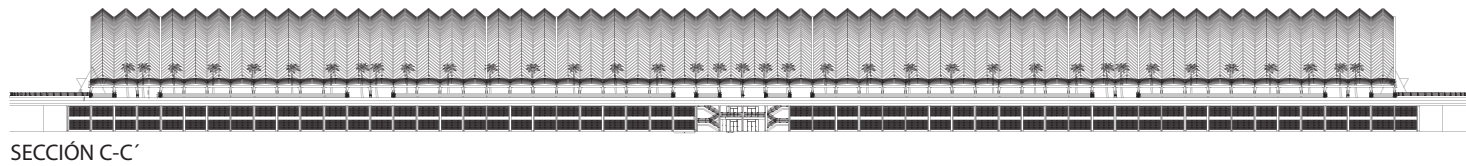
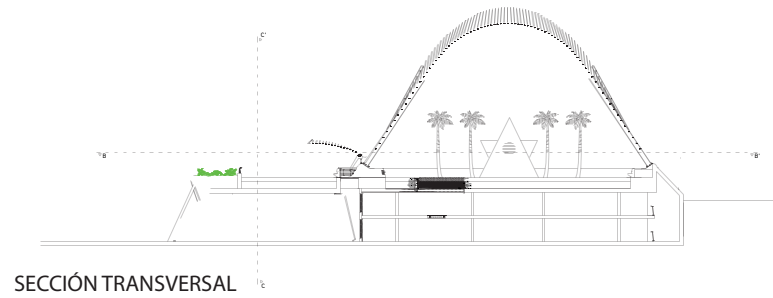
El edificio seleccionado dentro del Umbracle cumple una función muy importante, escalera de acceso al Museo de Ciencias Príncipe Felipe. Consiste con un cilindro de hormigón armado donde en el centro se dispone un cono de hormigón armado. Entre estas dos superficies geométricas de hormigón se proyectan dos escaleras helicoidales simétricas. En el interior del cono se ha dotado de un ascensor circular, que está unido a una pasarela de hormigón armado en el nivel superior para poder acceder al ascensor. Este singular edificio además de dotar de accesibilidad al nivel inferior, sirve como rotonda en la parte inferior para el paso de los vehículos. También en el entradós de la escalera se haya un cuarto para las diferentes instalaciones necesarias.



2- ACCESO SUR-ESTE

4- EDIFICIO SELECCIONADO. DATOS GENERALES

4.1- Umbracle



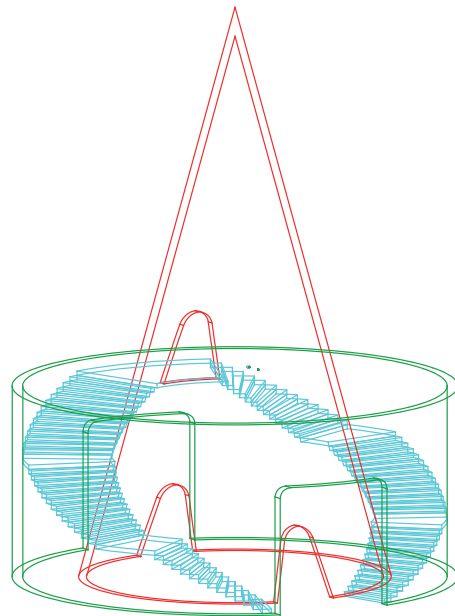
5. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO PREVIO.

5- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO PREVIO:

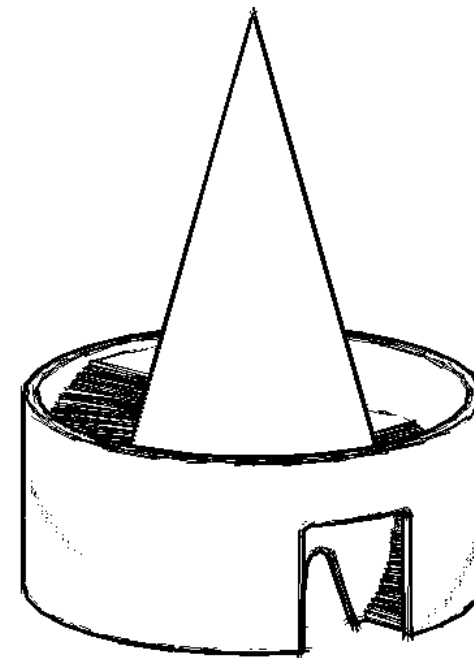
5.1- Diseño de la Superficie.

Arquitecto, Proyectista: Santiago Calatrava Valls
Empresa constructora: Dragados y Necso (UTE PALACIOS)

Santiago Calatrava relaciona la arquitectura con la geometría. Para la construcción de la escalera acceso Umbracle utiliza tres formas geométricas muy básicas:



COMPOSICION DE LAS TRES FORMAS GEOMETRICAS



BOCETO - SECCIÓN ESQUEMÁTICA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS TRES FORMAS GEOMÉTRICAS EN CONJUNTO

6. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO.

6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:

6.1- Análisis formas geométricas. Cono.

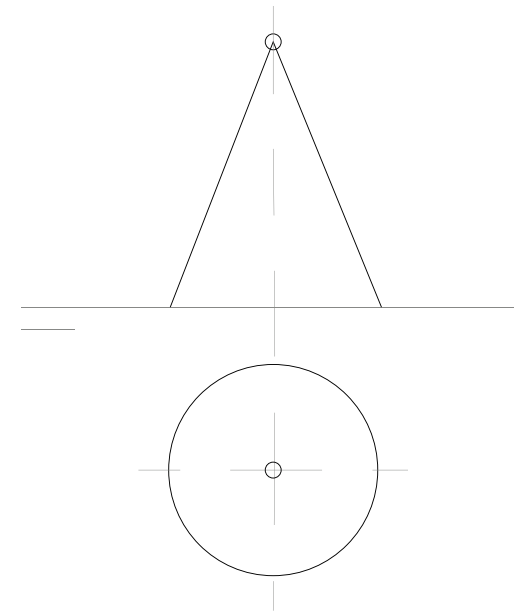
CONO:

- Definición: En geometría, un cono recto es un sólido de revolución generado por el giro de un triángulo rectángulo alrededor de uno de sus catetos. Al círculo conformado por el otro cateto se denomina base y al punto donde confluyen las generatrices se llama vértice.

Superficie cónica se denomina a toda superficie reglada conformada por el conjunto de rectas que teniendo un punto común (el vértice), intersecan a una circunferencia no coplanaria.

- Clasificación y denominación:

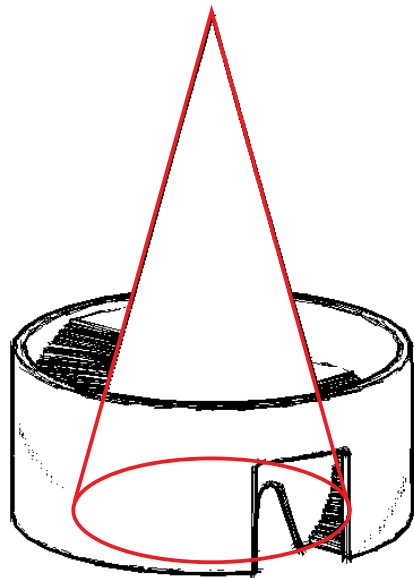
- Cono recto/oblicuo: si el eje es o no perpendicular al plano de la base.
- Cono de revolución/no de revolución: si se puede generar revolucionando una recta alrededor del eje.
- Cono de base (circular, elíptica, parabólica): Tipo de curva que se define como base.



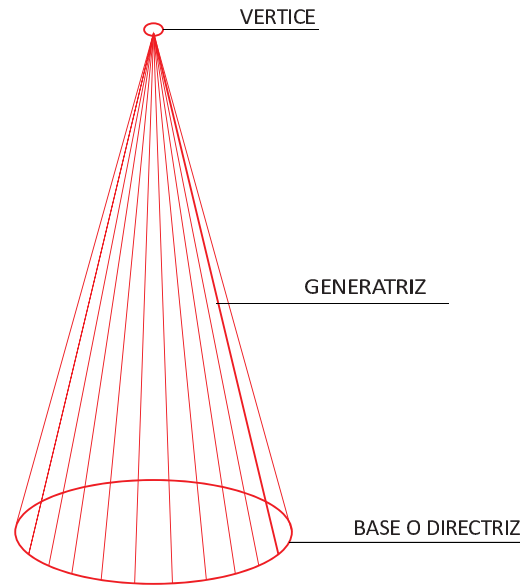
CONO RECTO DE REVOLUCIÓN BASE CIRCULAR

6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:

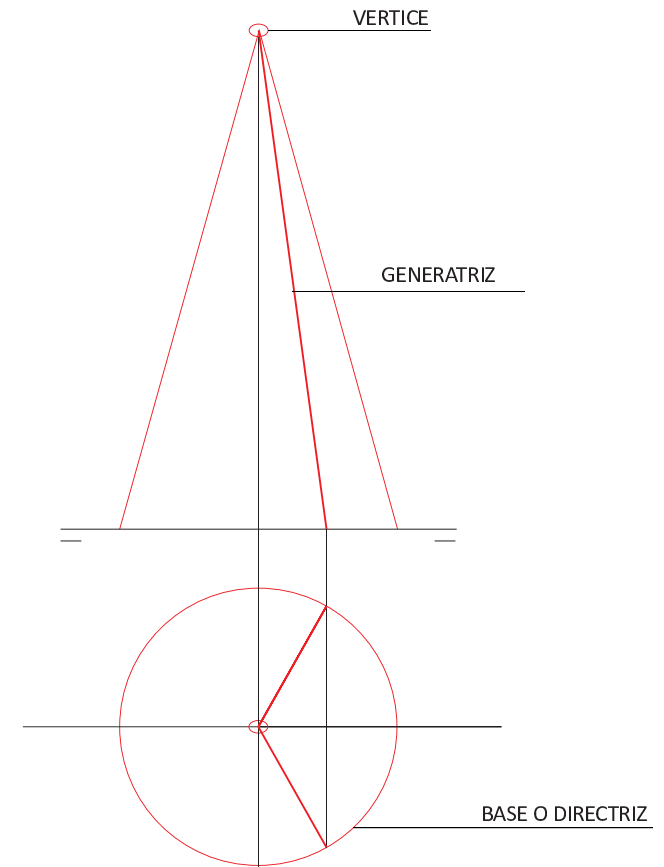
6.2- Proyecciones y estudio del Cono.



PROYECCIÓN DEL CONO EN LA IMAGEN

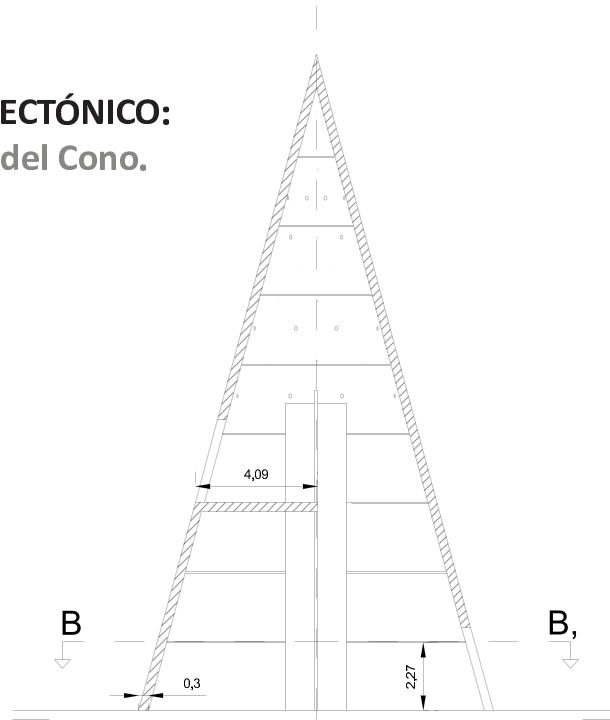


COMPOSICIÓN CONO

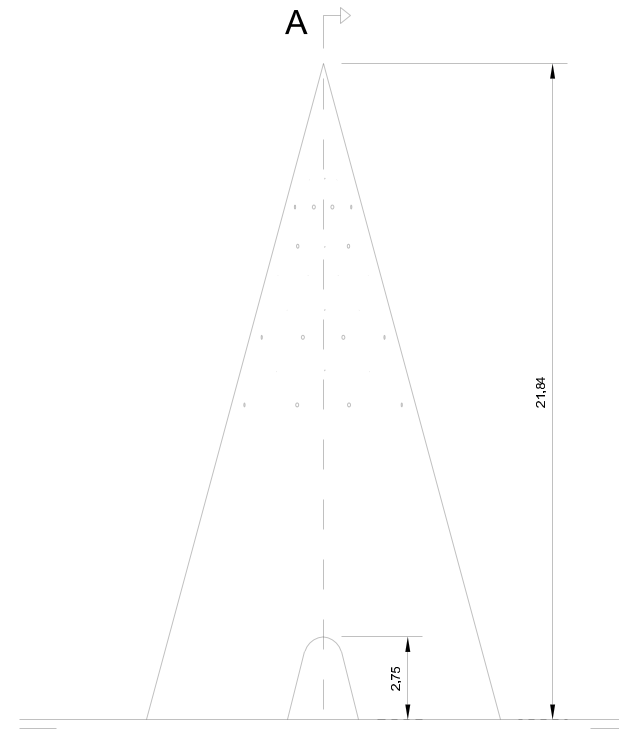


PROYECCIONES CONO

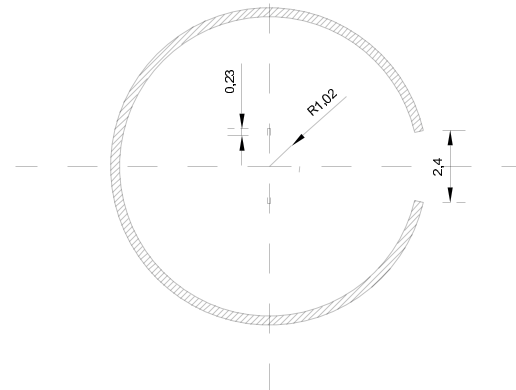
6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:
6.3- Puesta a escala del Cono.



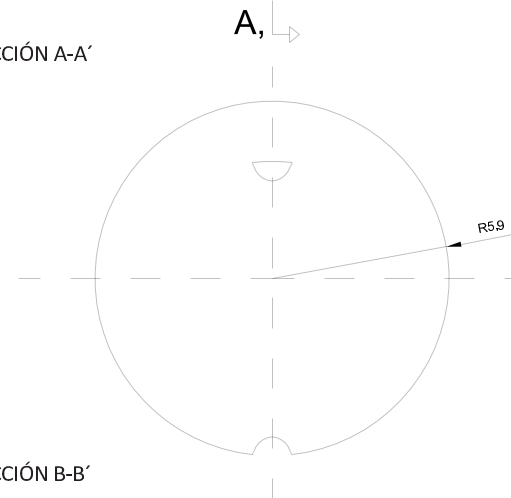
ALZADO



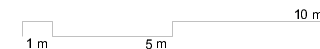
SECCIÓN A-A'



PLANTA AEREA



SECCIÓN B-B'



6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:

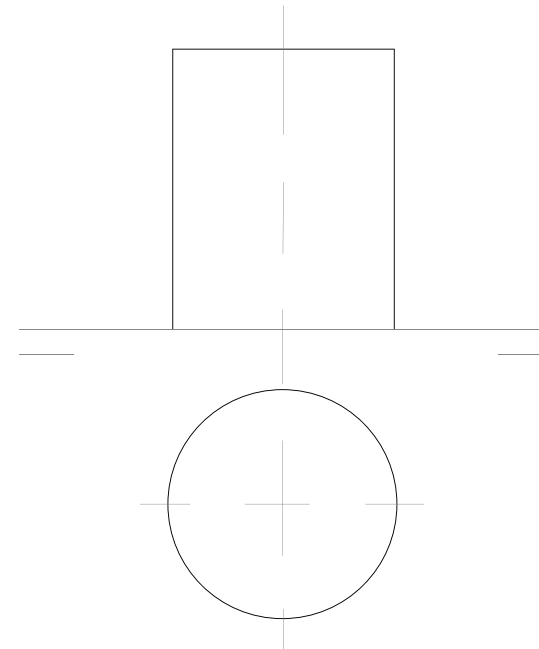
6.4- Análisis formas geométricas. Cilindro.

CILINDRO:

- Definición: En geometría, es la superficie formada por los puntos situados a una distancia fija de una línea recta dada, el eje del cilindro. Como superficie de revolución, se obtiene mediante el giro de una recta alrededor de otra fija llamada eje de revolución.

- Clasificación y denominación:

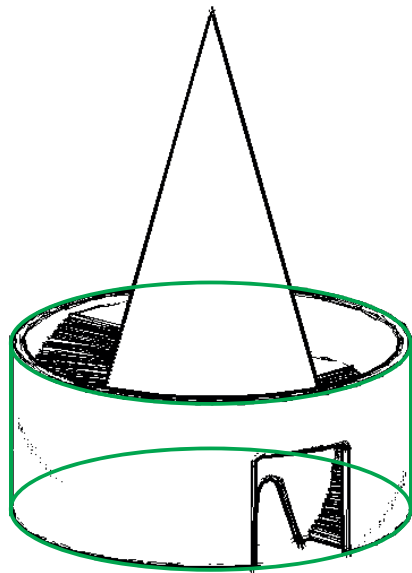
- Cilindro recto de revolución base circular.
- Cilindro recto no de revolución base elíptica.
- Cilindro oblicuo no de revolución base circular.
- Cilindro oblicuo de revolución (sección perpendicular al eje = circunferencia) base circular.



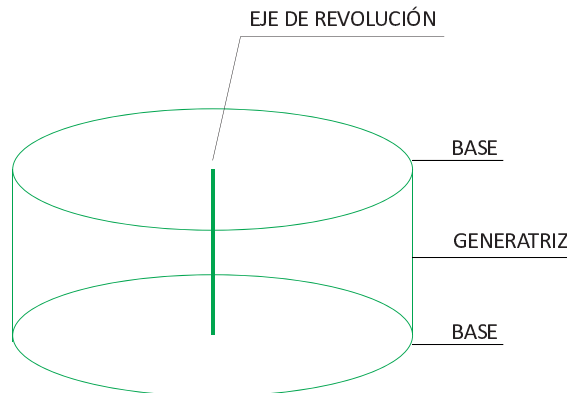
CILINDRO RECTO DE REVOLUCIÓN BASE CIRCULAR

6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:

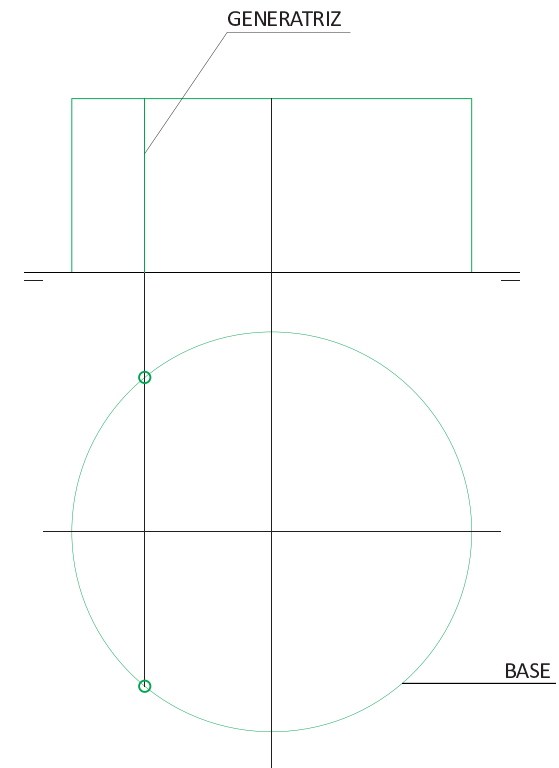
6.5- Proyecciones y estudio del Cilindro.



PROYECCIÓN DEL CILINDRO EN LA IMAGEN

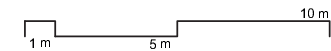
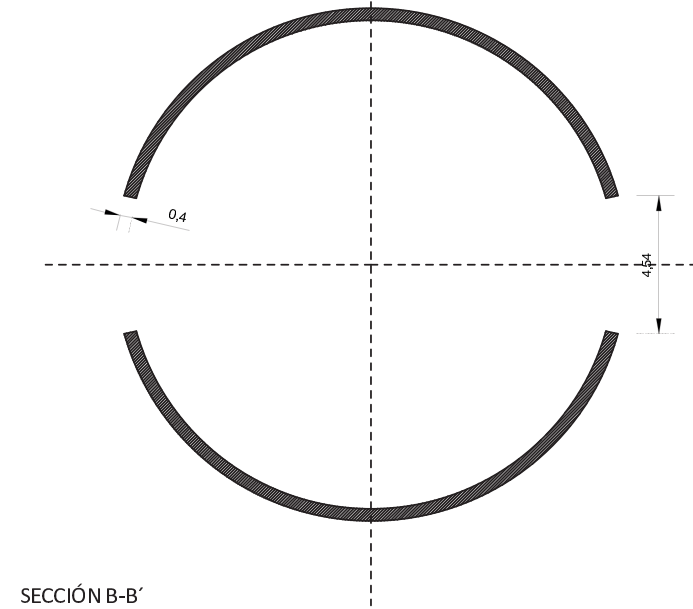
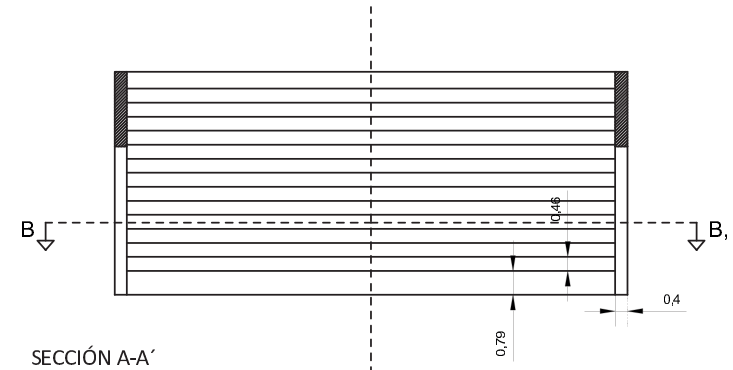
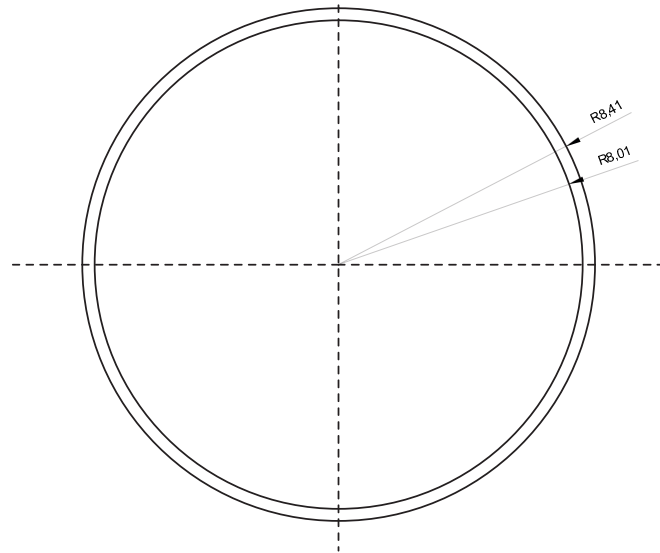
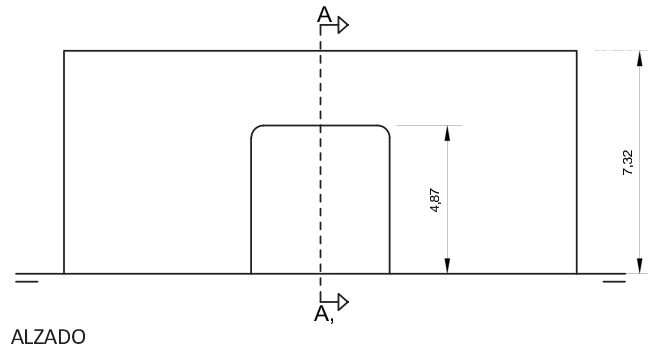


COMPOSICIÓN CILINDRO



PROYECCIONES CILINDRO

6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:
6.6- Puesta a escala del Cilindro.



6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:

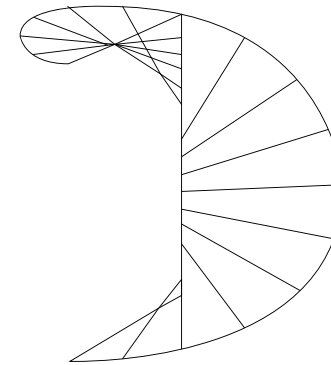
6.7- Análisis formas geométricas. Helicoide.

HELICOIDE:

- Definición: Toda aquella que pueda generarse sometiendo a una generatriz (curva o recta) a un movimiento helicoidal. Por tanto son superficies que tienen por directriz a una hélice.

