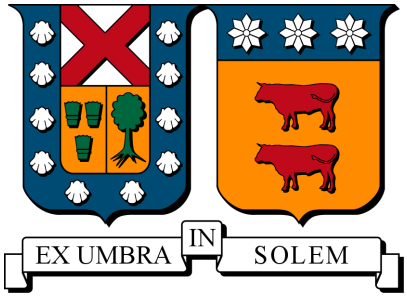
Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Arquitectura
Valparaíso - Chile



Sistema habitacional plegable y sustentable para la contención de pasajeros en el Aerodromo Teniente R. Marsh

Alumno: Rodrigo Montecinos Soto
Memoria de titulación para optar al título de arquitecto
Profesor Referente: Marcelo Bernal
Diciembre 2019

Resumen

Este trabajo tiene como finalidad diseñar un espacio que sirva como terminal para los pasajeros que vuelan desde o hacia la isla King George, ubicada cerca del círculo polar antártico, en la latitud 62º S aprox. En estas islas se desarrollan constantes investigaciones científicas por partes de muchos países, los cuales tienen bases cientificas en la zona.

Actualmente no existe ninguna estructura que de cobijo a los pasajeros que llegan desde vuelos intercontinentales o que esperan su vuelo para salir de la isla, lo que supone un retraso involuntario en el proceso de abordo al avión y también pone a los pasajeros en una situación incomoda y poco provechosa, ya que deben esperar sus vuelos desde los vehículos en un espacio reducido.

El campo en la arquitectura que se encarga de diseñar sistemas que se adapten al clima frio extremo está desarrollándose de manera lenta desde hace 60 años aprox. por efecto de una serie acontecimientos científicos en nuestra época contemporánea. Los edificios que existen hasta la fecha son principalmente bases científicas con formas que simulan naves aerodinámicas para sortear el fuerte viento. Existe mucho por descubrir y por desarrollar aún en toda esta materia.

Por otro lado, los cambios climáticos han generado ambiente de preocupación entre los países, por lo que se han determinado medidas para fomentar el desarrollo de tecnologías sustentables. Es en este auge científico en donde nacen las bases ubicadas en la Isla King George y la preocupación por el medio ambiente se a expresado por parte de distintas naciones justamente en el punto en donde se desarrolla este trabajo.

Este trabajo intenta sumergirse en este mundo que día a día gana terreno para poder generar una propuesta de terminal de pasajeros para el Aeródromo de esta isla, fijando la atención en 3 aspectos fundamentales:

Generar una estructura prefabricable que sea posible de trasladar en transportes con capacidades limitadas.

El montaje de la estructura debe ser rápido, de esta manera a los trabajadores se exponen la menor cantidad de tiempo al clima frío de la zona.

El edificio debe ser capaz de hacer frente al frío clima de la zona y a los fuertes vientos para poder generar un ambiente cómodo de espera.

La metodología de trabajo propone el diseño y producción de un prototipo a escala, para luego analizarlo y mejorarlo mediante simulaciones computacionales y obtener un producto completo, que solucione el problema planteado y que sirva para aportar con conocimiento a este nuevo campo de la arquitectura que sin lugar a duda tomara mayor importancia conforme pase el tiempo.

Abstract

The purpose of this certification work is to design a space that serves as a terminal for passengers flying from or to King George Island, located near the Antarctic polar circle, at latitude 62º S approx. In these islands, constant scientific research is carried out by parts of many countries, which have bases in the area.

Currently there is no structure to shelter passengers arriving from intercontinental flights or awaiting their flight to leave the island, which is an involuntary delay in the process of boarding the plane and also puts passengers in an uncomfortable situation and little profitable, since they must wait for their flights from the vehicles in a small space.

The field in architecture that is responsible for designing systems that adapt to extreme cold weather is developing slowly for 60 years approx. by the effect of a series of scientific events in our contemporary age. The buildings that exist to date are mainly scientific bases with shapes that simulate aerodynamic ships to avoid the strong wind. There is much to discover and to develop even in all this matter.

On the other hand, climate changes have generated an environment of concern among countries, so measures have been determined to encourage the development of technologies. It is in this scientific boom where the bases located on King George Island are born and the concern for the environment has been expressed by different nations just at the point where this work is developed.

This work tries to submerge in this world that every day gains ground to be able to generate a proposal of passenger terminal for the Aerodrome of this island, fixing the attention in 3 fundamental aspects:

How to generate a prefabricated structure that is possible to move in transports with limited capacities.

The assembly of the structure must be quick, in this way the workers are exposed the least amount of time to the cold climate of the area.

The building must be able to cope with the cold climate of the area and strong winds to generate a comfortable waiting environment.

The work methodology proposes the design and production of a prototype at scale, to then analyze and improve it by means of computer simulations and obtain a complete product, which solves the problem posed and which serves to contribute with knowledge to this new field of architecture that without No doubt it will take on greater importance as time goes by.

Índice

1. Problema General: falta de un espacio de contención de pasajeros para fomentar el turismo en la zona 7

1.1 Introducción a la problematica del Aerodromo 8
1.2 Emplazamiento 10
1.3 Bases ubicadas en la Isla 12
1.4 Geografía y Clima en la Isla 15
1.5 Ubicación del Aeródromo 19
1.6 Desafios a resolver 22

2. Problema Específico: desarrollo de una estructura desplegable, sustentable y aerodinámica 23

2.1 Relevancia del Problema 24
2.2 Transporte 25
2.3 Despliegue y Montaje 27
2.4 Impacto Ambiental 31
2.5 Eficiencia Energética 33
2.6 Programa 34
2.7 Mercado y agentes involucrados 38
2.8 Casos de Estudio 39
2.9 Hipotesis 60

3. Metodología: Generación de prototipos de modelo y la construcción de estos a escala 62

3.1 Construcción de prototipo 64
3.2 Desiciones de diseño 65
3.3 Propuesta de modelo Nº1 73
3.4 Analisis energético 80
3.5 Propuesta de modelo Nº2 104

4. Resultados 108
4.1 Modelo a escala Nº1 109
4.2 Modelo a escala Nº2 120

5. Conclusión: 124

5.1 Replicabilidad 127
5.2 Contribución 128

1.Problema General:Falta de un espacio para contener a los pasajeros que lleguen a la isla.

Generar estrategias de construcción sustentable para la Antártica que fomenten el turismo en la zona

La zona antártica del mundo a vivido un proceso importante de cambios en las últimas décadas, debido al interes que distintas naciones han declarado sobre la zona. Es por esto que se han instalado muchas bases de investigación científica quienes con la ayuda de las fuerzas armada de los países han logrado establecerse en esta zona.

Habitar este territorio supone grandes complicaciones ya que el clima es totalmente hostil y dificulta la mayoría de las operaciones que se llevan a cabo. Una de estas complicaciones la viven todos los usuarios del Aerodromo Teniente R. Marsh, ubicado muy cerca de la base Eduardo Frei, ya que los fuertes vientos, la nieve y las bajas temperaturas afectan negativamente tanto a las fuerzas armadas, los científicos y principalmente a los turistas que visitan la zona.

La DGAC tiene actualmente ciertas estructuras básicas que cubren la necesidad tanto de los militares como los cientificosque llegan a la zona y estas estructuras les dan cobijo, sin embargo no existe actualmente un espacio dedicado al turismo creciente de la zona que permita contener a los pasajeros de avión que esperan por sus vehículos terrestres o aéreos. Esto claramente afecta de manera negatíva al sector del turismo ya que no permite el desarrollo de este al no existir las estancias necesarias para el desarrollo de esta actividad. Es por esto que el presente trabajo de I+D intenta proyectar una solución mediante un producto que se adapte a las necesidades específicas de la zona para poder contener a los turistas que visiten la zona y aprovechar entonces el desarrollo de esta actividad que afecta de manera positiva a la zona ya que la hace más asequible para todo el mundo y genera una inversión importante de capital en la zona.

Turismo creciente en la zona + Falta de espacio para la contención de los turistas = Problema General

1.1 Introducción a la problematica del Aerodromo



Chile es un país del bloque sudamericano que posee la cualidad de ser tricontinental, lo que implica que posee soberanía en el continente Americano, en Oceanía y en la Antártica. Es en esta última zona en donde el país ejerce esta soberanía mediante bases que aportan a la investigación científica de la antártica. Estas bases se reparten en el continente y reúnen principalmente a militares y científicos quienes conviven bajo duras condiciones que el clima impone.

Es al norte de este alejado continente antártico en donde se ubica la Islas "Sheatlands", las cuales tienen gran importancia para todos los vuelos que se dirigen hacia la antártica, ya que es el primer punto de aterrizaje seguro (saliendo desde continente Americano). También estas islas tienen un gran numero de bases pertenecientes a distintas naciones, bases de investigación científica y aquí Chile posee una importante base llamada "Base Eduardo Frei Montalva", la cual es un pequeño sitio que posee casas, escuelas, oficina de correos entre otras edificaciones y que aportan al desarrollo científico y militar Chileno.

Muy cerca de esta base, a 500 metros para ser mas especifico, encontramos un aeródromo que permite aterrizar a cualquier avión que provenga desde América u otra parte del mundo, equipado con una pista de aterrizaje y un centro de mando. Este aeródromo es Chileno y tiene como nombre "Aeródromo Teniente R. Marsh".
Hoy en día esta totalmente operativo y su principal uso es servir a los aviones en sus aterrizajes, para que luego los pasajeros se encaminen a sus destinos mediante vehículos terrestres.
Para aquellos pasajeros que pertenecen a la FACH no existen inconvenientes al descender del avión ya que existen estructuras que dan cobijo a las personas del extremo clima que reina en la zona. Sin embargo para todos los demás pasajeros, aterrizar en este aeródromo se torna complicado y peligroso ya que no existe ningún tipo de estructura que de alojo y cobijo ante el frio clima que impera mientras las personas esperan por sus transportes terrestres.

Por este motivo, diversas instituciones (tales como la FACH y DGAC) han comenzado a dirigir ciertos proyectos para diseñar un espacio que otorgue la posibilidad de una espera cálida y cómoda para los pasajeros de distintos vuelos que aterricen en este aeródromo. Es por esto que el presente trabajo expone y analiza una alternativa de diseño para un terminal en el aeródromo Teniente R. Marshall, teniendo en consideración ciertos requisitos fundamentales que el emplazamiento mismo genera.
Es fundamental considerar los factores propios del lugar ya que estos presentan limitaciones para el diseño. En primer lugar esta el clima de la zona, con temperaturas que descienden hasta los -30 º, vientos que alcanzan 120 km/h y una exposición de luz solar reducida. También factores como la lejanía de este sitio con cualquier lugar en donde se puedan fabricar piezas para el ensamblaje del terminal, lo que da en cuenta sobre la necesidad de un planteamiento logístico detallado.

A grandes rasgos, en este trabajo se pone en debate el "como las tecnologías actuales pueden ayudar a generar edificios autosustentables, siendo constantemente limitadas por el clima y por la portabilidad de estas hacia el sitio de construcción, considerando la precariedad de los transportes y continuamente a todo esto integrar una línea de trabajo que considere la capacidad de prefabricación y ensamblaje de la estructura para contrarrestar las dificultades que el emplazamiento impone".
También se abre una gran brecha para dar cavidad y resaltar la importancia de las nuevas tecnologías de diseño que ofrece la arquitectura de hoy, y ver hasta que punto estas pueden definir el grado de complejidad de un proyecto Arquitectónico bajo la flexible modalidad de "investigación + Desarrollo" que la UTFSM plantea.

1.2 Emplazamiento

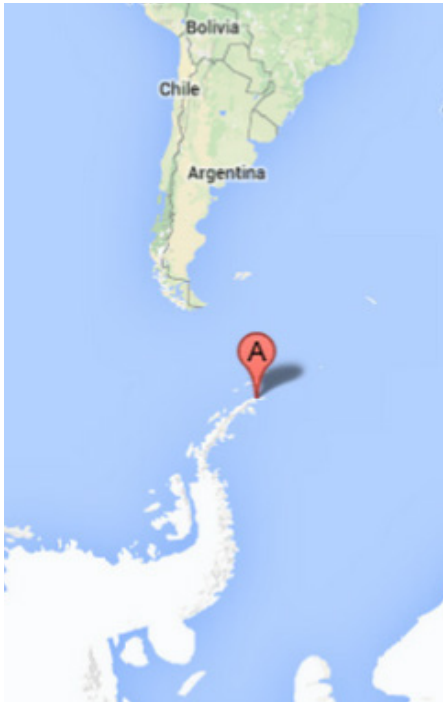


Se conoce en Chile y Reino Unido como "King George Island", en Argentina como "Isla 25 de Mayo" y en Rusia como "Waterloo Island". Es la más grande de las "Sheatlands Islands", mide 95 km de largo y 25 km de ancho y su superficie es de 1150 km². Más del 90% de su superficie corresponde a hielo Sus coordenadas son 62° 02´00 – 58° 21´00. En el extremo oeste de la isla se encuentra la "península Fildes" en donde se emplazan las bases de investigación "Gran Muralla" (China), "Escudero" y "Presidente Frei" (Chile), "Bellingshausen" (Rusia) y "Artiguas" (Uruguay).

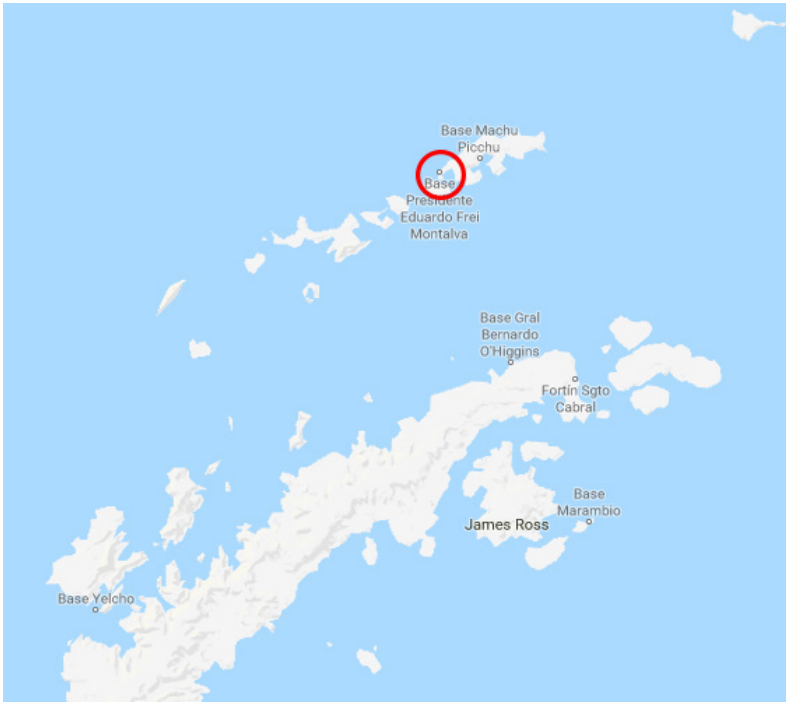
El primer avistamiento registrado de la isla es en el año 1819 por un comerciante ingles llamado William Smith. Este personaje realizaba un viaje comercial desde Buenos Aires hasta Valparaíso y por esos infortunios de la vida, fue arrastrado por los vientos del cabo de hornos hasta cerca de la isla. Completo su viaje hasta Valparaíso y fue de vuelta cuando desembarco en la Isla y la nombro "Jorge III del Reino Unido".
Por esos tiempos la zona fue azotada por cazadores de ballenas y de focas, siendo esta última especie casi extinta en el verano del 1820. Otras épocas de caza dejaron en peligro de extinción nuevamente a la foca, en los años 1843-1854 y 1871 – 1880, esto demuestra que la isla solo era ocupada con fines de caza (se encontraban restos de huesos de focas y también ballenas).

En cuanto a la fauna que podemos encontrar en la zona destacan el Pingüino Papúa, Pingüino Barbijo, Foca de Weddell, Foca Leopardo y el Elefante Marino del Sur. También se han visto avistamientos de Ballenas Jorobadas.

Fue en Enero del 1947 en donde se estableció la primera base para estudios glaciares en la isla, esta base se llamaba “Base G” y pertenecía al Reino Unido. En 1961 la base fue cerrada y sus ocupaciones se retiraron a la base brasileña “Comandante Ferraz”.
Actualmente la isla Rey Jorge es la isla que concentra la mayor cantidad de bases antárticas con fines de investigación, siendo la base “Presidente Eduardo Frei” la más grande.
Actualmente existen reclamaciones territoriales por la zona de la isla Rey Jorge. Las naciones involucradas son Chile (Comuna Antártica de la provincia de la Antártica Chilena), Argentina (Departamento Antártida Argentina , Provincia Tierra del Fuego) y Reino Unido (Territorio Antártico Británico). Los espacios nacionales que reclaman están sujetos al “Tratado Antártico”, que regula las relaciones en la zona antártica y explica que nadie puede poseer soberanía absoluta de la zona, ni puede ser escenario de la discordia entre países.



Mapa del continente Antártico



Mapa de la isla King George

1.3 Bases ubicadas en la Isla

Eduardo Frei:

Base Chilena de gran magnitud fundada en 1969. Ubicada a 10 m.s.n.m., a 200 m de la base Bellingshausen. Cuenta con diversos servicios tales como colegio, oficina de correos y minimarket. A su aeródromo llegan alrededor de 50 vuelos internacionales y 150 vuelos nacionales, por temporada. En invierno es habitada por 80 personas y en verano por 150. F



Profesor Julio Escudero:

Base fundada el 25 de febrero de 1995, se ubica al sur de la Villa las Estrellas. Alberga entre 20 a 36 personas en verano y a 3 en invierno. Esta formada por módulos de contenedores que sirven como bodegas, talleres, instalaciones y laboratorio. La base cuenta con 3 laboratorios, una cámara de frio y una zona para el trabajo de los buzos.



Bellingshausen:

Base Rusa fundada el 22 de febrero de 1968, ubicada en la bahía de Fildes, es una de las bases más grandes en toda la isla. En ella se realizan diversos estudios, como Geodesia, Cartografía y monitoreo ambiental. La base posee 25.000 m2 construidos, 14 edificios modulares. También se ubica en esta la iglesia ortodoxa más grande de la Antártida, la Iglesia de la Santa Trinidad. En invierno existen alrededor de 25 personas, en verano 40.



Gran Muralla: Base fundada el 20 de febrero de 1985 por la República Popular China. Se ubica a 10 m.s.n.m. y a 2 km de la base Eduardo Frei. En esta base china se realizan diversos estudios tales como meteorología, cartografía, biología marina, geomagnetismo y glaciología entre otros. La base es habitada por 14 personas en invierno y por 40 en verano.



King Sejong: Base Surcoreana ubicada a 10 m.s.n.m. en la península de Barton. Es administrada por el instituto de investigación polar de Corea y fue fundada den 1988. Los estudios que aquí se realizan son sobre el comportamiento de particulas energéticas que atraviesan el campo magnético. En verano el numero de habitantes llega a 60 personas, mientras que en invierno son tan solo 15.



Carlini: Base perteneciente a la republica Argentina, fundada el 12 de febrero de 1982. Es operada por la Dirección Nacional del Antártico (Ministerio de Relaciones Exteriores de Argentina). La base cuenta con dos instalaciones para investigación científica, LACAR y el Laboratorio Dallmann (laboratorio operado en conjunto con Alemania). En estas se llevan a cabo investigaciones sobre las Aves, Mamiferos y Sismografía. En verano operan alrededor de 100 personas, en invierno 33. La base cuenta con servicios de correo y cine.



Henryk Arctowski: Base fundada el 26 de febrero de 1977. Se ubica a 2 m.s.n.m. y es dirigida por la Academia Polaca de Ciencias. En esta base se desarrollan estudios científicos sobre Biología Marina, Oceanografia, Geología, Climatología y Magnetismo. En verano, 35 personas la habitan, mientras que en invierno son 12.



Machu Picchu: Base establecida por el Estado Peruano en 1989. Se ubica a 10 m.s.n.m. en la bahía Almirantazgo. En verano concurren a la base 30 personas y en invierno 10. En ella se desarrollan diversos estudios científicos como Geografia, Geología, Clima y Biología. También se leva a cabo un importante estudio sobre el Krill y su posibilidad como alternativa para la alimentación Humana.



Comandante Ferraz: Base Brasileña, fundada el 6 de febrero de 1984. La base cuenta con 62 modulos que sirven como alojamiento, oficinas, salas de estar, enfermerias, almacenes y gimnacio entre otros servicios. También existe un Helipuerto para Helicopteros de mediano tamaño. La base cuenta con un personal de 40 personas todo el año.



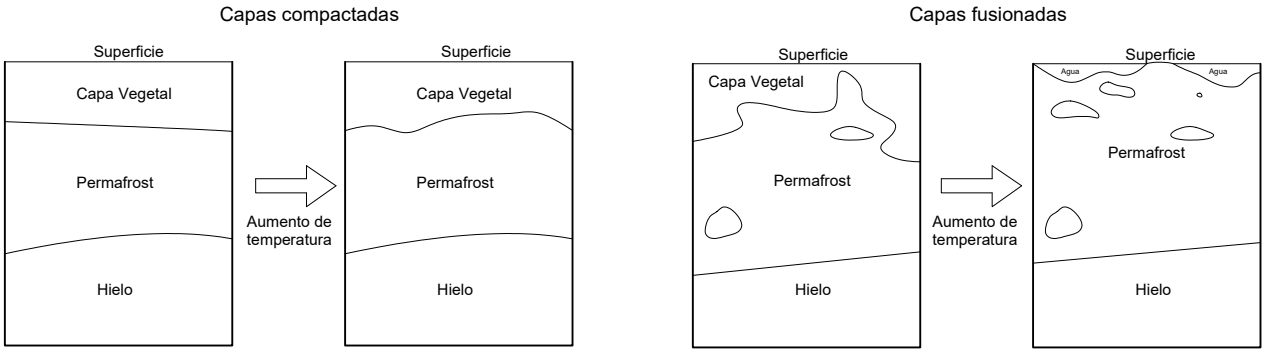
1.4 Geografía y Clima en la Isla

La isla King George, junto con las islas Livington, Greenwich, Robert y Nelson, conforman las Sheatlands Islands y se ubican sobre el circulo polar Antártico. Estas islas se delimitan en el norte por el Mar Drake, al este por el Mar de Weddell, al oeste por el Mar de Bellingshausen y al sur por el Estrecho de Bransfield. King George es la mayor de las islas, con 95 km de largo y 25 km de ancho. La mayor altitud que se alcanza en la isla es de 705 m.s.n.m. El contorno de la isla se delimita por 3 bahías (Fildes, Almirantazgo y King George) y acantilados de roca. La ubicación especifica de la Isla King George es latitud 62º 11´ y longitud 58º 51´.

Superficie y Suelo en la Isla:

EL 90% de la superficie de la isla corresponde al hielo correspondiente al glaciar Colins. Sin embargo es posible encontrar de manera superficial (hasta 3 m de profundidad) un tipo de suelo llamado "Permafrost". El Permafrost consiste en distintas capas de Suelo congelado (puede contener arena, roca y materia organica. Se suele encontrar una mezcla de estas últimas con agua) cuya cualidad principal es que los fragmentos de agua presentes se congelan y derriten por periodos de tiempo, generando cambios en la consistencia y en las propiedades mecanicas del suelo.

Ejemplificación del cambio en la consistencia del suelo



La perdida de las cualidades mecanicas del suelo por la aparición de agua, hace dificil la tarea de elegir lugares adecuados para levantar cualquier tipo de estructura, ya que no se tienen bases solidas en donde poder realizar fundaciones.



Permafrost en temporadas cálidas

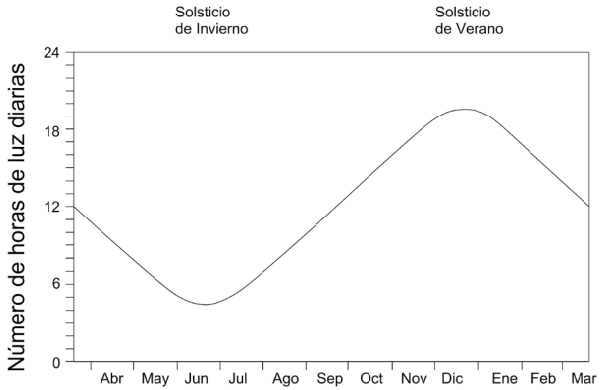


Permafrost congelado

Duración del Día en la Isla:

Existen dos momentos considerables a nombrar. Uno es el Solsticio de verano, 21 de diciembre, en donde se presenta la mayor cantidad de horas luz en la isla, 19.6 horas. Por el contrario, el día en donde existen menos horas de luz es en el Solsticio de invierno, 21 de Junio, en donde son solo 4.4 horas de luz solar.

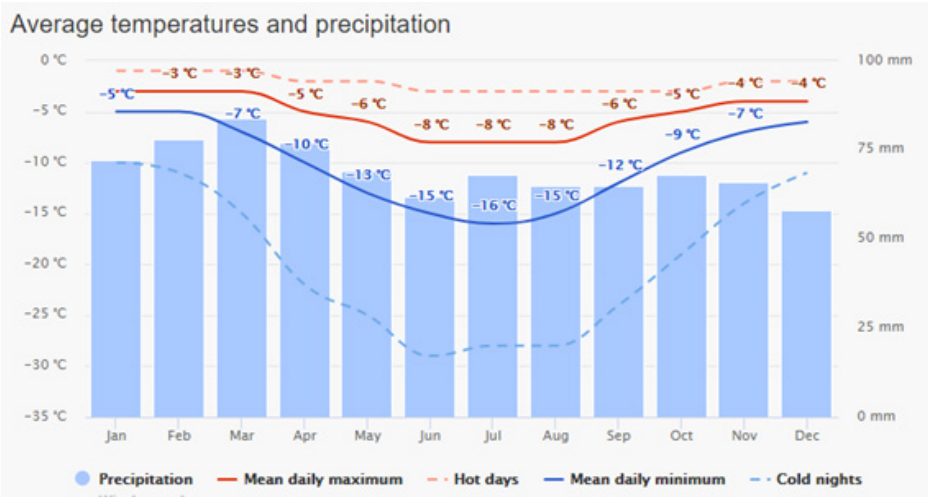
Estos cambios exagerados influyen directamente en el comportamiento del cuerpo humano, pudiendo generarse trastornos de sueño y otros problemas debido a la prolongación de la luz en ciertas estaciones.