- Clasificación:

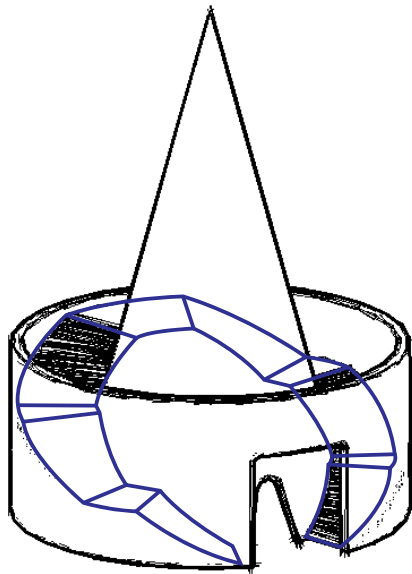
- Helicoide curvo: Generado por el movimiento helicoidal de una curva.
- Helicoide reglado: Generado por el movimiento helicoidal de una recta.
 - Helicoide reglado axial: La generatriz recta corta al eje de la hélice directriz.
 - Recto: La generatriz corta formando un ángulo de 90° con el eje – generatriz = normal a la hélice.
 - Oblicuo: La generatriz corta formando un ángulo diferente de 90° con el eje – cono director.
 - Helicoide reglado no axial: La generatriz recta no corta al eje de la hélice directriz (se cruzan)
 - Recto: La generatriz se cruza formando con el eje perpendicularmente.
 - Oblicuo: La generatriz se cruza con el eje de manera no perpendicular.
 - Desarrollable: La generatriz es la tangente a la hélice. Se puede calcular su desarrollo.



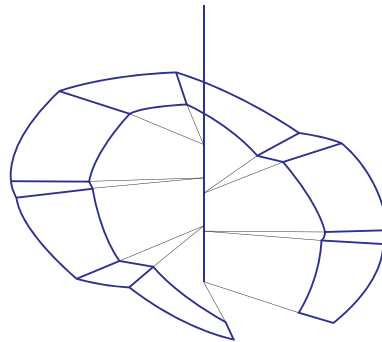
HELICOIDE REGLADO AXIAL RECTO

6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:

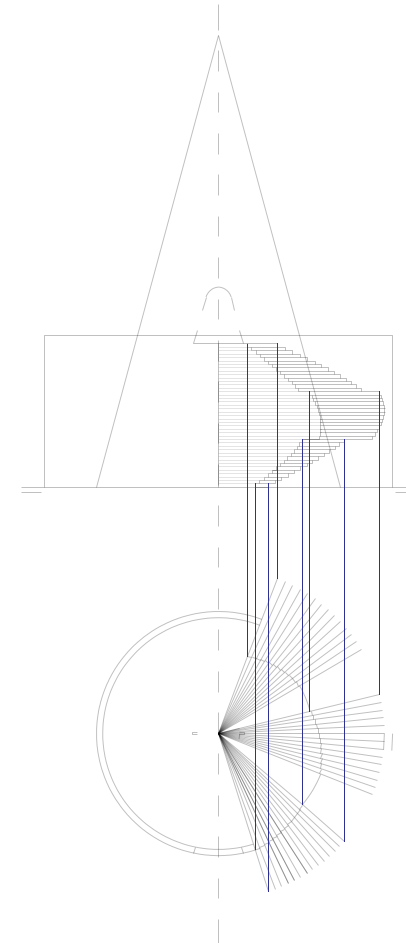
6.8- Proyecciones y estudio del Helicoide.



PROYECCIÓN DEL CILINDRO EN LA IMAGEN



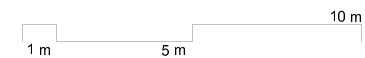
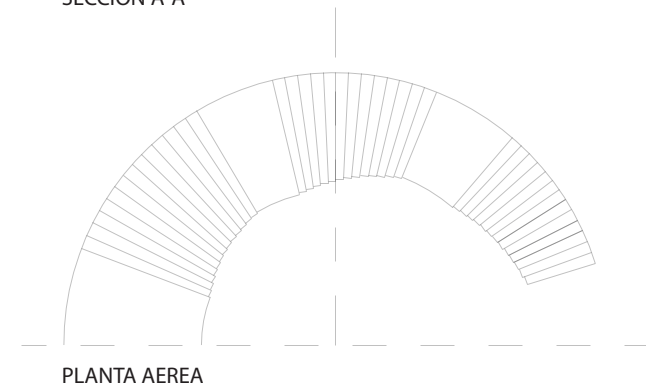
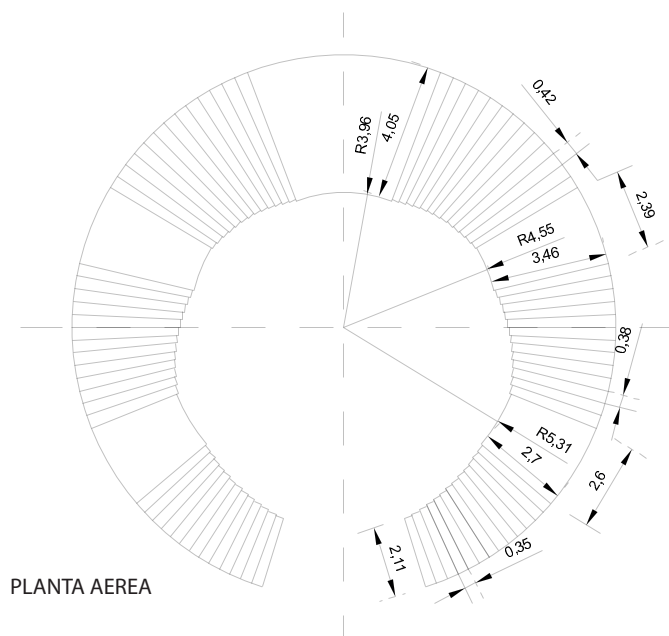
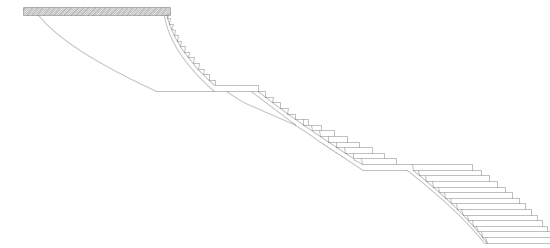
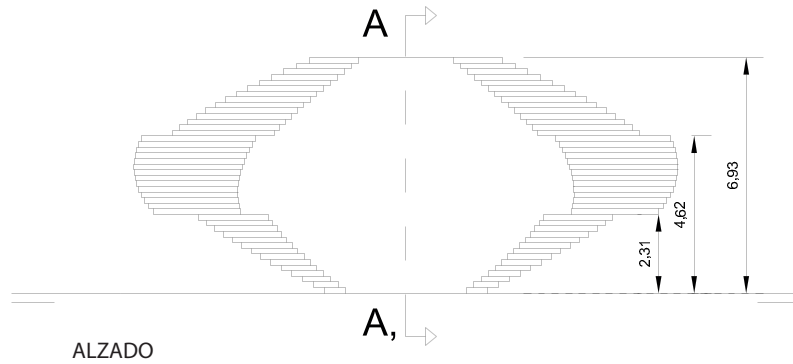
COMPOSICIÓN ESCALERA HELICOIDAL



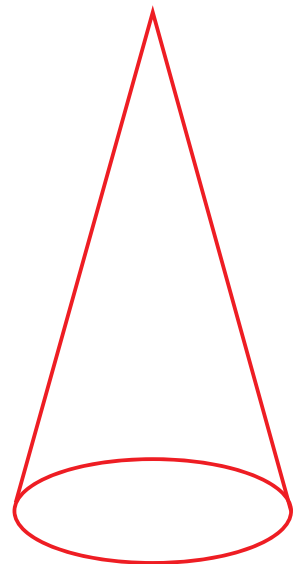
PROYECCIÓN ESCALERA HELICOIDAL

6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:

6.9- Puesta a escala de la escalera Helicoidal.

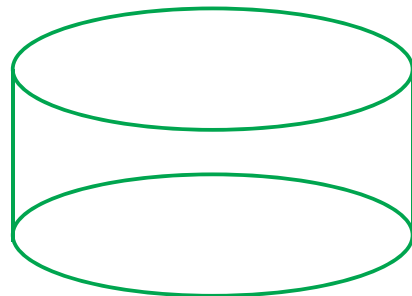


6- ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO:
6.10- Conjunto de Superficies.



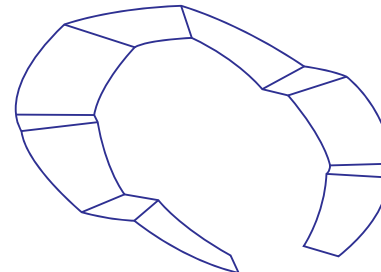
CONO

+



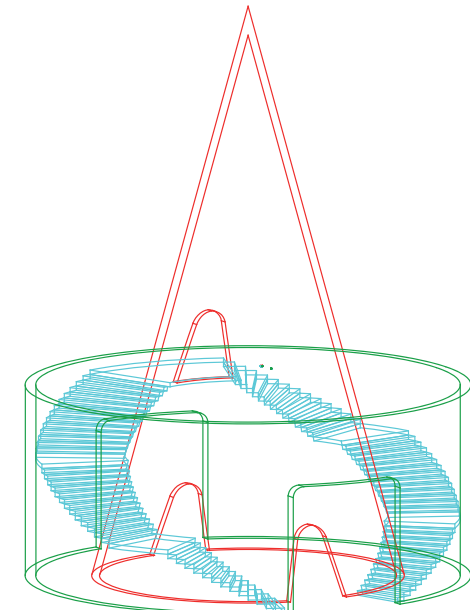
CILINDRO

+



ESCALERA HELICOIDAL

=



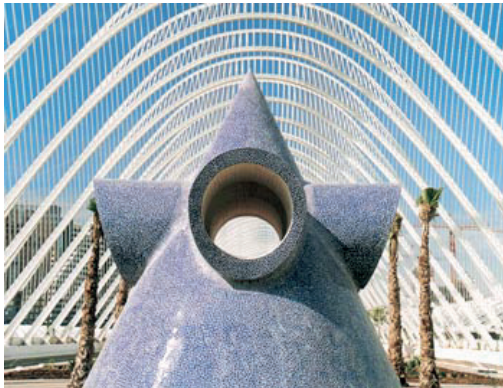
CONO-ESCALERA ACCESO UMBRACLE



7. OTRAS CONSTRUCCIONES EMPLEANDO FORMAS GEOMÉTRICAS.

7- OTRAS CONSTRUCCIONES EMPLEANDO FORMAS GEOMÉTRICAS :

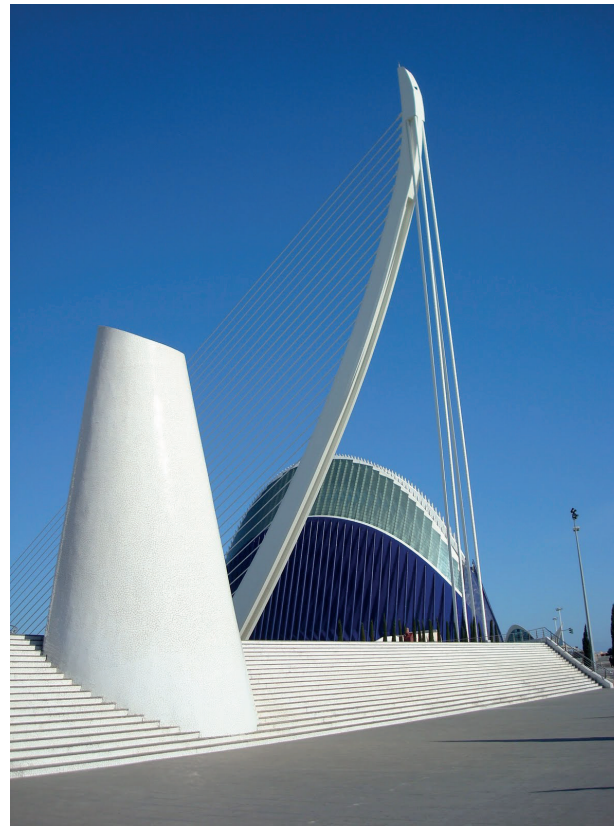
7.1- Formas similares empleadas en la Ciudad de las Artes y las Ciéncias.



RESPIRADERO UMBRACLE



ESCALERA INTERIOR PALACIO DE LAS ARTES
REINA SOFIA



RESPIRADERO PARKING UMBRACLE

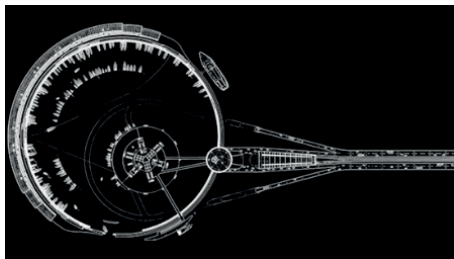


ELEMENTO DE DECORACIÓN

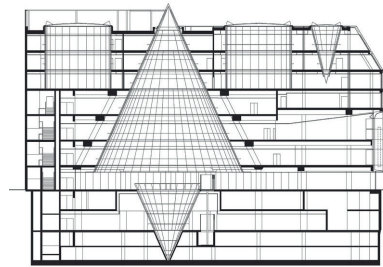
7- OTRAS CONSTRUCCIONES EMPLEANDO FORMAS GEOMÉTRICAS :

7.2- Formas similares empleadas por otros Arquitectos. Contrucciones con forma de Cono.

- **Torre del Milenio:** Diseñada por el **Arquitecto Norman Foster** en 1989 para ser construida en la bahía de Tokio. Teniendo en cuenta que está en una zona de terremotos Foster se preocupó de que fuera un edificio estable, lo cual lo consigue mediante la forma cónica y cubierta por una malla helicoidal (la hélice agarra) de acero.



- **Edificio de las Galerías Lafayette de Berlín:** La interpretación es del **Arquitecto Jean Nouvel**. El edificio sustituye el famoso atrio de las galerías de París con unos volúmenes de cristal en forma de cono. El cono principal se eleva varias plantas por encima del nivel de la calle hasta la cima del edificio. Un segundo, más pequeño, cono invertido cae desde el nivel de la calle a través de dos plantas de tiendas y dos pisos de aparcamientos. Los conos transparentes son interesantes como objetos esculturales, pero hacen poco por la utilidad de la galería. Arquitectónicamente, ni consiguen dar la suficiente sensación de vértigo ni proporcionan un alivio a lo que son las atestadas galerías comerciales. Aún así, los conos atraen la curiosidad de los visitantes, que parecen explorar el edificio en sí más que las propias tiendas.



***Algunas ideas de por que utilizan el cono:** **Antoine Predock** como muchos otros arquitectos tiene una concepción de la arquitectura a mitad de camino entre un pasado lejano y un futuro imaginario; el monumental cono de cobre que alberga al Centro de Herencia Americana y que se apoya en el paralelepípedo del Museo del Arte, toma su forma de diferentes ideas, algunas históricas como la antigua tradición de edificar de los indios americanos, otras geológicas o teniendo en cuenta el entorno, al imitar las montañas cercanas o una cercana cancha de baloncesto o también imitando a un OVNI que aterriza en las praderas de Wyoming, uno de los temas preferidos del arquitecto).

7- OTRAS CONSTRUCCIONES EMPLEANDO FORMAS GEOMÉTRICAS :

7.3- Formas similares empleadas por otros Arquitectos. Contrucciones con forma de Cilindro.

- **Arquitecto Bertrand Goldberg:** Pocos son los edificios de Chicago que tienen un diseño tan innovador o que consiguen tal impacto como el Marina City. Inmediatamente consiguió sobresalir entre los muchos rascacielos de Chicago y fue por mucho tiempo el edificio más fotografiado de la ciudad.

Las dos torres circulares que albergan apartamentos con sus balcones semicirculares y la mitad de abajo son aparcamientos dispuestos en espiral. Las torres parecen ser transparentes por las plantas abiertas de garajes y los balcones voladizos que salen de las columnas perimetrales.

Aunque tiene un diseño moderno, la forma redonda de las piezas de hormigón prefabricado fue una clara reacción contra las torres de cristal y acero de Mies van der Rohe, cuyo estilo prevalecía en Chicago en esa época.



- **Arquitecto Pier Luigi Nervi (Palazetto Dello Sport):** El proyecto consiste en un edificio circular con soportes inclinados a su alrededor en forma de "Y", rematado en una cúpula de hormigón armado de forma festoneada, haciendo reminiscencia de los adornos clásicos romanos de mosaicos y de su cerámica. Y por la forma del mismo, podríamos decir que su diseño se basa en el Panteón Romano; aunque de una forma estilizada y achatada. Esto lo podemos asegurar, ya que si observamos la cúpula del Panteón, veremos que termina en una abertura que permite la entrada de luz; en la obra del Nervi, lo hace con una especie de sombrero con ventanas en su entorno, que igualmente permite la entrada de luz de una forma muy tenue. Desde el punto de vista interior, la Cúpula presenta un enmallado de nervios que determinan figuras con forma de rombo, que se van haciendo más pequeños cuando se acercan al cenit, lo que le da una gran consistencia y rigidez.



7- OTRAS CONSTRUCCIONES EMPLEANDO FORMAS GEOMÉTRICAS :

7.4- Formas similares empleadas por otros Arquitectos. Contrucciones con forma de Helicoide.

- **Arquitecto Frank Lloyd Wright 1889-1959:** El edificio más que una edificación, parece una obra de arte, una escultura; ya que si uno lo observa del exterior, parece una cinta enrollada de color blanco, de forma cilíndrica, mucho mas ancha en la parte superior que en la inferior. En su interior se puede decir que mientras que el usuario va ascendiendo por la rampa helicoidal, puede a su vez observar las obras que están a lo largo de ella. El proyecto se modificó de su forma original; puesto que se le adosó un edificio rectangular que no existía en el momento del diseño, originando todo esto una gran controversia.



Si observamos desde el punto de vista artístico, específicamente del escultórico de la composición del diseño y no del arquitecto, veríamos que antes de ser añadido el edificio rectangular, la edificación muestra un gran equilibrio de masas; a pesar de la diferencia que existe entre el volumen cilíndrico más elevado y el que lleva la plataforma cuadrada inscrita. Esto se debe a que la plataforma que los contiene, ha sido alargada en el lado del volumen más pequeño, contra restando el foco de atención que tiene el cilíndrico cónico, debido a su tamaño. Los espacios interiores son amplios, aunque muchos artistas han criticado el que las obras expuestas pierden interés debido a la sombra que origina la helicoide.

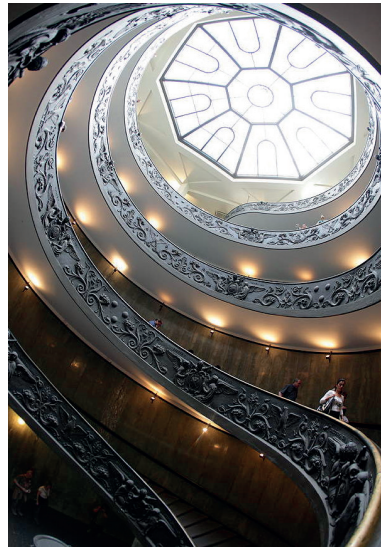
La disposición de las salas en esta helicoide permite tener una panorámica de todo el edificio y a su vez de cualquier parte de la exposición. El museo de Guggenheim, fue en su momento un diseño radical; porque rompió con los esquemas volumétricos de los edificios de la ciudad de Nueva York, tanto que trascendió y de manera perceptual resulto un foco de atención.



7- OTRAS CONSTRUCCIONES EMPLEANDO FORMAS GEOMÉTRICAS :

7.4- Formas similares empleadas por otros Arquitectos. Contrucciones con forma de Helicoide.

- **Arquitecto Bramante y Giuseppe Momo:** Los Museos Vaticanos tienen dos interesantes escaleras en espiral: la primera fue diseñada por Bramante, por dicha escalera se podía subir a caballo en casos de urgencia y la segunda es obra de Giuseppe Momo en 1932. Diseñada en 1932 por el italiano Giuseppe Momo, esta escalera ubicada en el interior de los Museos Vaticanos está compuesta por dos espirales diferentes; una de subida para acceder a la exposición, y otra de bajada para salir del museo.



Santo Domingo de Bonaval, Santiago de Compostela La arquitectura siempre ha estado estrechamente relacionada con las matemáticas. Y no hace falta ir muy lejos para encontrar esta maravillosa joya arquitectónica, diseñada por el **Arquitecto Domingo de Andrade**. Se encuentra en el Monasterio de Santo Domingo de Bonaval, en Santiago de Compostela, actualmente sede del Museo do Pobo Galego. Se dice que esta escala es única en el mundo, ya que son, en realidad, tres escaleras de caracol concéntricas. Cada una de las tres ramas de la escala nos conduce a uno de los pisos del convento.



8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

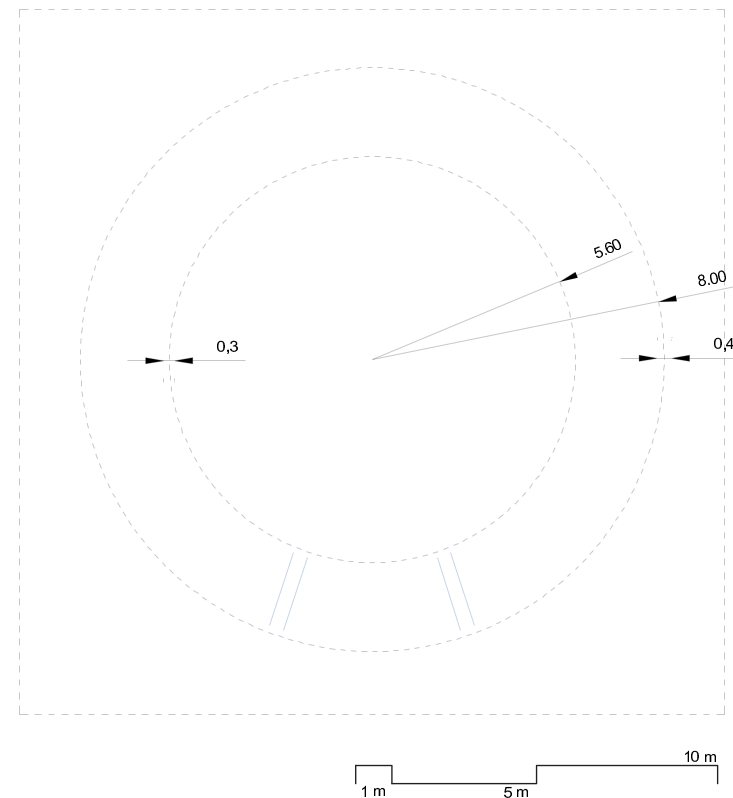
8.1- Replanteo y Cimentación.

Empezaremos replanteando la cimentación de los 3 elementos que conforman el conjunto analizado. Tras un previo análisis del terreno, la cimentación adecuada es una losa de 90 cm. de canto. La técnica constructiva para la ejecución de la losa es la siguiente:

- Excavación de las tierras hasta la profundidad deseada teniendo en cuenta el foso de ascensor.
- Vertido del hormigón de limpieza de espesor mínimo 10 cm.
- Replanteo de los ejes de los muros y arranque de escalera.
- Colocación de la armadura superior de la losa, colocada sobre calzos o separadores.
- Colocación de la armadura de espera de los muros.
- Colocación de la malla superior apoyada sobre los distanciadores.
- Hormigonado de la losa por tongadas de 20 a 25 cm. de espesor, cosidas por el vibrador.
- Curado del hormigón



- ■ ■ CIMENTACIÓN POR LOSA
- MURO DEL CILINDRO
- MURO DEL CONO
- ARRANQUE DE ESCALERA

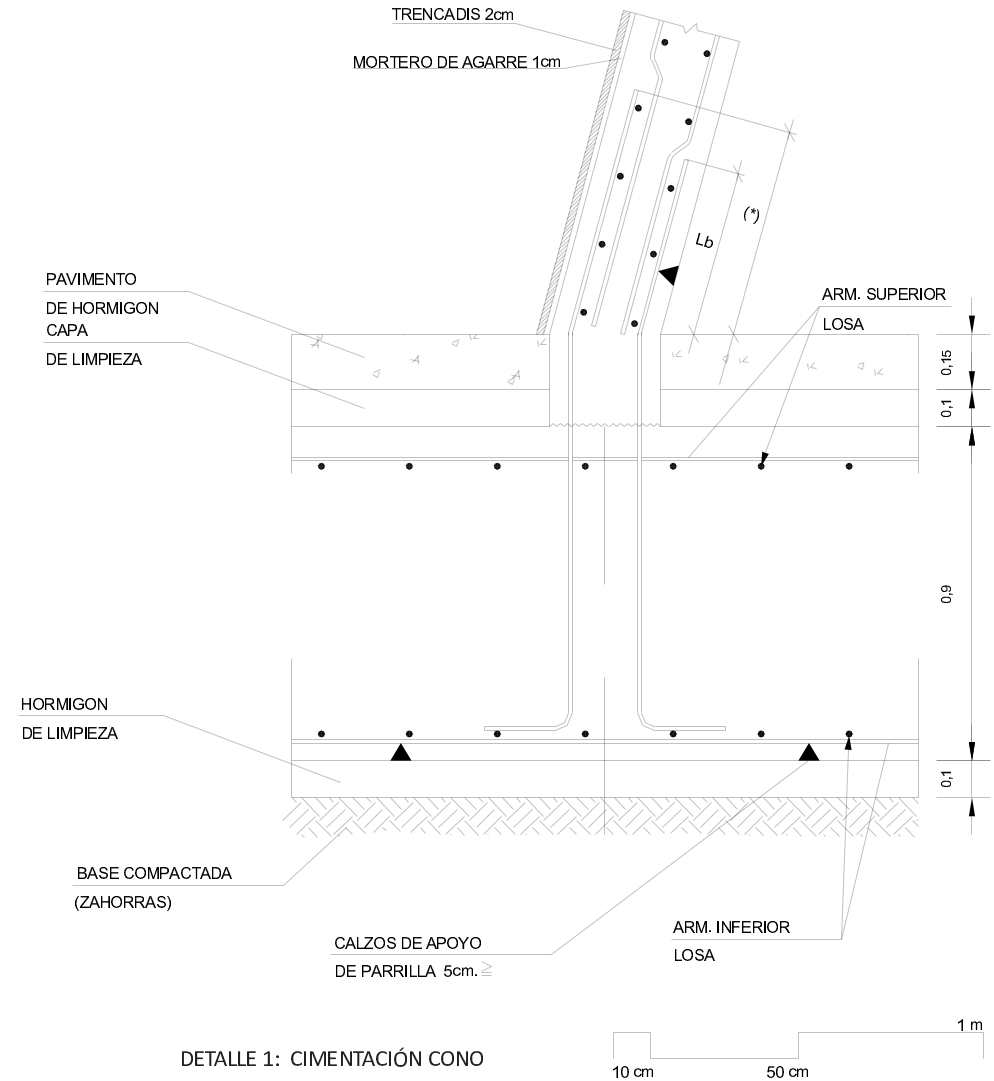
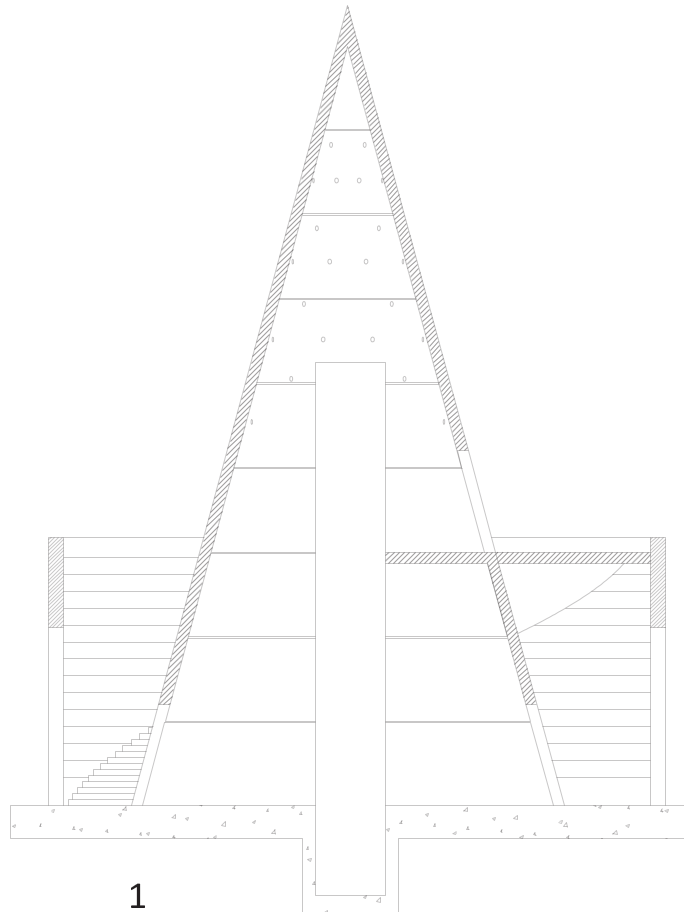


CIMENTACIÓN POR LOSA CONO-ESCALERA ACCESO UMBRACLE

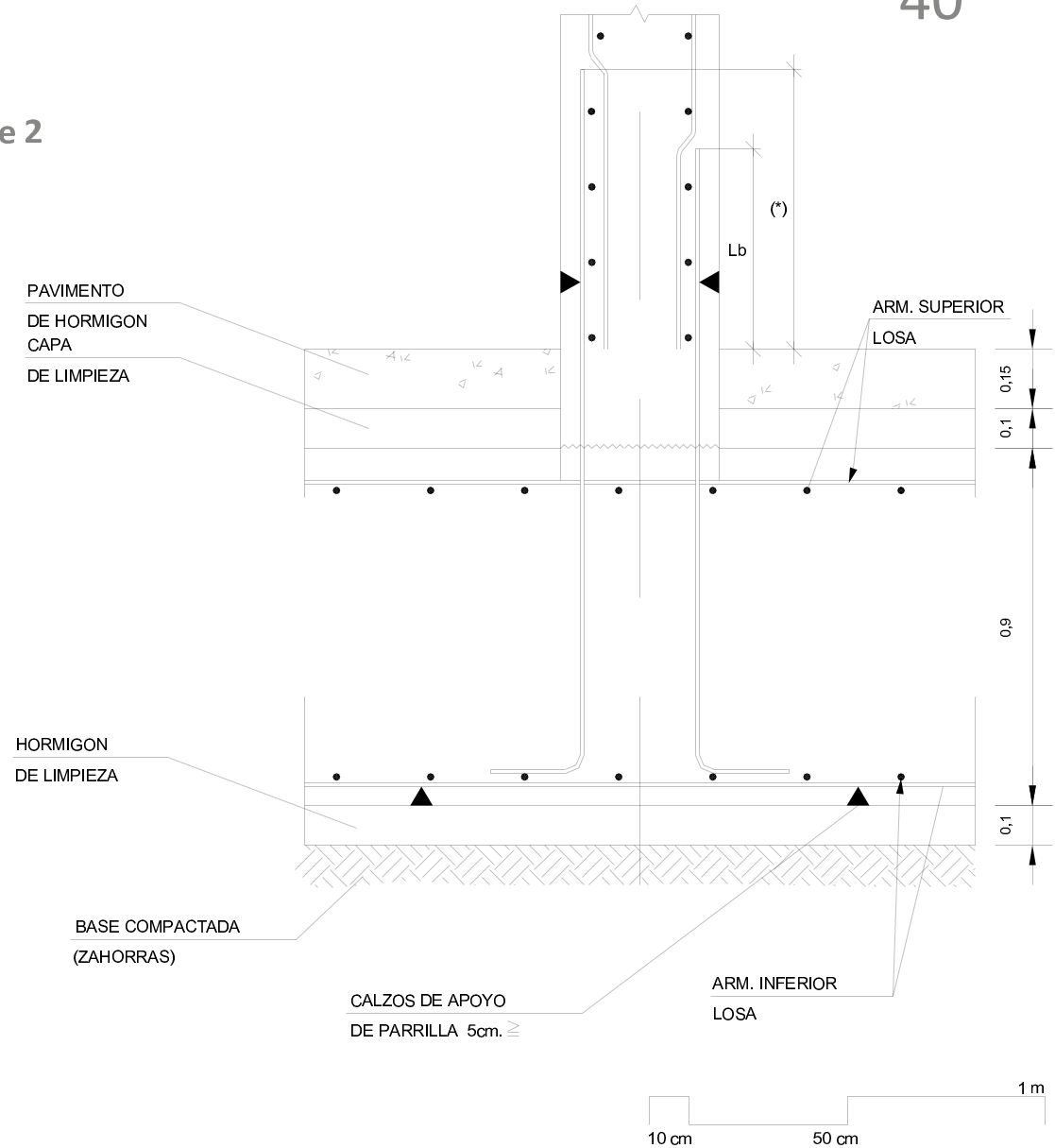
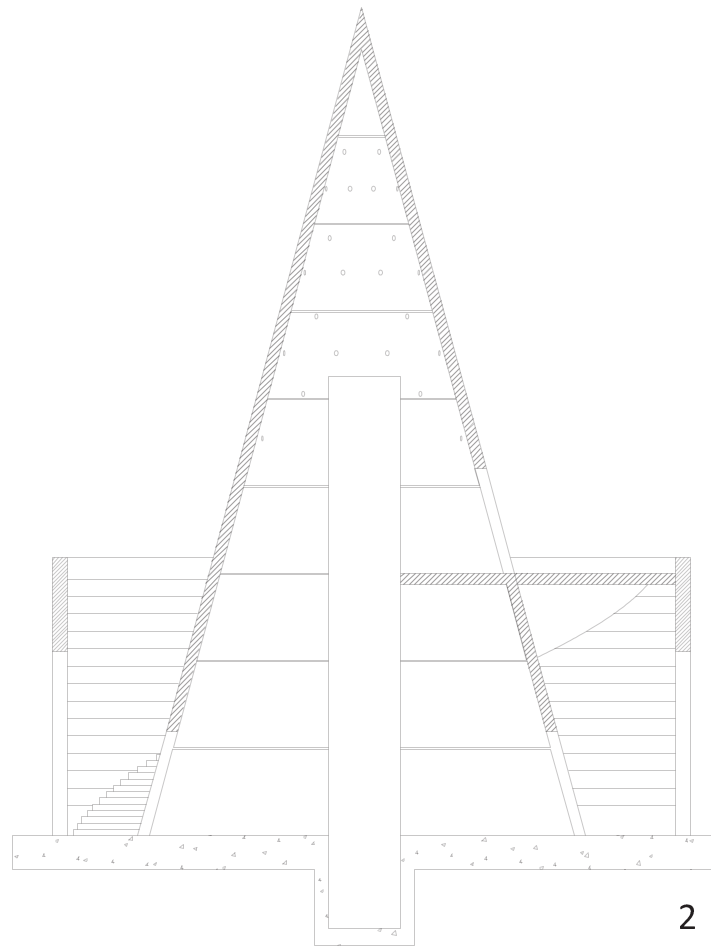
8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :
8.2- Detalles constructivos Cimentación: Detalle 1

(*) NOTA:

DISTANCIA ENTRE BARRAS VERTICALES	LONGITUD DE SOLAPE
$\leq 10 \varnothing$	2Lb
$>10 \varnothing$	1.4Lb



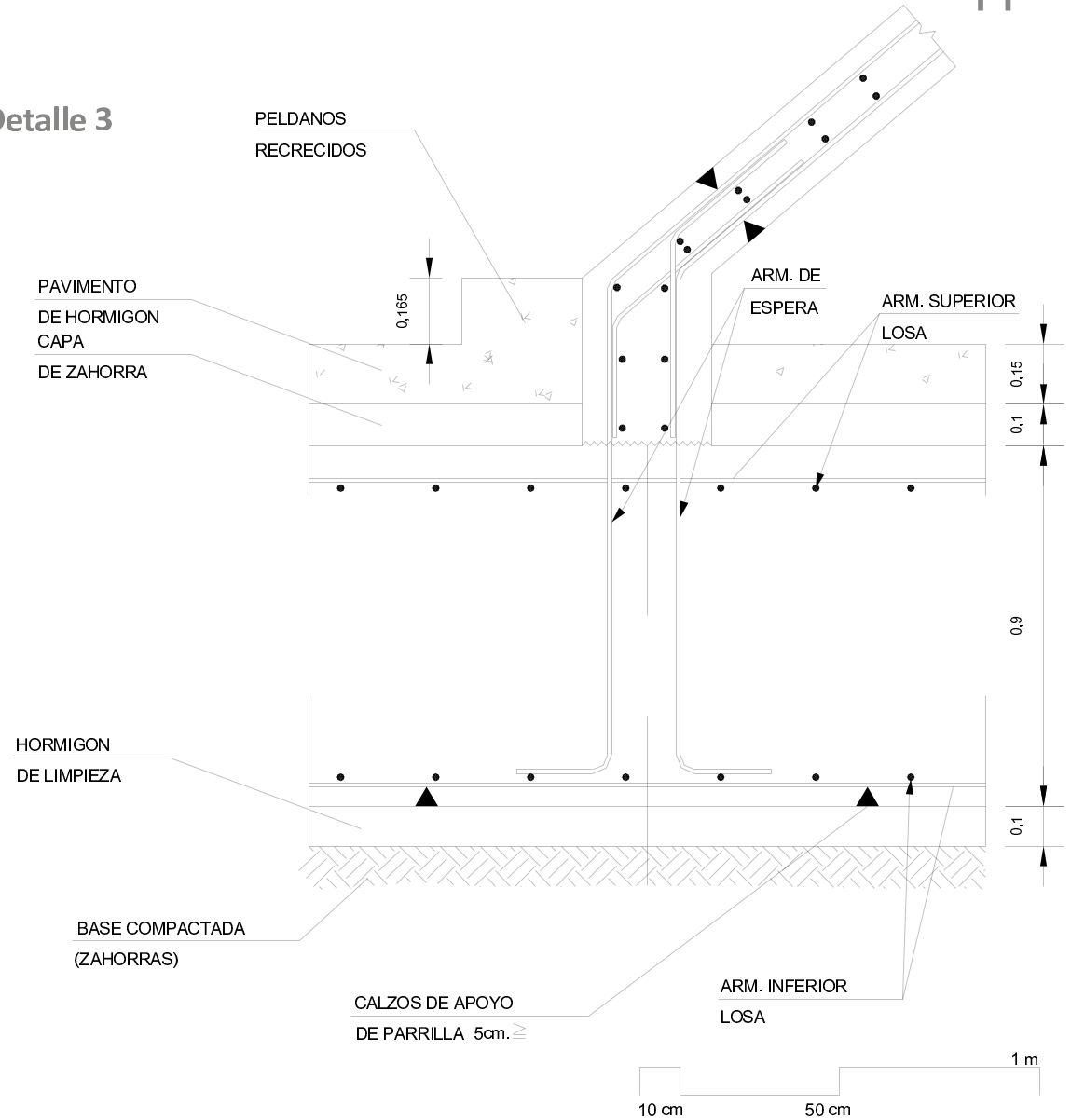
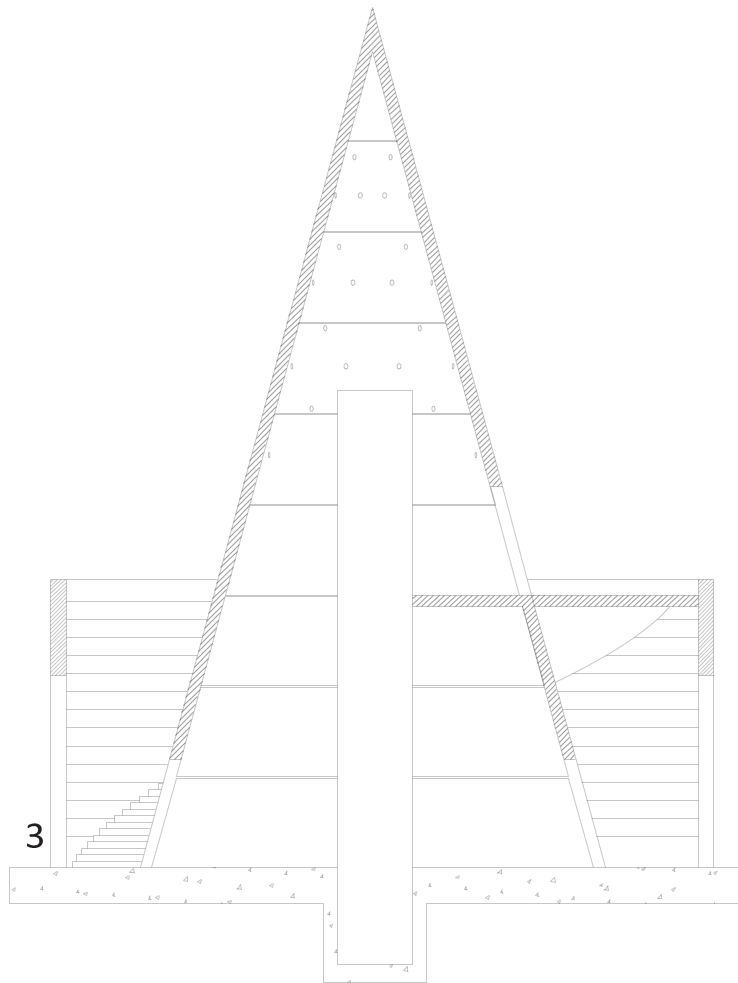
8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :
8.2- Detalles constructivos Cimentación: Detalle 2



DETALLE 2: CIMENTACIÓN CILINDRO

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

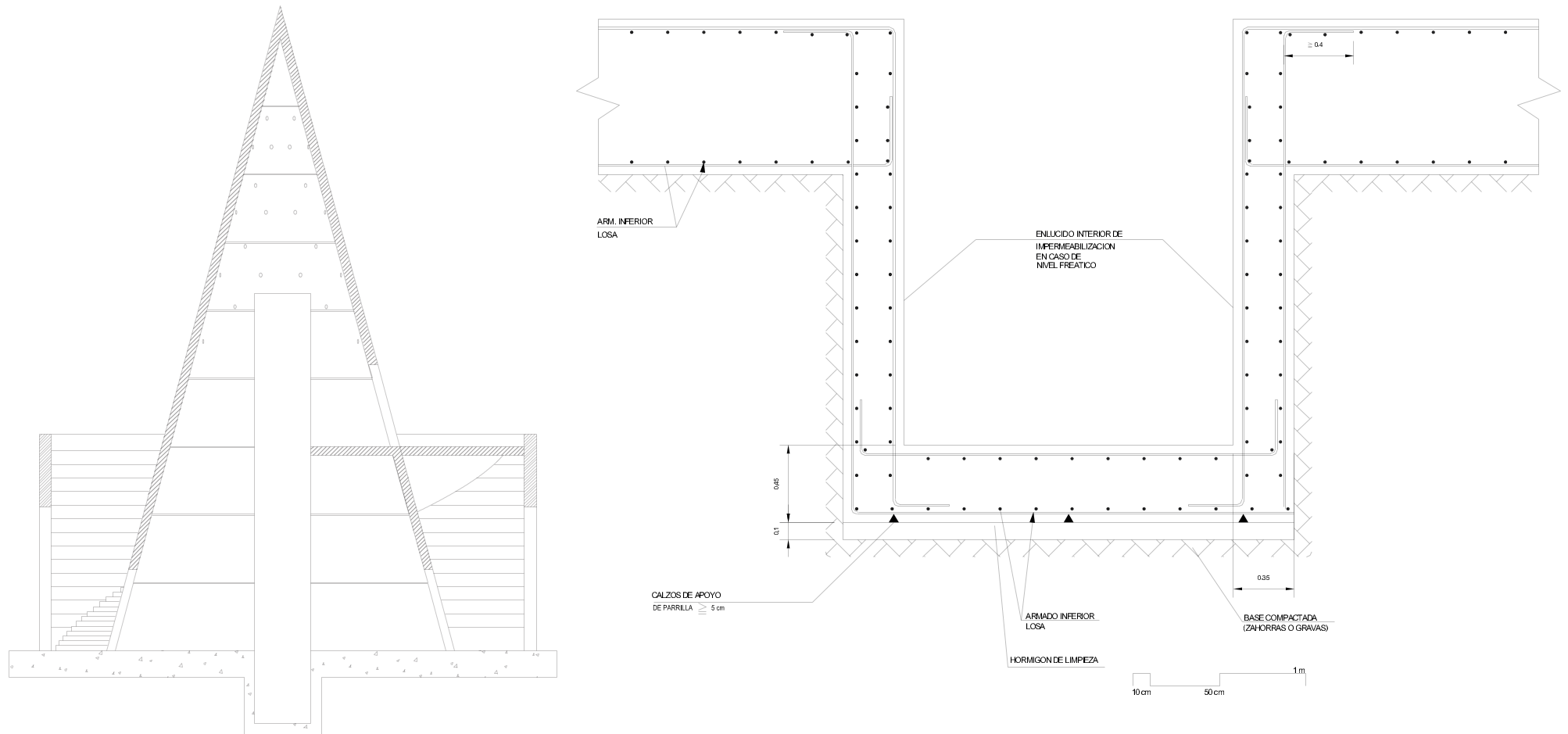
8.2- Detalles constructivos Cimentación: Detalle 3



DETALLE 3: CIMENTACIÓN ARRANQUE ESCALERA HELICOIDAL

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.2- Detalles constructivos Cimentación: Detalle 4



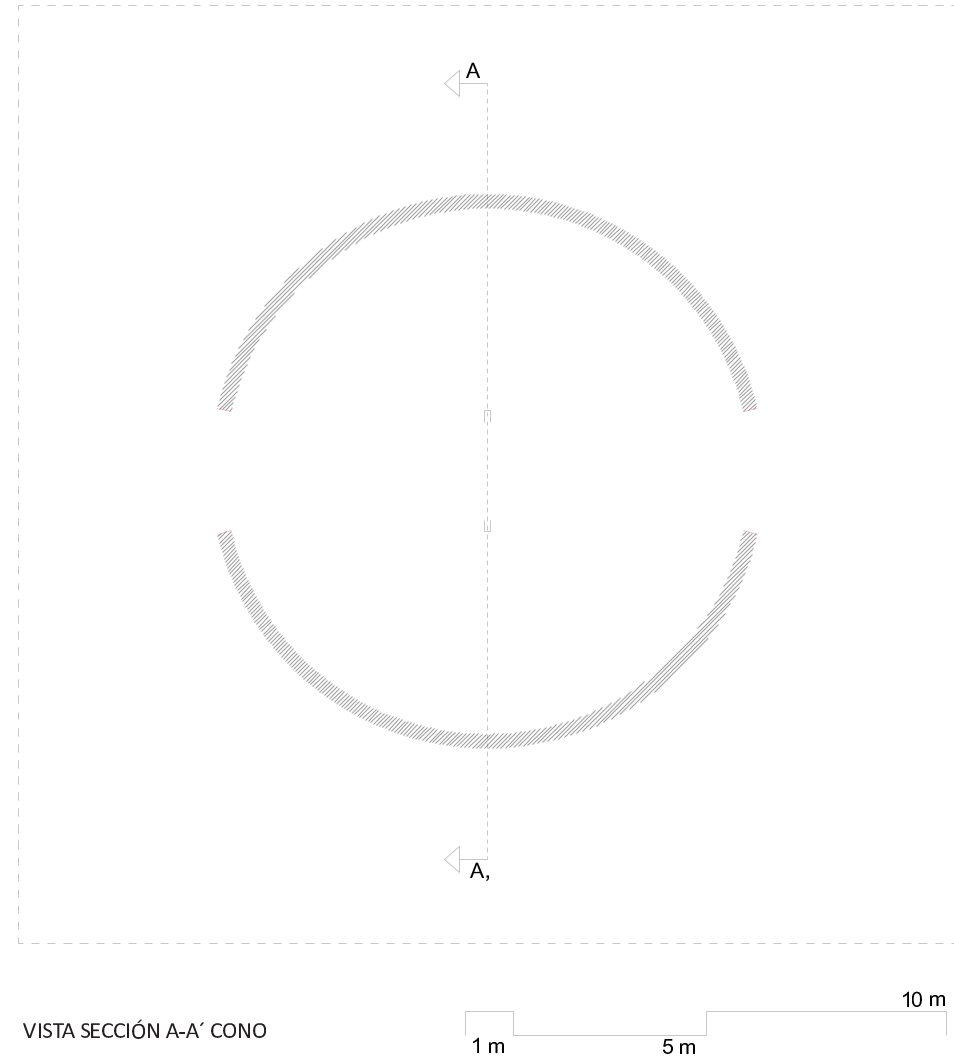
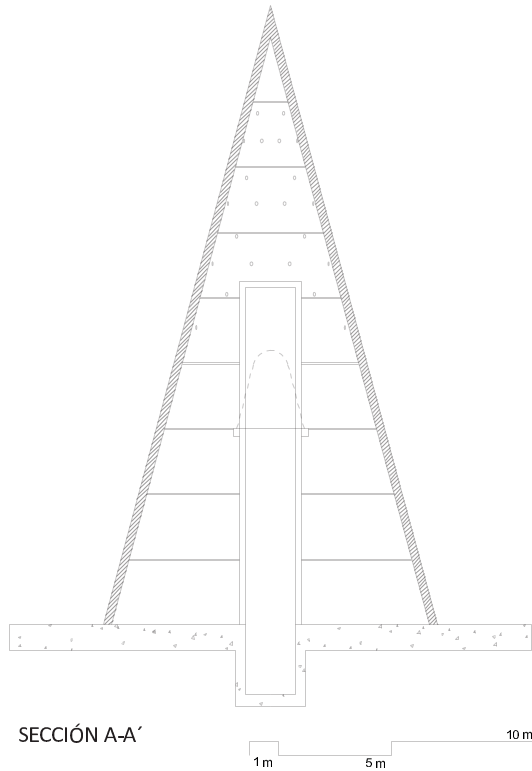
4

DETALLE 4: CIMENTACIÓN FOSO ASCENSOR

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

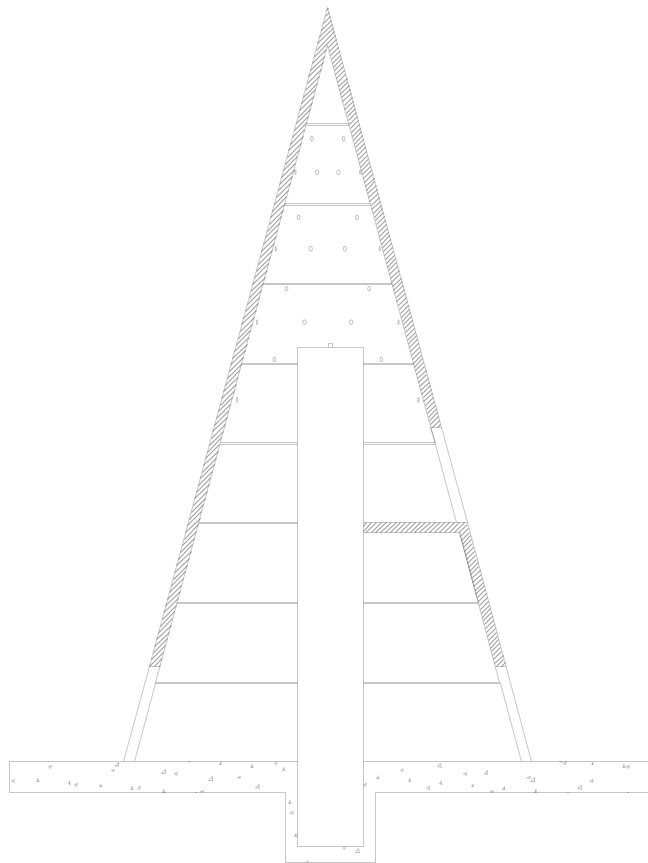
8.3- Detalles estructurales del Cono. Sección A-A'.