Humedad relativa:

La humedad relativa del aire es un concepto que se utiliza para determinar la cantidad de vapor de agua presente en el aire de algún lugar.

La humedad relativa promedio de isla King George es de 60%, alcanzando cifras superiores al 95% en ciertos meses. La Temperatura media anual es de -2.5º C. y varia en un rango de 8,2ºC la temperatura máxima y -27.5ºC la mínima. El mar que rodea a la isla sirve como regulador de temperatura.

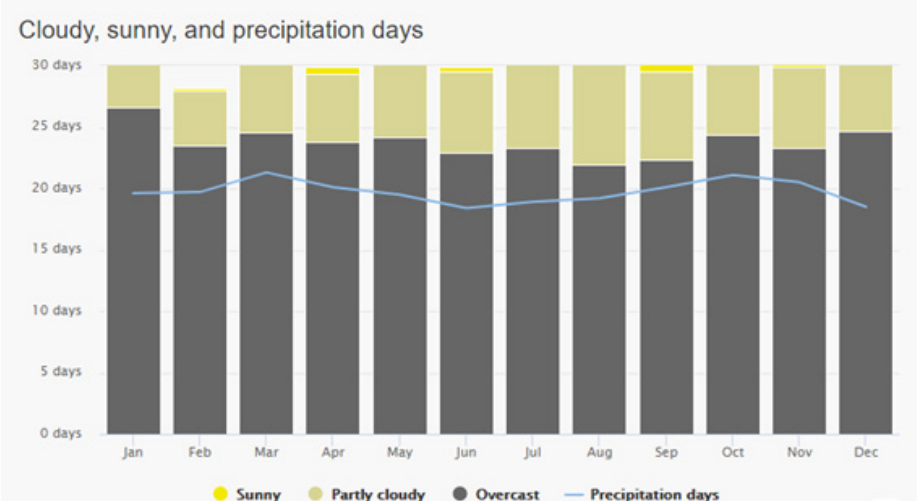


Las temperaturas máximas están en marzo, mes en donde también está la mayor cantidad de mm de agua de lluvia. Esto se debe a que el aumento de temperaturas da como resultado aire mas caliente y este admite mayor cantidad de vapor de agua que el aire frio. De esta misma manera se explica que en el trópico exista tanta humedad y lluvias.

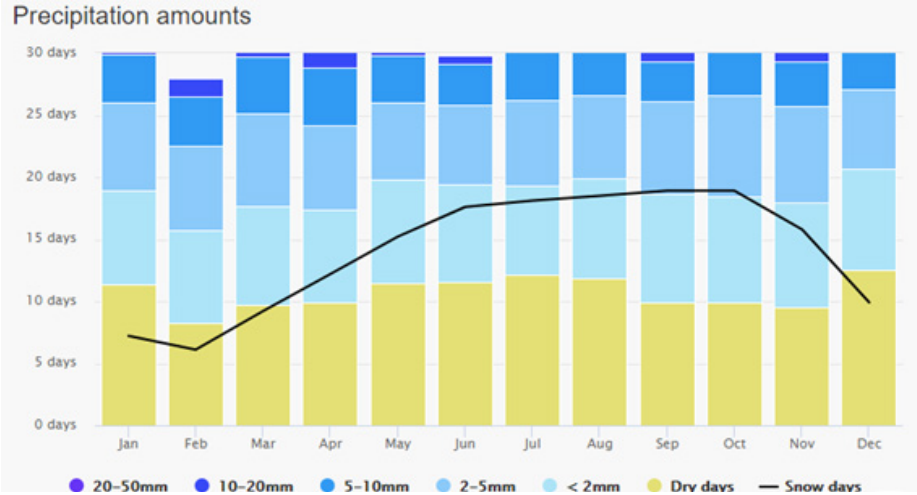
Temperaturas en la zona:

_____Las temperaturas en esta latitud ya alcanzan con facilidad temperaturas bajo 0º C. Se está próximo al círculo polar antártico por lo que el clima se manifiesta a través del Hielo, lluvia y nieve.

El hecho de que sea una isla, aún estando en esta latitud, implica que el mar sirve de biombo climático y regula un poco la temperatura. Por esto es que la presencia de Glaciares y Hielos que flotan en el mar es más escasa que en la Antártida misma.



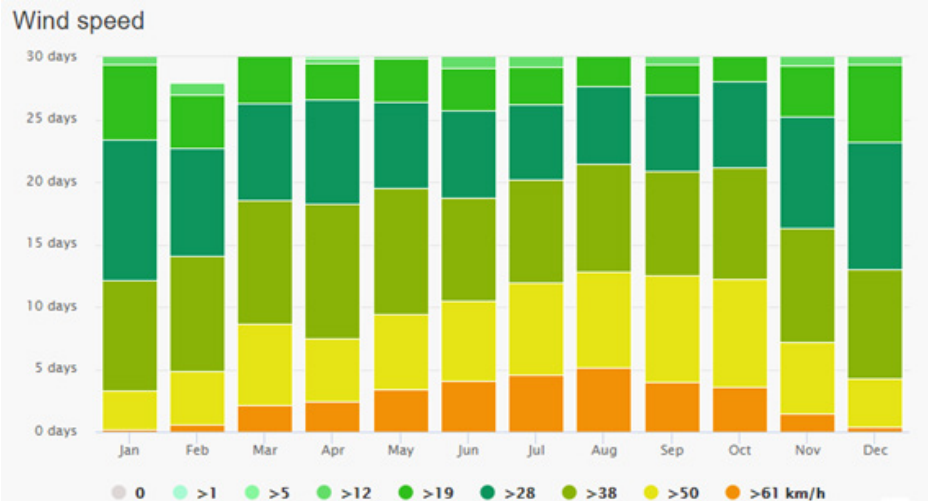
Del grafico se puede interpretar que la mayoría de los días esta nublado o parcialmente nublado. Asimismo, son alrrededor de 20 días del mes que corresponden a días lluviosos.

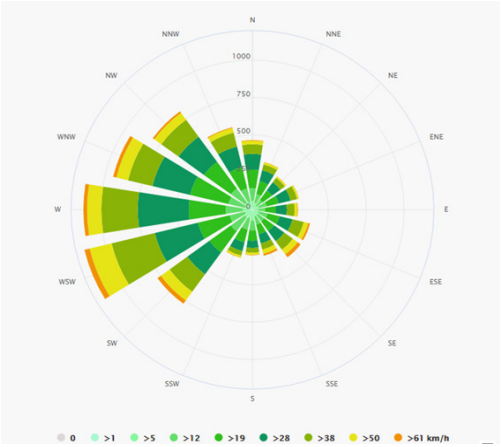


Alrededor de 10 días corresponden a días sin lluvia. Los 20 días restantes aprox. Por mes corresponden a días de lluvia, en donde en su mayoría llueve entre 2mm a 5mm. La nieve es un factor muy variable que esta presente en la mayoría de los meses, pero es más frecuente ver nieve en los días de invierno en donde por mes cae nieve 20 días aprox.

Vientos en la zona:

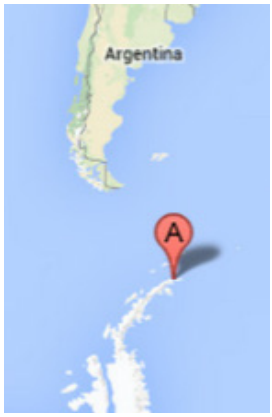
_____El Viento presente en la isla es uno de los factores más importantes a considerar ya que puede producir fuerzas que chocan con la estructura y la pueden destruir. Los vientos mas predominantes tienen velocidades de entre 20 km/h hasta casi 50 km/h y tienen una predominancia de 21 días aprox. Alrededor de 5 días al mes se generan vientos extremos de mas de 60 km/h. Estos últimos generan un desgaste constante para la estructura, desgaste que se genera mes a mes.



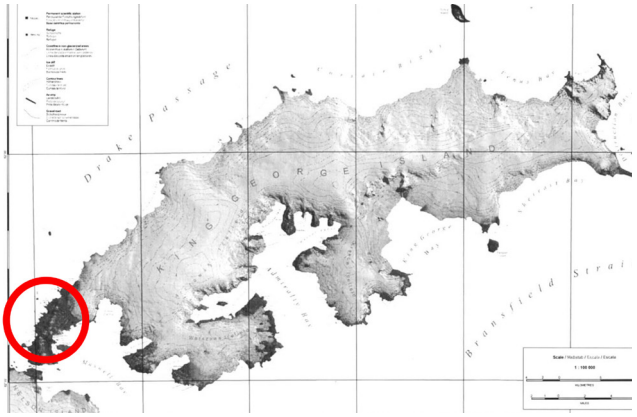


Los vientos predominantes provienen casi en su totalidad del ala Suroeste. Estos vientos alcanzan velocidades superiores a 60 km/h.
Del ala sureste llegan corrientes que se dan pocas veces al mes.

1.5 Ubicación del Aeródromo







El aerodromo se ubica en la Isla Rey Jorge, isla perteneciente al conjunto de las Sheatland Islands del Sur. En la misma isla podemos encontrar la base Eduardo Frei Montalva junto con el aerodromo Teniente R. Marsh, ubicados ambos al costado derecho de la isla, como podemos ver en la imagen Nº 3. El sector presenta bastantes rocas y suelo de permafrost, junto con acantilados y picos que se alzan en medio del paisaje que alcanzan 15 m de altura.



En la Figura de la Izquiera, podemos apreciar encerrado en un circulo verde la ubicación de la base Presidente Eduardo Frei Montalva, la cual se ubica aproximadamente a 500m del aerodromo, ubicado en la izquierda de la figura 4 encerrado en un circulo rojo.

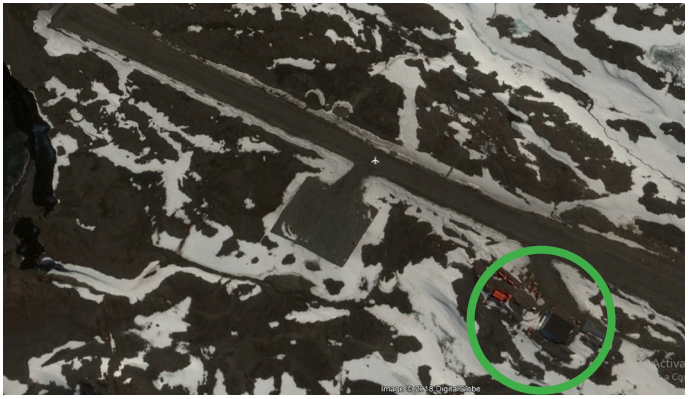
La pista de aterrizaje del aerodromo posee alrrededor de 1200 m de longitud, y su superficie es totalmente irregular lo que dificulta el aterrizaje de los aviones e imposibilita el aterrizaje de aviones no aptos para terrenos irregulares. La FACH cuenta con aviones Hercules C-130, los cuales pueden aterrizar en esta pista devido a que fueron fabricadosº para aterrizajes en pistas irregulares.

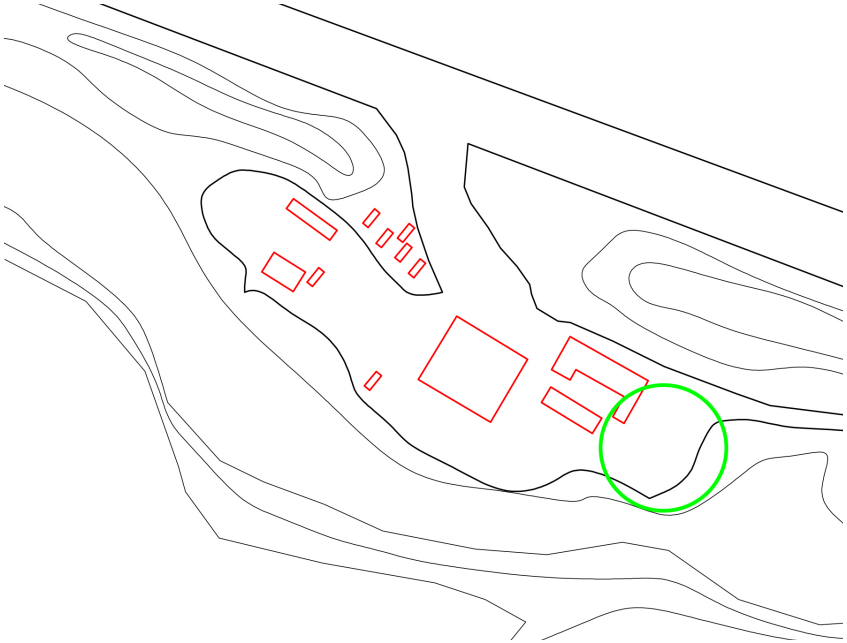
Posibles ubicaciones del terminal

Continuo a la pista de aterrizaje de aviones se ubican distintas zonas que presentan planicies, en donde dos de estas zonas son lo suficientemente grandes como para dar cabida al proyecto del terminal. A continuación se detalla información de los dos sitios.

<u>Primera Ubicación:</u>

Continuo a la pista de aterrizaje se encuentra una planicie en donde ya se han instalado otras estructuras como un hangar, una torre de control e instalaciones de la FACH. Esta planicie es óptima para situar en ella el nuevo terminal para pasajeros de avión que se esta desarrollando. En verano la nieve se derrite y deja un espacio libre de nieve para ser utilizado. Por contraparte, en invierno es un sector en donde cae mucha nieve.



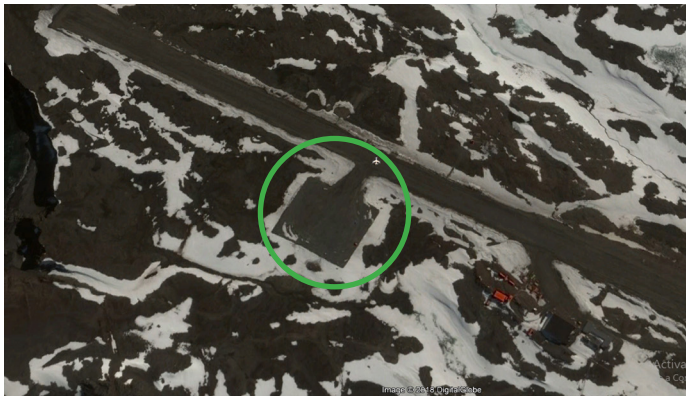


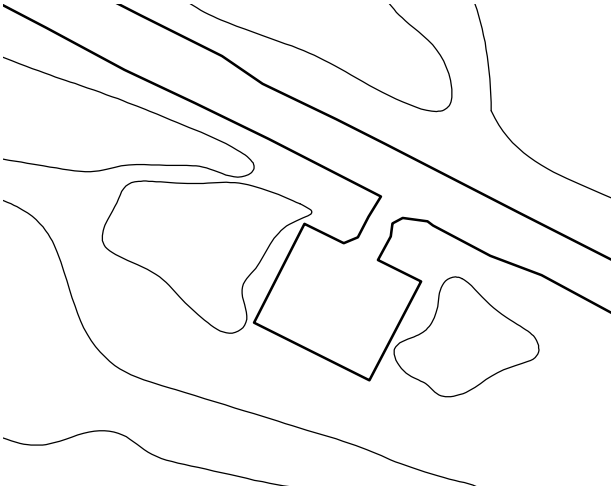
Mapa de las instalaciones de la DGAC

En la figura de la izquierda se aprecia la planicie y los distintos edificios que hoy en dia existen en el lugar. Con un circulo verde se delimita el lugar exacto en el cual se montara el terminal de pasajeros.

Segunda ubicación:

La segunda zona corresponde a una planicie artificial creada con el fin de permitir a los aviones dar la vuelta para realizar despegues. Esta planicie ofrece un terreno ideal para posicionar el terminal ya que el terreno es firme y no es permafrost, por lo que no existen problemas de humedad en el terreno que puedan comprometer la integridad de la estructura.

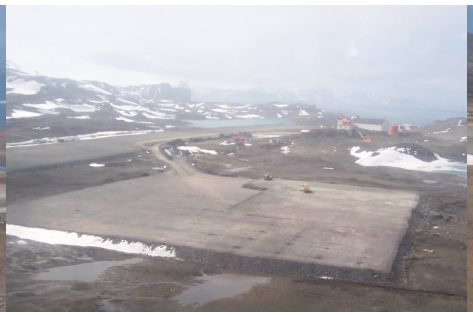


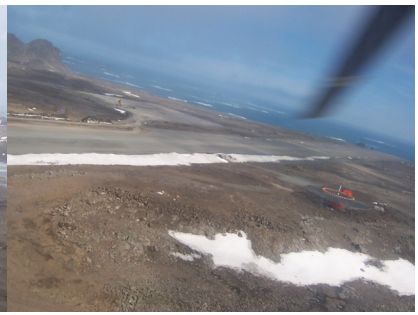


Pista de aterrizaje

En la figura de la izquierda se aprecia la planicie cuadrada construida para los aviones. Es en su esquina ubicada al suroeste en donde se aprovecharía al maximo el potencial visual que ofrece el contexto.







1.6 Desafios a resolver

Existe una serie de desafios que plantea el contexto en el cual se ve sumergido el proyecto y que guardan relación primordialmente con el clima de la zona. Ya se ha hablado de los vientos y nieve o lluvia presentes en la zona, pero es preciso indicar de que el clima favorable para cualquier montaje de cualquier estructura es en la temporada de verano. Es aquí en donde el clima no es hostil y permite a las personas salir al exterior ya que las lluvias cesan en parte y el clima adquiere una temperatura más habitable. El problema esta en que este periodo es bastante acotado, permitiendo un tiempo aproximado de 1,5 meses para el montaje de estructuras.

Junto al hecho del poco tiempo disponible para montar estructuras, el clima no deja de varíar de manera inesperada por lo que no es preciso contar con que el clima será perfecto ya que en cualquier momento pueden aparecer ráfagas de viento peligrosas o bien días lo suficientemente fríos como para entorpecer las operaciones de montaje. Cuando existe un clima helado, la movilidad del personal de montaje se ve reducida de manera drástica y también se ve reducido el tiempo de exposición a la interperie por el hecho de que puede ser perjudicial para la salud.

Otro factor que se suma a los desafios es que el aerodromo se encuentra en un lugar remoto, alejado de la civilización por lo que el transporte de la estructura hacia la zona objetivo no puede ser realizado por metodos convencionales, se debe utilizar por el contrario los medios que poseen las instituciones científicas y militares.

Bajo la línea de planteamientos anteriormente realizados, es posible trazar en este punto de la investigación las directrizes que direccionaran los esfuerzos del desarrollo de este proyecto. De esta forma se pretende generar un producto que sea facil de transportar bajo los medios existentes, que no requiera de faenas grandes para su montaje y desmontaje en el quipamento de carga de los vehículos. También se busca que permita un montaje rápido y eficiente de la estructura, para lo que se necesita generar un diseño que sea facil de entender para que no se generen confusiones en terreno y así exponer la menor cantidad de tiempo al personal que se hará cargo del proceso de montaje. Al mismo tiempo, la cantidad de días que requiera el montaje debe ser lo menor posible, ya que el periodo de verano es corto y es allí cuando el clima es favorable para un montaje eficiente.

2.Problema Específico: Generar una estructura desplegable, sustentable y aerodinamica

Desarrollo de infraestructuras plegables con metodos pasivos de recolección de energía, que tengan morfologías aerodinamicas para contrarestar los efectos del viento, la lluvia y la nieve, entendiendo las sinergias que se producen entre distintos agentes involucrados en el proceso.

De cada uno de los 3 problemas generales ya vistos nacen sus contrapartes, que son las respuestas a los factores que complican el desarrollo del proyecto. Estas respuestas son a su vez problemas de menor ebergadura que tratan temas más específicos:
-El clima por ejemplo plantea una fuerte presencia de vientos y lluvia junto con nieve. De aquí se desprende la idea de que la morfología que presente el proyecto no puede presentar angulos rectos, ya que podría dar cabida a que se acomule nieve y agua; peor aún sería que la estructura al presentar caras planas se desmorone por causa del fuerte viento. Entonces el primer problema especifico es como generar una morfología aerodinámica con curvas suaves que contrarresten los efectos del clima.

-Las ideologías nuevas de sustentabilidad que han nacido por diversos estudios cientificos que involucran a las bases de la zona en estudio, plantean el uso de energías limpias que no generen desechos hacia el medio ambiente, junto con el uso de materiales ecológicos que generen una baja huella de carbono. El desafio aquí esta en elegir los recursos que se adapten a la atmosfera antartica en donde las fuentes para obtener energía son limitadas. También se debe diseñar una estructura que tenga 0 impacto tanto al momento de montarla como de retirarla, por lo cual las estrategias constructivas deben permitir retirar todas las piezas de la estructura para no dejar huellas que ensucien el paisaje antartico

-Si bien las dimensiones de esta estrcutura no deben ser menores (ya que debe tener capacidad para 50 pasajeros), las piezas que conformen la estructura al estar desmontadas deben adecuarse a los estandares que ofrecen los agentes involucrados en el caso, por lo que se deben emplear principios de plegabilidad, generando elementos que modifiquen sus cualidades fisicas para permitir que estas puedan ser transportadas en espacios de carga cuyas dimensiones son limitadas.

Clima imperante en la Zona + Construcción Sustentable + Logística del Proyecto = Problema General

↓ ↓ ↓

Morfología Aerodinámica + Energías Limpias. Cero impacto en montaje y retiro + Estrategías de plegabilidad adecuadas al caso = Problemas Específicos

2.1 Relevancia del Problema

El proyeto que contempla este trabajo esta sumergido en una problematica que involucra diversos agentes e instituciones que direccionan sus esfuerzos para desarrollar avances científicos dentro de la zona. Para poder realizar aquello, las distintas bases de la zona se deben valer tanto de los medios de transporte aéreos como los maritimos que llegan a la zona. Es por esta razón que el aerodromo Teniente R. Marsh cobra tanta importancia, porque es utilizado por las distintas naciones que hacen presencia en la isla. Junto con esto, existe otro agente que aporta con carga humana al aerodromo y son los vuelos de paquetes turísticos que llegan a la zona por el día, que aportan con una capacidad no menor de pasajeros (70 personas en un vuelo según se vio en el capitulo "Medios de Transporte"). Tenemos entonces dos grandes cargas de uso que tienen lugar en el aerodromo, la primera es la cantidad de vuelos nacionales e internacionales pertenecientes a las bases de la zona y por otro lado tenemos la cantidad de turistas que llegan a la zona en el día, que en su mayoría visitan la isla en los meses de verano.

Es por esta intersección que se genera entre estos dos agentes que se obtiene un problema a gran escala y que culmina en la posibilidad de generar un espacio de acogida para los pasajeros, que emplee sistemas constructivos reversibles para generar un impacto nulo en el medio ambiente y que utilize estrategias pasivas para captar y retener energía y sortear al mismo tiempo la presión que genera la nieve y el viento en la estructura.



Hangar del aerodromo junto a otras prestaciones pertenecientes a la DGAC (DIrección General de Aeronáutica Civil.

2.2 Transporte

Para llegar a la isla King George, se puede realizar el viaje por 2 medios, maritimo y aéreo. En el contexto en el cual se desarrolla este proyecto, la FACH dispone de aviones para el transporte de carga y milicia, sin embargo se pueden tomar vuelos turisticos que van hacia la zona. El transporte marino solo es proporcionado por la Marina Chilena.

Transporte Aéreo (CARGA)

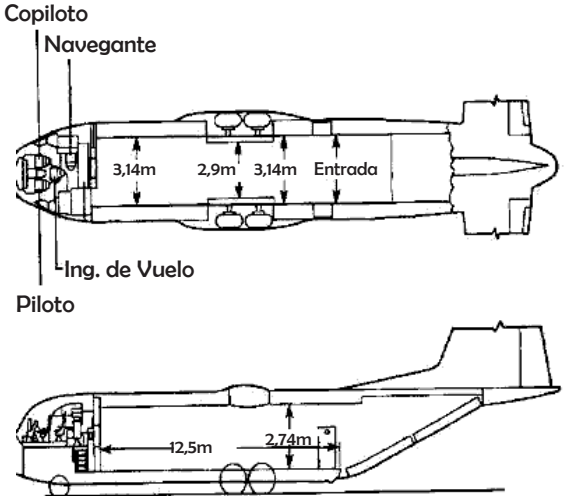
Hercules C-130 H

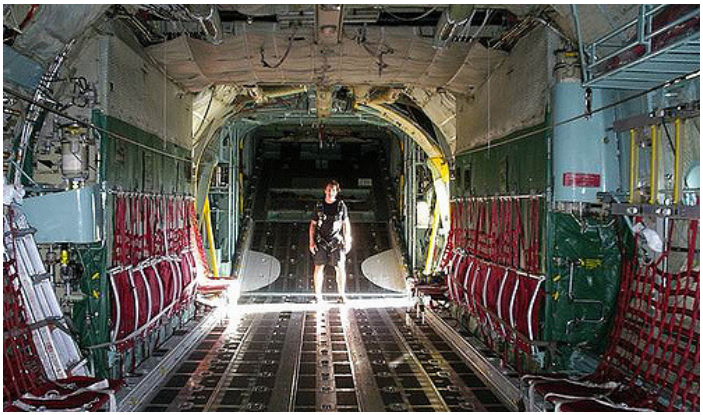


El Avión Hercules C-130 es un modelo creado en los años 1950 con fines de transporte tanto de unidades de infanteria, Paracaidistas o carga, todo en un contexto bélico. El principal aporte que realizo este vehículo al desarrollo de aviones fué la capacidad de aterrizar en pistas con un relieve disparejo.
Puede llevar hasta 19.000 kg de carga en distancias equivalentes a 2.500 km, junto con un deposito de combustible de emergencia que le brinda 45 min más en el aire. de 11,6m. Viaja a una velocidad crucero de 540 km/h y la pista para el depegue debe tener entre 500m y 1000m dependiendo del peso que lleve.

Tiene una embergadura de de 40,4 m, longitud de 29,8m y una altura. Este avión puede modificar su compartimiento interior para llevar pasajeros o carga, según sea la necesidad, siendo su espacio de su bodega de carga de 12,5m de longitud, 3,14 metros de anchura y 2,74m de altura en su punto más bajo.