Una vez se terminó la cimentación por losa y con las armaduras de espera de cada elemento, se empezó con la estructura del Cono por módulos. Los módulos constan de una altura de 2,40m cada uno, con un total de 9 módulos. Para la formación de los huecos de acceso dentro del cono necesitaron un encofrado especial de corcho para darle la forma redondeada en la parte superior. Las armaduras longitudinales de los muros van siguiendo las directrices del cono, entonces conforme se sube de altura el ancho entre armaduras disminuye. Por lo tanto a medida que se construía en altura, en cada módulo se iba suprimiendo tanto armaduras longitudinales como acortando las transversales.

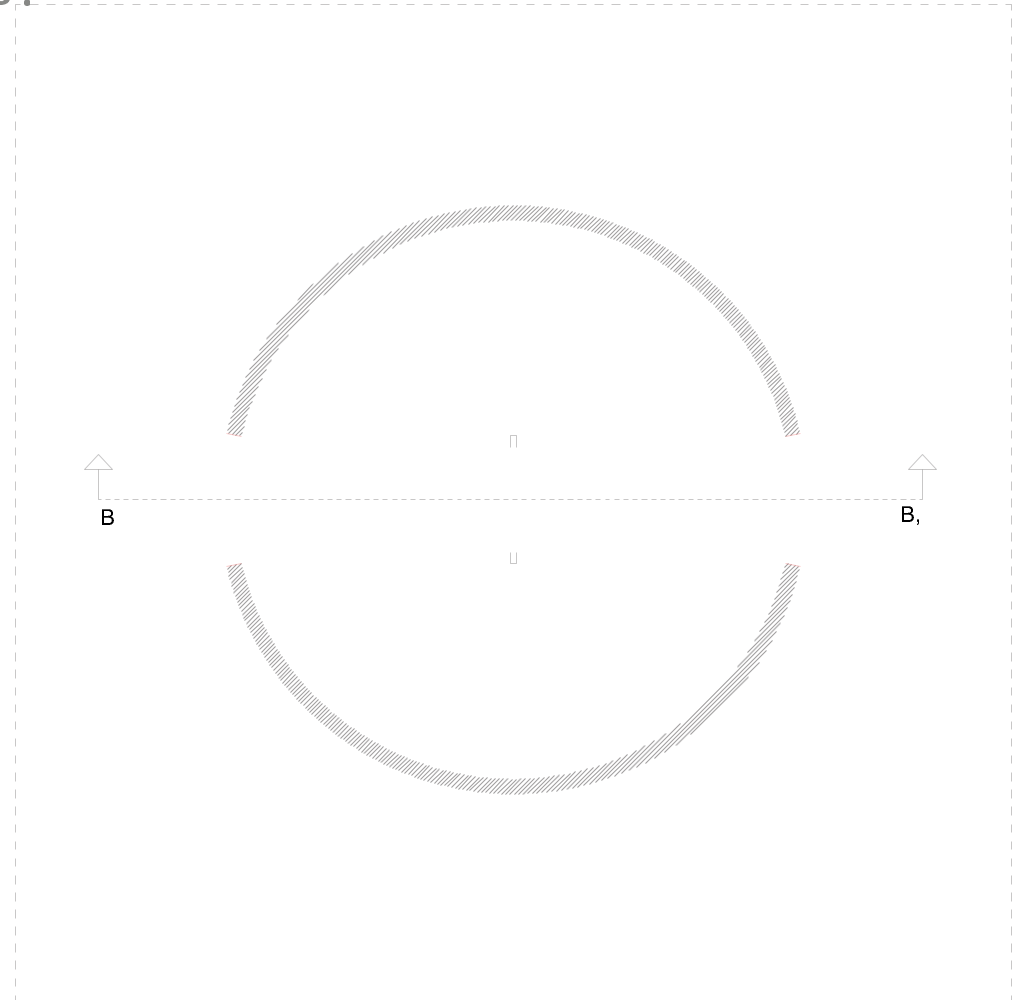


8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

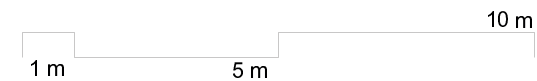
8.3- Detalles estructurales del Cono. Sección B-B'.



SECCIÓN B-B'

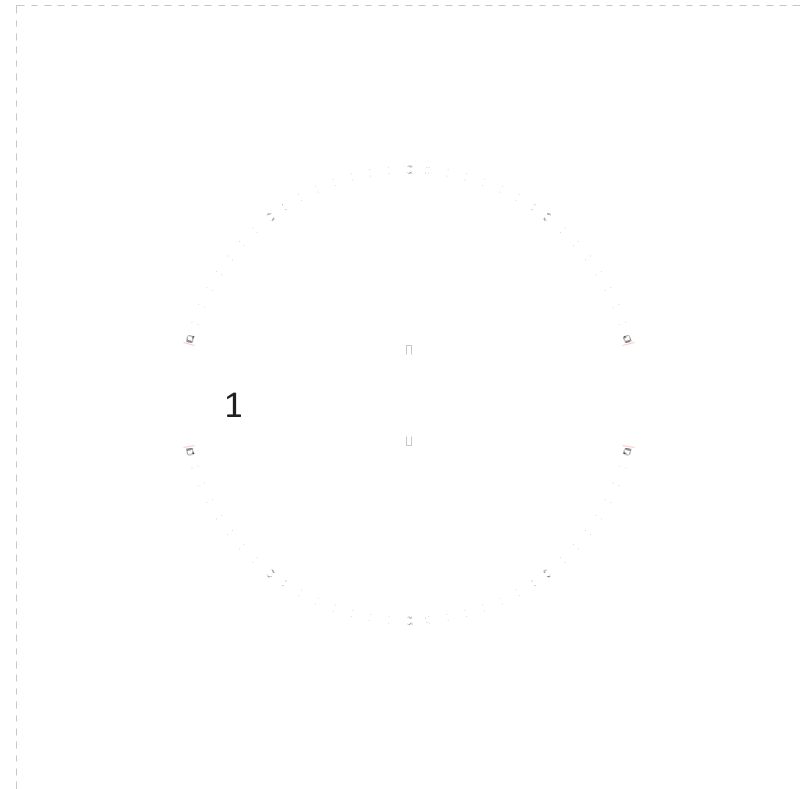
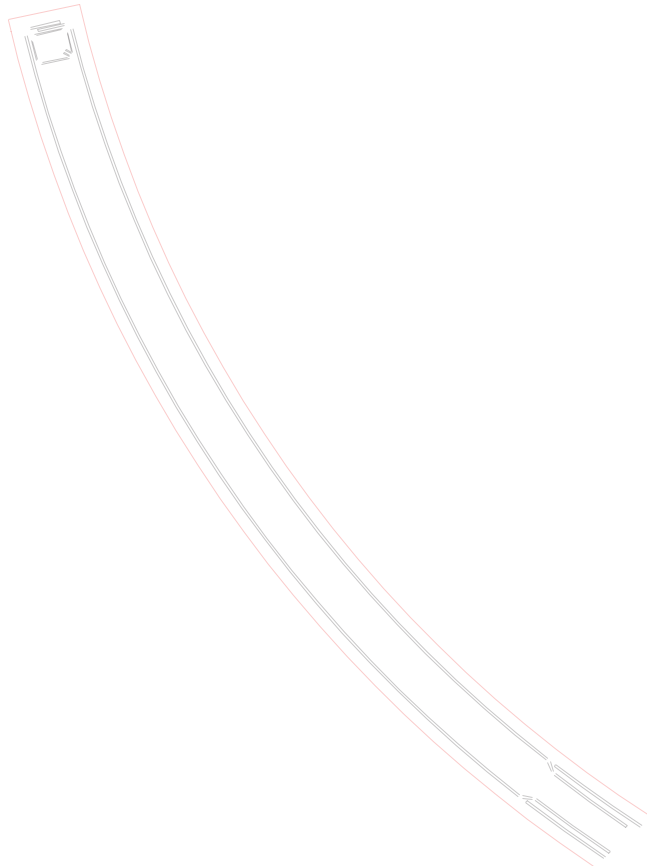


VISTA SECCIÓN B-B\' CONO



8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 1.



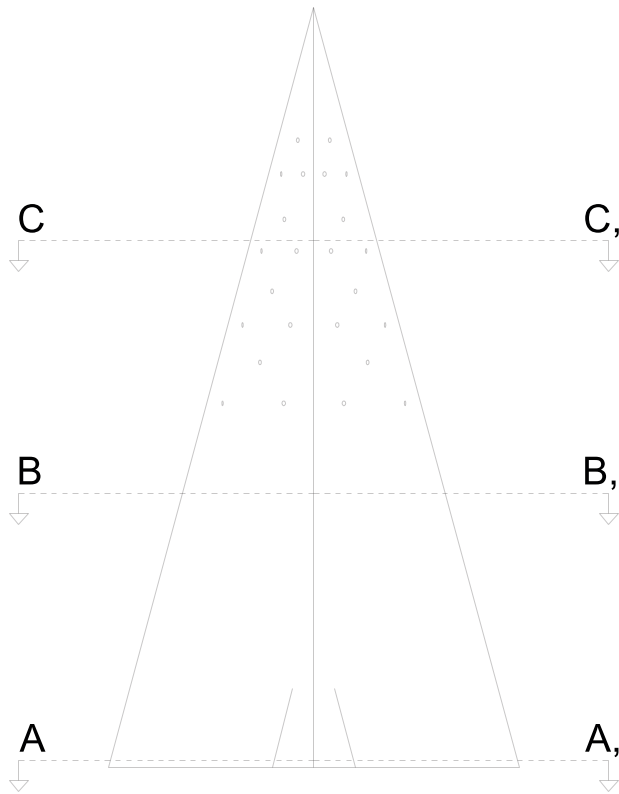
DETALLE 1: DETALLE ARMADURA DEL CONO



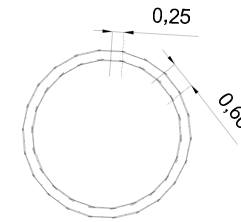
8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.3- Detalles estructurales del Cono. Diferentes secciones.

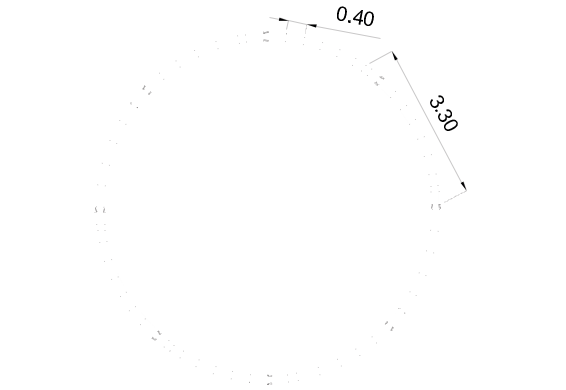
Se puede observar que las secciones están a diferentes alturas, y que tanto las armaduras longitudinales como las transversales disminuyen en cantidad y en longitud a medida que aumenta la altura. En los 3 últimos tramos del muro del cono, al no poder doblar la armadura transversal tantos grados, se resolvió mediante pequeñas armaduras solapándose unas encima de otras. Se adoptó esta solución para que el muro pudiese estar armado en su parte superior.



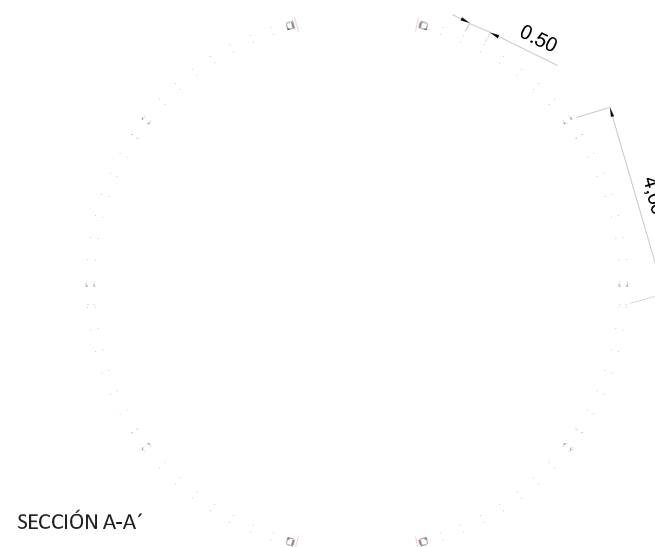
SECCIÓN DEL CONO EN DIFERENTES ALTURAS



SECCIÓN C-C': Las armaduras Transversales van solapándose



SECCIÓN B-B'

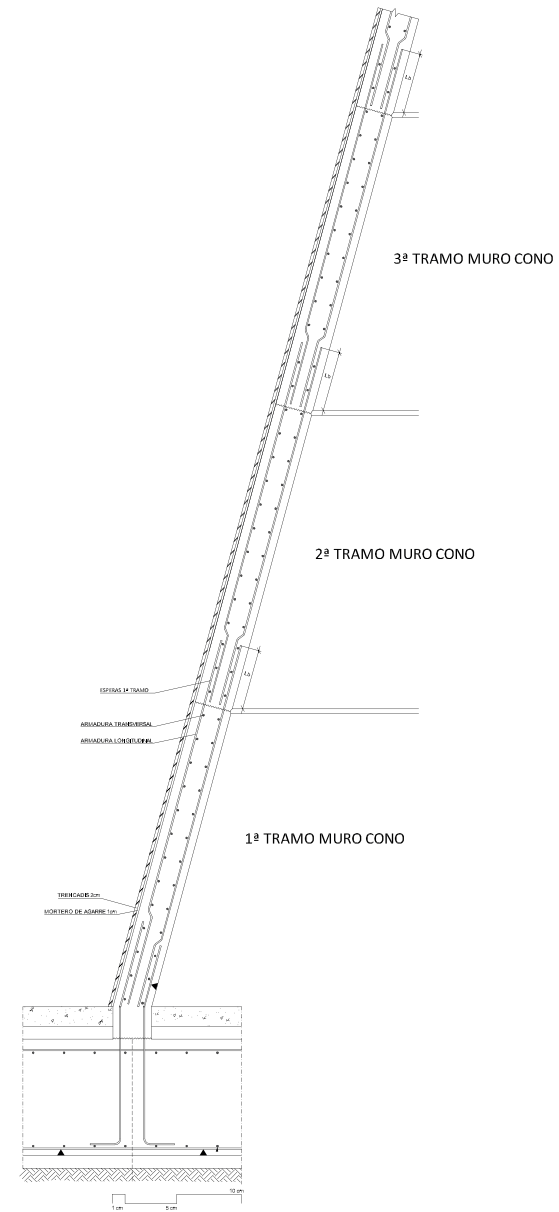
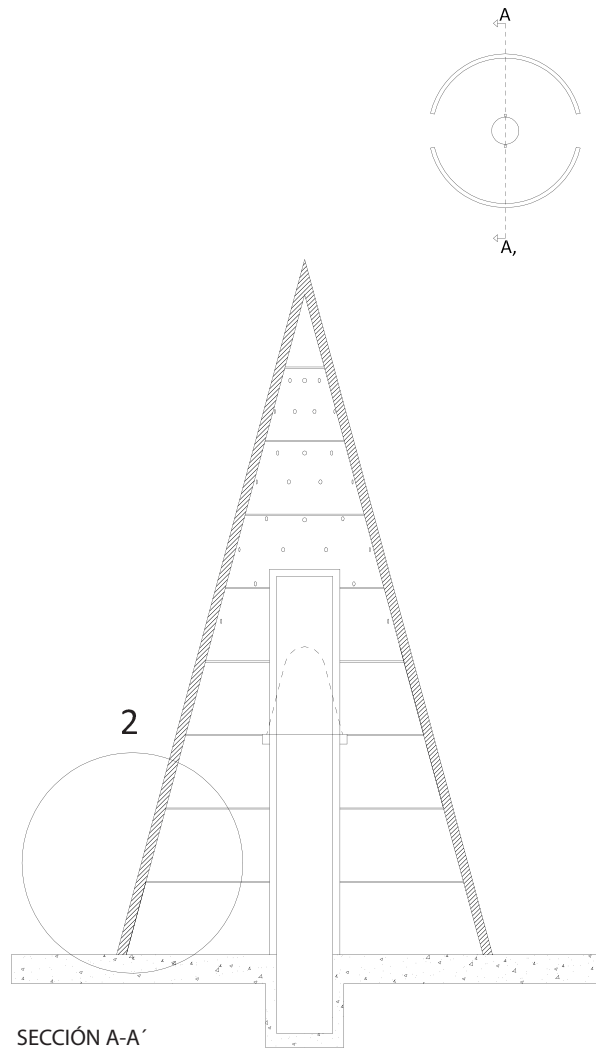


SECCIÓN A-A'



8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

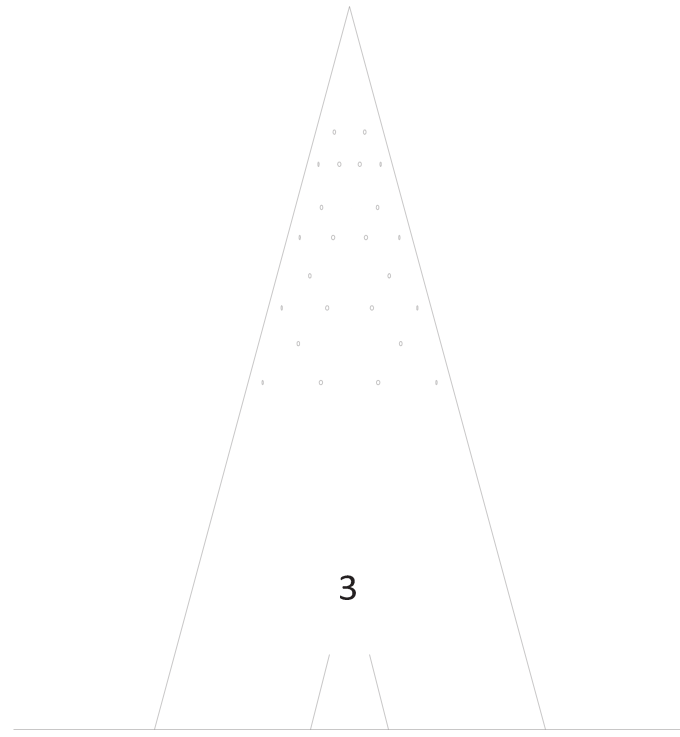
8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 2.



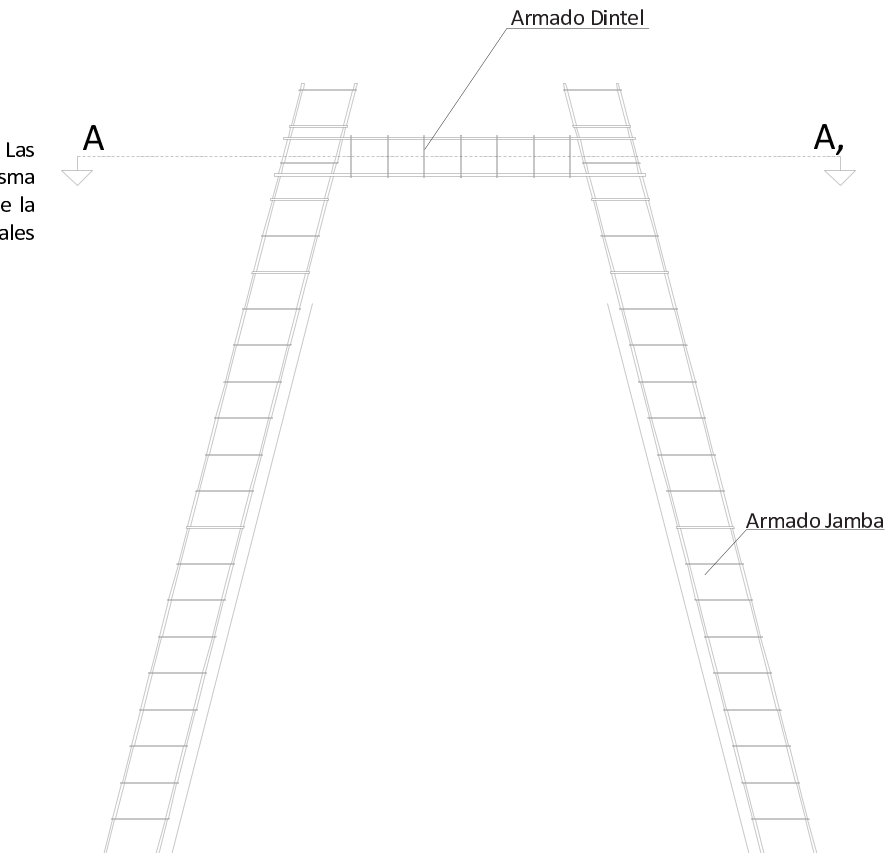
8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 3.

Surgieron unos problemas para poder dejar el hueco de paso al interior del Cono. Las jambas siguen la dirección de las directrices del Cono, y su dintel sigue la misma dirección que las armaduras transversales del muro siendo este curvo. Para darle la forma redondeada en la parte superior del hueco, se utilizaron encofrados especiales de corcho apoyados sobre una base de madera.

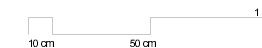


ALZADO CONO



ALZADO

SECCIÓN A-A'

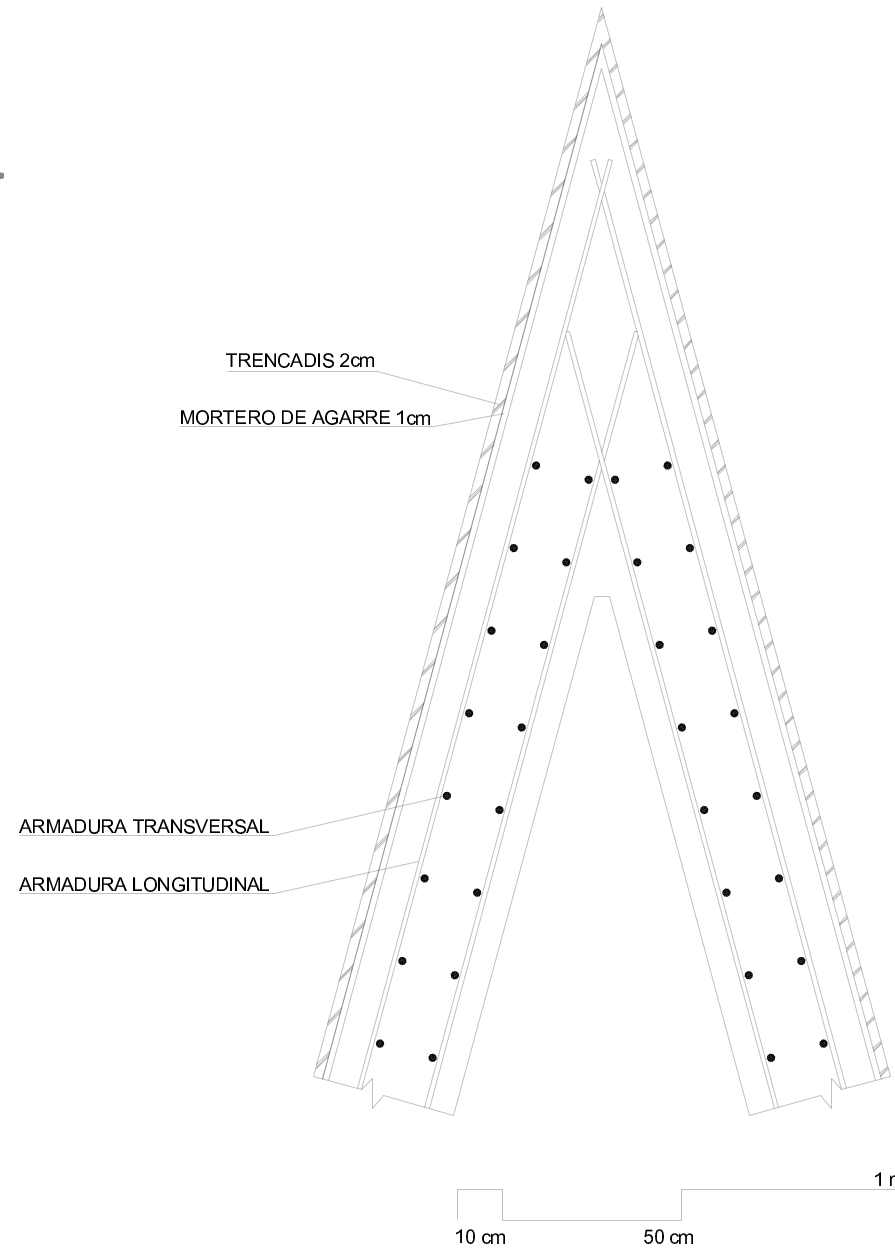
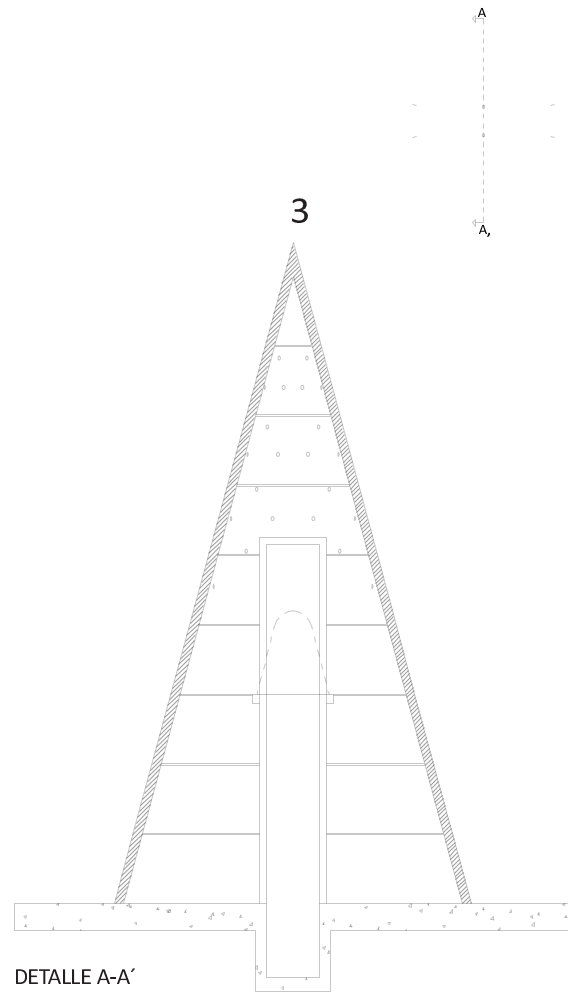


DETALLE 3: ARMADO HUECO ACCESO INTERIOR DEL CONO



8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

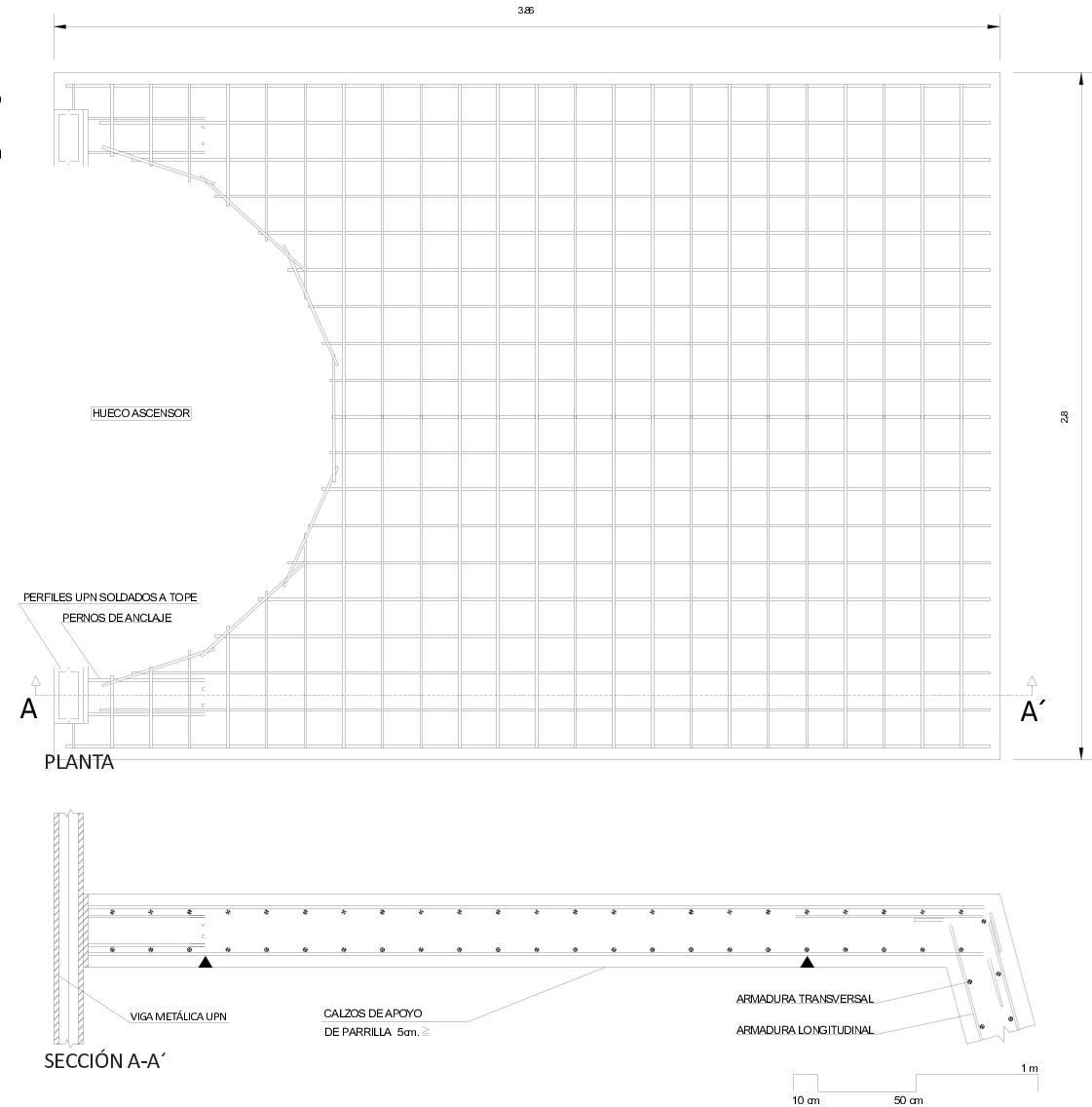
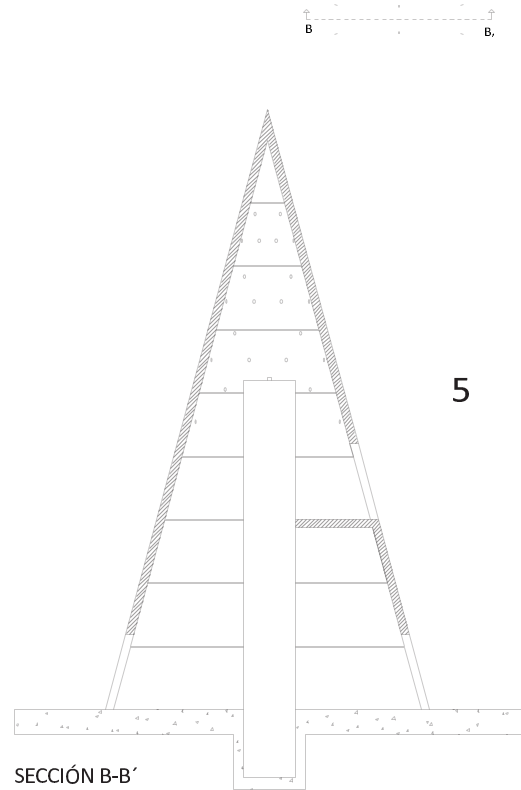
8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 4.



8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.3- Detalles estructurales del Cono. Detalle 5.

La pasarela de acceso al ascensor la anclaron a los perfiles UPN que sujeta al mismo ascensor, sobre ella se soldó una placa de anclaje con sus respectivos pernos. También tuvieron en cuenta que las armaduras tanto longitudinales como las transversales de la pasarela se acortaron para poder dejar el hueco del ascensor. Al tener que hacer el canto de la pasarela redondo se utilizo un encofrado especial para darle la forma.

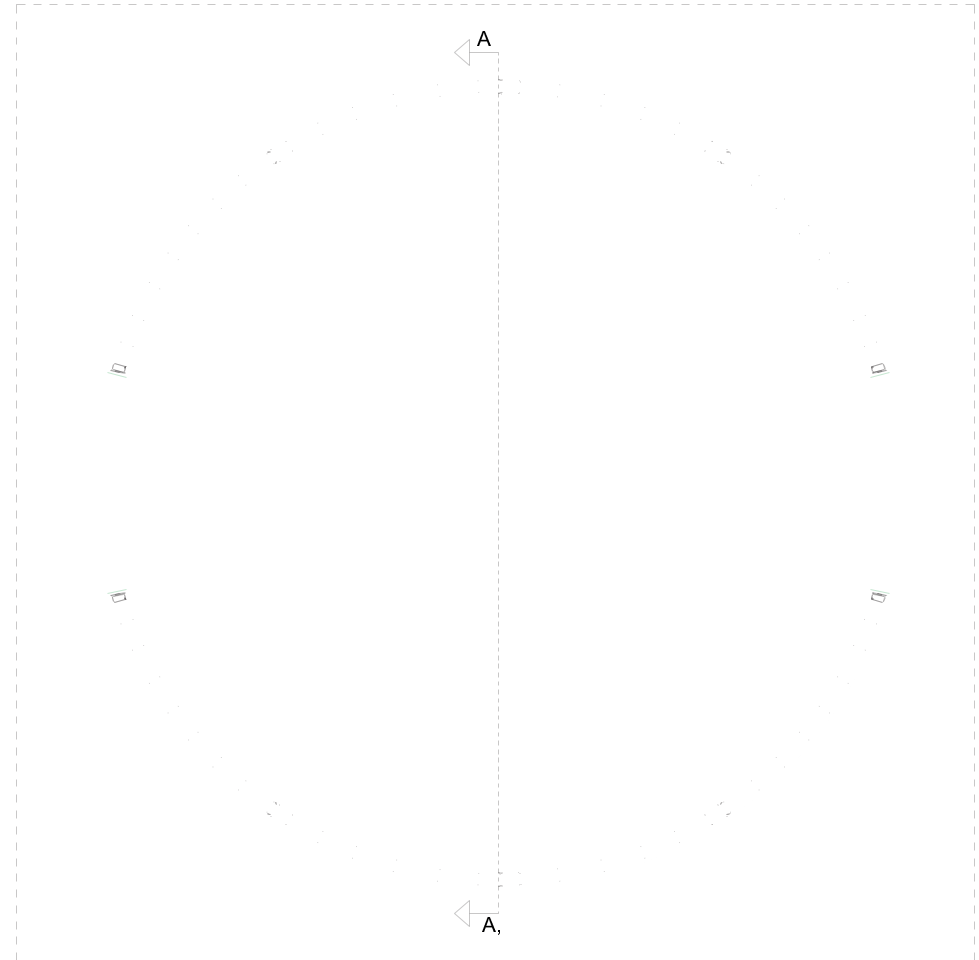
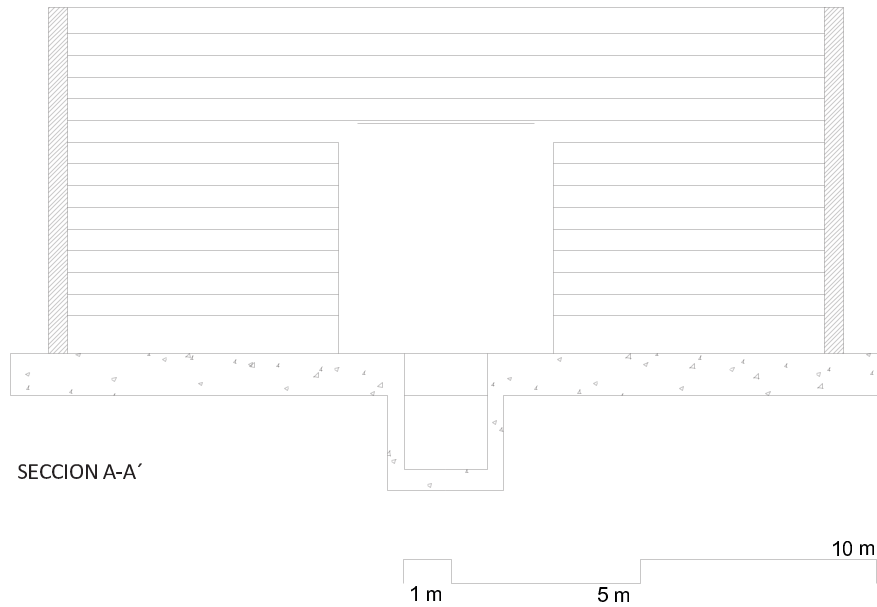


DETALLE 5: ENCUENTRO MURO DEL CONO CON PASARELA ASCENSOR

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

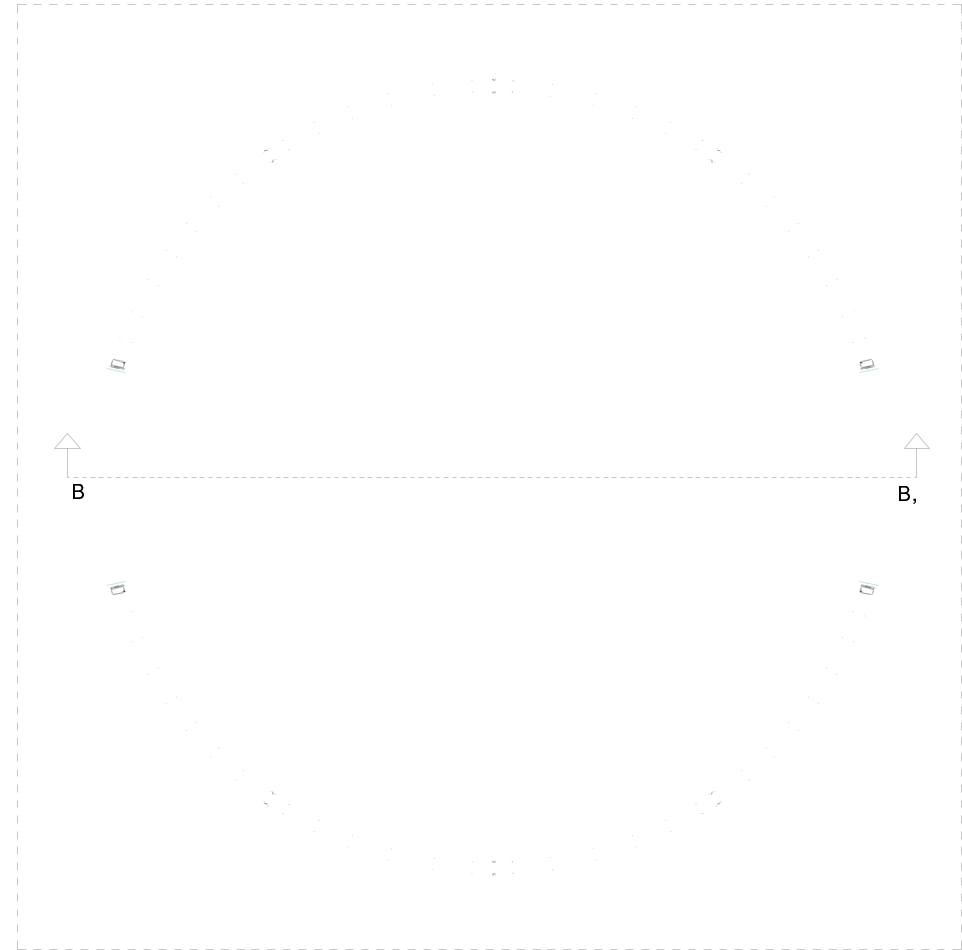
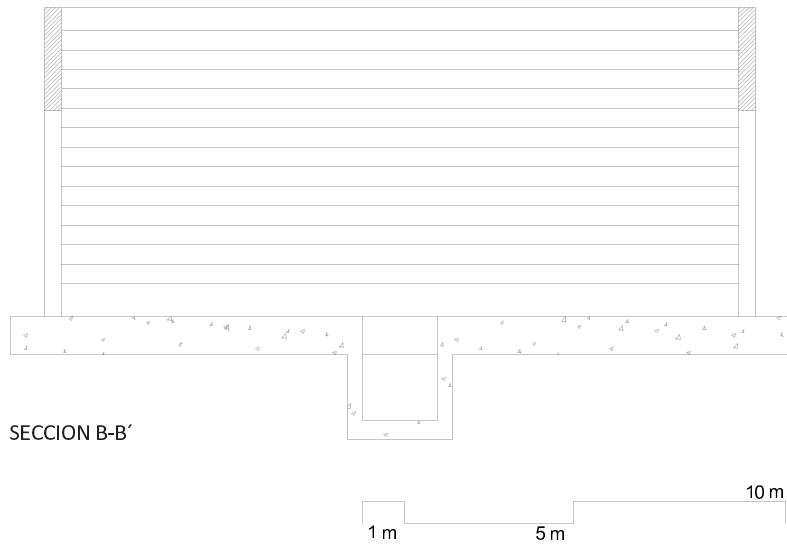
8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Sección A-A´.

Con el Cono ya construido se construyó el cilindro por módulos. Los módulos constan de 46cm cada uno, con un total de 15 módulos. Se dejaron armaduras de espera para poder unir posteriormente el forjado superior.



8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Sección B-B'.

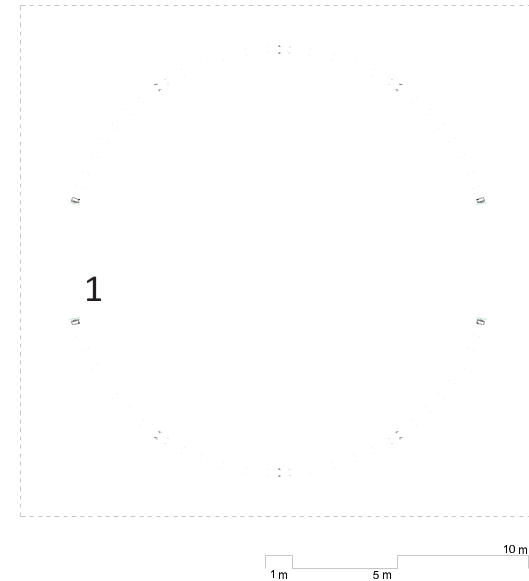
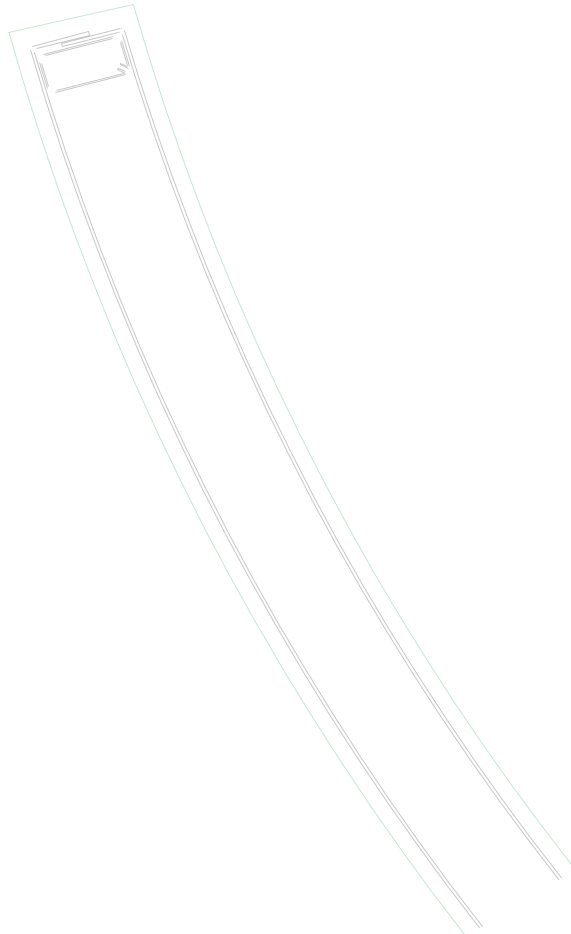


POSICIÓN ARMADO CILINDRO



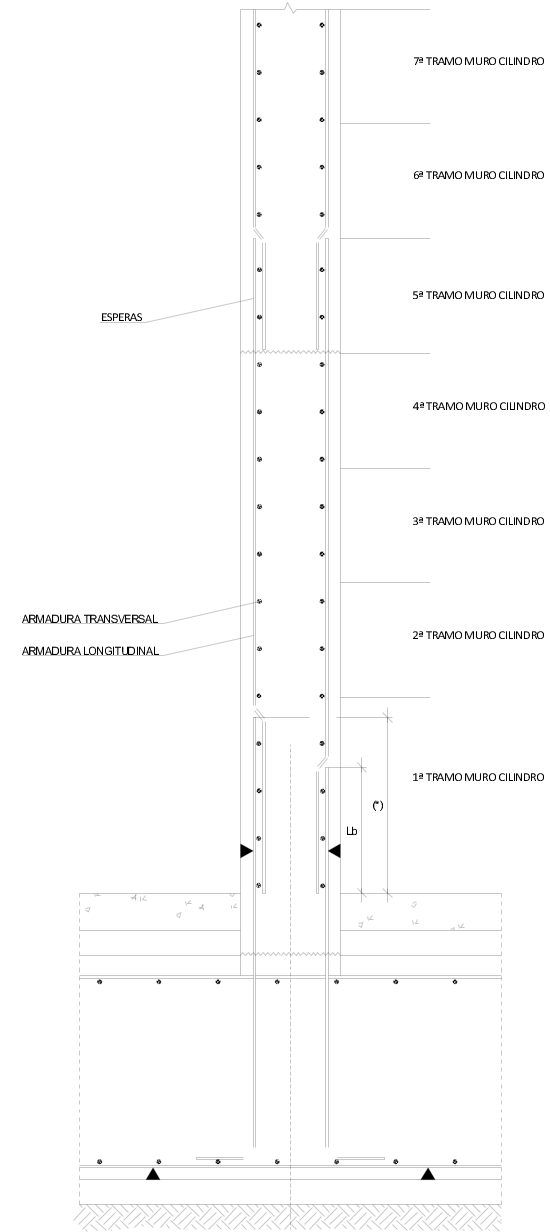
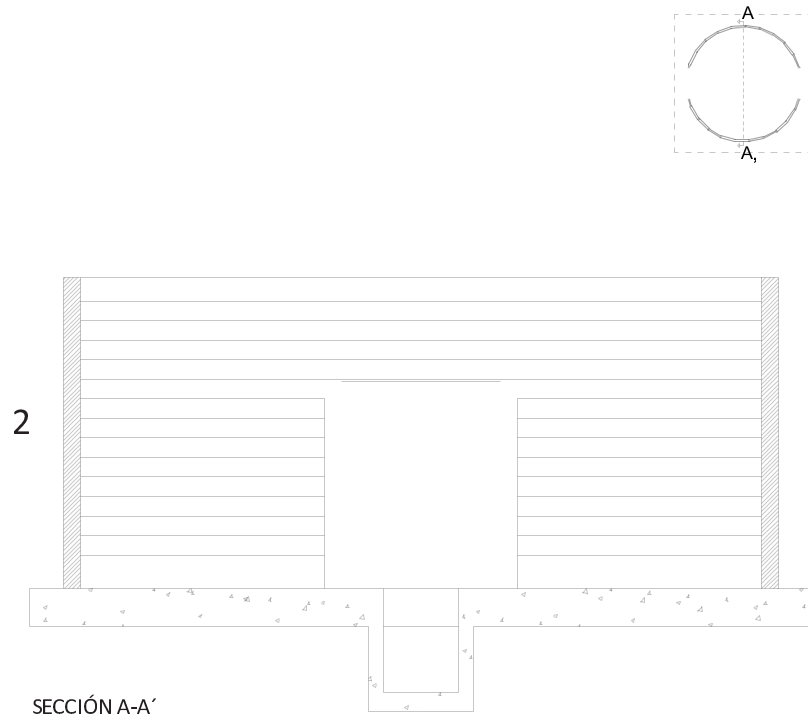
8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Detalle 1.



DETALLE 1: POSICIÓN ARMADO DEL CILINDRO

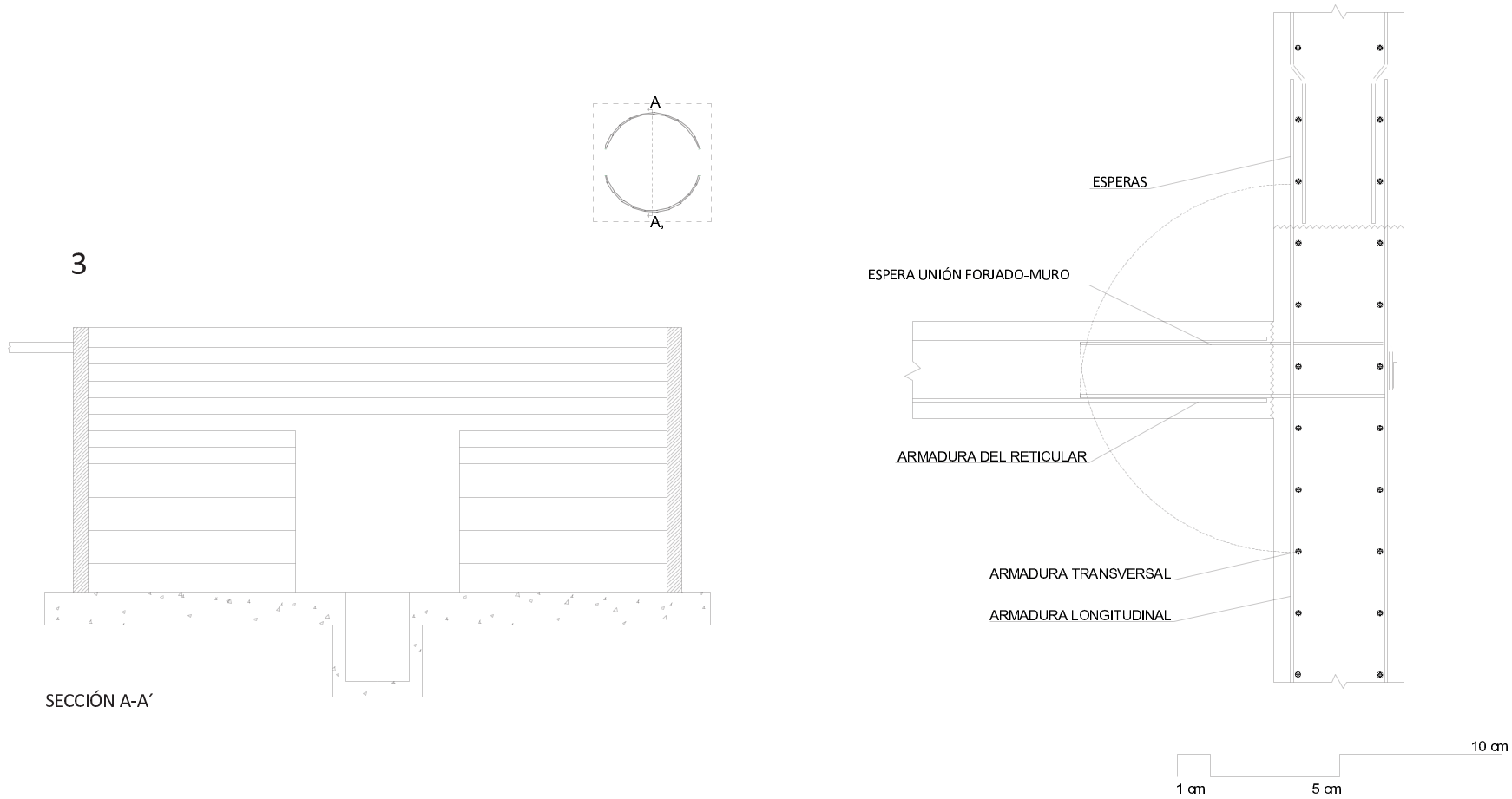
8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :
8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Detalle 2.