Transporte Aéreo de Pasajeros (TURISMO)

Existen dos aviones disponibles para viajar en modo turista hacia la antártica. Estos son propiedad de la aerolinea DAP y realizan vuelos que duran 1 día.

Avión BAE/RJ



Avión moderno con alto grado de confort y seguridad, de vuelo silencioso y con capacidad de aterrizar en pistas cortas y no preparadas. Efectua viajes entre Punta Arenas y Antartica en 2 hrs. Posee una capacidad de carga de 7200 Kg y brinda transporte a 72 pasajeros.

BEECHCRAFT KING AIR 300



Avión compacto, con cabina presurisada y alta resistencia contra condiciones climaticas adversas. Muy utilizado para efectuar evacuaciónes aeromédicas en Antártica. Capacidad para 6 pasajeros y puede llevar 960 Kg. de carga.

Transporte Marítimo

Aquiles AP-41

Transporte de 4500 toneladas, construido por la empresa Asmar en 1989. Tiene 103m de embergadura, 17m de longitud, y una velocidad crucero de 35 km/h. Tiene capacidad para 250 y 80 tripulantes. Posee una grua electrica para 22 toneladas. Tiene la capacidad para servir como buque hospital.



Rompehielos Oscar Viel AP-46

Transporte de 6500 toneladas, contruido en Canada por la empresa Vickers Armstrong. Chile lo adquiere el año 1994. Tiene una embergadura de 89,9m, una longitud de 19,9m y su velocidad cruzero es de 28 km/h. Tiene capacidad para 60 tripulantes.



Lautaro ATF-67



Buque de apoyo logístico, abastece lugares de dificil acceso. Construido en el año 1973. Embergadura de 58,3m, longitud de 12,3m. Alcanza una velocidad cruzero de 22 km/h.

Lautaro ATF-67

Buque de apoyo logistico, abastece a lugares de dificil acceso. Construido en 1974 en Noruega. Embergadura de 58,3m y longitud de 12,2m. Transporta 1400 toneladas. Velocidad cruzero promedio de 22 km/h.



2.3 Despliegue y Montaje

Dentro de las Variables que engloban el problema, se menciona la plegabilidad como un requisito fundamental. Esto se debe a que uno de los objetivos es reducir la faena de montaje y reducir los tiempos en que los trabajadores estén expuestos al exterior.
Las estructuras desplegables se expanden y se contraen, permitiendo la posibilidad de modificar y generar espacios mediante sistemas simples en donde, se logra la plegabilidad con la acción de fuerzas en lugares específicos.

En este tipo de estructuras es preciso resolver tanto su definición, como su movilidad y también su comportamiento estructural.
Dentro del mundo de estructuras y artefactos que ocupen la lógica de plegabilidad, encontramos por ejemplo a las Tijeras o el Pantógrafo.

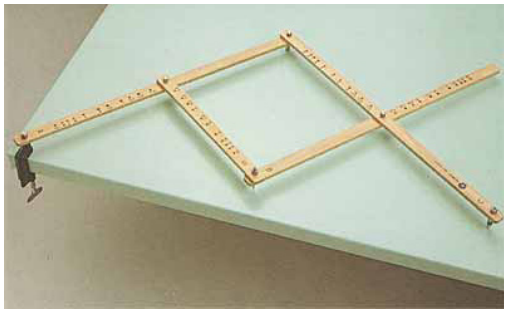






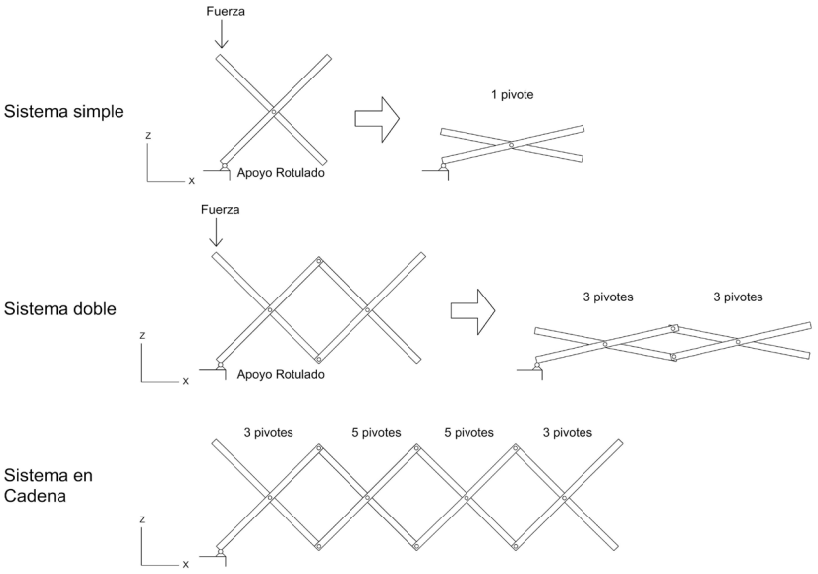
Pantógrafo

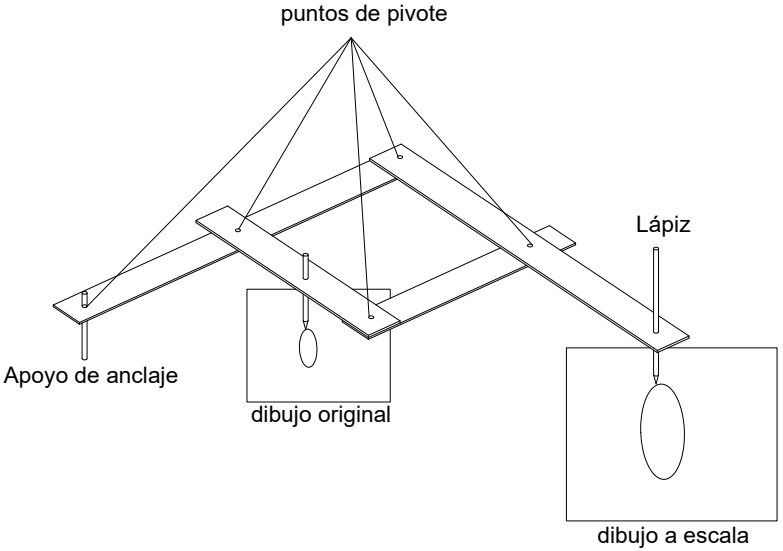
Un pantógrafo es un instrumento articulado conformado por varillas que generan paralelogramos. En este artefacto encontramos muchos puntos de pivotes, que corresponden a las uniones de las varillas.
La función principal de esta herramienta es representar dibujos en una escala mayor o menor, por medio de un trazado con lápiz.



La representación más simple de este sistema se logra con dos varillas en forma de "X", unidas en sus centroides por una unión articulada. Se puede seguir replicando este objeto a continuación de cada uno, generando una cadena que responden de manera uniforme y simultanea a la aplicación de fuerzas. En el caso de que el sistema plegable se forme de dos o más "X", cada una de estas tendrá 5 uniones (puntos de pivote) o 3 en caso de ubicarse en los extremos de la cadena. Este sistema funciona en dos dimensiones, es decir que sus movimientos se limitan a un plano. También se pueden generar estructuras que se muevan en 3 dimensiones.

Los sistemas pantográficos se han utilizados para diseñar elementos y artefactos de diversos indoles. La capacidad de este sistema de alcanzar grandes distancias es el factor que han utilizado muchos inventos. Podemos observar por ejemplo que se utilizan sistemas pantograficos para posicionar las luces en los estudios de grabación o fotografía. También se han diseñado maquinarias de construcción como las grúas de elevación. Se han llegado a desarrollar fresadoras de madera que ocupan este sistema.





Ejemplos de plegabilidad en Arquitectura



Ingeniería Ten Fold

Es una tecnología de despliegue con la cual se diseñan estructuras de todo tipo, como puentes, casas, techos, etc. Esta tecnología se basa en elementos reticulados para estructuras que se expanden y contraen de manera automática. La gran mayoría de estos elementos emplean las dimensiones clásicas de los containers (Figura x).
Los parámetros que esta tecnología aborda son Versatilidad, Auto-despliegue y Reubicación de las estructuras.



Las Ventajas que ofrecen las estructuras TENFOLD son:

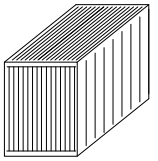
-La posibilidad de trasladar las estructuras a donde sea.
-De una estructura pequeña se pueden generar grandes habitáculos.
-Montaje Rápido
-Objetos escalables, que se pueden montar en conjuntos o formar cadenas de estructuras.
-Adaptable y Simple, máxima flexibilidad de uso y programa.



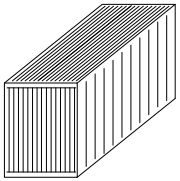
Estructura Liviana y facil de transportar

Otro de los aspectos primordiales que el proyecto debe contemplar, es el de reducir la totalidad del peso de la estructura y también el área que ocuparan al ser transportada. Esto como ya se ha mencionado responde a que el espacio de carga tanto de los aviones como de los barcos es limitada y al mismo tiempo una estructura de mayor tamaño implica un costo adicional.

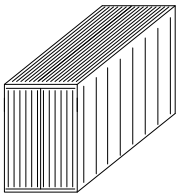
Para llegar con cargamento hacia la Isla se pueden emplear dos metodos, uno es cargar las piezas del terminal dentro de un container y llevarlas hacia el continente antártico por medio de un barco. Para esto las dimensiones de container que pueden ser utilizadas se pueden apreciar en la figura ubicada a la derecha. Sin embargo el hecho de transportar las piezas por barco tiene una desventaja y es que en la isla aún no se cuenta con un muelle o algo que permita bajar los container desde el barco y que no implique utilizar maquinaria de las fuerzas armadas.



20 Pies Estándar



40 Pies Estándar

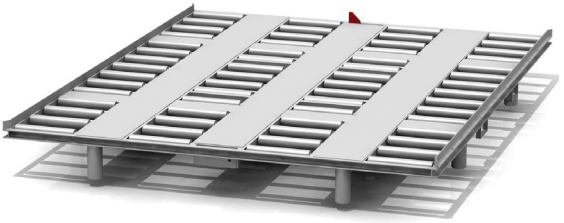


40 Pies Alto Estándar

Medidas Container	Medida Interna	Medida Externa
Largo	5.90 m	6.05 m
Ancho	2.34 m	2.43 m
Alto	2.40 m	2.59 m
Largo	12.03 m	12.19 m
Ancho	2.34 m	2.43 m
Alto	2.40 m	2.59 m
Largo	12.03 m	12.19 m
Ancho	2.34 m	2.43 m
Alto	2.59 m	2.89 m

Medidas estandarizadas de Containers

La otra forma de transportar la estructura del terminal hacia el continente es por medio de un avión. En este caso es el Hercules c130 y la gran capacidad de carga de este avión le permite hacer uso de "Pallets o Contenedores Aereos". Estos corresponden a plataformas de aluminio de 70mm de grosor, las cuales poseen ranuras en sus extremos para adherir cuerdas o redes con las que se inmovilizara la carga. Sus dimensiones son siempre de 244cm por un lado y por el otro las dimensiones varían entre 3 y 5 metros aprox. Transportar las piezas del proyecto por este medio ofrece la ventaja de que es un transporte más rapido, la descarga de pallets también es rapida y en el aerodromo sí se cuenta con el equipamento para la descarga de pallets.



Pallet o Contenedor Aéreos

2.4 Impacto Ambiental

Desde que el hombre se propuso habitar la antártica es que el enfoque de todos los esfuerzos llevados a cabo ha sido principalmente el desarrollo científico. Los descubrimientos que aquí se han realizado siguen una linea de desarrollo que trata como temática articuladora el calentamiento global y los efectos que generamos en el planeta por el uso inconciente e indiscriminado de las materias primas. Es en esta tierra antártica junto con el polo norte en donde más se puede evidenciar el avance imparable del calentamiento global que derrite ambos polos a un paso acelerado. Gracias a este hecho es que todos los gobiernos que actualmente hacen presencia con bases cientificas en estas tierras, han acordado que la permanencia humana en la antartica debe ser totalmente generosa con el medio ambiente. Esto ha implicado que las tecnologías nuevas que aquí se ocupan son autosustentables.

Bajo esta linea de contexto es que el proyecto actual debe hacerse cargo de cumplir esta premisa con el medio ambiente y utilizar tecnologías de 0 impacto ambiental. Para esto basta con el hecho de que la estructura a diseñarse sea capaz de ser montada y desmontada sin generar residuos. Esto indica que la tecnología de construcción a utilizarse debe ser desplegable y debe utilizar en la menor cantidad posibles los recursos existentes en su entorno, de esta forma el proyecto es sustentable.

Existen tratados internacionales que establecen ciertos comportamientos que deben tomar las naciones al operar en la zona antártica. Estos explican entre tantas cosas que ninguna nación puede tomar territorios bajo su jurisdicción y que debe haber un ambiente de cooperación entre naciones para que el fin compartido (el desarrollo científico) sea llevado a cabo de la mejor manera.

Tratado Antartico y Año Geofísico Internacional

Es un tratado que regula las relaciones internacionales con respecto a la Antártida. En este, se define a la Antártida como toda extensión de tierra o barrera de hielo que se encuentre bajo el paralelo 60° Sur, sin afectar los derechos sobre altamar.
Fue firmado en Estados Unidos, Washington D.C. el 1 de Septiembre de 1959 y entro en vigor el 23 de Julio de 1961. El depositario del tratado es Estados Unidos, mientras que la secretaría se definió el 2004 y su sede queda en Buenos Aires, Argentina.
Los países firmantes son: Argentina, Bélgica, Chile, Estados Unidos, Francia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Reino Unido, Sudáfrica y La unión Soviética.
Se establece en este tratado un compromiso por parte de los signatarios de no realizar en la Antártida ninguna actividad de carácter militar con fines que no sean cooperar con la investigación científica, enfatizando en mantener el dialogo y la cooperación entre los países. El tratado no suspende ni congela las reclamaciones territoriales sobre la zona, sino que mantiene un estado de congelación de estas mientras el tratado se mantenga en pie.

Otros Acuerdos que integra este tratado son:
- "Convención para la Conservación de las Focas Antárticas "(CCFA), firmado en Londres el 1 de Junio de 1972 y entro en vigor el 11 de Marzo de 1978.
Contempla toda la zona oceánica que queda bajo el paralelo 60° Sur.
- "Convención para la Conservación de Recursos Vivos Marinos Antárticos" (CCRVMA), firmada en Canberra el 20 de Mayo del 1980 y entro en vigencia el 7 de Abril del 1982.
- "Protocolo al tratado Antártico sobre Protección al Medio Ambiente", también conocido como "Tratado de Madrid", firmado en Madrid el 4 de Octubre de 1991 y entro en vigor el 14 de Enero del 1998.



Abreviado como AGI, trata sobre el esfuerzo realizado por varias naciones para aportar a la ciencia con investigaciones durante el año comprendido entre 1 julio de 1957 y el 31 de diciembre de 1958. Se puso énfasis en el estudio sobre 5 temas específicos: Actividad Solar, Rayos Cósmicos, Geomagnetismo, Auroras Boreales y Física Ionosférica. Los resultados obtenidos durante esta actividad contribuyeron a que distintas naciones adquirieran conciencia sobre las problemáticas territoriales que se llevaban en la zona dando paso a que en el año 1959 se firmara el tratado antártico.
Fue propuesto por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU). En el acuerdo para este hito, se decidió emplear las tecnologías que se desarrollaron durante la 2° guerra mundial e implementarlas para fines pacíficos. También se decidió enfocar los esfuerzos de estas investigaciones en la Antártida.
Dentro de los logros que se reconocen sobre esta actividad se encuentran:
-El sondeo del suelo oceánico.
-El lanzamiento de satélites artificiales por parte de USA y la URSS.
-Exploraciones Científicas en la Antártida.
-Actualización de informaciones sobre flora y fauna antártica, avances en materias de glaciares, sismografía, geología, hidrología y geomagnetismo.

2.5 Eficiencia Energética

En esta zona antártica no existe ninguna planta de energía que brinde la posibilidad de ocupar electricidad. La gente de la zona utiliza generadores que funcionan con petroleo que es transportado hasta la zona por barcos de la marína. Sin embargo esta alternativa no es sustentable para el medio ambiente por lo que se descarta la utilización de energía generada por petroleo. Para solucionar este dilema se ha llegado a la conclusión de que el proyecto funcionara con energías limpias generadas por el sol y el viento que se produciran a diario y se almacenaran a la espera de que pasajeros la utilizen para generar iluminación en la noche y para utilizar implementos que brinden bebidas calientes.

Por otro lado el diseño aerodinamico debe contemplar en su materialidad y en su forma estrategías que ayuden a reducir la perdida de calor y favorescan la ganancia de energía para generar un ambiente comodo. Entonces el material del cual estara formada la membrana debe captar la mayor cantidad de radiación solar y retenerla para generar una temperatura interior más agradable que la exterior que brinde confort a los pasajeros.



2.6 Programa

La función Principal de la estructura es la de brindar a los pasajeros un espacio confortable de espera, mientras aguardan por sus Vuelos/Vehículos terrestres.
Un espacio confortable permite al usuario sentirse a gusto y cómodo, lo que implica los siguientes criterios de diseño:

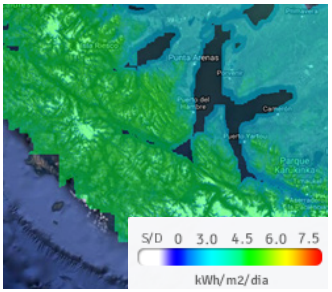
1-Espacios de reposo que permitan visualizar el paisaje exterior
    -Asientos
2-Renovación de aire y aclimatación por medio de métodos pasivos.
    -Maquinaria y elementos
3-Baños Químicos para los pasajeros que lleguen del vuelo, divididos en hombres y mujeres.
    -Baños Químicos + Lavamanos + Duchas
4-Capacidad de generar un espacio oscuro en caso de algún evento extraprogramático.
    -Membrana interior
5-Espacio dedicado a la venta de Bebidas gaseosas e Infusiones, con mesas y asientos.
    -Mesas + Asientos + Equipamiento bebestibles
6-Espacio exterior que permita cargar y descargar maletas.
    -Espacio sin viento

1-Espacios de reposo que permitan visualizar el paisaje exterior:

Se necesitan asientos pensando en que el 50% de la cantidad total de pasajeros pueda estar sentada. De esta forma se necesita un total de 25 asientos.
Los asientos a ocupar son asientos modulares para aeropuertos, los cuales ocupan poco espacio para ser trasladados y ofrecen módulos con 3 o más asientos.
Estos espacios, cumplen la función de ofrecer una superficie de descanso al usuario. Conjunto a la posibilidad de descanso se ofrece la posibilidad de valorar el paisaje, por lo que los asientos deben estar orientados hacia las vistas más significativas.

2-Renovación de aire y calefacción por medio de métodos pasivos:

El terminal por si solo puede contener una gran cantidad de aire interior y elevar la temperatura de este. Sin embargo a la hora de renovar el aire interior ocurre que las bajas de temperatura de la zona generan el ingreso de aire muy frio para la comodidad de los usuarios. De esta forma es que se propone la utilización de una fuente auxiliar de energía para abastecer a un pequeño sistema de ventilación y aclimatación del aire. Este sistema se alimentara por medios de paneles solares fotovoltaicos.



Para obtener la cantidad de paneles, se establece el siguiente criterio:

WMP * Radiación Global Media Diaria = Kwh/día

-WPM es la potencia máxima del panel fotovoltaico.
Por ejemplo tenemos paneles solares fotovoltaicos de 30 W, 50 W etc.
- La radiación Global Media Diaria es un dato que se obtiene de Mapas de Radiación Solar. Otorga un promedio de horas pico de sol de cualquier zona. Por ejemplo la radiación global media de punta arenas es de 4.5 Kwh/m2/día, entonces con un panel de 50W la ecuación seria

4.5 * 50 = 225 Kwh/día

Los paneles solares fotovoltaicos de 24V alcanzan potencias de 150W-195W y se componen de 72 células de silicio. Utilizan un regulador PWM.
Existen extractores de aire que funcionan con energía solar, que pueden funcionar de manera automática. De este modo, cuando no este en uso el terminal, estos se activaran para renovar el aire y eliminar la humedad presente en el ambiente.

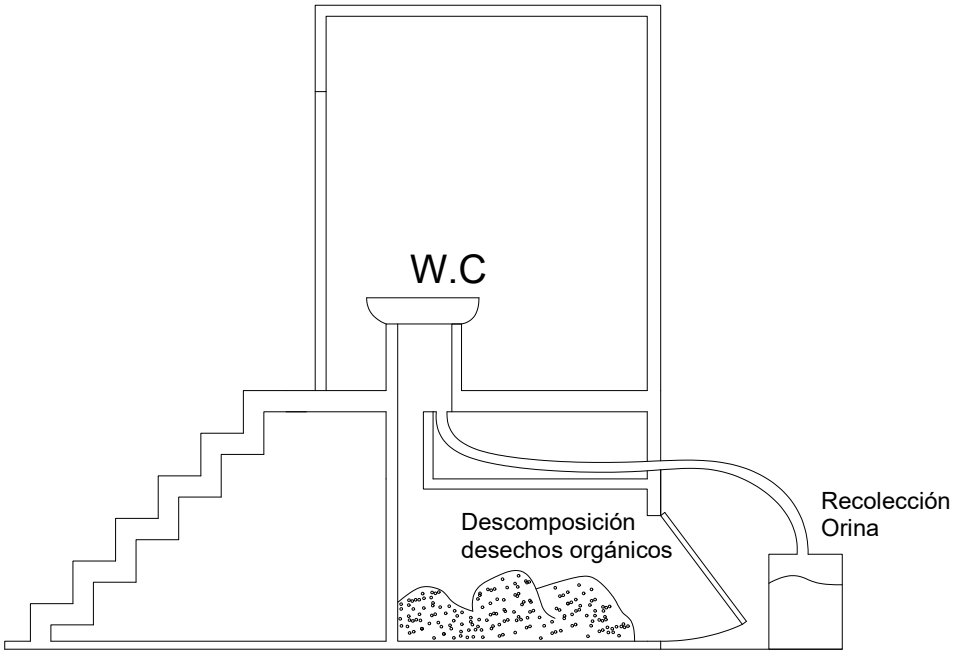


3-Baños Químicos para los pasajeros que lleguen del vuelo, divididos en hombres y mujeres:

Si bien la función principal del terminal no es brindar servicios sanitarios, es un servicio básico que un lugar de esta envergadura debe contemplar. Lo principal es un excusado para hombres y otro para mujeres que pueda contener todo tipo de desechos orgánicos. Lo segundo es lavamanos para la higiene personal. Lo tercero es una ducha para ocasiones de emergencia (mareos en vuelos, mareos por turbulencias, etc).

Para el caso de los inodoros se utilizará un sistema de inodoros ecológicos secos con separación de orina. Este sistema proporciona un saneamiento ambiental seguro y asequible en puntos donde no hay conexiones a redes sanitarias. El sistema también posee una cámara en donde los desechos solidos se descomponen y la orina se desvía a otro contenedor para ser retirado manualmente.

Para el caso del agua del lavamanos y de la ducha se utilizara un sistema de recolección de aguas lluvias con un tanque contenedor con aislación térmica.



4-Capacidad de generar un espacio oscuro en caso de algún evento extraprogramático.

A lo largo de un año normal son muchos los eventos que se pueden llegar a realizar en las bases. Estos eventos pueden ser de carácter científico, militar o político. Por lo general se ocupan gimnasios y otras prestaciones de gran tamaño. Es por esta razón que el terminal, al ser una idea promovida por las Fuerzas Aéreas de Chile, se debe considerar como un espacio reprogramable en caso de que se quiera utilizar como sede de eventos.

Las situaciones extremas o de emergencia también son recurrentes en la Antártida. En ocasiones ocurren tormentas que dejan a los habitantes sin la posibilidad de salir al exterior debido al peligro que representa el clima. Por casos como este es que se debe considerar también al terminal como un espacio que albergue a personas en caso de emergencia.

En cuanto a los casos anteriores, puede llegar a necesitarse en ocasiones especiales oscuridad total dentro del terminal, ya sea para crear un ambiente de oscuridad para dormir, para proyectar imágenes por medio de un proyector, etc. De este modo se utilizarán un sistema de cortinas que bloquean el paso de luz al interior del terminal. Su material ser el PVC dado que es liviano, económico y se puede variar su textura y transparencia.

5-Espacio dedicado a la venta de Bebidas gaseosas e Infusiones, con mesas y asientos.

La incorporación de un espacio que brinde bebidas calientes a los pasajeros mejora su temperatura corporal a la vez que ofrece un punto de rehidratación luego o antes de un viaje. Se utilizarán calentadores de agua industrial que utilizaran una pila de 4 baterías solares que almacenan batería específicamente para este artefacto. Este espacio también cuenta con 4 mesas, 16 sillas y un mueble para contener al hervidor industrial y guardar los vasos.



2.7 Mercado y agentes involucrados

El mercado al cual esta dirigído este proyecto radica principalmente en las fuerzas armadas existentes en el país, las cuales son responsables de efectuar operaciones de diversa índole a lo largo del territorio nacional, trabajando tanto en climas frios como la antartica, como en climas deserticos en el norte del país. Muchas de estas operaciones son en periodos cortos de tiempo por lo que los sistemas constructivos de montaje son muy necesarios.

Fuerza Aerea de Chile

La Fuerza Aérea de Chile (FACH) tiene como labor defender, mantener y garantizar la seguridad de la nación sobre el espacio aéreo de la república. Específicamente en la Isla King George su labor es la de operar la pista de aterrizaje ante cualquier vuelo que llegue a la isla. Su labor es de tremenda importancia ya que el aerodromo Teniente Marsh es el único punto de acceso a la isla por medio del aire. La fach regula los vuelos nacionales, transnacionales y vuelos de emergencia.