DETALLE 2: ARMADO MURO DEL CILINDRO

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Detalle 3.

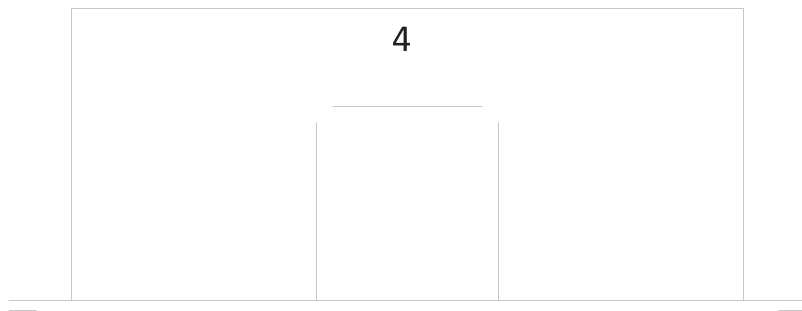


DETALLE 3: ENCUENTRO DEL FORJADO CON EL MURO DEL CILINDRO

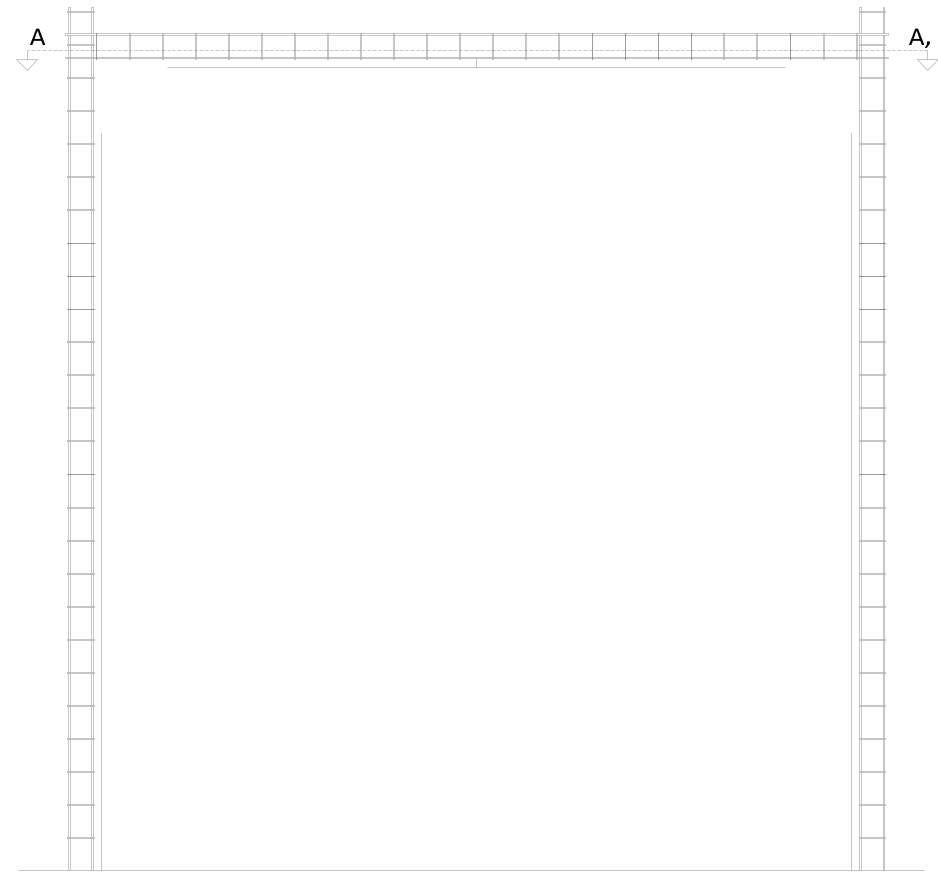


8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.4- Detalles estructurales del Cilindro. Detalle 4.



ALZADO CILINDRO



ALZADO



SECCIÓN A-A'



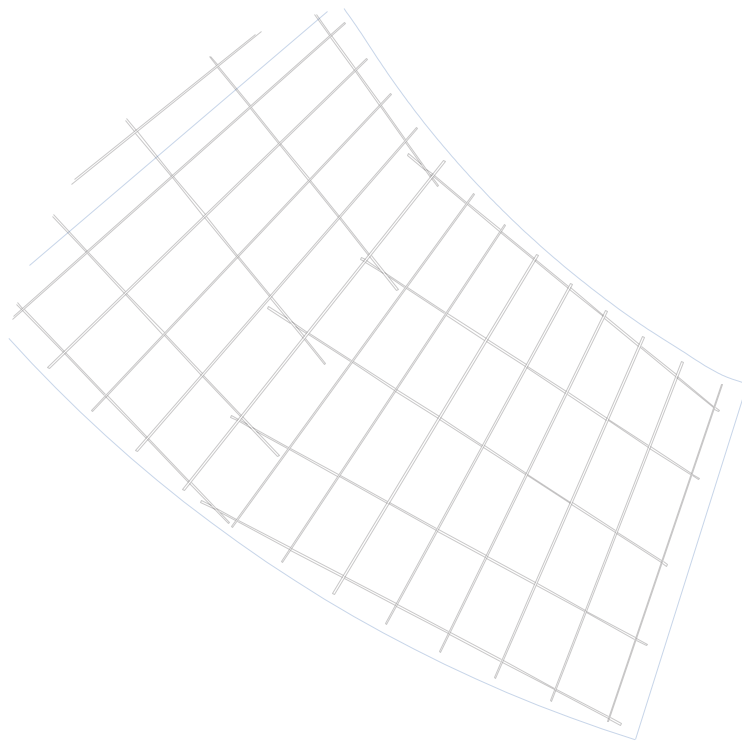
DETALLE 4: ARMADO HUECO DE PASO DEL CILINDRO



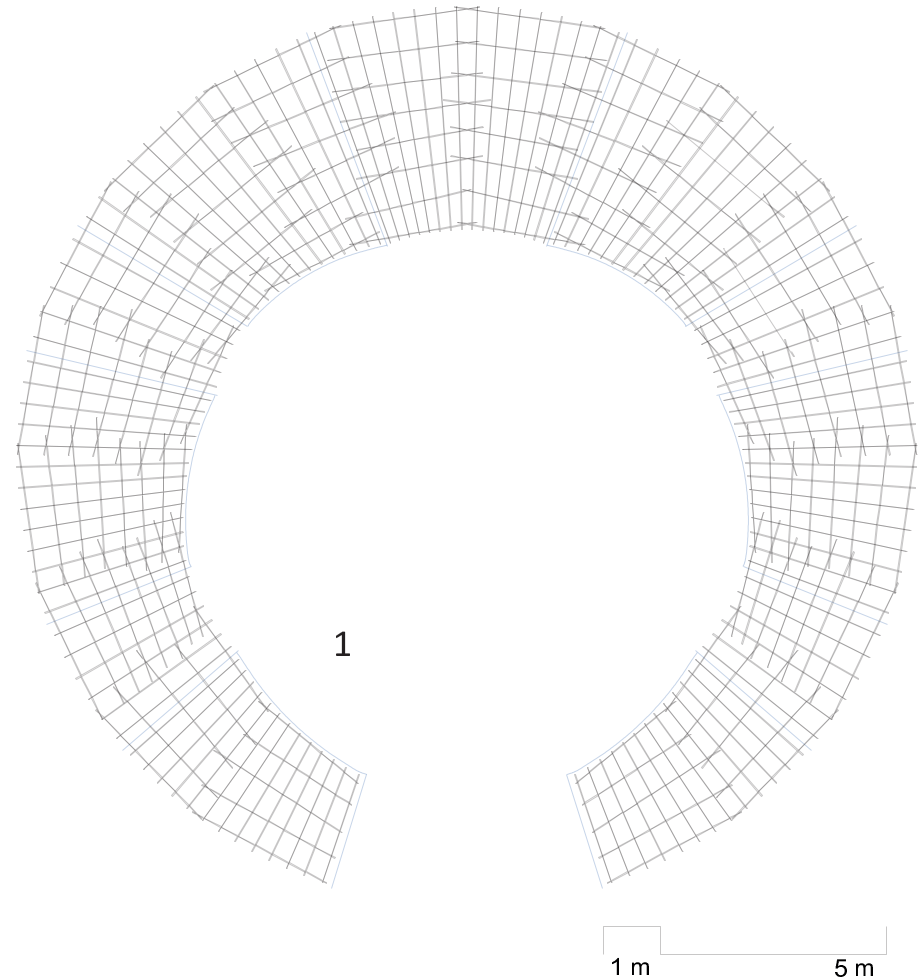
8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal. Detalle 1.

Construidos el Cono y el cilindro se replanteó la losa escalera y sus peldaños proyectándola en ambas superficies. Para que los tres elementos trabajasen en conjunto, se unió a la armadura de la losa de escalera barras (con taco químico inyectable) empotradas mediante taladro a las superficies del Cono y Cilindro. Una vez hecha la losa de escalera se replantearon los peldaños y se construyeron. Para finalizar se puso una estructura metálica en el centro del Cono, donde se apoya la pasarela de hormigón para dar acceso al ascensor que está anclado a la misma estructura.



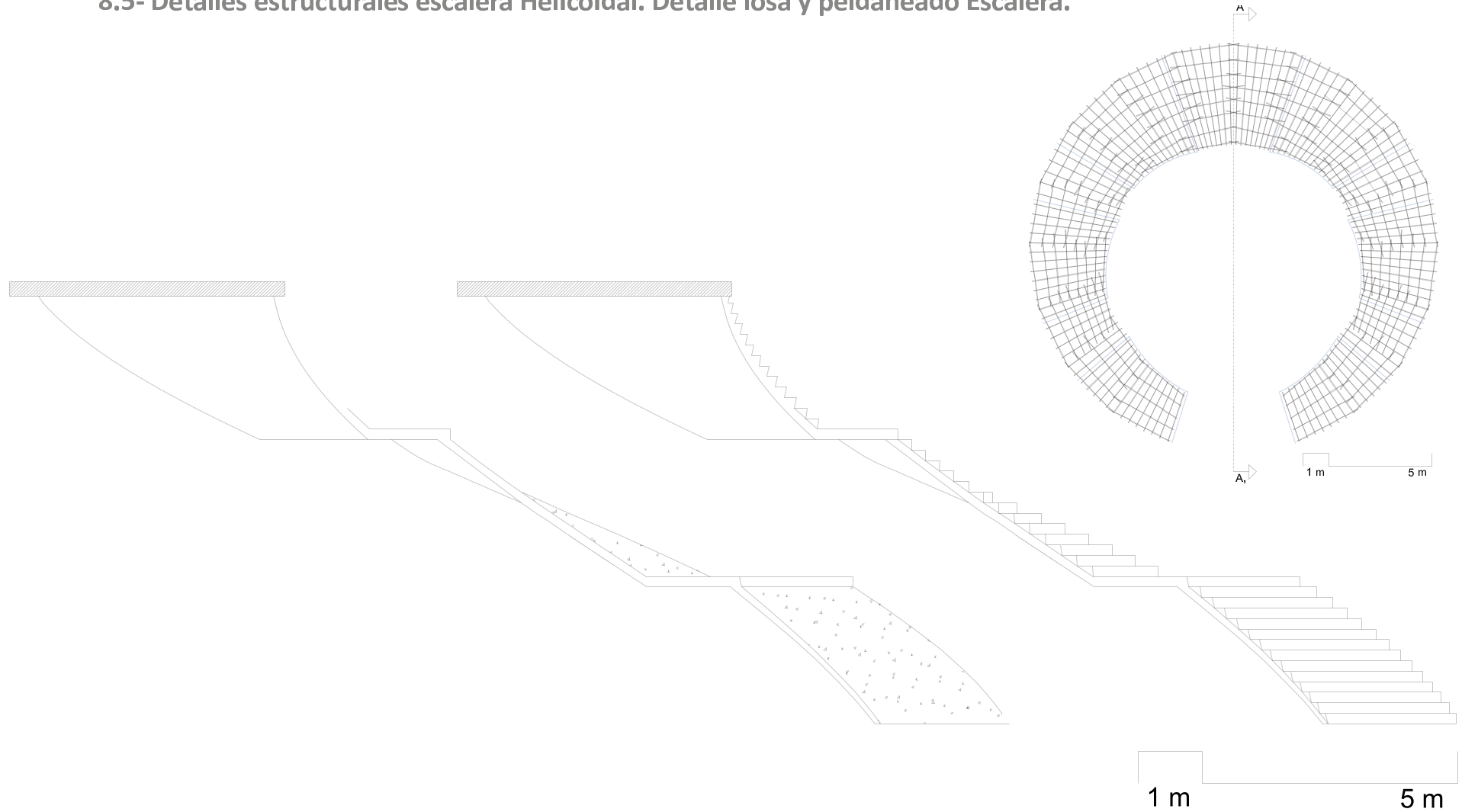
DETALLE 1



DETALLE 1: POSICIÓN ARMADO DE LA LOSA DE ESCALERA

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal. Detalle losa y peldaño Escalera.

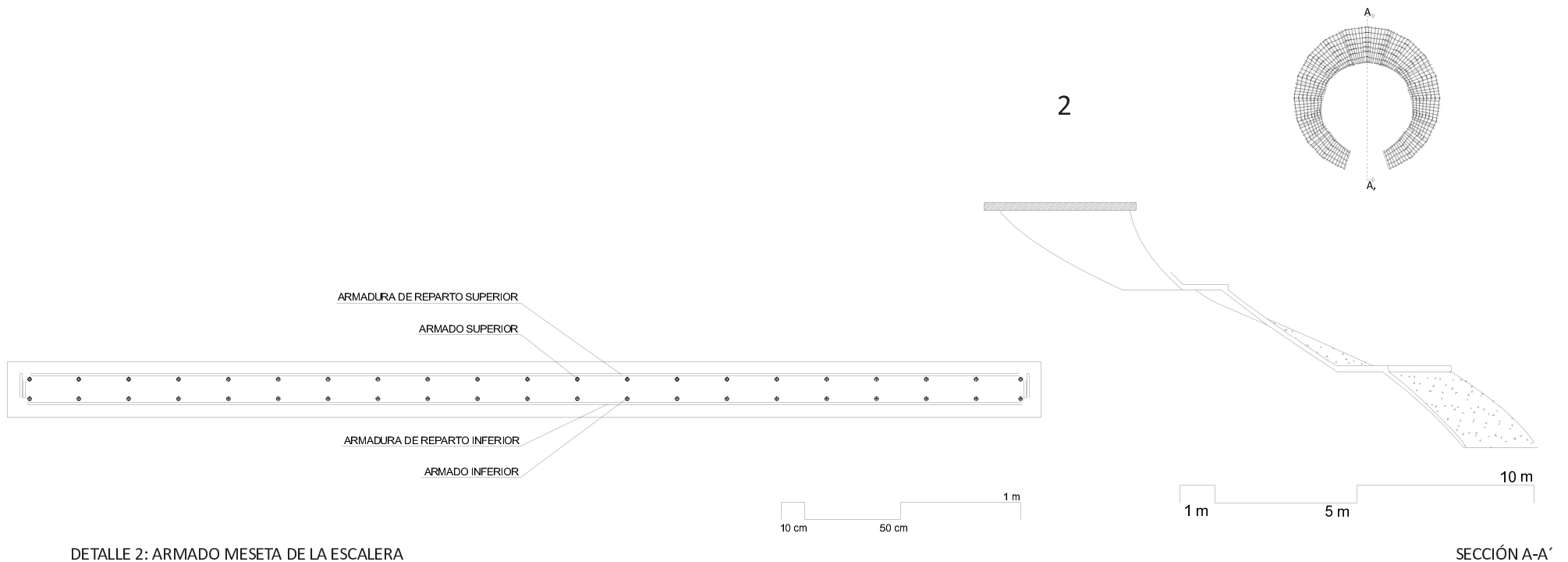


SECCIÓN A-A': DETALLE LOSA ESCALERA

SECCIÓN A-A': DETALLE PELDAÑEO SOBRE LOSA ESCALERA

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal. Detalle 2.

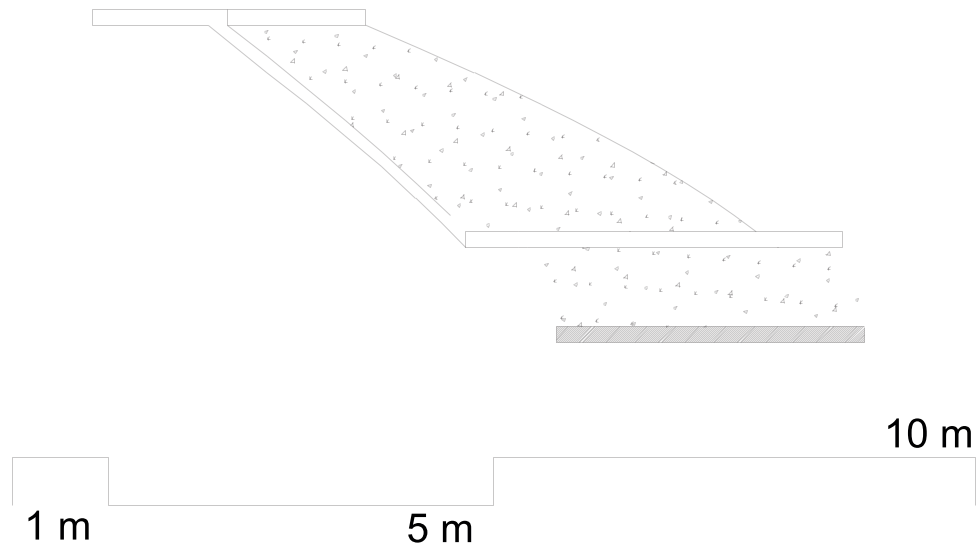


DETALLE 2: ARMADO MESETA DE LA ESCALERA

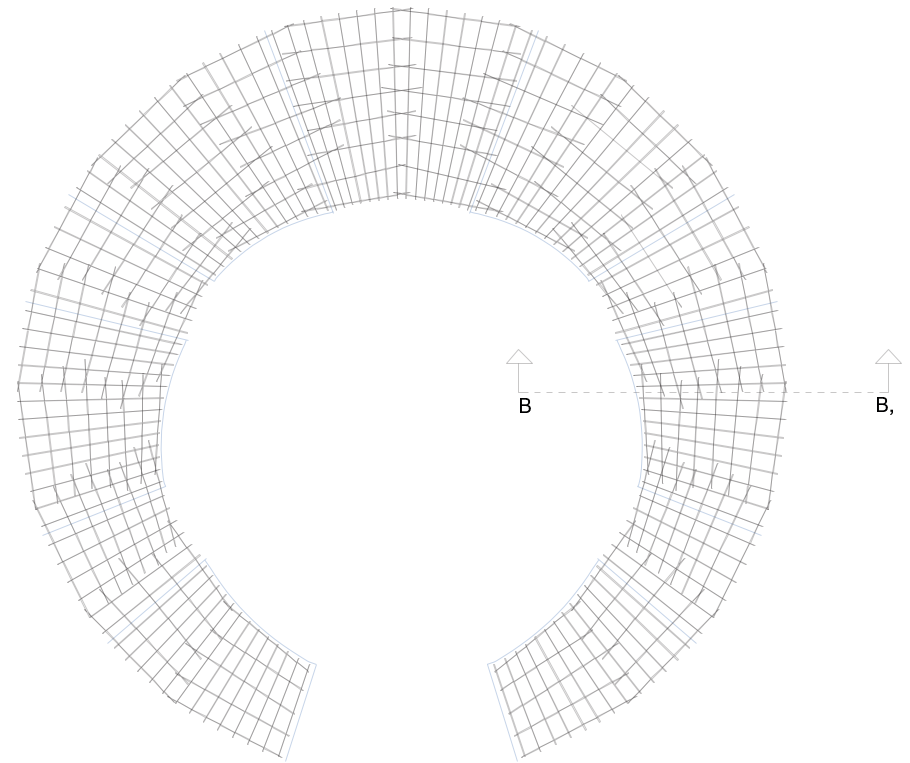
SECCIÓN A-A'

8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal.



SECCIÓN B-B'

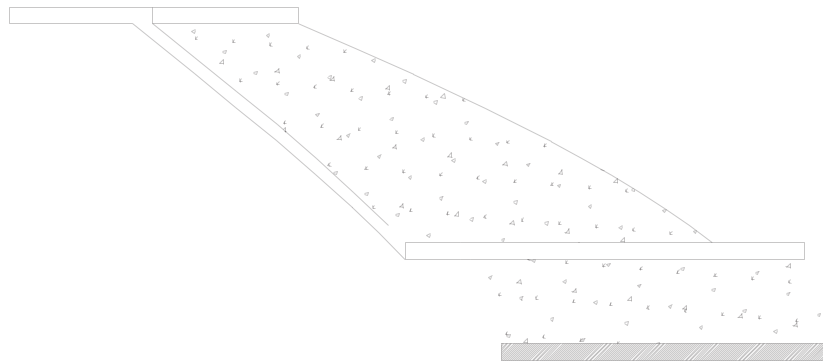


POSICIÓN ARMADO DE LA LOSA DE ESCALERA

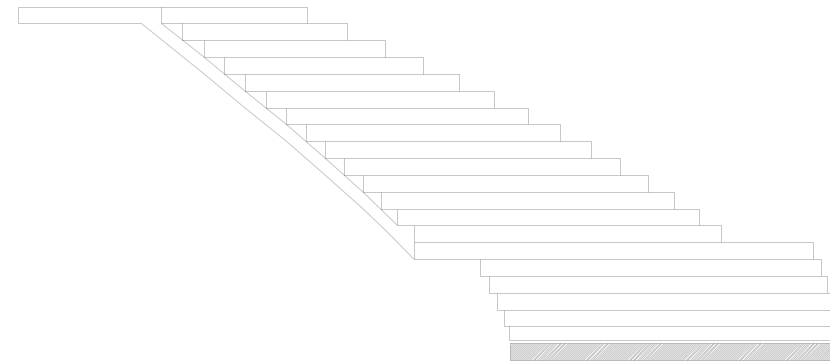


8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal.



SECCIÓN B-B': DETALLE LOSA ESCALERA

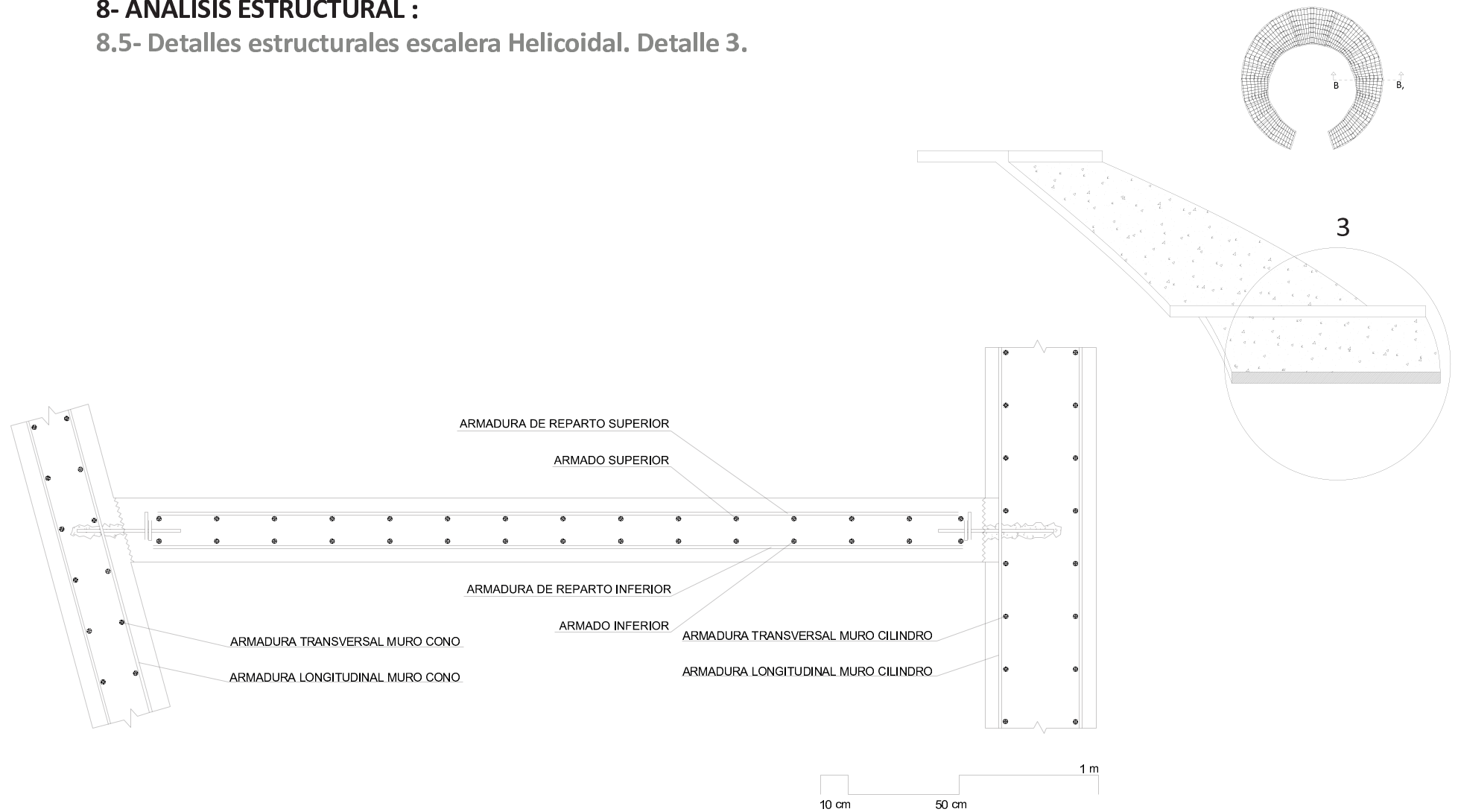


SECCIÓN B-B': DETALLE PELDAÑEADO SOBRE LOSA ESCALERA



8- ANÁLISIS ESTRUCTURAL :

8.5- Detalles estructurales escalera Helicoidal. Detalle 3.

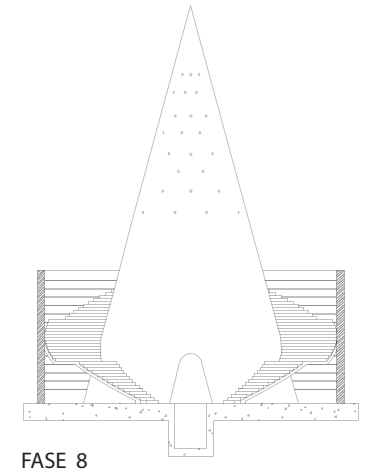
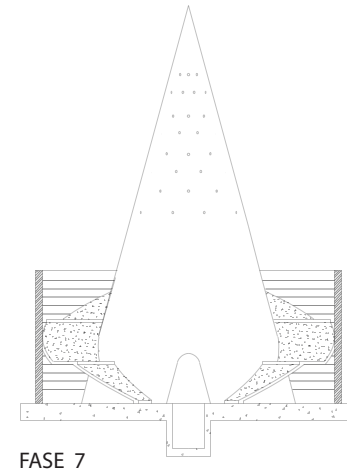
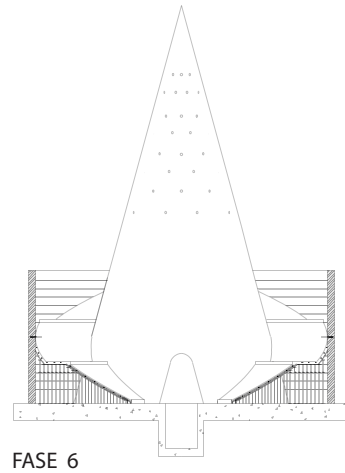
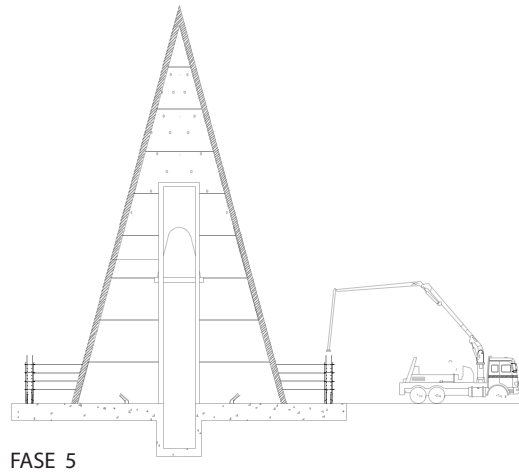
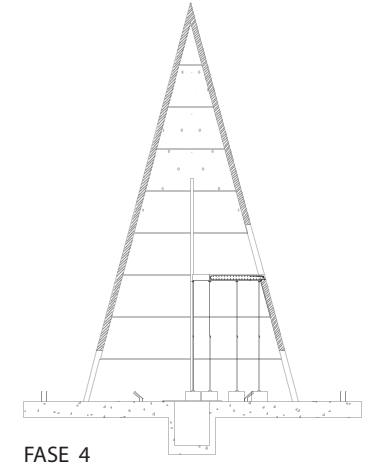
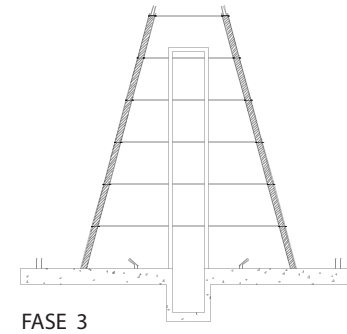
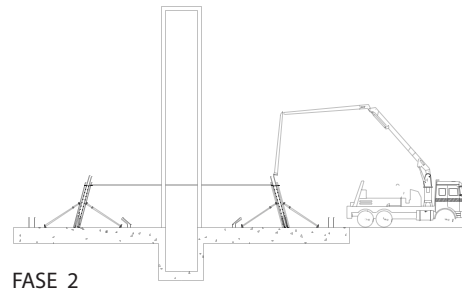
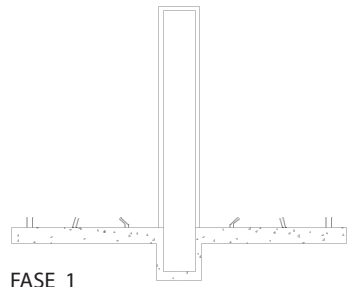


DETALLE 3: ENLACE LOSA DE ESCALERA CON MURO DEL CILINDRO Y CONO

9. SECUENCIA CONSTRUCTIVA.

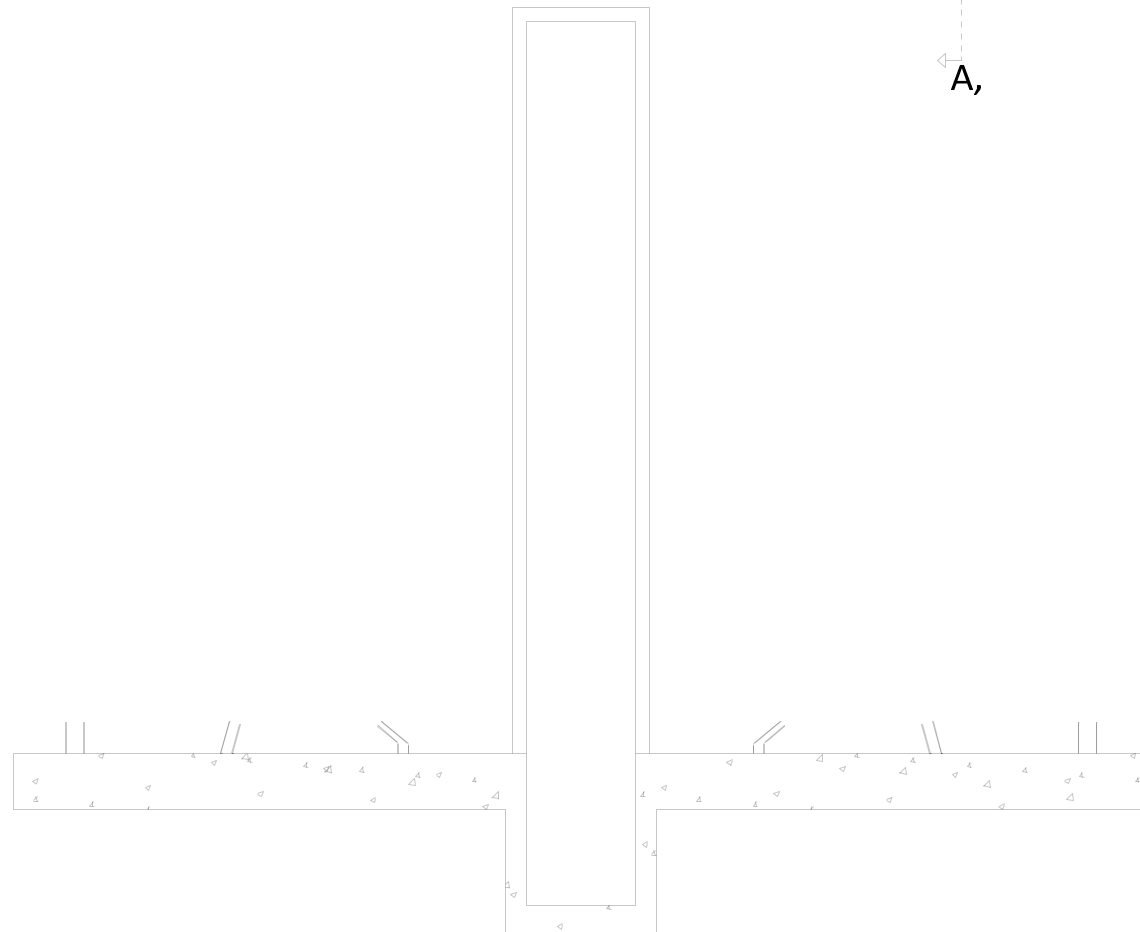
9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:

9.1- Fases de Ejecución.



9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:**9.2- Fase 1.**

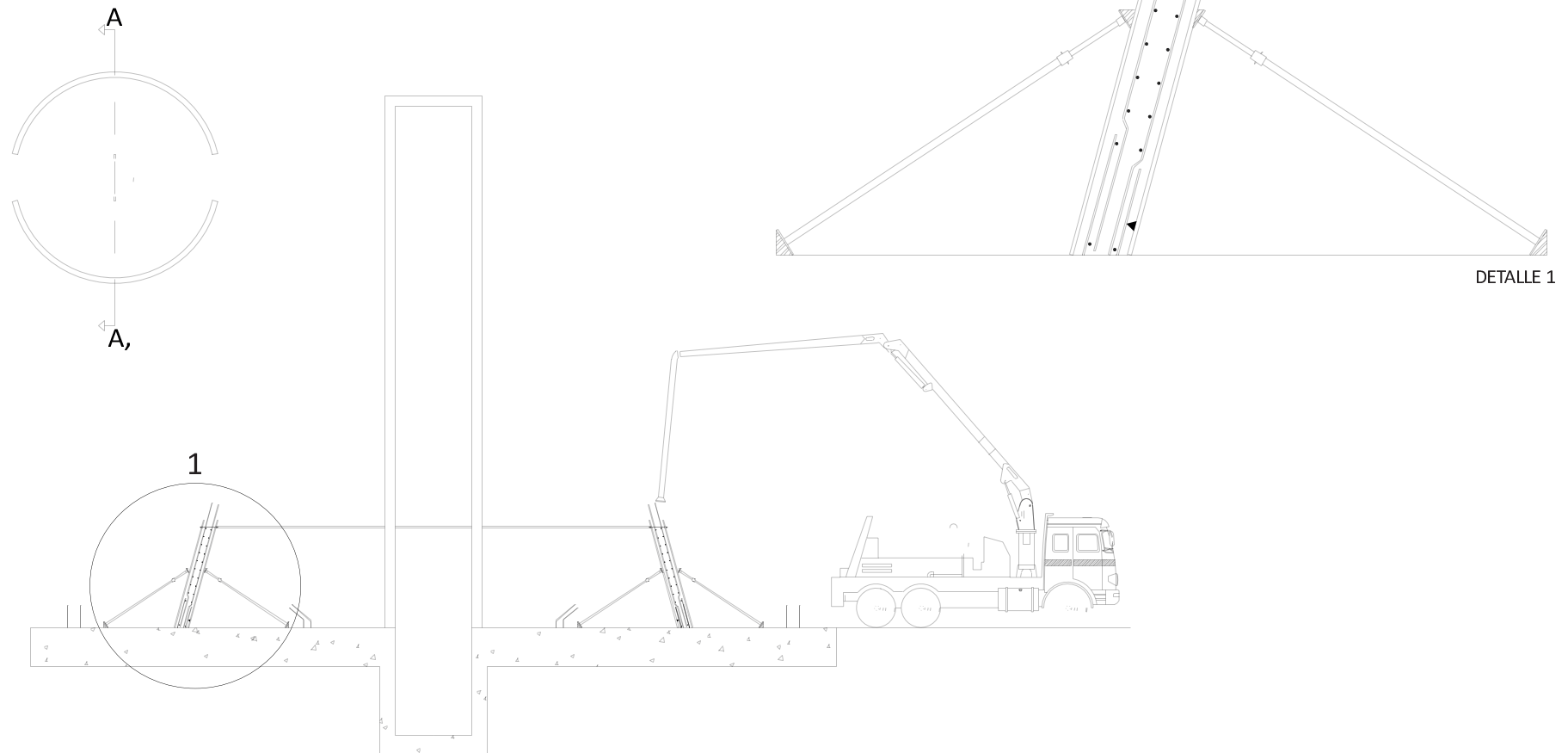
La cimentación es por losa de hormigón armado de 0,9 m de canto constante, con un foso en el centro para el ascensor de diámetro 2,45 m. Se han dejado las esperas para recibir el muro del cono, el muro del cilindro y la losa de escalera ya replanteados en la fase anterior de excavación y cimentación.



9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:

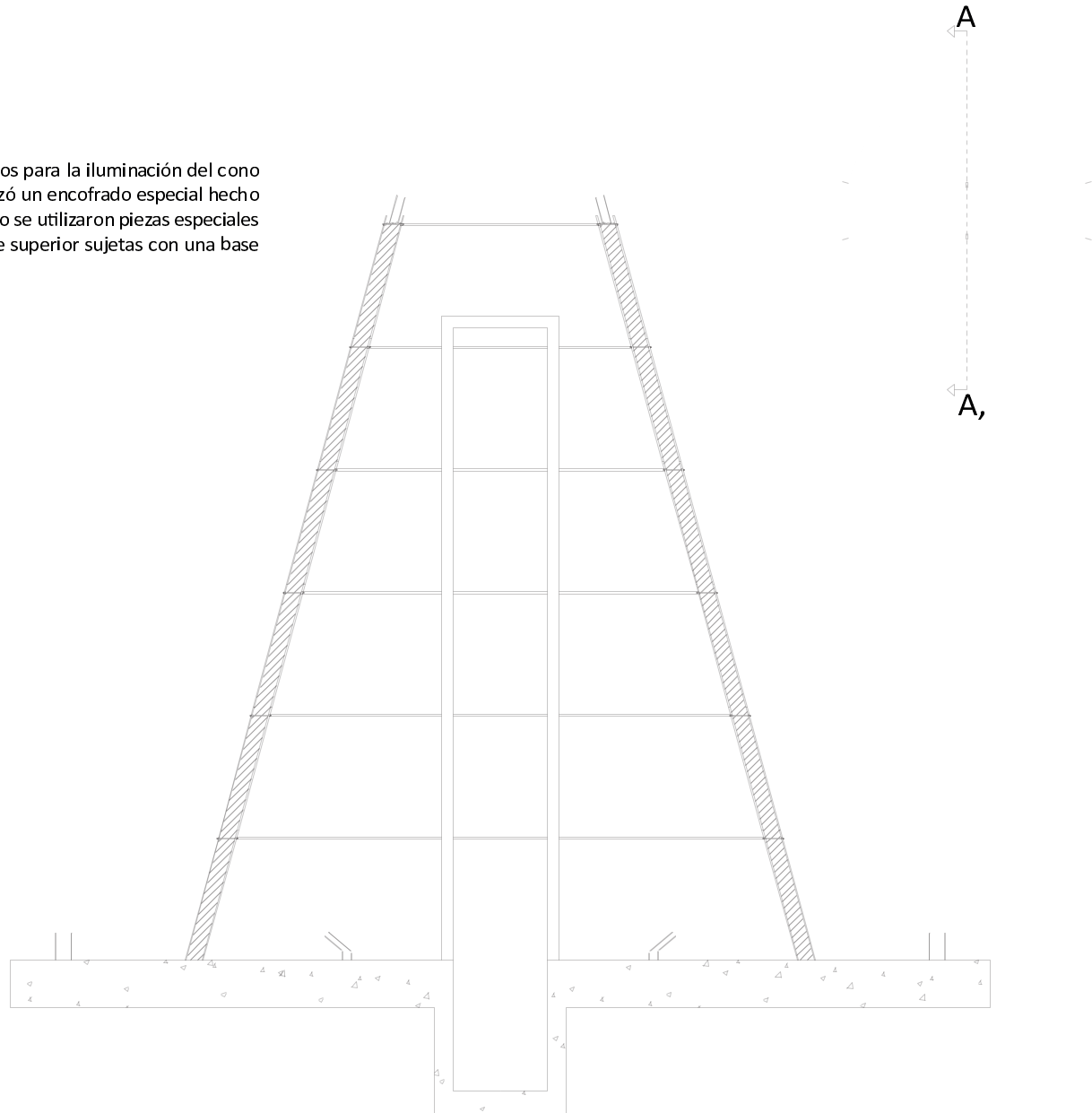
9.3- Fase 2.

Se empezó replanteando el encofrado del primer tramo de muro del cono. El encofrado fue especial al ser la superficie del cono curva, se utilizaron sucesiones de maderas continuas de dimensión 0,11 x 2,5 x 0,02 cm. Se dejaron pasas tubos para pasar unos pernos con la función de atirantar y sujetar el encofrado por la presión del hormigón en su vertido. El encofrado es apuntalado interior y exteriormente. El hormigonado se hizo mediante un camión de bombeo por tongadas de 20 cm. Se tuvo cuenta las esperas para el enlace del segundo tramo de muro.



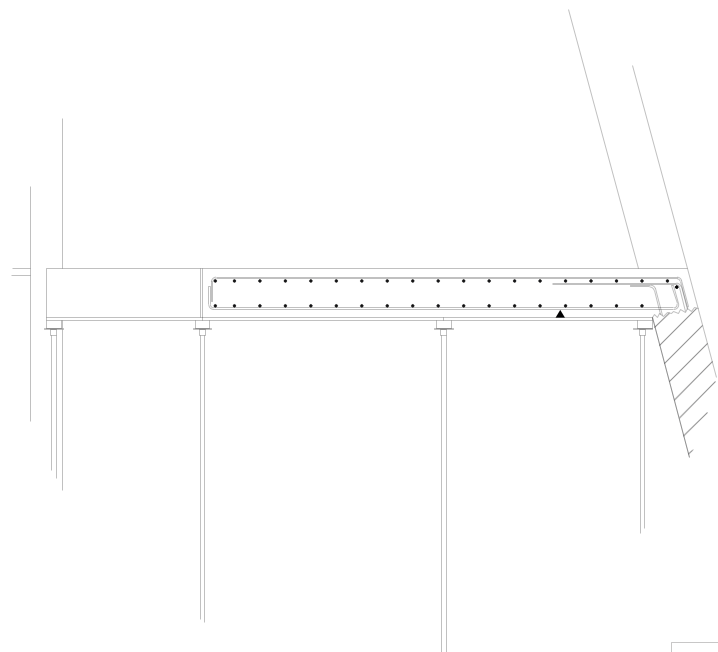
9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:**9.4- Fase 3.**

En los últimos cinco tramos se tuvo en cuenta agujeros para la iluminación del cono en su interior. Para la parte superior del cono se utilizó un encofrado especial hecho en fábrica. En los huecos de acceso al interior del cono se utilizaron piezas especiales de corcho, dándoles la forma redondeada en la parte superior sujetas con una base de madera apuntalada.

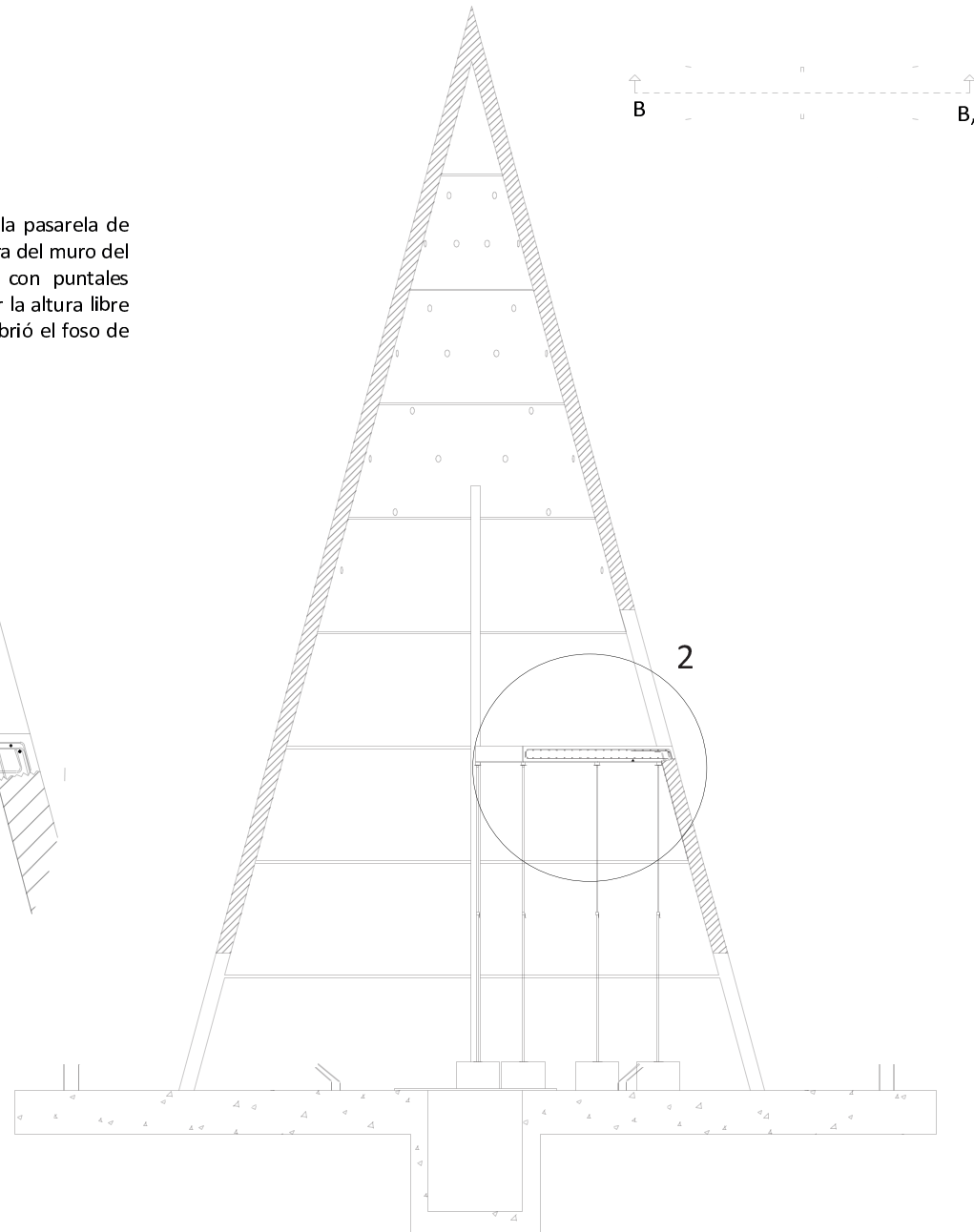


9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:**9.5- Fase 4.**

Posteriormente al hormigonado del muro del cono, fue encofrada la pasarela de acceso al ascensor del interior del cono. Se unió la armadura de espera del muro del cono con la armadura de la pasarela. La pasarela se apuntaló con puntales telescópicos de 6 m. sobre durmientes de hormigón de 0,50 m al ser la altura libre de ascensor con una chapa metálica.