Armada de Chile

Institución Chilena que tiene como función la supervición y ejecución de la marina de guerra, guardia costera, infanteria marina, policía marina, lacustre y fluvial. En la isla la armada juega un rol fundamental con las bases chilenas, ya que les suministran petroleo y otro tipo de energías a los cientificos y militares que se encuentren trabajando. Dicho de otra forma, de la marina depende que las bases tengan suministros energéticos y alimenticios para operar.

Ejercito de Chile

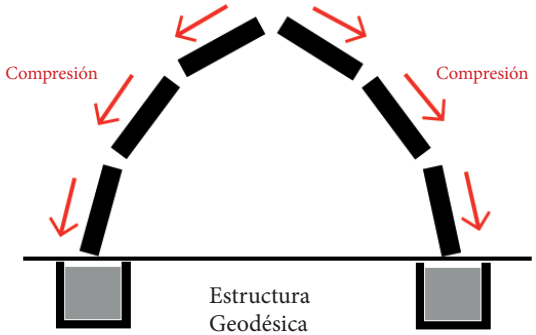
El ejercito chileno es el encargado de la defender el territorio nacional y de mantener la soberanía y la integridad del país. De este enunciado se deriva de forma inmediata la labor que cumplen dentro del territorio antártico, que sería la entidad encargada de mantener, operar y supervisar las bases científicas que se encuentran en la zona.

Entonces se puede apreciar que entre las 3 entidades recien vistas se produce una sinérgia de cooperación en donde estas participan y cooperan entre si para poder llevar a cabo las labores de investigación de forma prolija.

2.8 Casos de Estudio

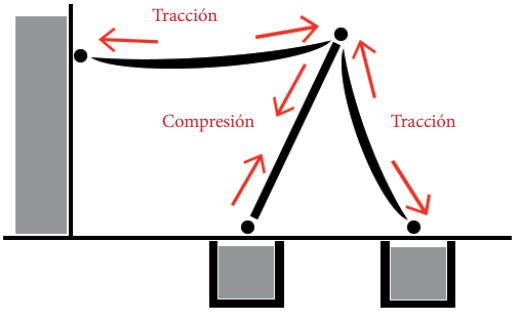
En las ultimas decadas el mundo a experimentado una serie de acontecimientos arquitectonicos que apuntan al desarrollo de tecnologías de ensamble transportables, que acortan el periodo de montaje de la estructura y que plantean estrategias de montaje de baja complicación. Bajo esta linea es que podemos encontrar dos tendencias claramente diferenciadas.

La primera plantea estrcutcturas generadas con elementos rígidos (como vigas, pilares o reticulas) que se unen entre para generar una estructura en equilibrio. Estas funcionan como las estructuras convencionales ya que desplazan sus cargas hacia sus bases o fundaciones.



Estructura Geodésica

Las segundas son estructuras generada a partir de elementos rígidos y flexibles (como cables o cubiertas de plastico) que en conjunto generan estructuras en equilibrio. En este caso los elementos rígidos trabajan a compresión, mientras que los elementos flexible trabajan a tracción. A diferencia de la primera tendencia en donde las cargas llegaban al suelo o fundación, aqui las cargas se pueden distribuir de manera libre en cualquier superficie, ya sea horizonta, vertical, etc.



Tenso-Estructura

La información bibliografica que aquí se expone, concentra casos con las dos tendencias anteriores y se encuentran en distintas partes del mundo, con climas que se contraponen entre casos de estudio. Algunos de estos sistemas son tradicionales y su desarrollo alrededor del mundo a permitido comprobar la eficacia de estos, un claro ejemplo son los domos geodésicos. También encontramos tecnologías importantes en innovación que aportan a su linea de desarrollo y también al campo de estudio, por este motivo es imporante destacar el aporte en innovación que las referencias aportan.

Base Amundsen Scott (USA)

Descripción

Es una base de investigación Estadounidense ubicada en el Polo Sur, en el punto más meridional de la tierra (90º S, 0º W). Su nombre hace referencia a los personajes Roald Amunsen y Robert F. Scott, quienes fueron los primeros en alcanzar el Polo Sur entre 1911 y 1912. La base tiene su propio aeródromo llamado Jack F. Paulus el cual recibe aviones que cuenten sistema de aterrizaje con esquí.

La Base se construyó el año 1956 y desde entonces ha estado ocupada. Se ubica a 2835 m.s.n.m. correspondientes al grosor del hielo acumulado por años. La temperatura Varía entre -13° C y -82° C, el viento promedio es de 5,5 m/s, y la ráfaga más grande registrada es de 27 m/s (96 km/h).

Antiguamente existia una cúpula Geodésica vContenía edificios modulares en su interior. En 2008 fue removida y se construyo la estructura que existe actualmente la cual consta te dos edificios en altura de madera cubiertos con metal.



Estratégias

La estructura existente es un edifico elevado 3m sobre el suelo que tiene dos plantas. El edificio esta construido con madera y esta recubierto con planchas de metal que conforman un diseño aerodinamico con esquinas curvas para afrontar el viento.

El 60% de los desperdicios son reciclados y se utilizan energías limpias como la eolica o solar. Dentro del edificio se encuentran prestaciones para el desarrollo de la astronomia, física, meteorología y geología.

Innovación



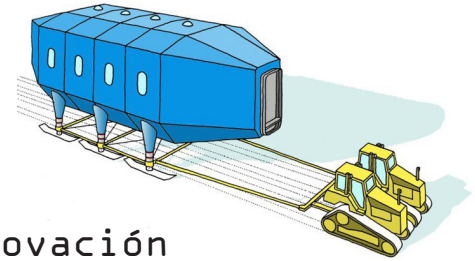
El edificio enfrenta al viento en su fachada principal y debido a su morfología, el viento que se encuentra con la cara principal del edificio es desplazado hacia abajo, lo que genera un choque entre el viento y la nieve. De esta forma es que la nieve se retira de forma autonoma y no se acomula, lo que previene al edificio de ser sepultado por la nieve.

Base Halley VI (INGLATERRA)

Descripción

Base de estudios científicos que consta de 8 edificios modulares con pilares hidraulicos y esquis de nieve que mantienen a la estación sin ser cubierta por la nieve. La estación es la continuación de una serie de 5 estaciones anteriores, las cuales pese a poseer pilares de gran altura, fueron sepultadas por la nieve mediante la acumulación de esta.

La base opera oficialmente desde el 2013 y su periodo de montaje fue de 4 años ya que solo se puede trabajar en condiciones optimas de verano.



Innovación

Estructura de perfiles de acero, recubiertos en su exterior por paneles de 20cm de poliester y fibra de vidrio. El diseño propone un fuselaje aerodinamico para evitar la acumulación de nieve.

Posibilidad de desplazar las estructuras entre distintos puntos de la nieve.

Recrean la luz solar en periodos de noche prolongada (105 días) mediante un sistema de luz artificial alimentado por energia eolica.

Posee autonomía para 6 meses

Estratégias

La estación fue construida en Ciudad del Cabo (Sudafrica) y fue transportada mediante embarcaciones hasta el continente antartico, en donde eran remolcadas hasta su punto de destino, siendo los esquies de los pilares los elementos que permitieron que los modulos se muevan en la nieve. Se trasladaron todos los habitaculos hacia un radio compartido para ser ensamblados y se unieron mediante pasillos tipo Fuelle (unión entre cabinas de tren).

Para evitar que los edificios se hundan en la nieve, estos son remolcados periodicamente entre puntos distintos.





Base Princess Elisabeth (BELGICA)

Descripción

Base antartica que opera solamente en épocas de verano.Funciona desde 2009 hasta la actualidad y se ubica en Tierra de la Reina Maud. Combina distintas estrategias activas y pasivas para su funcionamiento y emplea tecnologías constructivas de cero impacto ambiental, tampoco emite gases contaminantes a la atmosfera.

El lugar en el cual se emplaza genera vientos de hasta 300 km/h, los cuales son resistidos gracias a la forma aerodinamica del exterior de la base, junto con un sistema de fundaciones que consiste en pilotes anclados a gran profundidad en el permafrost. Tiene una vida utíl de 25 años y puede albergar a a 16 científicos.



Estratégias

Para evitar la acumulación de nieve, la base se ubica en el borde de una cresta, lo que supone ausencia de terreno plano.

Para sustentarse energéticamente, se emplea un area de 380m2 para la disposición de paneles solares, y también existen turbinas eólicas dispuestas al lado de la base, estableciendo entonces el uso de energías limpias.

Innovación

Reutilización residual de aguas de duchas y aseos hasta 5 veces. Base de 0 impacto ambiental, estructura puede desmontarse.

La estructura principal es de madera, y su fuselaje esta compuesto de la siguiente manera (desde el interior hasta el exterior):

Papel Kraft de alta densidad + Barrera de vapor de aluminio ; Panel de madera multiplex 42mm; Membrana impermeabilizante EPDM 2mm;

Espuma Polietileno 4mm; placas de acero inoxidable.



Base Arturo Parodi (CHILE/ARQZE)

Descripción

Estación de investigación chilena que se ubica en Tierra de Ellsworth (coordenadas 80º 18`S 81º 22`O) que recibe su nombre en referencia al Teniente Arturo Parodi Alister, quien realizo el primer vuelo nacional hacia el contínte antártico. En esta base se investigan temas relacionados con la glaciología, meteorología, geología y cartografía y también sirve como punto de apoyo a operaciones de aterizajes de la FACH.
El diseño de su estructura fue realizado por la oficina ARQZE, (arquitectura en zonas extremas) quienes generaron una estructura que abarca 260 m2 de superficie construida y fue instalada el año 2000. El diseño de las instalaciones reponde a un enfoque de 0 impacto ecológico y que utiliza tecnologías limpias que no contaminan. La estructura fue retirada el año 2013 para la instalación de otro proyecto relacionado al ambito de la investigación científica.

Estratégias

La estación esta conformada por 3 partes distintas que se interconectan e interactuan entre ellas para favorecer el acondicionamiento interior de la base:

1.- La primera estructura es un sistema de tunel conformado por anillos de acero contenidos por una membrana exterior de PVC, que sirve como puente conector entre las demas partes de la estación. Este pasillo utiliza el efecto invernadero para generar ganancias energeticas y distribuirlas hacia las demas unidades.

2.-La segunda estructura corresponde a una serie de modulos habitacionales que sirven como dormitorios para los cientificos y que estan conformadas por cascaras autoportantes de poliester.



3.- La tercera estructura corresponde a un modulo de gran tamaño llamada "Sala Sastruggi", que sirve como comedor y espacio de reuniones. Consta de una estructura de acero cubierta con una membrana exterior de PVC.



Innovación

Estructura de tunel: Conformada por anillos tubulares de acero que funcionan en compresión, contenidos por una membrana translucida de PVC, laminado con una maya de poliester con tratamiento anti UV. El tunel se calefacciona mediante efecto invernadero y alcanza entre 0º-5º C. Parte de la energía almacenada se traslada hacia la sala Sastruggi.

Sala Sastruggi: Estructura formada por tubos de aluminio y una membrana exterior que es de PVC Hidraulico laminado con una malla de poliester con tratamiento anti UV. En el interior de la sala se alcanzan temperaturas entre 5º y 10º C. Posee vanos cubiertos por laminas de policarbonato de 6 mm transparente, que sirven para iliuminar de manera natural el lugar. Tiene capacidad para 24 personas.

Igloo Cabin: Pequeños modulos habitacionales montados mediante cascaras autoportantes hechos de fibroresina de poliester, poliuretano expandido de 40mm con aislación de poliuretano expandido de 40mm y Posee ventanas de policarbonato monolitico de 3mm. Estan equipados con calefactores que aclimatan el interior del modulo, que alcanza una temperatura de 20º aprox.

Debido a la nieve su acumulación, la estructura aprovecha de acumular nieve a barlovento de la membrana exterior del tunel para emplearla como barrera contra las presiones y depresiones del viento. La ventilación interna de la estructura se genera automaticamente por convección natural.







Base Comandante Ferraz (BRASIL)

Descripción

La base brasileña se ubica en la bahía Almirantazgo, islas Sheatlands del sur (62º S 58º O). Originalmente existía una base previa a esta, la cual fué inagurada el año 1984 y pereció debido a un incendio en el año 2012, por lo cual el gobierno brasileño empezo inmediatamente a generar alternativas de diseño para una nueva base. La base fue nombrada en honor a un comandante de la marina que desempeño un papel importante en el inicio de actividades científicas por parte de Brasil.

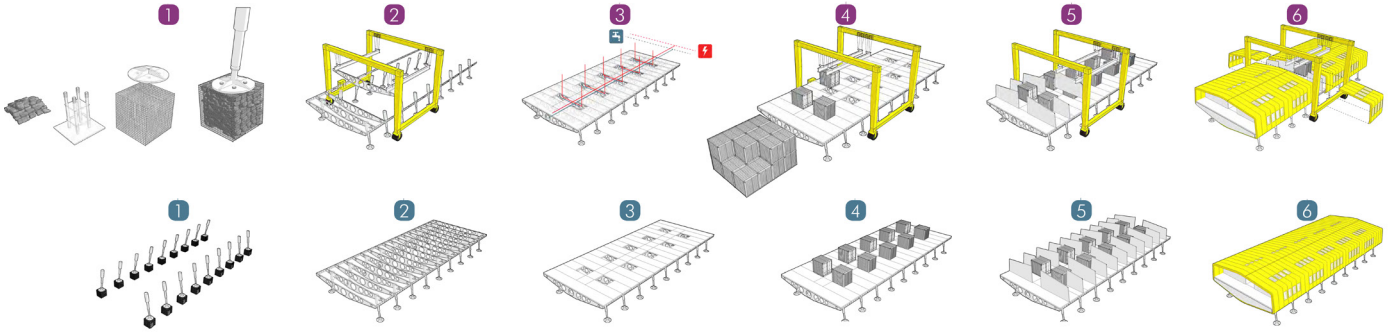


La nueva base cuenta con 19 laboratorios, capacidad para albergar a 64 personas en verano y 34 en invierno. Consta de 3 modulos y cada uno ocupa un territorio de alrrededor de 4500 m2. Los pisos más altos cuentan con dormitorios, servicios y espacios comunes, mientras que los niveles inferiores cuentan con laboratorios y dependencias de mantenimiento.

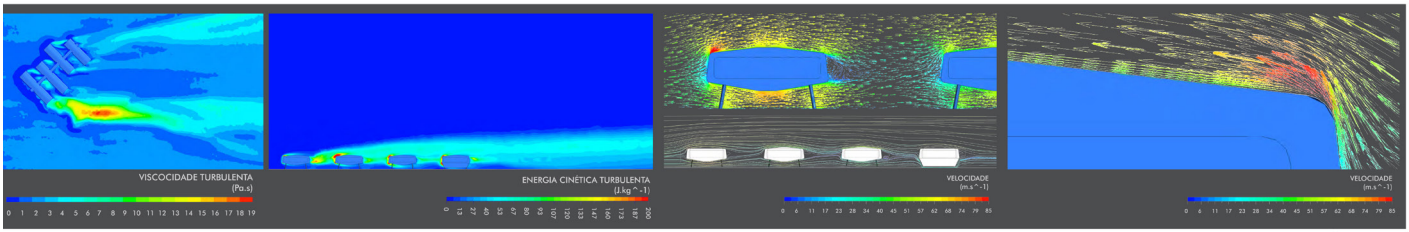


Estratégias

La base plantea resolver principalmente 3 problemas los cuales son la acumulación de nieve, los vientos de altas velocidades y la logística del proyecto. Para el primer problema se utilizan pilotes que elevan la estructura del suelo, para el segundo se emplea un fuselaje aerodinámico formado por paneles prefabricados de fibra de vidrio con poliestireno. Para solucionar la logística y el montaje del proyecto se utilizara un marco de acero que facilitara el montaje de la estructura, el cual se divide en 6 etapas como muestra la figura de abajo.



Innovación



La estructura se sustenta sobre pilotes que van anclados a unas fundaciones tipo gaviones, rellenas con piedras de la zona. Luego se forma una reticula de acero que sirve como base para los pisos superiores. Despues se ensambla el fuselaje, el cual fué diseñado mediante analisis de viento para evitar la formación de presiones que sean peligrosas para la estructura que puedan generarse por los vientos.
Los grandes modulos se intersectan entre si generando espacios comunes, todos dispuestos de forma estrategica para evitar altas presiones de viento.



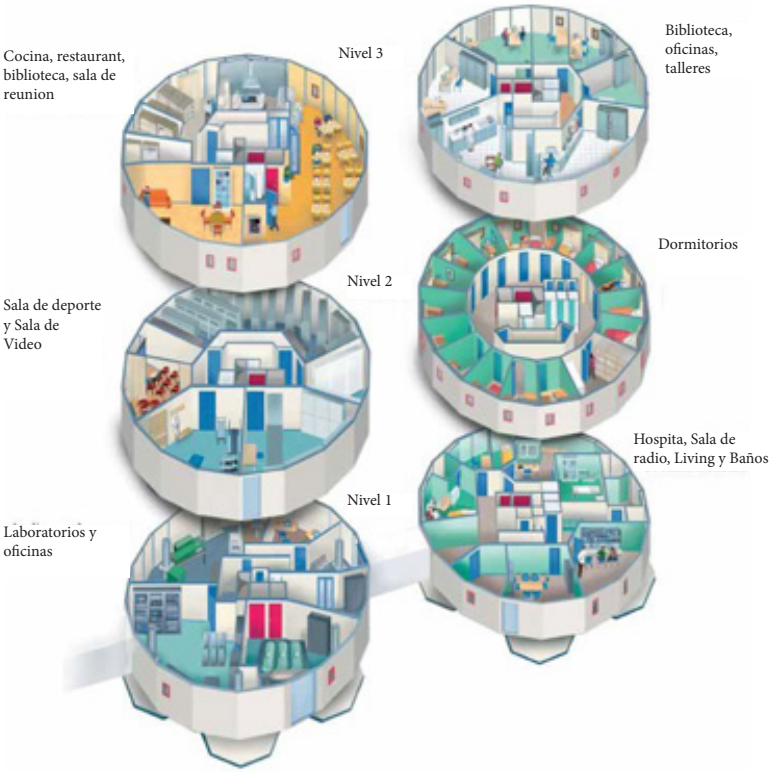
Base Concordia (ITALIA/FRANCIA)

Descripción

Es una base de investigación científica perteneciente a Francia e Italia, que opera desde el 2005. Esta ubicada a 3233m. muy cerca del inicio del polo sur (75° 5`59.21`S, 123° 19` 55.91` E) , sobre una gran meseta llamada "Domo C" , que presenta caracteristicas climaticas de baja humedad, bajas temperaturas (menos de -80º), vientos y nieve. El clima de la zona favorece la posibilidad de realizar investigaciones astronómicas por la transparencia del cielo y de investigar la glaciología por la abundante prescencia de hielo.



Innovación/Estratégia



La estructura esta conformada por un acero especial que posee un tratamiento térmico para elevar su tenacidad y resistir el hielo. La estructura de más de 3000 toneladas se eleva 2m sobre el suelo y se compone de dos poligonos de 18,5m de diamtreo, unidos entre si por medio de un puente. Dispone de laboratorios, dormitorios, salas compartidas, comedores, talleres y bodegas, repartidos en 3 niveles distintos. La base puede operar durante 9 meses de forma autonoma.



Base Jang Bogo (COREA DEL SUR)

Descripción

La base Jang Bogo pertenece a Corea del Sur y se ubica en la bahía Terranova de la Tierra de Victoria. Fue construida en 2014 mediante modulos transportados en barco desde Nueva Zelanda y es una de las más grandes y avanzadas bases que se puede encontrar en la antartica. La base debe su nombre a un comandante militar coreano del siglo VIII y es administrada por el instituto de Investigación Polar de Corea.

La base tiene alrrededor de 4000m2 habitables, en donde se encuentras distintas salas que sirven para vivir y realizar estudios cientificos de glaciología, meteorología y geología.

Posee capacidad para 60 personas en verano y 16 en invierno.



Estratégias



La estructura principal esta formada por 3 alas con fuselaje aerodinámico (para contrarrestar vientos de hasta 65 km/h), elevada sobre el suelo de permafrost. Para la construcción de esta base se emplearon modulos pre integrados para reducir su tiempo de montaje, teniendo en cuenta que solo se cuentan con 65 días favorables para construir.

Innovación

Para ser una base 0 impacto, se utilizaron pilares que sostienen a la estructura y que minimizan la ocupación del suelo, al mismo tiempo que impiden que la nieve cubra a la base. Las tecnologías limpias utilizadas para generar energía son la solar y eólica, también se reutiliza el calor residual para aprovechar al máximo la energía generada.



Estación Neumayer (ALEMANIA)



Descripción

Estación Alemana que convina la investigación, el desarrollo de empresas y viviendas tanto para cientificos o turistas que deseen conocer la instalación. Se ubica por sobre el campo de hielo Ekstrom (campo de hielo de 200m de ancho ubicado en la antartica oriental) en la Bahía de Atka.

El diseño de esta estación tomo 10 años en hacerce y fue el 2009 cuando la base fue ensamblada a travez de sus piezas, las cuales fueron transportadas hacia el continente en barco, mediante contenedores que luego eran remolcados por el hielo hasta el punto en que esta hoy en día.

La base funciona todo el año y su personal varía de 9 en invierno a 70 en verano. Dentro de esta instalación podemos encontrar habitaciones, cocina, sala de conferencias, hospital, laboratorios y abajo en su nivel subterraneo existen bodegas y talleres.

El precio total que supuso esta estructura es de 30.000.000 clp aproximadamente.





Estratégias

La estación es una estructura elevada a 6m sobre el suelo, que distribuye sus 2.300 toneladas en 16 pilares hidraulicos, que año tras año se van levantando para evitar que la base sea sepultada por la nieve. El suelo de nieve del nivel subterraneo también sube a medida que la estructura lo hace, y esto se logra gracias al trabajo del personal que allí habita.

Los pilares hidraulicos estan posados sobre fundaciones de hormigon enterrados en el hielo. Al año el edificio se debe levantar entre 80cm y 100cm.



La estructura esta compuesta de acero y presenta una cascara exterior (estructura visible desde afuera) que contiene en su interior una serie de containers que funcionan como habitaculos para el personal.

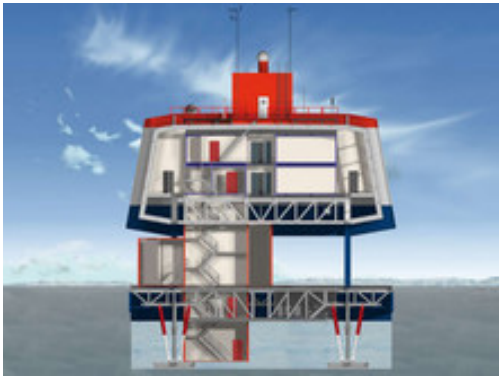
Al ensamblarse la estructura, primero se arma la cascara exterior en época de verano, y luego se pueden montar los contenedores interiores sin importar el clima exterior ya que la cascara funciona como refugio.



Innovación

Estructura prefabricada de acero revestida por una cubierta exterior de paneles protectores rellenos con espuma de poliuretano rígido. Una vez establecida esta estructura contenedora, se pueden alzar los contenedores desde el nivel de suelo hasta arriba, en la estructura misma (la base contiene una grua propia).

La estructura se levanta de forma anual por medio de los pilares hidraulicos ubicados en su base. La base también posee un espacio para guardar vehículos de nieve.



Estación Juan Carlos I (ESPAÑA)



Descripción

Esta base española se encuentra en la isla Livington, Sheatland Islands, a 1000 km del continente sudamericano. Se emplaza a 40m del borde de una costa, en un terreno rocoso que presenta una suave pendiente. El proyecto fue diseñado por Hugh Broughton Architects, la misma oficina que realizo el diseño para la base britanica Haley VI.
La base solo funciona en los meses de verano y tiene capacidad para alojar a 48 personas. Dentro de sus prestaciones podemos encontrar dormitorios, almacenes y servicios tanto para la higiene como para los estudios científicos.

Estratégias

La base se compone de distintos módulos prefabricados que representan distintas zonas de servicios. Para sortear la acumulación de nieve y al mismo tiempo el desnivel del terreno, los modulos se soportan mediante pilares hidraulicos ajustables.
El fuselaje de los modulos es completamente aerodinámico y esta hecho de materiales muy resistentes a las bajas temperaturas, viento y nieve.

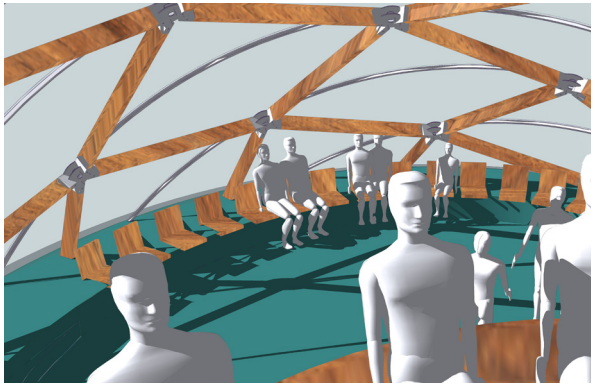
Innovación

La composición del fuselaje esta formada por poliester y fibra de vidrio anclados a una estructura interior de acero, lo que permite que la estructura sea liviana.
La base se mantiene mediante un proceso de generación de energía mixto para generar calor y electricidad. Todo calor generado es reutilizado, asi se reduce en gran medida el uso de combustibles.
Los residuos no organicos generados en la base, se organizan y son despachados en barco hacia puntos de reciclaje ubicados en Europa.



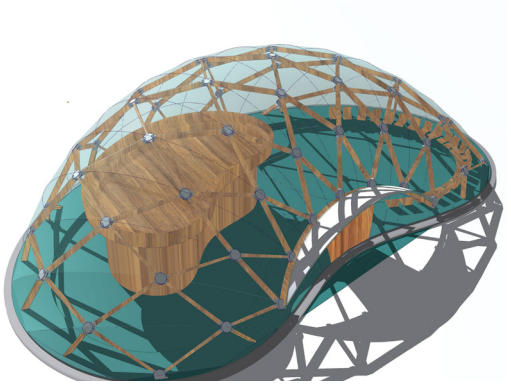
Terminal T. Marsh, Torsionoide y Cascopolar (CHILE/ARQZE)

La idea de construir un terminal para pasajeros en la isla King George ya se había planteado con anterioridad por parte de la FACH y fue la oficina de arquitectura Arqze la encargada de generar el primer diseño o alternativa previo a este trabajo.

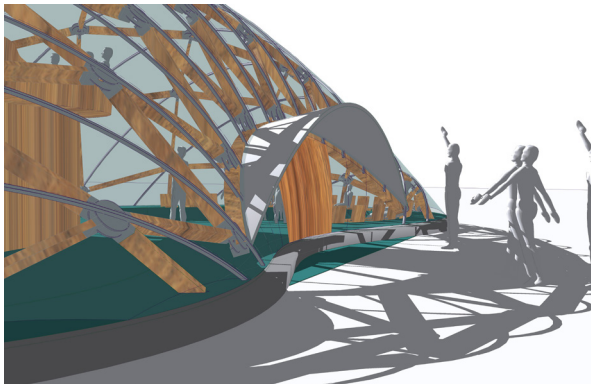


Terminal de Pasajeros Teniente Marsh

Es un proyecto desarrollado por la oficina de arquitectura Arqze que consiste en una estructura prefabricada conformada por vigas de madera laminada y uniones de acero. La estructura es transportable y retirable, su geometría obedece a doble curvaturas que son formas aerodinámicas. Dentro del terminal se puede contener a 50 personas junto con sus equipajes. Tiene una superficie total de 200 m2 y dentro, tiene una plataforma elevada del suelo que tiene 40 m2 y en su inferior se encuentran baños con sistemas pasivos de químicos para recolección de desechos. La altura máxima es de 6 metros .



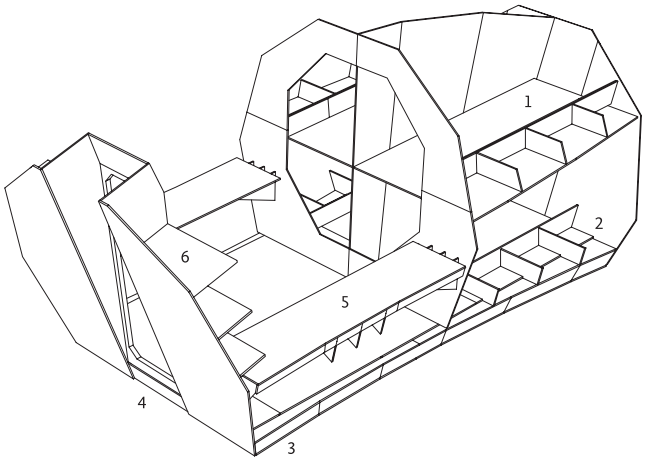
En el edificio también se pueden llevar a cabo actos políticos, mediáticas y culturales. Posee paneles solares para regular la ventilación interna. El suelo consiste en un sistema de membranas impermeables junto con bloques de poliuretano para aislación térmica. La envolvente es un sistema de paneles de policarbonato monolítico de 4,5 mm de espesor, 2 m de ancho y hasta 14 m de largo.
El tiempo estimado de instalación dura 3 semanas.



El año 2014 se desarrollaron dos módulos habitacionales para investigadores, el cascopolar y el torsionoide.

LEYENDA / *LEGEND*

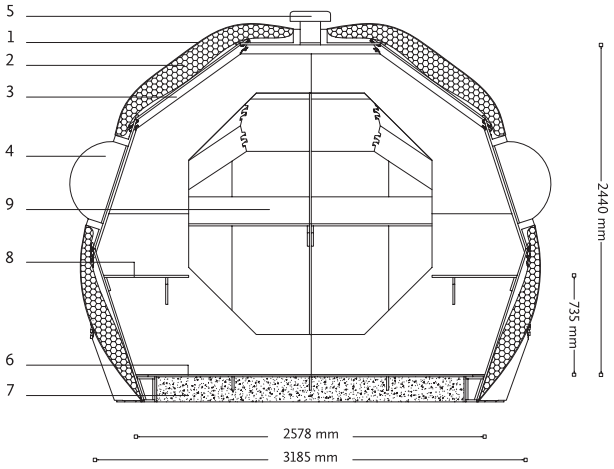
1. Camarotes 900 × 2000 mm / *Bunk beds 900 × 2000 mm*
2. Compartimentos artículos personales / *Compartments for personal items*
3. Pack piso aislado / *Insulated floor pack*
4. Acceso: puerta 700 × 1900 mm / *Access: 700 × 1900 door*
5. Escritorios de trabajo / *Working desks*
6. Repisas / *Shelves*



Corte Cascopolar / *Cascopolar section*
E. / S. 1: 50

LEYENDA / *LEGEND*

1. Membrana exterior PVC-PE / *Outer membrane PVC-PE*
2. Cobertor de poliéster con aislación térmica y acústica 2x85 mm / *Polyester cover with thermal and acoustic insulation 2x85 mm*
3. Casco en terciado marino e= 12 mm / *Marine plywood hull t= 12 mm*
4. Ventana circular acrílica Ø 800 mm / *Circular acrylic window Ø 800 mm*
5. Ventilación cenital Ø 150 mm / *Roof ventilation Ø 150 mm*
6. Piso en terciado marino e= 18 mm / *Marine plywood t= 18 mm*
7. Aislación en poliestireno expandido / *Expanded polystyrene isolation*
8. Escritorio / *Desk*
9. Camarotes / *Bunk beds*



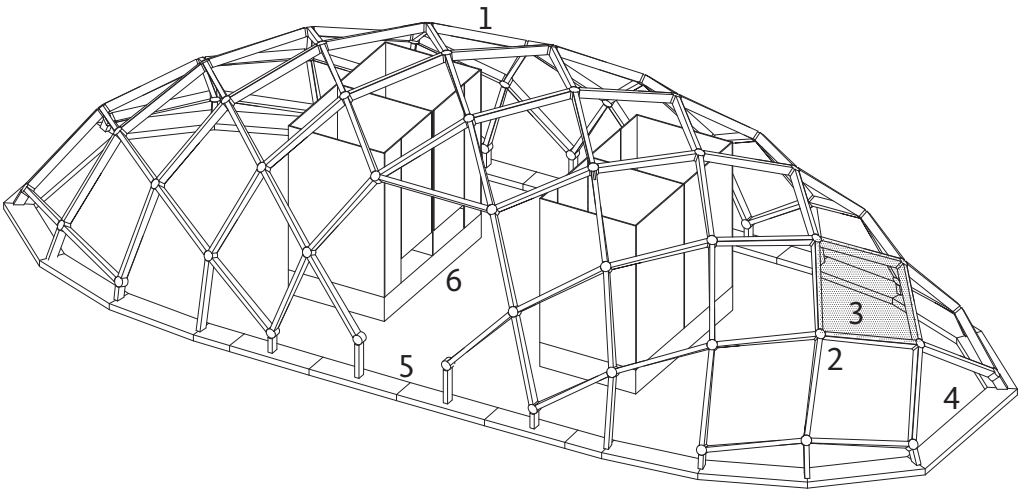
Cascopolar:

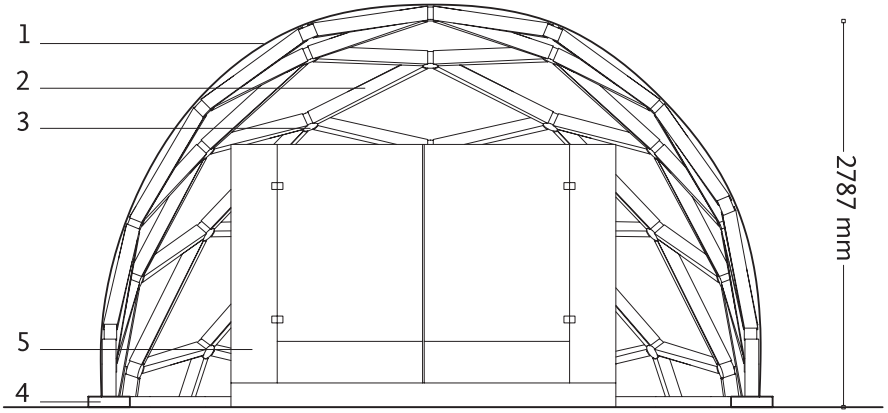
El cascopolar es un módulo habitacional creado para dar vivienda a los investigadores que trabajan en el polo sur. En este módulo se diferencian 2 espacios, una zona para dormir en penumbra y otra de trabajo en donde observamos 2 entradas de luz. Su estructura esta creada a partir de paneles de madera que se juntan mediante la aplicación de una tensión que comprime la estructura.

Estas tensiones son generadas mediante la aplicación de lingas para camión.

Torsionoide:

El torsionoide es una estructura geodésica elipsoidal que sirve para contener el sistema sanitario de agua Fría/Seca, está conformada por elementos lineales de madera que se juntan mediante uniones de acero. La estructura se comprime mediante una membrana de PVC que presenta una superficie con doble curvaturas.





Shockwave Blue Ice Hangar (ARQZE)

Descripción

Debido a los vientos impredecibles que ocurren en el aerodromo Teniente R. Marsh y que dificultan en demasia las operaciones de carga y descarga de los aviones, es que la FACH pidio a la oficina Arqze el diseño de un hangar para aviones de pequeño tamaño. El hangar esta diseñado por medio de softwares computacionales que utilizan figuras geodésicas para generar el fuselaje del hangar. Este fuselaje es aerodinamico y sirve para contrarrestar los vientos que facilmente pueden alcanzar los 150 km/h. Esta geometría distribuye sus cargas a traves de una red de puntos que estan presentes en la estructura.



Estratégias

El sistema de montaje esta diseñado de tal forma que la estructura se levanta por etapas. Cada una de estas etapas esta ligada a un arco reticulado que se ensambla en el suelo y luego se levanta con la ayuda del personal. A estos arcos se les adhieren otros elementos rígidos lo que da por resultado arcos estereometricos rigidos que se unen entre si para ir formando la estructura progresivamente. Los arcos descanzan sobre unas estructuras ajustables de tripode que permiten que los arcos pasen de estar acostados en el suelo a ser levantados. La membrana exterior de pvc genera un interior hermético y su forma exterior responde a la estructura que por si misma es aerodinámica.







Innovación

Todo el sistema esta construido por acero galvanizado de 40mm de diametro. El elemento principal es el tubo de acero con extremos aplanados que se unen a unos discos de nudo. El disco de nudo se encarga de entrelazar todos los tubos de acero y se unen mediante pernos y tuercas.





La membrana esta compuesta con pvc termolaminado con poliester y es de alta resistencia. Al ser esta un elemento liviano y continuo, cumple con la condición de Deployment, es decir es un elemento plegable que puede ser montado en poco tiempo y con la ayuda de un personal reducido.
El conjunto de estrategias para montar este hangar da como resultado una estructura automontable
en donde no se necesita maquinaria alguna para el montaje y que puede ser armada en 24 horas por un total de 8 personas. El total de las piezas se transporta en bolsas de 1.6 de largo que pesan 40 kg.



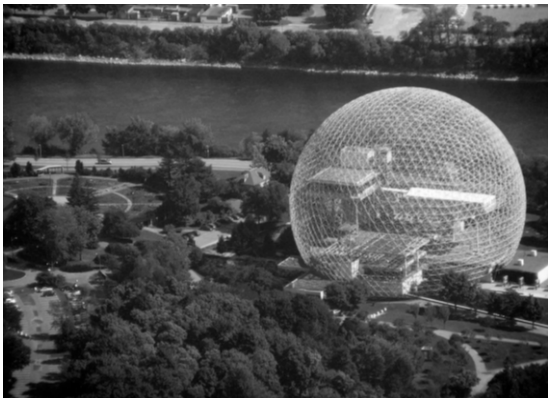

Replicabilidad

La versatilidad de este proyecto y su simpleza de montaje permiten que pueda ser replicado en otro tipo de climas, como por ejemplo un clima desertico. Al estar preparado para soportar altos vientos el proyecto resuelve no solo problematicas antarticas sino que puede abordar de buena forma el clima imperante en otras zonas.

Proyectos de menor envergadura

La Biosfera de Montreal:

Es una estructura diseñada por el arquitecto Buckminster Fuller en 1967, para el pabellón de los Estados Unidos en la Exposición Mundial. La obra de Fuller se relaciona con las estructuras geodésicas y el perfeccionamiento en el diseño de estas, siendo este pabellón quizás la obra más importante y emblemática que realizo.



La estructura es una cúpula que tiene un diámetro de 76 metros, 62 m. de altura y geométricamente es un "Icosaedro", es decir un poliedro de 20 caras que corresponden a pentágonos, subdivididos en una rejilla hexagonal que hace lucir a la estructura sumamente compleja. El material empleado fueron tubos de acero de tres pulgadas, soldados en los extremos para generar articulaciones con las demás piezas.



Originalmente estaba enfundada por una membrana de acrílico que fue destruida tras un incendio en el año 1976, luego estuvo abandonada durante muchos años hasta 1990 en donde fue comprada por el gobierno Canadiense y reutilizada como un espacio de exposición ambiental.

Whitepod, Hotel de Cúpulas Geodésicas

Es un conjunto de módulos habitacionales para vacacionar, ubicados en el pueblo "Les Cerniers",en los Alpes de Suiza. Se trata de 15 módulos, formados por estructuras geodésicas de acero, cubiertos por una membrana de plástico y cubierto por dentro con aislaciones térmicas. Las estructuras se posan sobre una plataforma de madera que ayuda a contrarrestar la irregularidad del terreno. Los módulos tienen 7m de diámetro, 40 m² de área basal, 4,3 m de altura en los techos y la estructura total pesa 220 kg.





Últimamente se ha desarrollado un sistema de estructuras que consisten en una membrana tensada y muchos elementos verticales que funcionan a compresión. Estas tensoestructuras son simples, fáciles de montar y son estructuras livianas que no comprometen la estabilidad de otras estructuras en donde se apoyen.

Estas estructuras se mantienen mediante tensiones tomadas por una gran membrana de PVC, cables y uniones en acero y compresiones tomadas por barras de acero que dan estabilidad a la membrana tensada. La función principal de estas tensoestructuras es la de generar grandes cobertizos que dan sombra y protegen del agua de lluvias.

Los materiales de la membrana pueden variar entre lonas naturales o sintéticas, algodón revestido con vinilo, nilón reforzado, poliéster con PVC, fibra de vidrio, etc. Estos regulan la cantidad de radiación solar que atraviesa la membrana, la cantidad de luz o sombra que se requiere, etc.

Dentro de las grandes ventajas que ofrece este sistema frente a otros cobertizos rígidos o cubiertas rígidas, es el bajo costo de estas instalaciones. Lo segundo es la gran cantidad de espacio que pueden cubrir. Por último, la gran ventaja de estas estructuras es que no necesitan un espacio condiciones especiales para ser instaladas, se pueden adaptar a cualquier caso.



Dimona Market, Rusia.



Tensoestructura instalada en un edificio.



Patio comidas Real Plaza, Trujillo, Perú

Resumen sobre los casos de estudio

El escenario que se presenta en la actualidad respecto a los avances tecnológicos y los sistemas constructivos para el clima antartico reflejan un lento estado de avance que crece con el pasar de los años. Este estado se ve realentizado principalmente por todo el conjunto de restricciones que se presentan en la zona, desde distintos tratados para preservar la naturaleza, hasta el clima mismo que impone una serie de criterios constructivos a tener en cuenta. Sin embargo hay algunos ejemplos en donde este avance tecnológico se ha visto aumentado gracias a los esfuerzos de las naciones propietarias de las bases en invertir dinero en espacios habitables que permiten una gran comodidad y tecnología para realizar las investigaciones pertinentes.

Dentro de este marcos de tecnologías sobresalientes podemos ver que hay un claro predominio de las tecnologías contructivas de montaje y prefabricación, ya que favorecen la rapidez de las construcciones de las estaciones de investigación, ya que suponen una cantidad de trabajo menor y un ensamble de las piezas que ya fue pensado con anticipación.

Otra de las estrategias que a simple vista resaltan esta el de utilizar materiales livianos para la contruccion de estas bases (como es el caso del Polaroid, Torsionoide o Shockwave), o bien, generar diseños que faciliten el movimiento de estas bases en el continente antartico (tales como la base Halley VI).

2.9 Hipótesis:Desarrollar un sistema habitacional que utilice estrategias desplegables

Se tiene entonces una situación en donde en cierto punto determinado de la isla antártica King George existe un aerodromo que necesita aumentar su capacidad para abordar pasajeros debido al creciente interes del mundo en general por la zona, y existe la falta de un espacio habitacional que pueda contener a esta cantidad de pasajeros que año a año crece. Resulta que este espacio debe construirse bajo ciertas condiciones climaticas que presentan vientos, lluvia, nieve y una temperatura baja, por lo que el montaje del proyecto no es convencional, entonces se debe diseñar una estructura que sea prefabricada y utilize sistemas desplegables que minimizen el tiempo de montaje para así exponer la menor cantidad de tiempo al personal militar. Al mismo tiempo el sistema debe ser amigable con el medio ambiente y utilizar metodos pasivos para retener la energía solar y adaptar el clima interior para los pasajeros.
De lo recien comentado entonces se puede desprender una hipotesis principal de trabajo que puede ser subdividida en hipotesis secundarias. Estas últimas son las que sustentan la idea de la hipotesis principal y seran comprobadas más adelante en este trabajo.

Hipótesis Principal

"La hipotesis principal plantea el **desarrollo de un sistema constructivo que de la posibilidad de contener al turismo creciente y retenerlo en un ambiente seguro ante el clima exterior.** Este sistema debe ser reversible para minimizar el impacto en el medio ambiente y debe utilizar metodos pasivos de climatización para ser sustentable en el sentido energético y medioambiental."

Esta hipotesis nace como respuesta al problema que actualmente posee el aerodromo Teniente R. Marsh en donde los pasajeros que llegan a la isla por lo general utilizan las estancias de la Fuerza Aérea de Chile para esperar por sus transportes. Este sistema constructivo generara un espacio habitable generado por piezas plegables prefabricadas, que una vez montadas generaran una estructura que emplea sistemas pasivos de climatización para generar un ambiente comodo interior que puede ser utilizado para eventos, reuniones u otras actividades de las fuerzas armadas, porque tiene un caracter adaptable en cuanto a su función o programa.
El sistema posee otra caracteristica muy util para cubrir necesidades de diverso ambito, y es que genera una estructura que es reubicable, solo se necesita una superficie plana y solida para su instalación. Esta caracteristica le permite ser ubicada no solo en tierras antárticas, sino que puede también ubicarse en terrenos con clima templado o lluvioso.

Hipótesis Secundaria

Hipótesis Secundaria 1: El proyecto busca ser un **sistema constructivo de impacto cero**, por lo que se deben ocupar **estratégias de reversibilidad** que permitan un facil montaje de la estructura y un facil desmontaje para retirar la estructura y no dejar huellas en el continente.

Hipótesis Secundaria 2: El sistema debe permitir un **montaje rápido y eficiente de la estructura,** es por esta razón que se desarrollara un **sistema pantográfico que genere piezas plegables** que en terreno adquieran un tamaño mayor al que tenian al ser transportadas, todo esto con el fin de minimizar el tiempo de montaje y desmontaje.

Hipótesis Secundaria 3: La estructura desarmada no debe presentar problemas en su traslado en vehículo hacia el continente antártico, por lo tanto esta debe ser **liviana** y debe ocupar un **volumen reducido** para disminuir la dificultad de las maniobras de carga y descarga del sistema pantográfico.

Hipótesis Secundaria 4: El sistema funcionando debe ser **autosustentable energéticamente** debido a la falta de fuentes de energía presentes en la zona antártica, por lo tanto se deben utilizar **estrategias pasivas de climatización** que aprovechen los recursos existentes en la zona.

Resumen de la Hipotesis

Tanto la hipotesis principal como las hipotesis secundarias apuntan a la creación de un artefacto que emplee tecnologías que simplifiquen el proceso de montaje, siempre pensando en resguardar la salud de quienes realizen el proceso de montaje. Bajo esta perspectiva se desglosan conceptos importantes que seran utilizados en el presente trabajo de investigación:

-Autosustentabilidad energética: El artefacto debe ser capaz de generar energía por si mismo, sin conectarse a fuentes electricas exteriores.

-Estrategias pasivas de climatización: Para climatizar el interior de la estructura, esta no debe utilizar energía, por el contrario, debe aprovechar la energía que la naturaleza provee.

-Montaje: proceso de armado y ensamblaje de la estructura

3. Metodología: generación de prototipos y la construcción a escala de estos

Una vez ya planteada la hipotesis principal, la hipotesis secundaria es un desglose más extenso que sustenta la idea de la hipotesis general. Las hipotesis secundarias entregan conceptos cuantificables que pueden determinar si la idea expuesta es valida y para esto se deben emplear metodos que sirvan de herramienta para la cuantificación de cada hipotesis secundaria. Se desarrolla entonce una serie de procesos que desarrollaran la idea principal y adaptan protocolos específicos para cada caso.

Metodo 1

Caso Hipotesis 1 y 2: Sistema constructivo de "impacto cero" que utilize estrategias reversibles en el diseño de la estructura. Este sistema esta basado en el pantógrafo y pretende generar un montaje rapido y eficiente de la estructura

Metodo 1: Diseñar un sistema pantográfico que emplee piezas desplegables en su proceso de montaje y que permita al proyecto ser reversible. Una vez diseñado se debe dar paso a generar modelos a escala y comprobar la efectividad del sistema en su proceso de montaje.

Metodo 2

Caso Hipotesis 3: Sistema constructivo liviano y facil de transportar que ocupa un volumen reducido y es compatible con los sistemas de carga para aviones o barcos.

Metodo 2: El sistema pantográfico tiene que ser capaz de encajar dentro de los estandares actuales de tranporte que ofrecen las fuerzas armadas. Para esto se analizaran los resultados del proceso de diseño y se comprobara que efectivamente tengan un dimensionamiento correcto acorde con los estandares actuales.

Metodo 3

Caso Hipotesis 4: El sistema es capaz de someterse de manera eficiente ante el clima ventoso de la isla ya que presenta un diseño Aerodinámico.

Metodo 3: Se generaran analisis computacionales con herramientas CFD, las cuales analizan los fluidos como el aire y simulan su comportamiento ante estructuras. También se analizara el comportamiento solar del modelo. Para comprobar los resultados se analizara una serie de variaciones de un modelo generico para determinar la mejor opción.

El proyecto cuenta con una membrana exterior tensada que es la encargada de resistir las fuerzas y tempestades del clima. La morfología de esta membrana es el factor importante de determinar en el estudio que se realizara con los analisis computacionales .

Metodo 4

Comprobar el producto final: Una vez que el proyecto llegue a un estado final, se debe comprobar nuevamente la funcionalidad del sistema pantografico y también se debe comprobar la factibilidad de la morfología de la membrana estructural

Metodo 4: Nuevamente se construira un modelo a escala que represente de manera fiel el comportamiento de la estructura final. Para esto se debe construir un modelo real que tenga una escala que logre dar cuenta de los efectos que se producen en el montaje de la estructura y también se construira una representación de la membrana para comprobar su funcionamiento morfológico.

Resumen de "Metodología"

La metodología a emplear en este trabajo de investigación corresponde a la investigación de tecnologías que puedan aplicarse a nuestro caso, para luego generar un sistema constructivo acorde a los requisitos que el caso implica, para luego generar un prototipo y testearlo mediante metodos computacionales. El testeo corresponde al analisis del comportamiento de la estructura ante factores como el viento, lluvias, sol y temperaturas.

3.1 Construcción de prototipos diseñados previamente mediante técnicas computacionales

Para empezar a comprobar las hipótesis recien expuestas se debe partir por generar un prototipo de sistema constructivo para el terminal que sirva para experimentar y analizar los resultados, con la finalidad de corroborar las ideas. Para esto, en primera instancia se tomaran ciertas desiciones de diseño basadas en la investigación anterior a esta etapa del trabajo, especificamente en los casos referenciales revisados en la revisión bibliográfica. Luego se generara el diseño del prototipo en base a los estudios realizados en este trabajo y se generara posteriormente un modelo a escala que permita comprobar la efectividad del sistema. Si el sistema funciona viene el paso siguiente que es el analisis computacional del sistema para perfeccionar su rendimiento energético y verificar que es un sistema sustentable pasivo..

Del reciente analisis bibliografico se extraén ideas y estratégias utilizadas para afrontar las dificultades principalmente del clima. Estas ideas plantean el como abordar problemas tanto con el clima extremo como en estrategias de ensamble y montaje que reducen el tiempo de armado de las estructuras.
Principalmente las estrategias que sirven para ser implementadas en el proyecto de terminal del presente trabajo tratan sobre 3 temas puntuales:

1.- Tipo de apoyo en el suelo: De que manera el proyecto se sustentara sobre bases que reciben las cargas y las distribuyan al suelo, sin generar complicaciones por el tipo de suelo y que esten dentro de una logica de plegabilidad.

2.-Morfología Aerodinámica: Las formas aerodinamicas son muy valiosas cuando se tienen climas con vientos extremos y también existe la presencia de lluvias intensas o nieve. De aquí se deriba la idea de utilizar una membrana exterior tensada ya que cumple con las cualidades de desplegabilidad y la resistencia del material ante climas adversos.

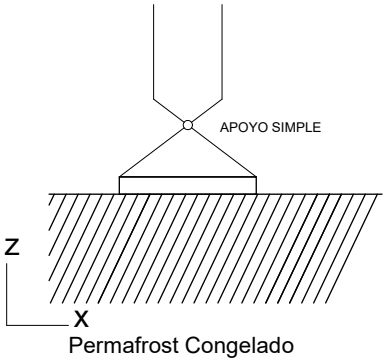
3.-Tecnologías para que el terminal sea Autosustentable: Las tecnologías actuales que se utilizan en los casos bibliograficos revisados que permiten a los proyectos autosustentarse energéticamente en una zona en donde no existen fuentes de energía convencionales.

Tipo de Apoyo en el Suelo

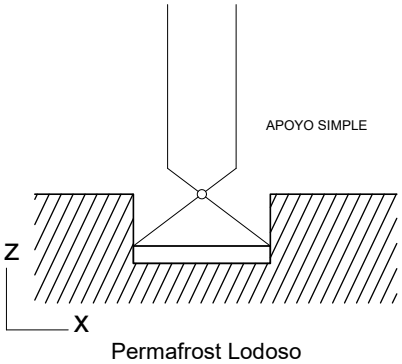
Es de esperar que cualquier estructura que sea montada en el suelo permafrost y no considere un sistema de fundaciones o apoyos flexibles, con el tiempo tienda a fallar por fatiga de materiales.