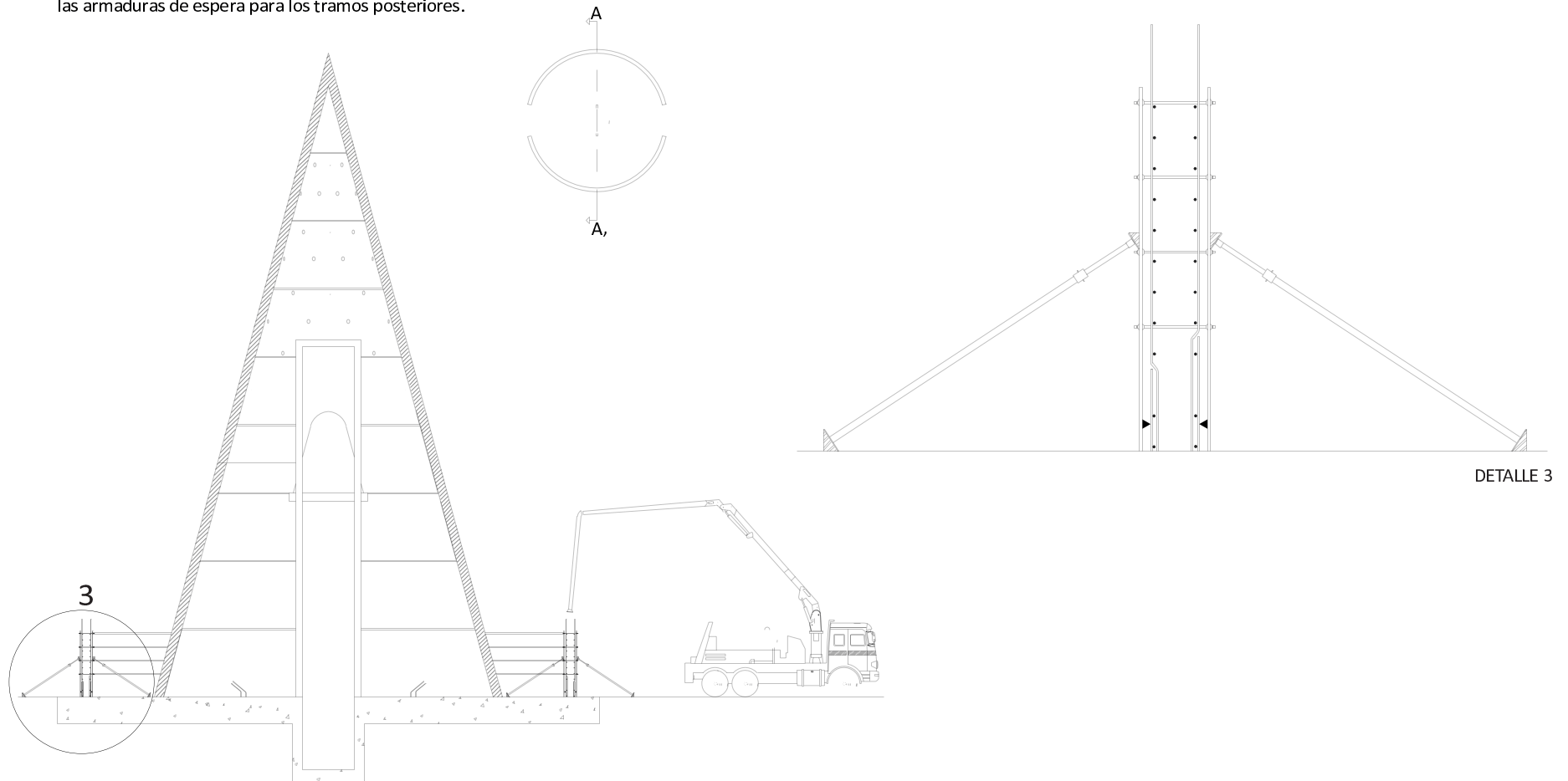
DETALLE 2



9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:

9.6- Fase 5.

En esta fase se ejecutó el muro del cilindro. Se unieron las armaduras de espera con las del muro, encofrando cuatro tramos a la vez. El sistema de encofrado fue similar al del cono con diferentes medidas y con sus pasa tubos para los posteriores pernos de anclaje. En los cuatro primeros tramos el encofrado se apuntaló por las dos partes del muro. El hormigonado fue mediante camión bomba teniendo cuenta las armaduras de espera para los tramos posteriores.

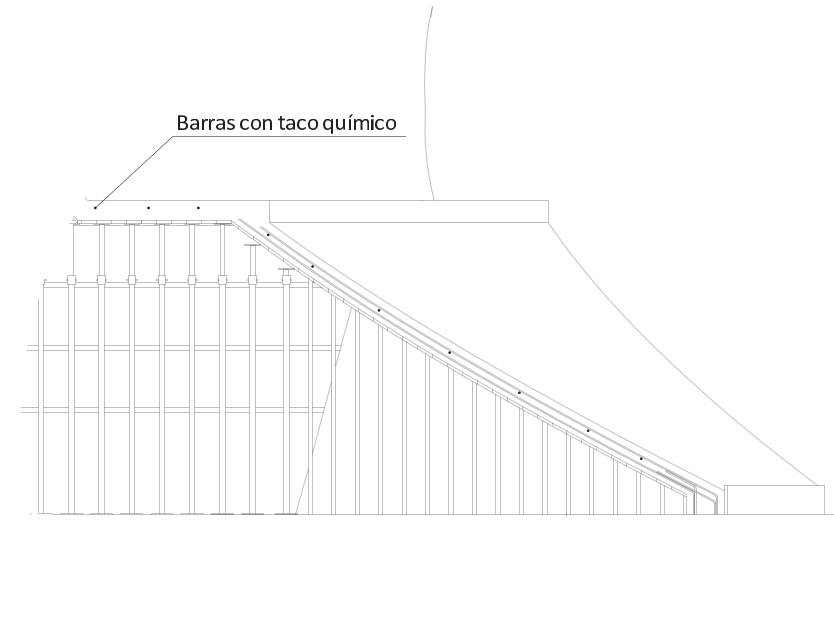
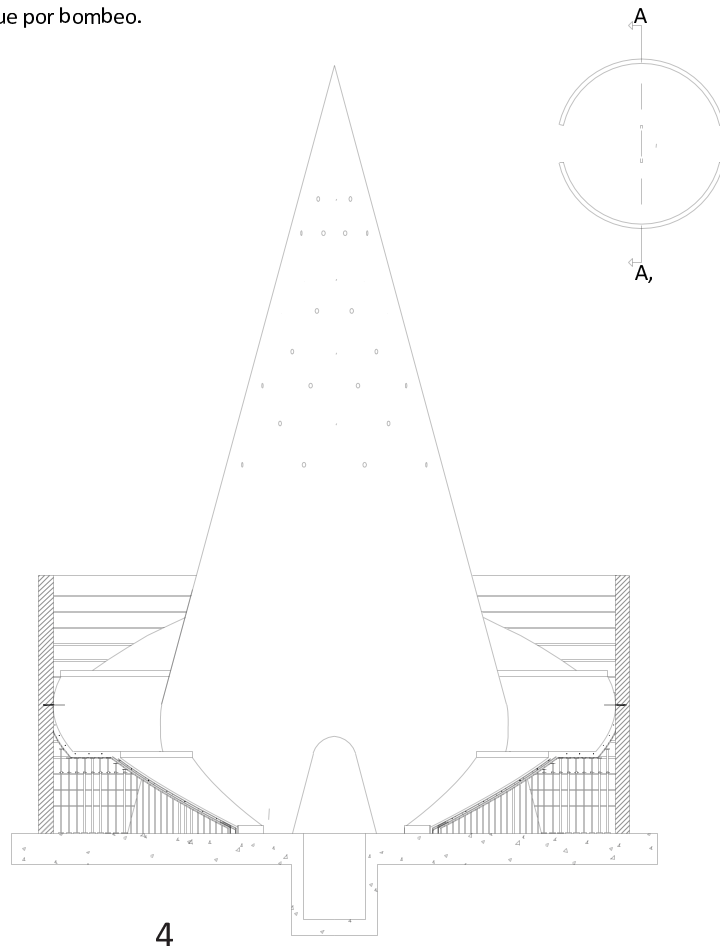


DETALLE 3

9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:

9.7- Fase 6.

Una vez ejecutados el cono y el cilindro se replanteo la escalera helicoidal. El encofrado de la escalera fue mediante tableros apuntalados en tramos de altura libre menor de 1,80 m por maderas, y en alturas superiores por una sucesión de puntales. Las paredes de los muros del cono y cilindro fueron taladradas para poder unir la losa de la escalera mediante barras con taco químico. El hormigonado de la losa fue por bombeo.

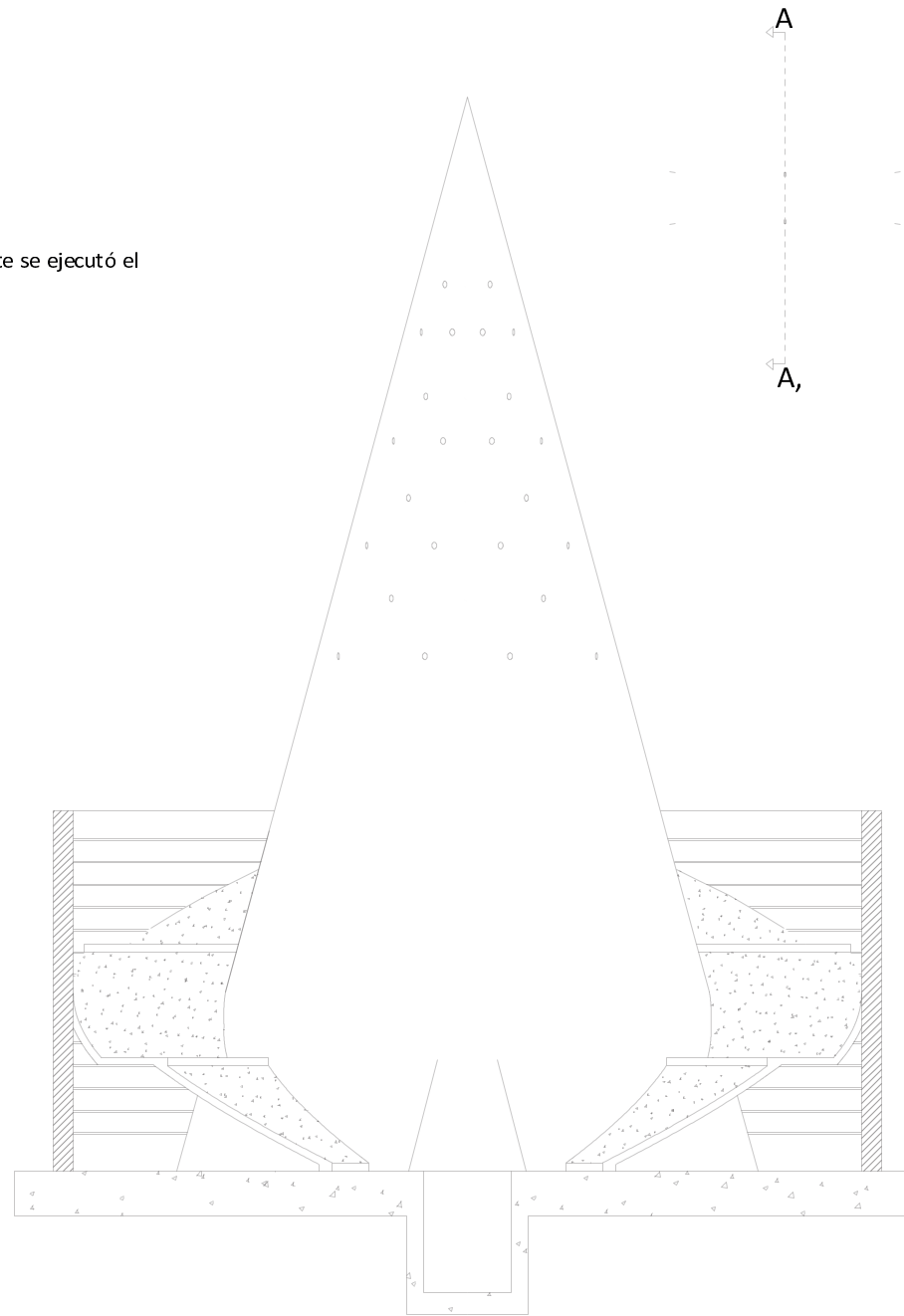


DETALLE 4

9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:

9.8- Fase 7.

Desapuntalado y desencofrado de la losa de escalera. Posteriormente se ejecutó el peldañeado con ladrillo cerámico.

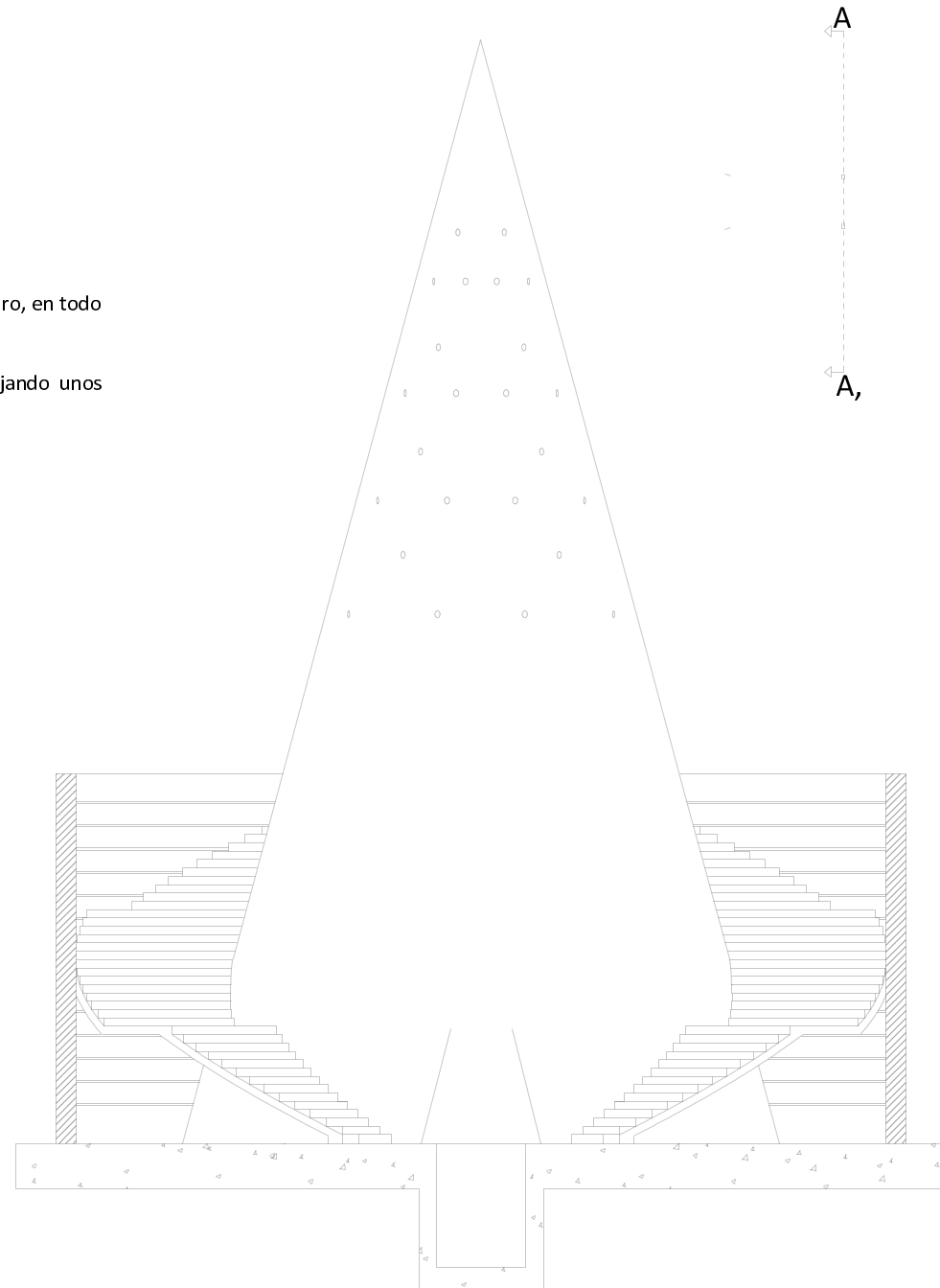


9- SECUENCIA CONSTRUCTIVA:

9.9- Fase 8.

Esta última fase fue de acabado superficial:

- 1º Se montó el ascensor de interior del cono.
- 2º Se pusieron las barandillas de seguridad en la parte superior del cilindro, en todo el tramo de escaleras y en la pasarela de acceso al ascensor.
- 3º Se revistió el cono mediante la técnica del "trencadis".
- 4º Se puso el pavimento de las escaleras y del interior del cono, dejando unos huecos para la instalación de focos.



10- ACABADO SUPERFICIAL.

10- ACABADO SUPERFICIAL:

10.1- Proceso constructivo del trencadís.

No puede dejar de destacarse el revestimiento con “trencadís” realizado en el Cono con escaleras acceso al Umbracle. Los trabajos fueron realizados por la empresa del Club DIR, CRISAN. El trencadís es un conjunto de piezas cerámica de forma irregular, colocada sobre una malla de fibra de vidrio que se adapta a las curvas que pueda poseer la superficie de colocación final. Las mallas tienen normalmente una superficie de 1m2 o menos y son rellenas con pedazos de azulejo por operarios especializados en el montaje de trencadís. Las mallas han de encajar perfectamente entre ellas, el resultado es un trabajo a medida que evita mermas y rectificaciones de las piezas en obra.

Antes de la colocación del “trencadís” fue necesario regularizar el soporte con mortero aditivado con PCIEMULSION y la superficie del Cono fue impermeabilizada con MASTERSEAL 531/PCI-IMPERBETT blanco con un consumo aproximado de 4 a 5 Kg/m2.

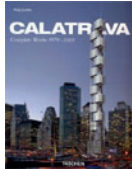
Para la colocación de la cerámica se empleó FLEXMORTEL ya que era necesario un adhesivo deformable al encontrarse la aplicación completamente en exteriores y compatible con la impermeabilización previa.

Extraordinariamente se empleó el mismo FLEXMORTEL como material de rejuntado (el rejuntado se hizo con una llana de goma o similar). Para ello se aprovechó su alta dosificación en resinas sintéticas hidrodispersables que le confieren una impermeabilidad superior a la de los adhesivos normales.



11- BIBLIOGRAFÍA:

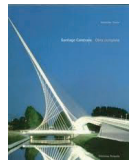
LIBROS:



JODIDIO, Philip. *Santiago Calatrava: complete Works. 1979-2007*. Taschen. 2007. pp. 519.



SHARP, Dennis. *Santiago Calatrava*. London. 1994. pp. 96.



POLANO, Sergio. *Santiago Calatrava: obra completa*. Electa. 1996. pp. 335.



BEINHAUER, Meter. *Atlas de detalles constructivos: con más de 400 ejemplares*. Gustavo Gili. 2006-2007. pp. 349.



YAYA Tur, Javier. *Ciutat de les Arts i les Ciències*. Ciutat de les arts y les Ciències, D.L. 2006. 1 vol.(sin pag.)

ARTÍCULOS DE INTERNET:

IBÁÑEZ TORRES, Raúl. *El vientre de un Arquitecto (La búsqueda de la forma)*. Archivo de Internet. Página: <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/TestuakOnLine/03-04/PG03-04-ribanez.pdf>

ZOIDO ZAMORA, Ramón J. *Curvas y superficies en la Arquitectura*. Archivo de Internet. Página: <http://www.camino.upm.es/matematicas/Fdistancia/MAC/CONGRESOS/SEGUNDO/007%20Curvas.pdf>

LAS OBRAS DE SANTIAGO CALATRAVA VALLS: <http://www.epdlp.com/arquitecto.php?id=29>

La Revista Via Arquitectura 09 L'umbracle Valencia: <http://www.via-arquitectura.net/09/09-068.htm>

APUNTES:

Apuntes de los profesores de Geometría de la E.T.S.I.E. sobre: Superficies cónicas, Superficies radiadas no poliédricas, Superficies regladas albeadas.

12- CONCLUSIONES:

El objetivo general de este proyecto me ha servido, para evaluar y entender geoméricamente el funcionamiento del elemento constructivo que he seleccionado.

Como resultado de no haber conseguido información ajena sobre el elemento constructivo a analizar, he realizado el proyecto siguiendo unos criterios constructivos con la escasa información que pude conseguir. Esto me ha supuesto un esfuerzo para entender la funcionalidad y su forma dentro del Umbracle.

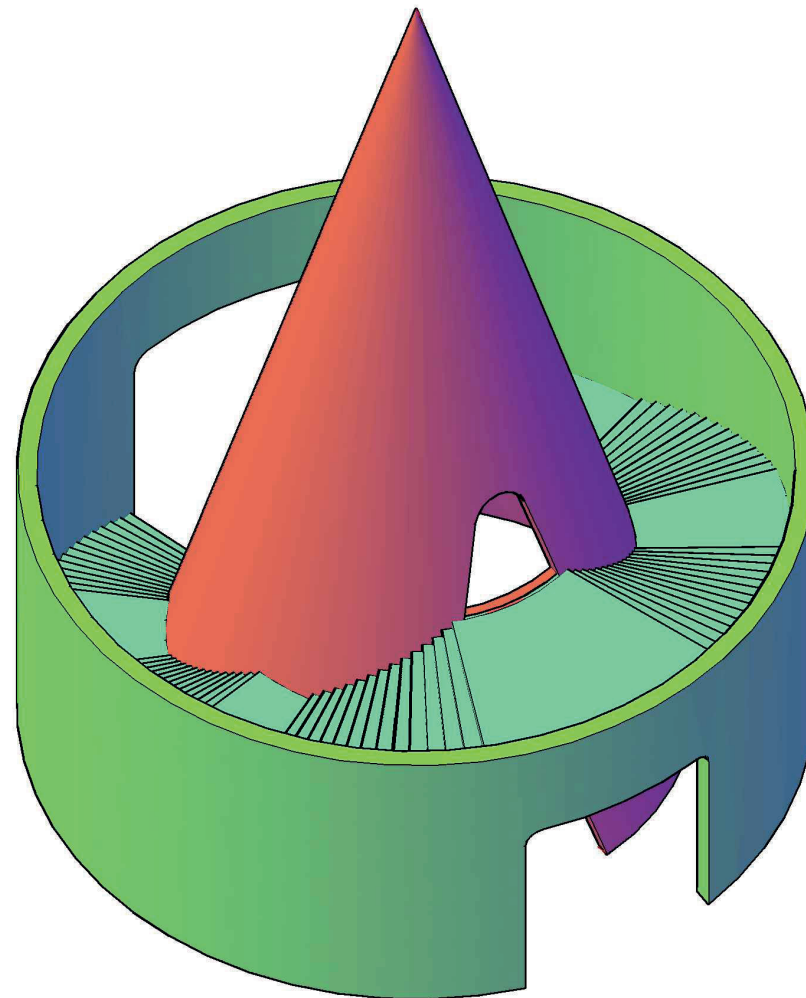
Considero que ha sido un proyecto muy atractivo e interesante puesto que he adquirido nuevos conocimientos al estudiar a fondo tres superficies geométricas comunes como son: el Cono, el Cilindro y el Helicoide. He podido entender como trabajan las tres superficies en conjunto y como se ha podido construir una escalera helicoidal siguiendo el trazado curvo del Cilindro y el Cono.

El edificio analizado no es muy común lo que lo caracteriza casi como único, pero al estar envuelto de edificios tan complejos arquitectónicamente, no resalta entre ellos.

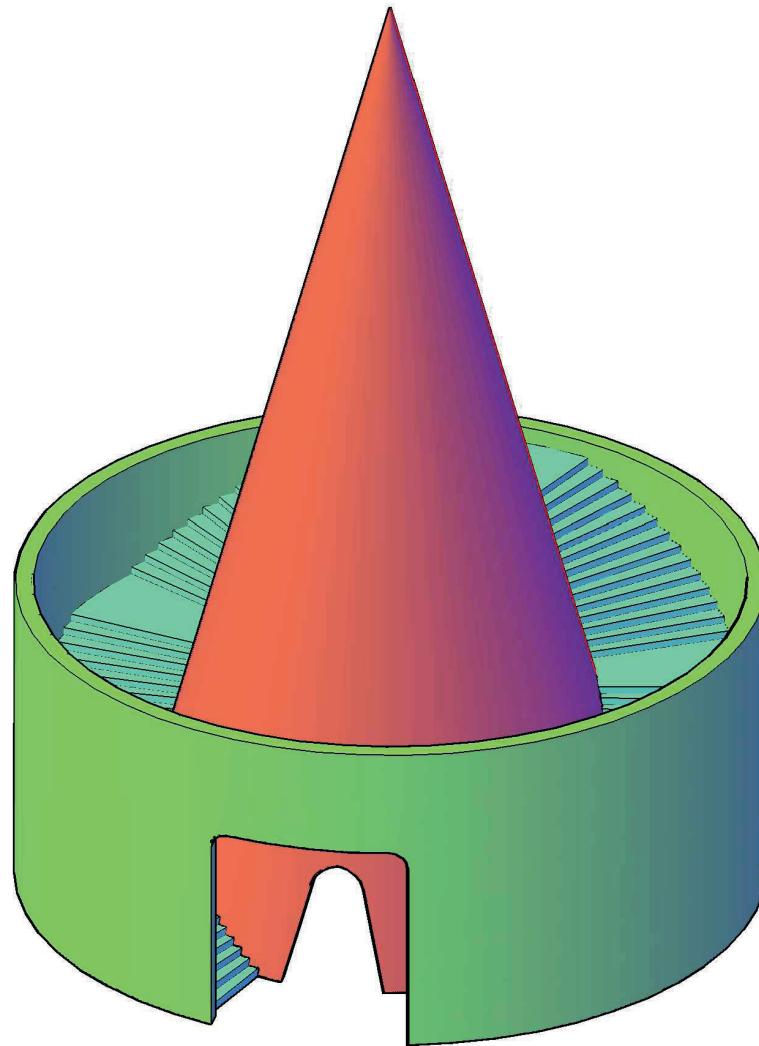
Se puede concluir que el edificio es muy interesante ya que Santiago Calatrava Valls es un arquitecto imaginario donde utiliza la inspiración de la naturaleza para la creación de sus edificios dándoles frescura, funcionalidad y sobretodo originalidad.



13- 3D CONO ESCALERA ACCESO UMBRACLE



13- 3D CONO ESCALERA ACCESO UMBRACLE



13- 3D CONO ESCALERA ACCESO UMBRACLE