Esto se debe a que el hielo en el suelo se derrite, cambiado las propiedades mecánicas del suelo, entonces debido al peso de la evstructura se genera un desnivel en los apoyos y una distribución desequilibrada de las fuerzas.

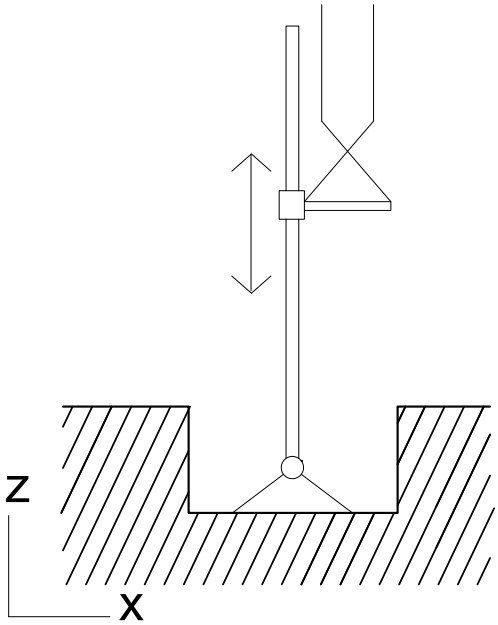
Apoyos



Permafrost Congelado



Permafrost Lodoso

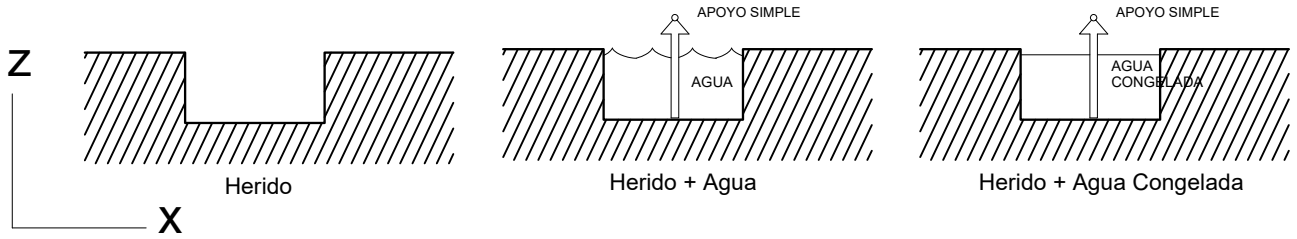


El diagrama de la izquierda muestra una propuesta de apoyo cuya cualidad es que la posición del apoyo puede variar en el eje Z, tal como es el caso de los apoyos con pilotes hidraulicos.

Por otro lado, en caso de tener la posibilidad de desmontar y volver a montar la estructura para modificar la posición de las fundaciones, es mejor contar con fundaciones aisladas que se apoyen en un solo punto y que reducen el tiempo de la operación a tener fundaciones corridas que implican un peso considerable lo que se traduce en más tiempo.

Bajo estos análisis se puede determinar que lo ideal es una suma de las ideas recién expuestas, es decir un sistema de apoyos puntuales que pueda regular su posición de manera rápida y simple.

Otro método utilizado para crear fundaciones/puntos de apoyo en las zonas polares, es el de generar heridos en el suelo para luego rellenarlos con agua y esperar que se congele. Se puede adherir algún elemento adicional como una pletina o flanche para adaptar la superficie de apoyo de alguna estructura. Este método sin embargo solo funcionaría en las épocas de invierno de la isla King George ya que en verano las temperaturas sobrepasan en muchas ocasiones los 0º C.



Gaviones

Sin embargo, es posible que la necesidad de una fundación sólida y de peso considerable sea planteada a lo largo del prototipado. En este caso, la posibilidad de generar fundaciones con hormigón Armado es casi imposible de pensar dada la complejidad de transportar los materiales y herramientas necesarios para esta faena, y también las temperaturas bajo cero pueden congelar el agua de las mezclas.
Por esta razón es que se considera la posibilidad de generar un tipo de fundación gravitacional de manera artesanal y que utiliza en su elaboración elementos que se encuentran en la isla tales como rocas. El elemento que cumple con los requisitos recién expuestos se denomina "Gavión" y consiste en una malla de acero soldada rellena con rocas o bolones.

Este elemento puede remplazar a una fundación de H.A. y el tiempo que toma en ser fabricada es bajo, si consideramos que la fabricación de la malla de acero del gavión es previa a el traslado de las piezas en avión.


Gaviones Utilizados para fabricar muros.


Gaviones Utilizados para fabricar mesas y asientos.

Materialidad

En cuanto al material a emplear, se considera el contacto directo con la humedad, bajas temperaturas y la salinidad del aire. En primera instancia, el acero es el material ideal ya que es barato, moldeable y se puede galvanizar para evitar corrosión. No tiene problemas con las temperaturas entre -10 y -30 grados y es fácil de fabricar.

Las bajas temperaturas se asocian a fracturas de elementos frágiles en el acero, es decir a elementos no dúctiles. Es probable que un acero no dúctil colapse ante una sobrecarga de esfuerzos.

Existe una aleación de acero llamada "Acero Carbonizado para Bajas temperaturas" el cual esta formado por distintas aleaciones (principalmente de Nickel) que resiste temperaturas de hasta -55º Celsius y también posee una mejor ductilidad que el acero. Este material ha sido utilizado para proyectos de Construcción Criogénica de Naves Espaciales por parte de la empresa SpaceX.


Perfiles circulares de Acero Carbonizado para Bajas Tº.

Ductilidad del acero:
La ductilidad es una propiedad de algunos materiales que, ante la acción de una fuerza, pueden deformarse plásticamente de manera sostenible sin romperse. Los materiales no dúctiles se les clasifica como Frágiles.

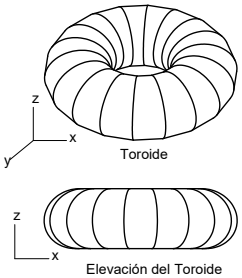
Estructura Aerodinámica

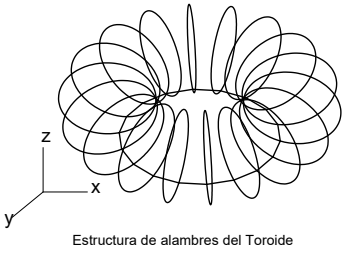
La estructura principal, debe adaptar su morfología según el viento, de modo que no se generen presiones negativas que puedan dañar algún elemento del terminal. Dentro del campo de investigación que se ha desarrollado por la Oficina de arquitectura Arqze, se utilizaron estructuras con doble curvaturas en su morfología, ya que estas evitan que se generen pliegues en la membrana exterior.

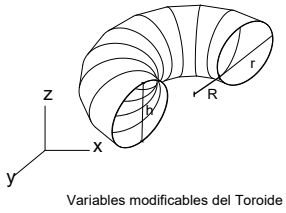
La estructura principal, debe adaptar su morfología según el viento, de modo que no se generen presiones negativas que puedan dañar algún elemento del terminal. Dentro del campo de investigación que se ha desarrollado por la Oficina de arquitectura Arqze, se utilizaron estructuras con doble curvaturas en su morfología, ya que estas evitan que se generen pliegues en la membrana exterior.

Toroide

Un toroide o toro, es una superficie de revolución creada a partir de la rotación de una curva cerrada alrededor de un eje (la curva y el eje de rotación no se tocan). Se genera entonces una superficie con la forma de un anillo. También se puede referenciar al toroide como un poliedro toroidal.
La característica del toroide que nos sirve, es su cualidad de presentar doble curvatura en cualquier parte de su superficie.

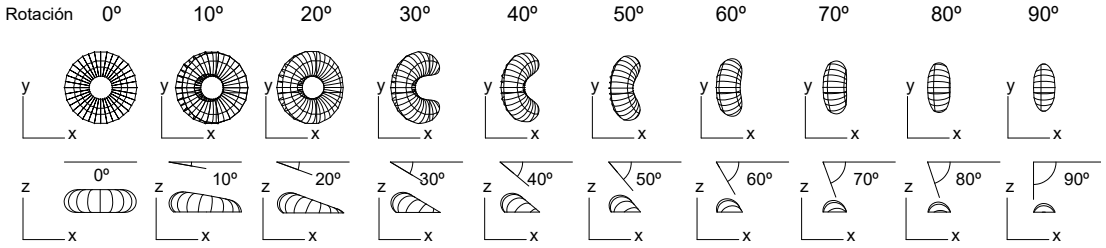






La maquina generada en el plugin de Rhinoceros 5 "Grasshopper" es capaz de modificar el ángulo de rotación del toroide, modificar su altura (h), radio desde el centro (R) y radio de la curva interior del toroide (r).

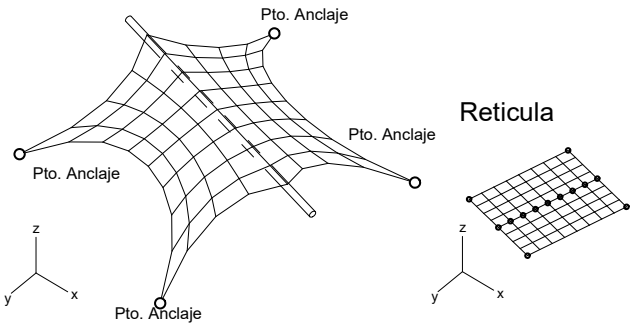
Se analizará el toroide en distintas posiciones, a fin de analizar cual es la postura que genera mejores reacciones contra el viento. Para esto ser rotara el toroide de un extremo, lo que generara una transición morfológica en donde se parte con un toroide, luego se forma una C y por último se logra un caparazón homogéneo.

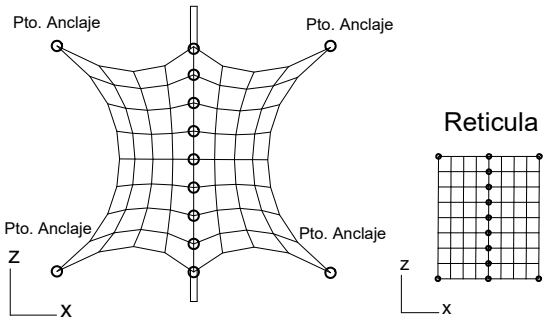


Membrana Estructural

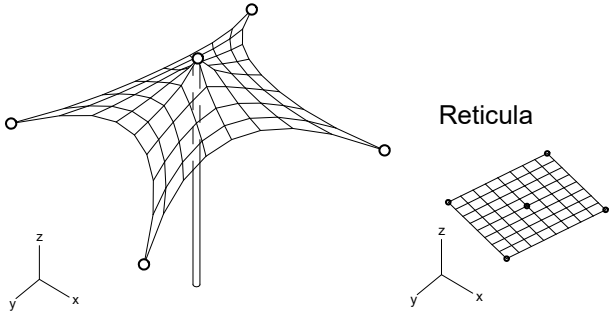
La membrana es una capa exterior que cubre a la estructura y genera un ambiente protegido en su interior para los pasajeros. Esta membrana funciona a tracción y se adhiere generalmente a la base de la estructura (como el caso del cascopolar). La membrana se puede apoyar tanto en elementos puntuales, como en elementos continuos. Para este trabajo de investigaciones, todas las membranas en estudio o generadas en modelos 3D se crearan a partir de una grilla rectangular que tiene puntos en las intersecciónes de las líneas de la grilla. Estos puntos pueden ser configurados como puntos de anclaje, que amarran a la membrana a elementos solidos.

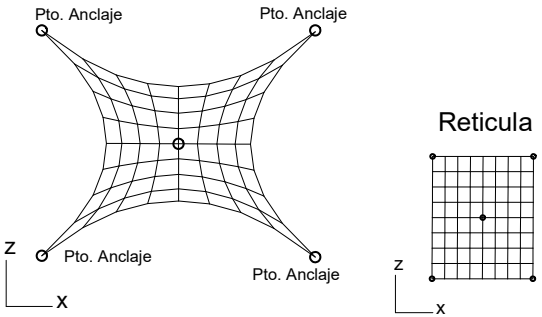
Apoyo Continuo





Apoyo Puntual

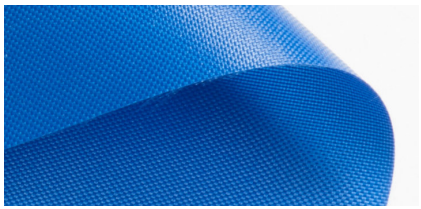




Elementos que conforman las membranas estructurales

Todas las membranas existentes en la actualidad estan compuestas principalmente de tejidos de poliester al cual se le agregan capas de tejidos de PVC para otorgarle distintas cualidades y resistencias. El poliester es una fibra sintetica con la cual se fabrican muchos tipos distintos de tejidos, como por ejemplo la ropa. El PVC por su cuenta es un plastico que surge a partir de la polimerización del Cloruro de Vinilo y en las membranas arquitectonicas tiene la función de proteger al tejido de poliester de los rayos UV y de otros factores atmosfericos como la humedad. Algunas membranas también cuentan con la presencia de teflón, polimero muy similar al polietileno que aporta con propiedades antiadherentes y aislantes.





Existen distintas formas para unir los distintos polimeros que conforman las membranas. Por ejemplo existen simples uniones entre tejidos mediante costuras y juntas utilizadas para membranas que solo funcionan como sombreaderos ya que estas no son aislantes. Existen otros metodos mas sofisticados en donde las membranas son selladas, por ejemplo sellados electrónicos de alta frecuencia o termolaminados. Para efectos de este trabajo de investigacion, la membrana a utilizarse debe ser sellada por la presencia de agua y nieve.

Las caracteristicas principales de las membranas estructurales arquitectonicas son las siguientes:

- Son elementos livianos, faciles de trabajar.
- Posibilidad de ser modificadas geometricamente y también en su composición.
- Son estructuras reversibles, es decir que pueden retirarse una vez instaladas, lo que les otorga la cualidad de ser ambientalmente sustentables.
- Tienen un costo más bajo en comparación a las estructuras comvencionales construidas con materiales solidos.

En cuanto a las ventajas constructivas que aportan las membranas estructurales podemos mencionar:

- Son elementos estructurales, por lo tanto ayudan a tomar y distribuir cargas.
- Solucionan por si solas los problemas de cerramiento del interior de la estructura con respecto al exterior.
- Pueden otorgar una infinidad de formas para solucionar distintos problemas arquitectonicos.
- Pueden acondicionar por si mismas el clima interior de cualquier estructura, esto mediante la regulación e integración de materiales al tejido de la membrana.

Estructura fácil de Prefabrica

La estrategia de prefabricar piezas se genero luego de la industrialización, con el fin de abaratar costos y tiempo los procesos de fabricación. Hoy en día los sistemas prefabricados ya se han tomado el mercado y la gran mayoría de los elementos constructivos (ya sean herramientas o materiales) vienen presentados en formatos prefabricados.

Para tener una estructura de fácil prefabricación, esta o los elementos que la conforman deben ser simples, de modo que el tiempo de fabricación por pieza no sea mucho (al arrendar el servicio de estas maquinarias, el costo es por tiempo de funcionamiento de la maquina). Si hablamos de simplificar al máximo la faena de fabricación, los elementos deberían ser en su mayoría lineales.

Por otra parte, las herramientas que ofrece la tecnología hoy en día nos permiten reducir e industrializar todo el proceso de creación de piezas, con máquinas que realizan labores de forma automática. Estas labores pueden ser cortes, dobleces, perforaciones, etc en distintos materiales, como madera y acero.
Existen entonces dos factores fundamentales para empezar el diseño y creación de la estructura, que esta o las piezas que la conforman deben ser simples y también se debe aprovechar las herramientas que ofrece la tecnología. En resumen, todo se traduce a reducir el tiempo de fabricación de estas piezas.

Análisis con herramientas CFD

Para poder diseñar el terminal se manejan variables de diseño las cuales son cuantificables, se pueden medir. El diseño debe contemplar el clima, en particular el viento de la zona. Este influye de manera directa en las variables de diseño y existen unidades de medida para cuantificar la magnitud del viento. De este modo se puede generar una relación entre los aspectos morfológicos del terminal (los cuales son cuantificables) y el viento, siendo estos dos cuantificables. De este modo se puede tener una representación muy leal a la realidad de los fenómenos físicos que acontecen en los diseños.

Para poder ejecutar este tipo de estudios en donde se simulan las fuerzas del viento, es necesario acudir a las herramientas de Dinámica de Fluidos Computacionales, la cual es una rama de la Mecánica de Fluidos que intenta representar el comportamiento de fluidos en condiciones que se pueden variar. De este modo se pueden realizar simulaciones realistas que entregan resultados cuantitativos.

Los computadores se utilizar para realizar múltiples ecuaciones que simulan iteraciones de los fluidos.

Esta rama de estudios CFD parte en el año 1930. Para ese entonces solo se podía simular en dos dimensiones, a causa de la falta de tecnología. Es en el año 1960 en donde se integra la 3ra dimensión a estas simulaciones y luego la NASA se encargaría de masificar estos estudios, integrándolo en distintos campos de las tecnologías.

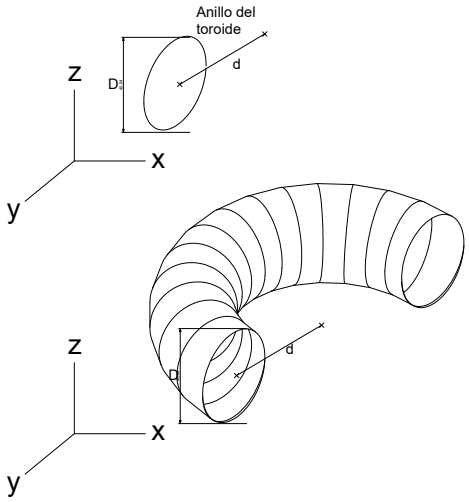
Butterfly:

Butterfly es un plugin de Grasshopper que permite desarrollar simulaciones CFD utilizando un software externo llamado OpenFOAM. OpenFOAM es el programa más riguroso y validado en la ingeniería de hoy en día. Este Plugin esta orientado al análisis del viento y esta diseñado para exportar las geometrías 3D desde Rhinoceros hacia OpenFOAM y iterar las simulaciones de aire.



OpenFOAM

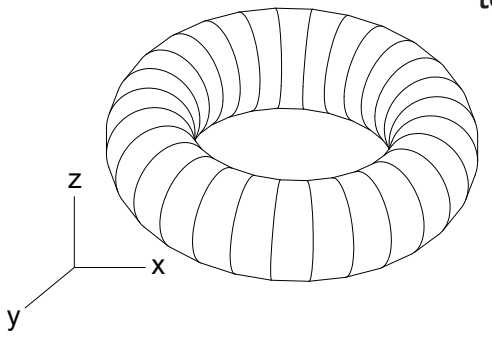
3.3 Propuesta de modelo Nº 1

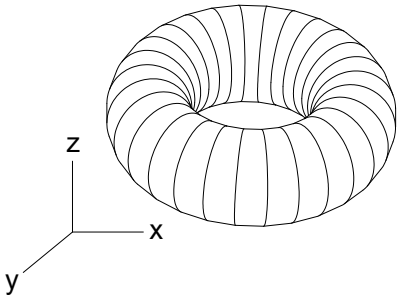


Generación de la geometría de Control:

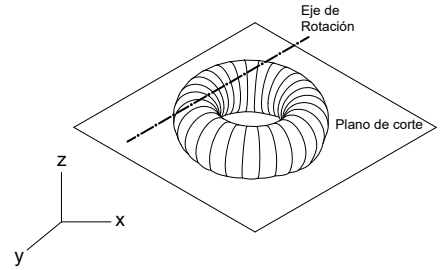
El toroide es el poliedro cuya superficie será la base del modelo, dado las cualidades aerodinámicas ya vistas. Este se genera a partir de una superficie de revolución que es un circulo inscrito en un plano, siendo el diámetro de este círculo un anillo del toroide. Se traza una línea desde el centro de este círculo y otro punto dentro del mismo plano, esta distancia es la misma que se encuentra entre en centro del toroide y el centro de uno de sus anillos.

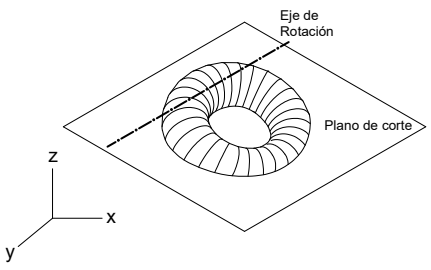
Luego desde el centro del toroide, se genera una rotación del circulo alrededor del punto. Se obtiene como resultado el toroide. Se puede modificar el alto y el ancho de los anillos del toroide, como también la variable d.

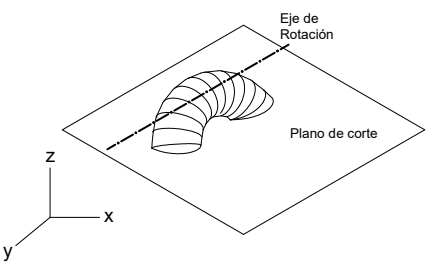




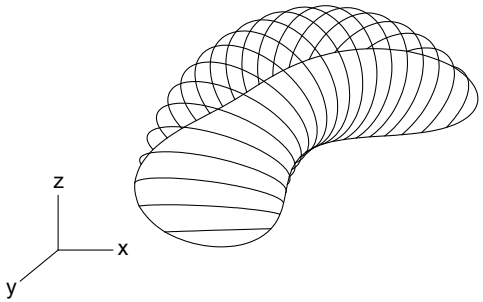
Este toroide se posa sobre un plano de corte. En la superficie de este plano quedan una serie de arcos resultantes de el corte entre los anillos con el plano de corte. Se obtiene entonces un sólido por diferencia (diferencia entre el toroide y el plano de corte) y se manifiesta mediante una sucesión de arcos de distintas medidas.



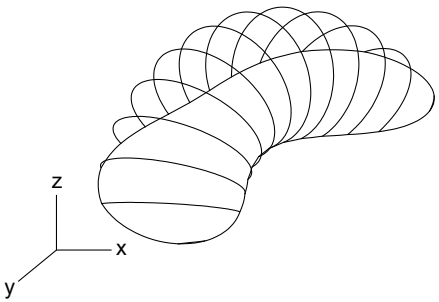




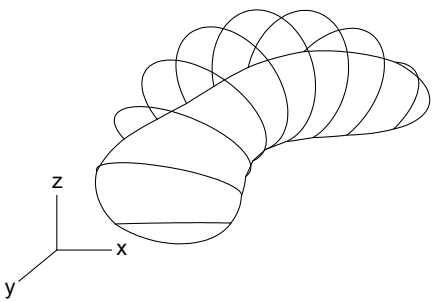
Estos arcos son las curvas generatrices de la estructura, ya que la estructura plegable adoptara la forma de la curva, entonces se obtiene una sucesión de curvas.



Sucesión de 20 arcos

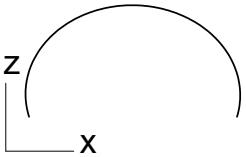


Sucesión de 11 arcos

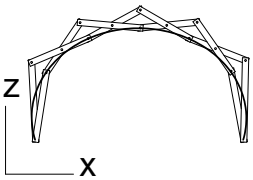


Sucesión de 9 arcos

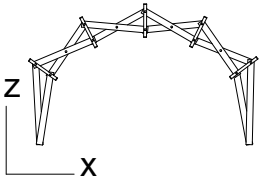
Cada uno de estos arcos es una estructura plegable que utiliza el mecanismo del pantógrafo. Los apoyos son puntuales para simplificar la estructura. Esta se puede comprimir, lo que ocupa una pequeña superficie en relación a la gran superficie que ocupa el arco extendido. Se presentan muchos puntos de pivote que son sus uniones.



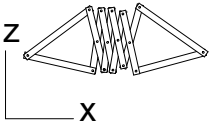
Arco base



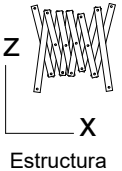
Estructura plegable generada a partir del arco



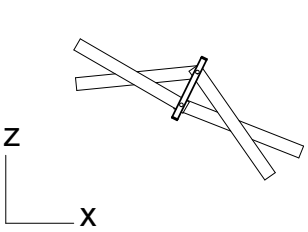
Arco plegable con atiesadores



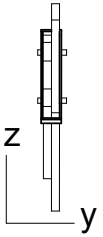
Estructura Comprimida

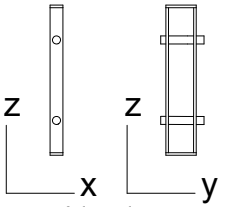


Estructura Comprimida sin uniones en los apoyos.



Sección Arco Plegable

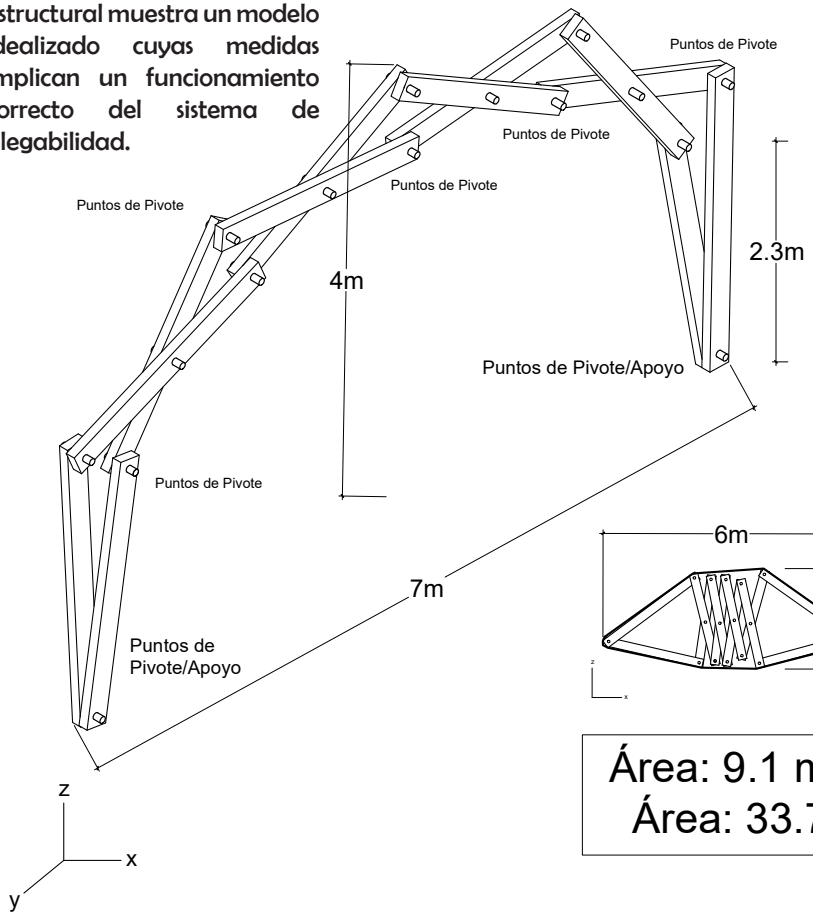




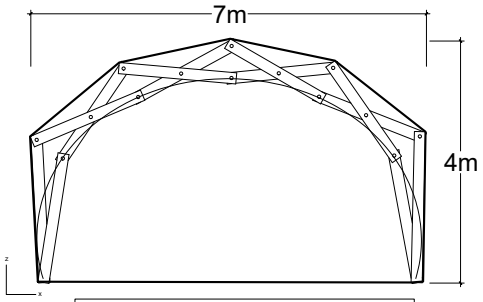
Atiesador

El atiesador es un elemento de acero que cumple la función de rigidizar los arcos plegables y se ubica en los puntos de pivote (se une a estos). La otra función importante de estas piezas es que permiten a los arcos plegables unirse a cualquier otra parte del terminal ya que funcionan como puntos de unión.

Estructura sana: La siguiente representación de un arco estructural muestra un modelo idealizado cuyas medidas implican un funcionamiento correcto del sistema de plegabilidad.

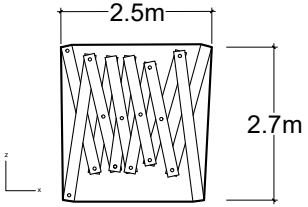


Áreas y porcentajes de superficie



Área: 27,17 m2
Área: 100%

Área: 9.1 m2
Área: 33.7%

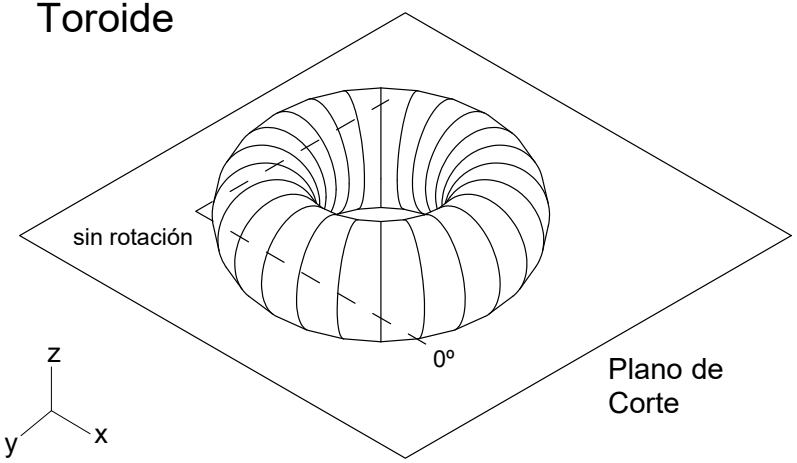


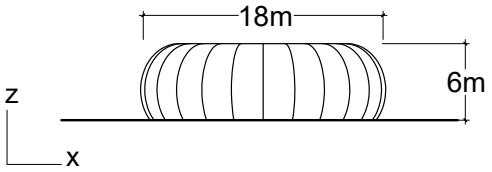
Área: 7.54 m2
Área: 25.9%

Dentro de las cualidades favorables que propone esta modelo es que cubre una gran cantidad de metros cuadrados cuando esta extendida y se puede comprimir hasta un 25% del área total que cubre. Cuando el elemento este comprimido se pueden quitar las uniones de las bases del arco para ocupar menos área en caso de trasladar una de estas estructuras. El arco presenta 12 puntos de unión , que al mismo tiempo son pivotes ya que permiten rotar a los elementos que componen el arco de manera libre.

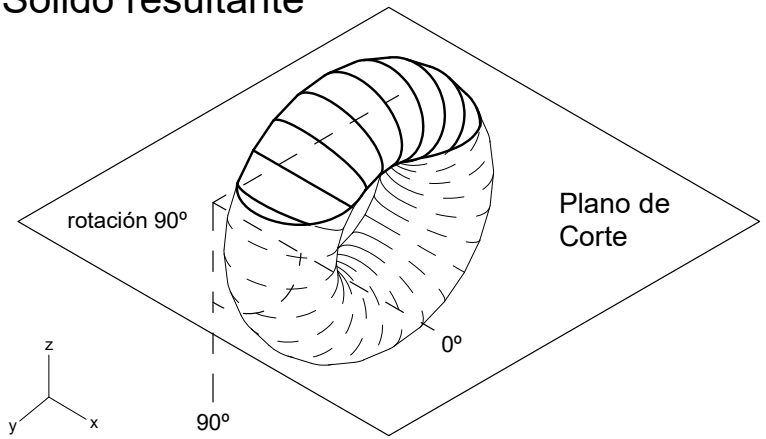
Las siguientes representaciones explican el proceso de rotación del toroide. Se muestra como éste rota en 90º quedando un sólido por diferencias representado por una sucesión de arcos de distintas medidas. Este modelo es la base para recrear todos los arcos de la estructura y determinar el área en m2 que esta ocupa.

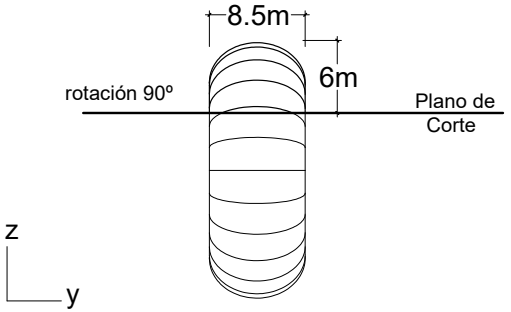
Toroide

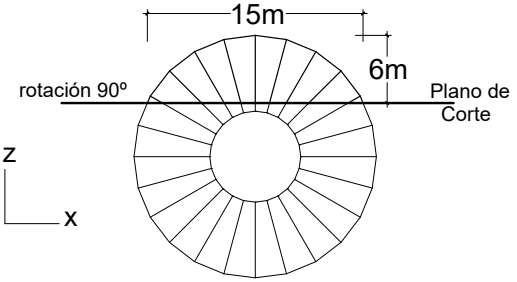




Solido resultante

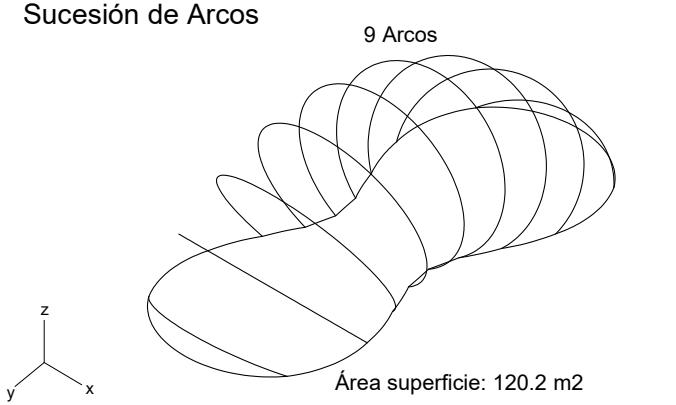


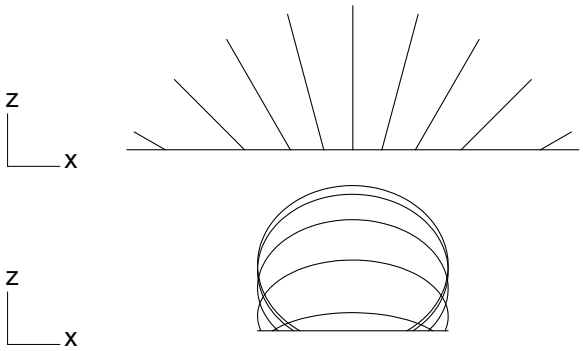




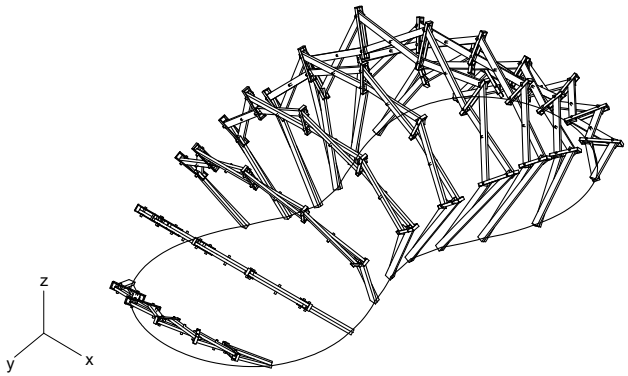
Como resultado tenemos una sucesión de 9 arco cuya altura máxima alcanza lo 8m, ancho de 6m y largo de 15m. La superficie que ocupan los arcos es de 120.2 m2 aprox. El paso posterior es generar las uniones entre arco para rigidizar la estructura, ya que en el estado actual no se encuentra en equilibrio, es una estructura imposible de realizar actualmente.

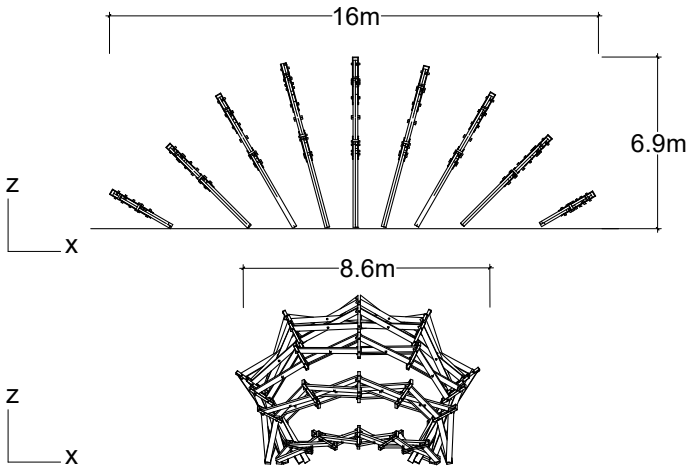
Sucesión de Arcos



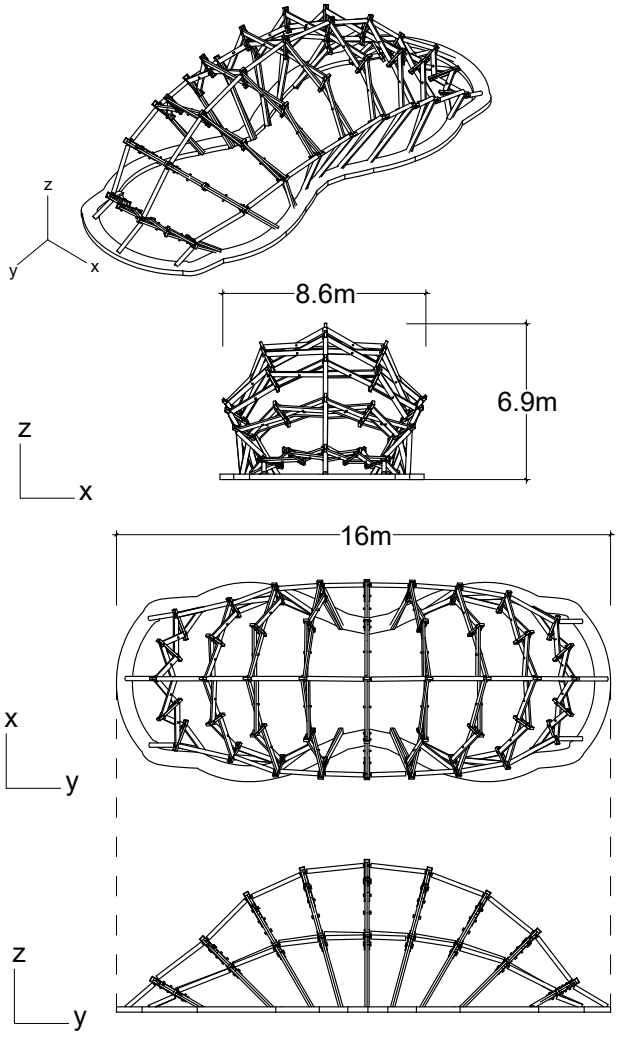


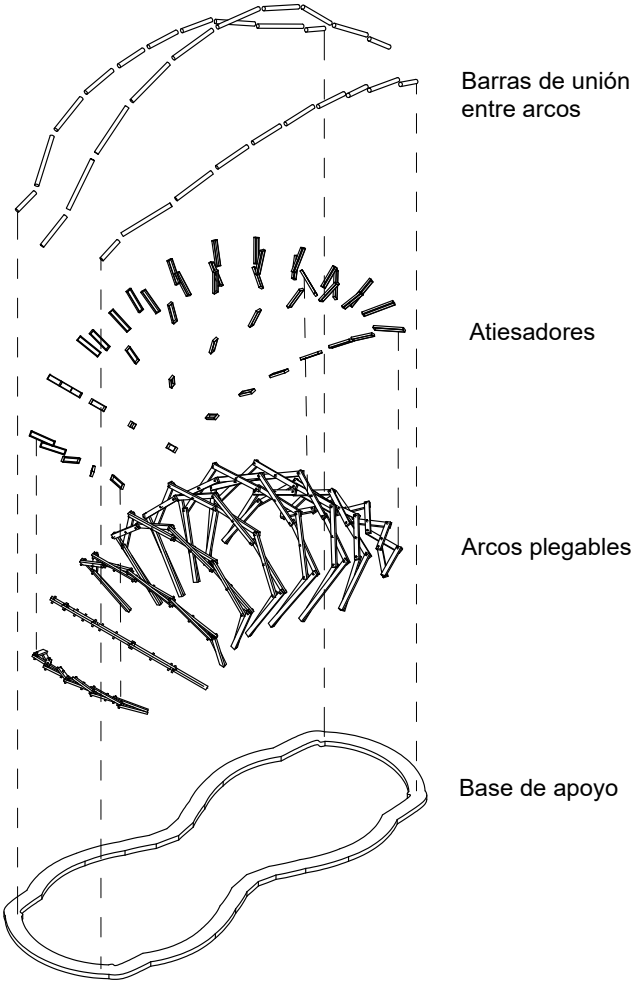
Estructura en base a arcos



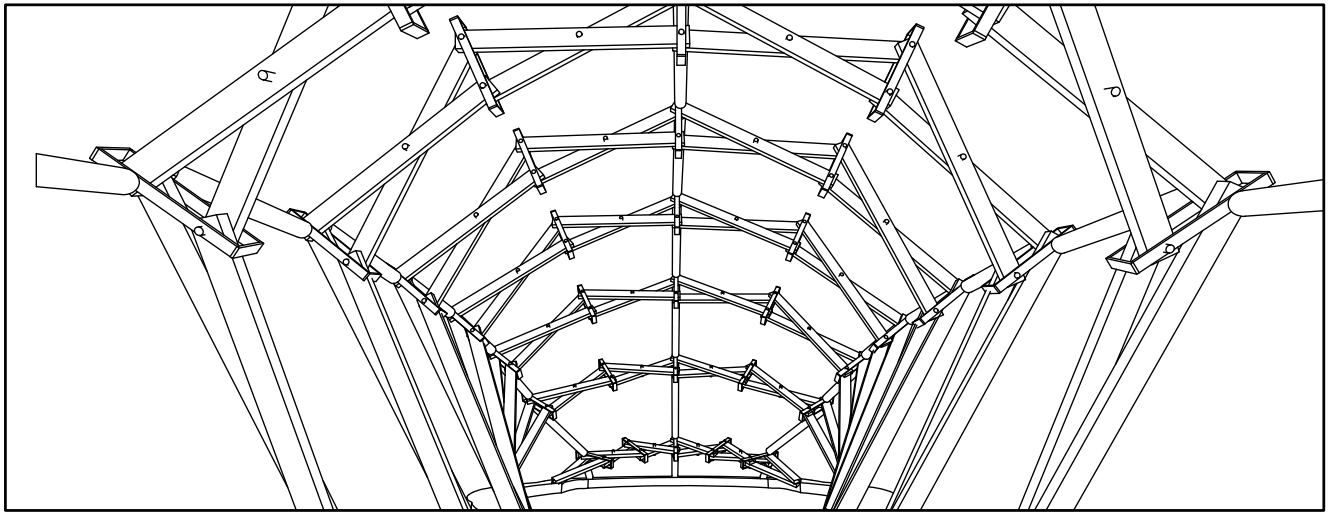


Cuando la estructura de arcos plegable ya esta plegada y con sus atiesadores puestos se procede a rigidizar la estructura, uniendo los arcos plegables. En un principio estas uniones bastan con ser estructuras lineales rígidas (barras) que se conectan a dos atiesadores opuestos de distintos arcos. Estas barras se conectan creando tres sucesiones lineales de estas a través de la estructura.
También se genera una plataforma que contiene a los arcos y se inscribe en el perímetro que ocupa en la superficie de la estructura. No es pertinente aún establecer detalles de uniones entre elementos, ya que aún no se tiene una noción de si la estructura es posible de realizar o no.

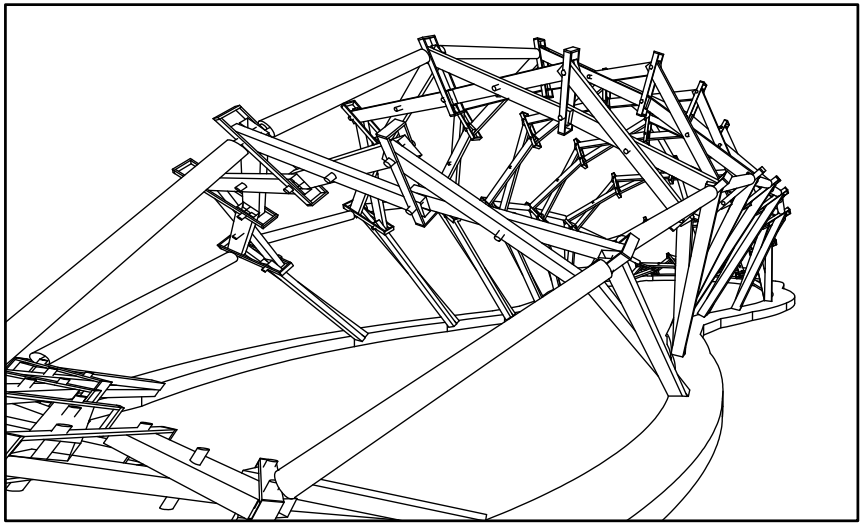




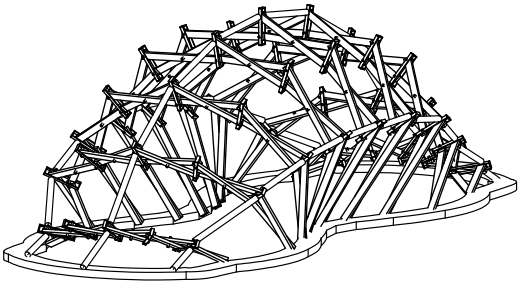
Isométrica Explotada



Vista Interior de la estructura



Vista exterior de la estructura



Modelo 3D

3.4 Analisis Energético

En total son 10 posiciones las que permite el toride. La siguiente colección muestra las posibilidades que la membrana puede alcanzar, junto con un análisis de una simulación de viento, de presión y una simulación de radiación, con el objetivo de cuantificar las ventajas de cada una de las variaciones. Se analizaran según 3 variables, cada una con mayor ponderación que la anterior. El orden de mayor importancia a menor es el siguiente:

-Sombra de viento: área en la cual el viento se desplaza a bajas velocidades. Para las siguientes simulaciones se emplea un viento de 60 km/h.

- Cantidad de presión: cantidad de fuerza ejercida en ciertos puntos de la membrana (medidos en Pascales).

-Cantidad de radiación: área y cantidad de radiación que llega a ciertos puntos de la membrana. Se muestra la radiación total generada entre las 08:00 am - 06:00 pm.

De estos análisis se desprenderán los resultados más efectivos en cada una de las variables y de este modo se tendrán los datos necesarios para generar el diseño final de la estructura.

Ponderaciones

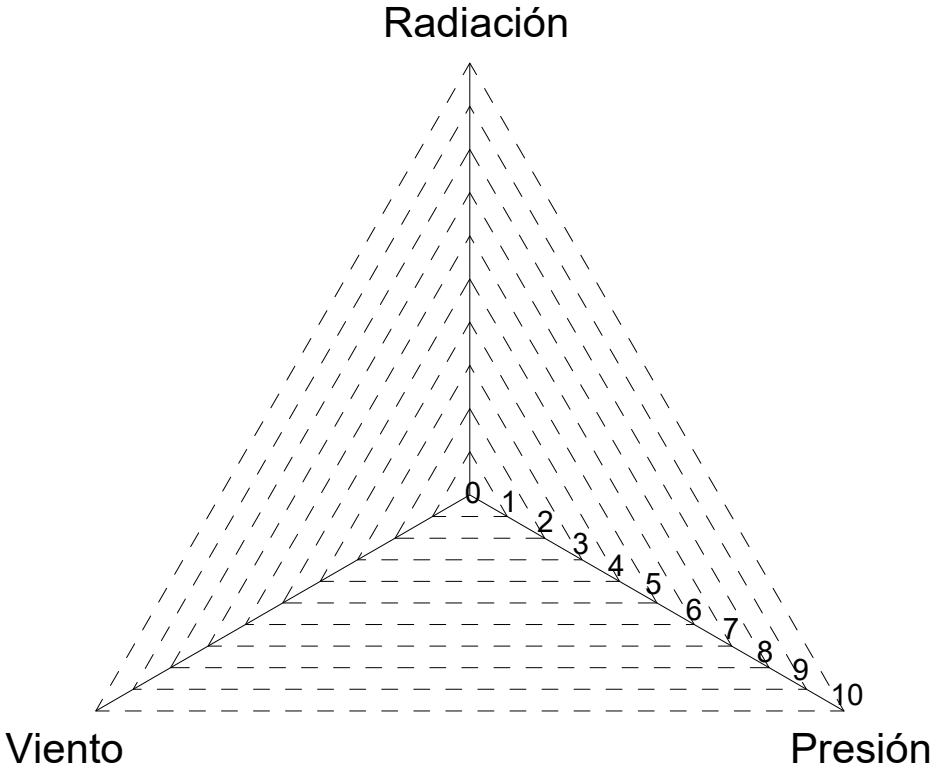
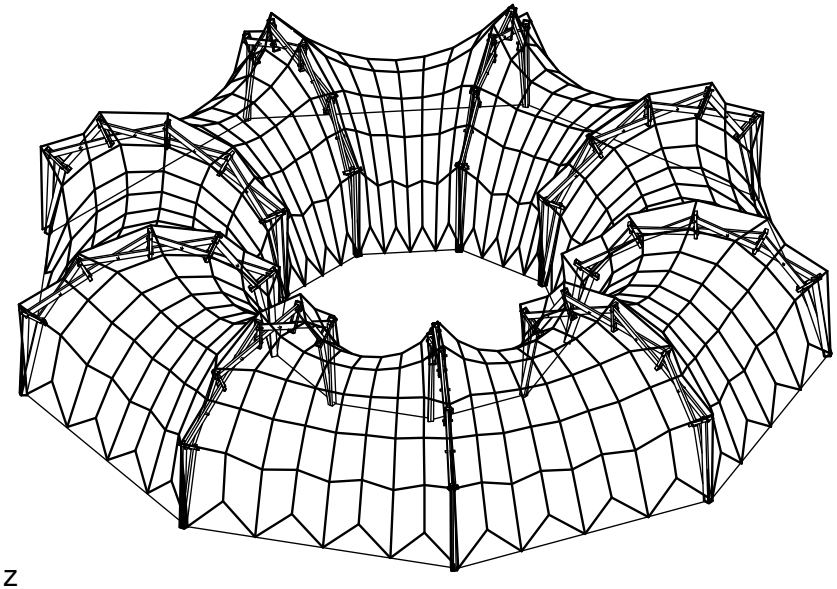


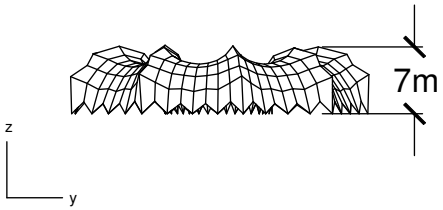
Diagrama de ponderaciones: se genera un diagrama triangular que muestra las 3 variables de análisis de los modelos. Se obtienen los rangos entre los que flutuan los resultados de las 3 variables, luego se calcula para cada caso el porcentaje que representan los resultados del rango total. Para simplificar los resultados se aproximan al multiplo de 10 más cercano para obtener como resultados números enteros.

1ª Variación ; 0 º inclinación

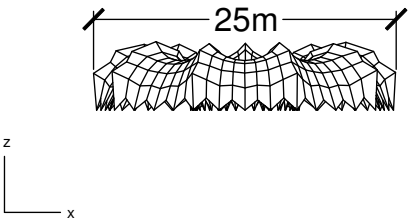
Vista Isometrica



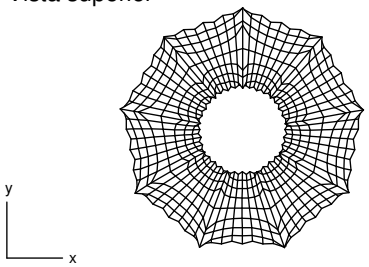
Elevación



Elevación



Vista superior



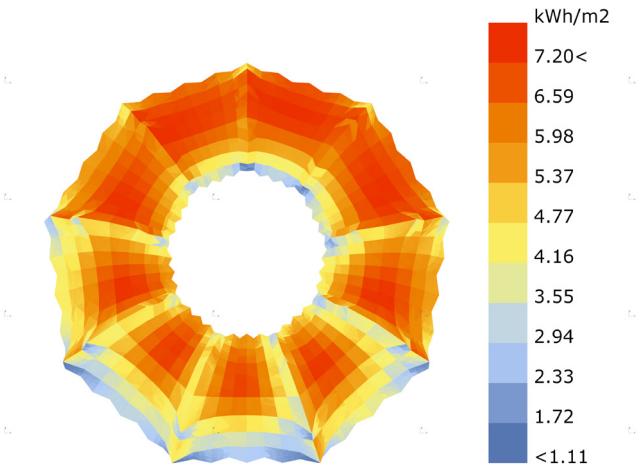
1º Variación: La membrana sigue la morfología del toroide generando un un túnel de gran envergadura continuo, que tiene circunscrito un patio interior con una gran sombra de viento.

La Radiación se posa por sobre gran parte de la cubierta en verano, dejando pequeñas franjas sin contacto directo con la radiación.

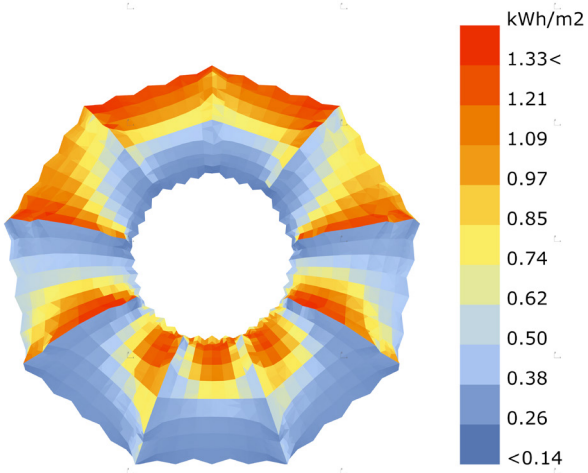
-Sombra de Viento: Sombra de 46 metros de largo. Velocidades de 10 km/h.

-Cantidad de Presión: la máxima presión generada es de -160 Pa.

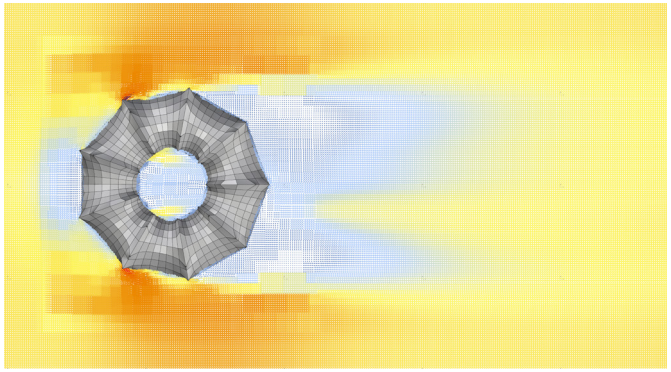
-Cantidad de Radiación: en verano se cubre un 92% del area total de la membrana con una radiación máxima de 7,2 kwh/m2



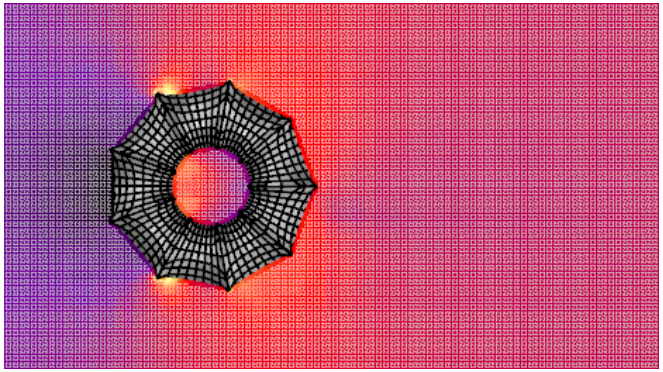
Modelo CFD área de radiación solar verano.



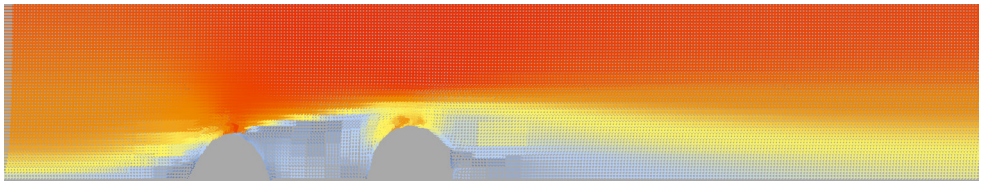
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



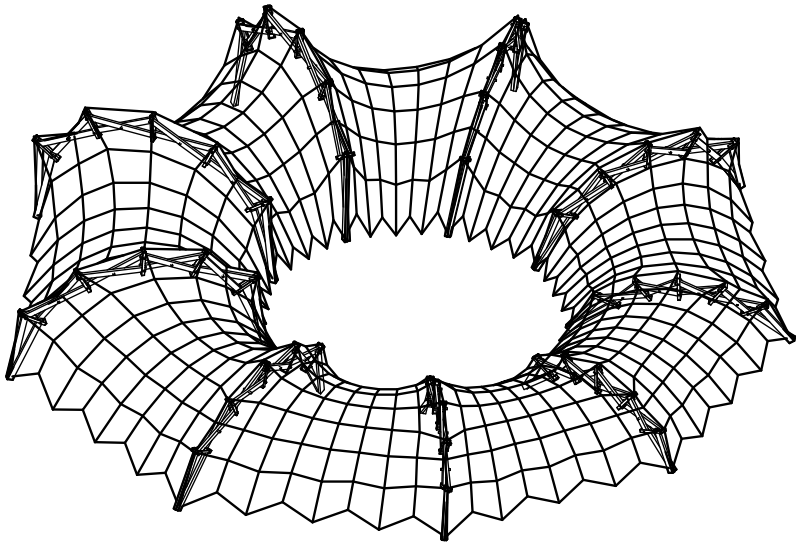
Modelo CFD puntos de presión



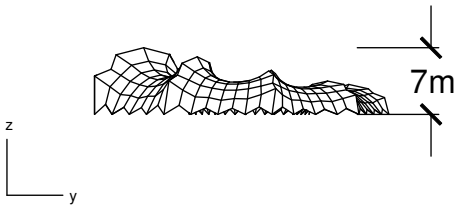
Modelo CFD sombra de viento

2ª Variación ; 10 º inclinación

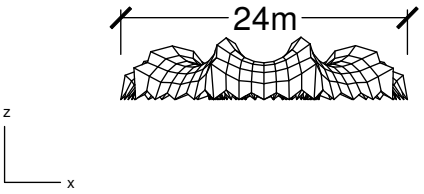
Vista Isometrica



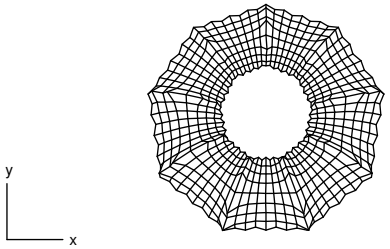
Elevación



Elevación

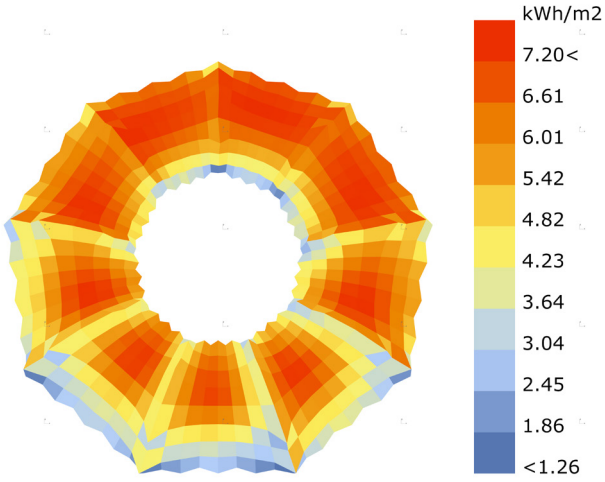


Vista superior

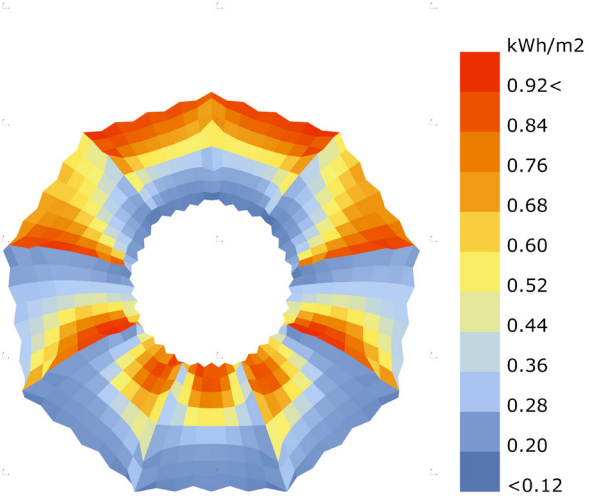


2ª variación: La membrana sigue la morfología del toroide rotado, generando un un túnel de gran envergadura que presenta una variación en sus alturas, existiendo un espacio cuya altura máxima es 7 m y su altura mínima son 2,5m. Tiene circunscrito un patio interior con una gran sombra de viento.
La Radiación se posa por sobre gran parte de la cubierta en verano, dejando pequeñas franjas sin contacto directo con la radiación, sin embargo debido a la diferencia de alturas, una zona tiene mayor exposición a la radiación solar en comparación a la otra.

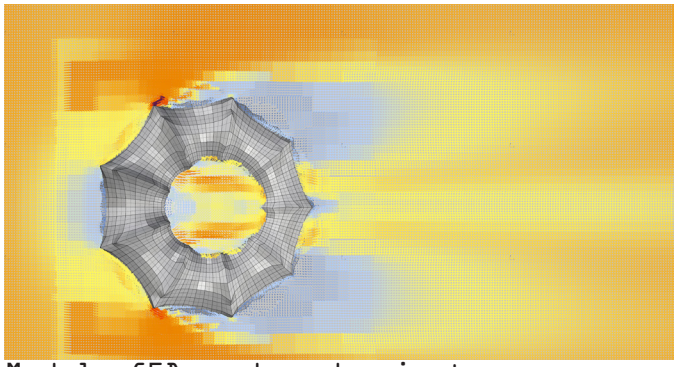
-Sombra de Viento: Sombra de 27 metros de largo. Vientos de 13 km/h.
-Cantidad de Presión: la máxima presión generada es de -156 Pa.
-Cantidad de Radiación: en verano se cubre un 93% del area total de la membrana con una radiación máxima de 7,2 kwh/m2



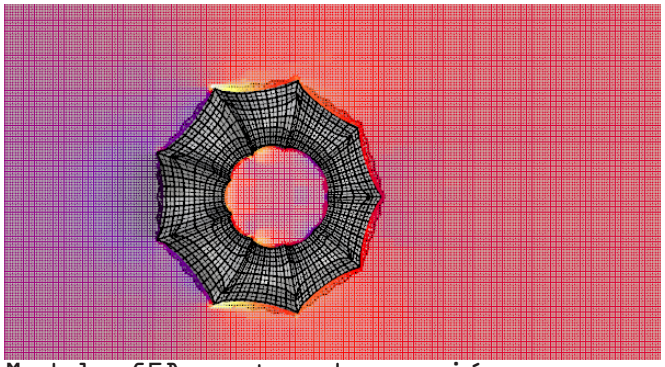
Modelo CFD área de radiación solar verano.



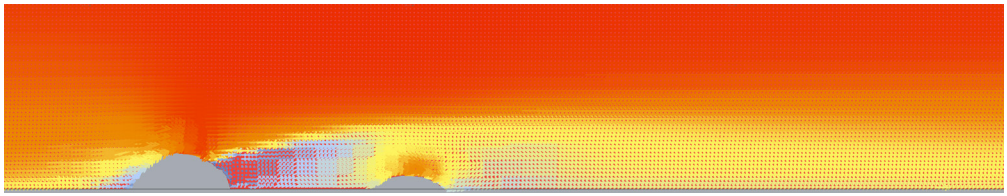
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



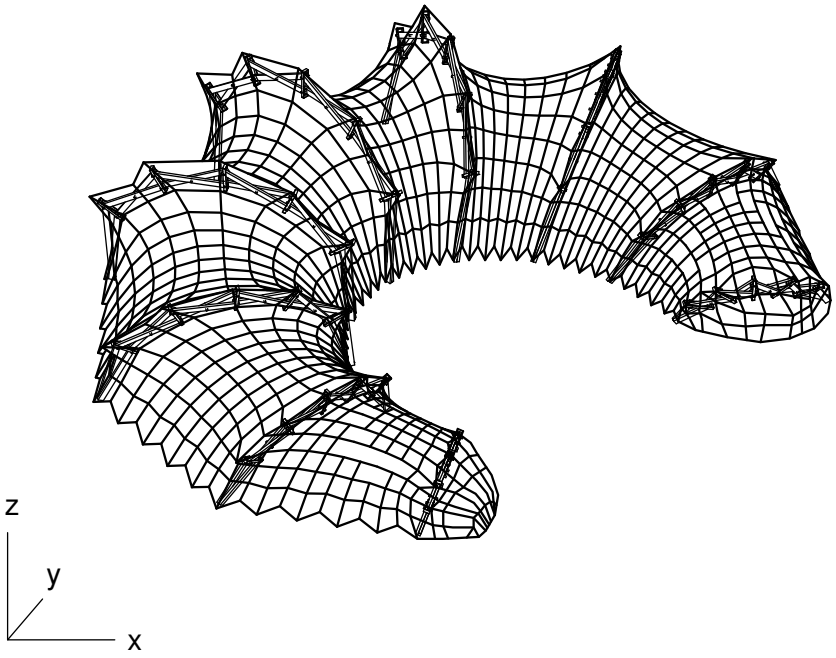
Modelo CFD puntos de presión



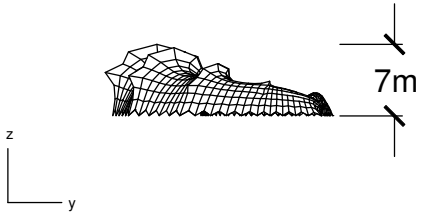
Modelo CFD sombra de viento

3ª Variación ; 20 º inclinación

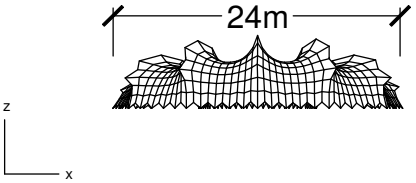
Vista Isometrica



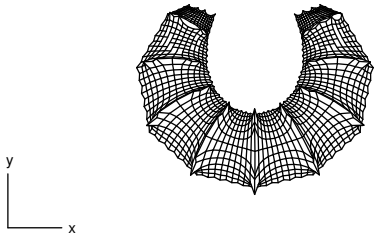
Elevación



Elevación

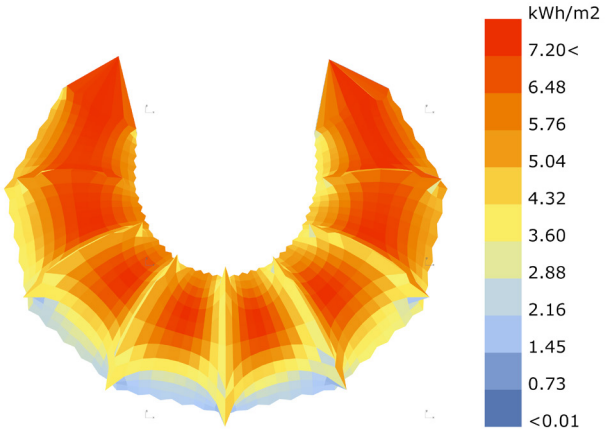


Vista superior

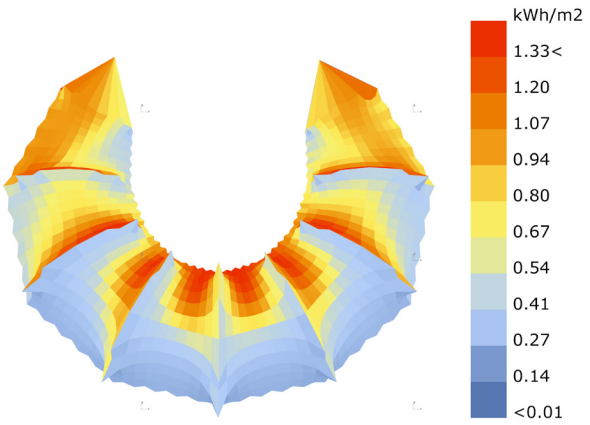


3ª variación: se genera una suerte de medialuna que contiene a un espacio central ideal para el traspaso de pasajeros. La estructura esta formada por dos alas que desde el centro hacia los extremos reducen su altura. La altura máxima es de 7m, el ancho es de 24 m.

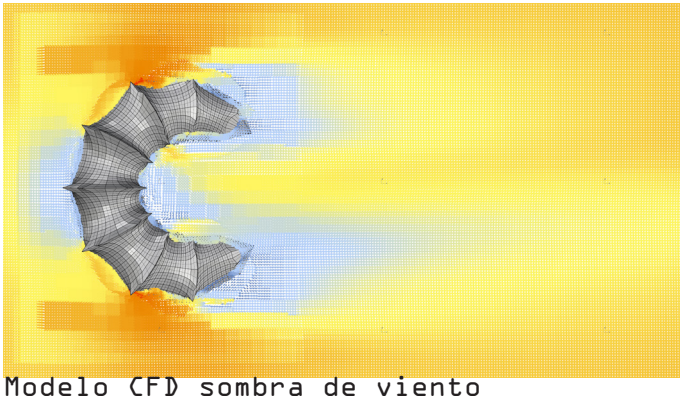
-Sombra de Viento: Sombra de 29 metros de largo. Velocidades de 17 km/h.
-Cantidad de Presión: la máxima presión generada es de -130 Pa.
-Cantidad de Radiación: en verano se cubre un 95% del area total de la membrana con una radiación máxima de 7,2 kwh/m2



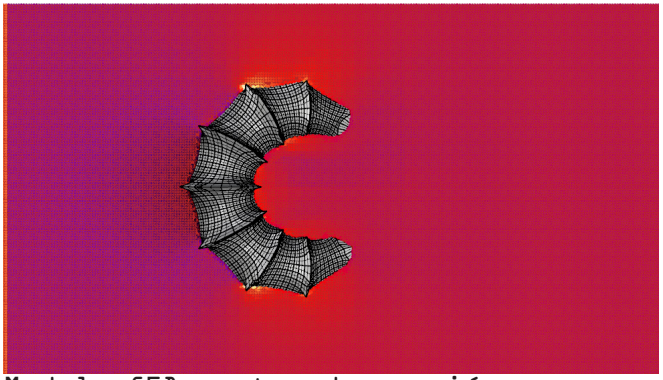
Modelo CFD área de radiación solar verano.



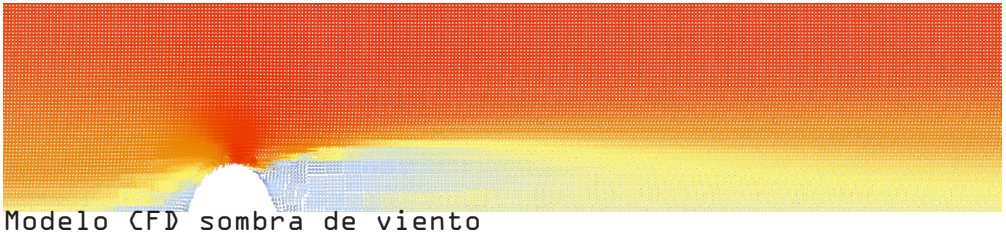
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



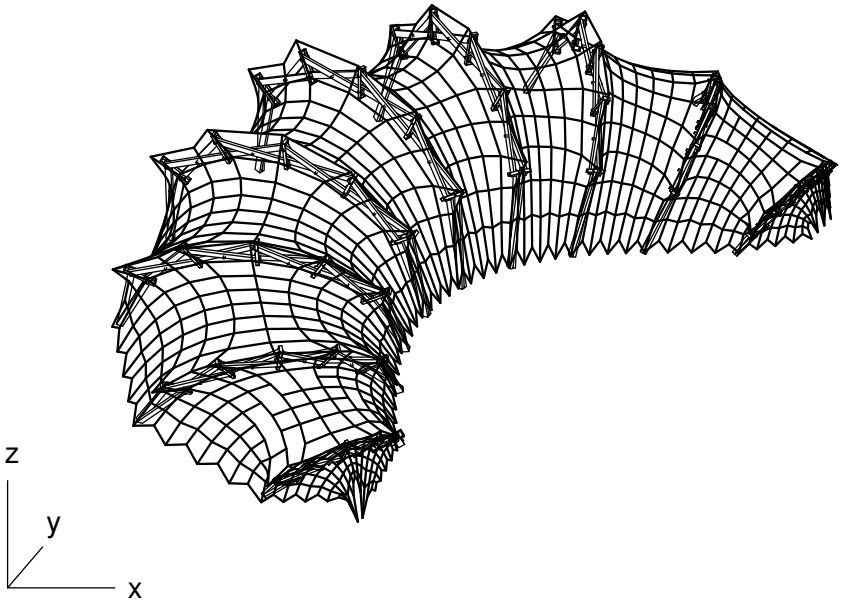
Modelo CFD puntos de presión



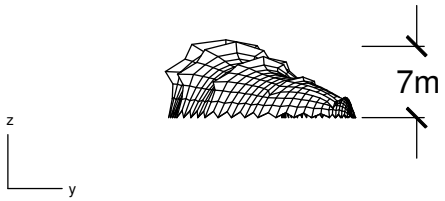
Modelo CFD sombra de viento

4ª Variación ; 30 º inclinación

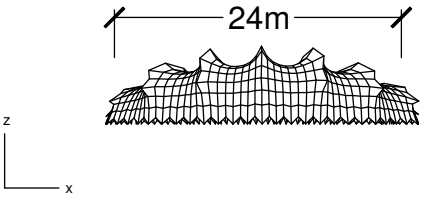
Vista Isometrica



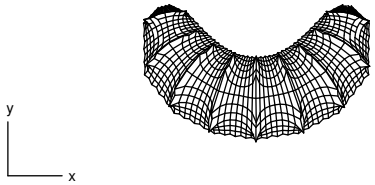
Elevación



Elevación

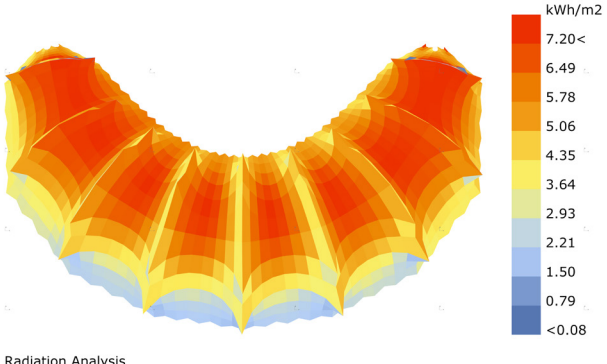


Vista superior

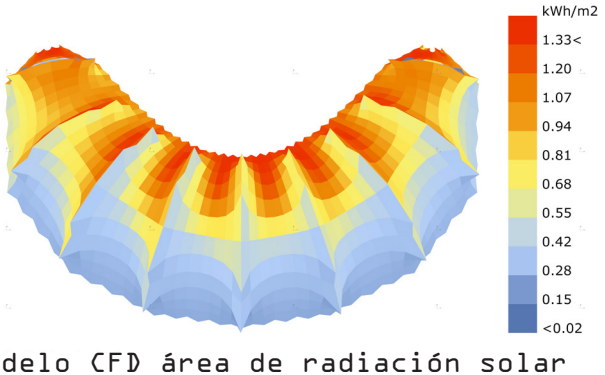


4ª variación: Se continua con la forma de medialuna, pero esta vez la estructura presenta una menor contención al espacio central. La altura máxima es de 7m y el ancho de 24m. Se empieza a presentar una continuidad visual interior, factor que las variaciones anteriores no poseían.

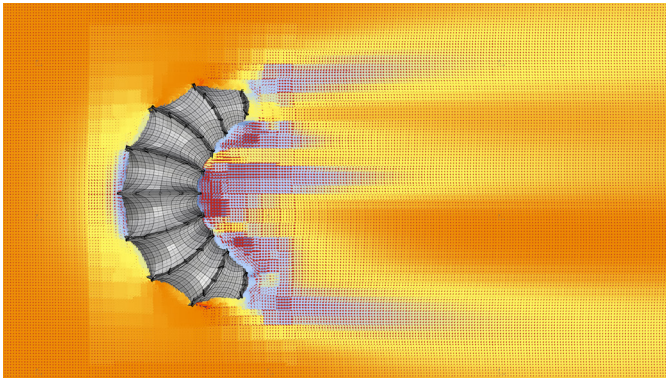
-Sombra de Viento: Sombra de 29 metros de largo. Viento de 19 km/h.
-Cantidad de Presión: la máxima presión generada es de -128 Pa.
-Cantidad de Radiación: en verano se cubre un 96% del area total de la membrana con una radiación máxima vde 7,2 kwh/m2



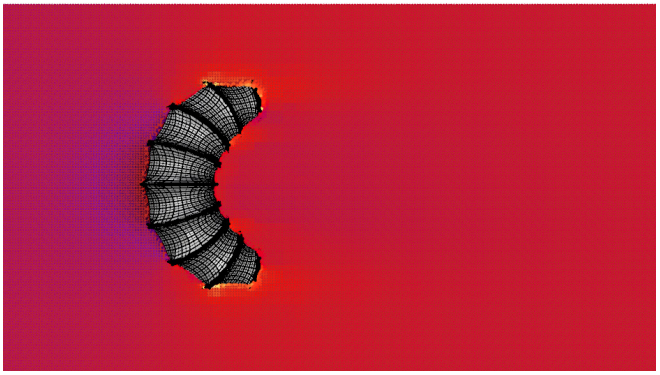
Modelo CFD área de radiación solar verano.



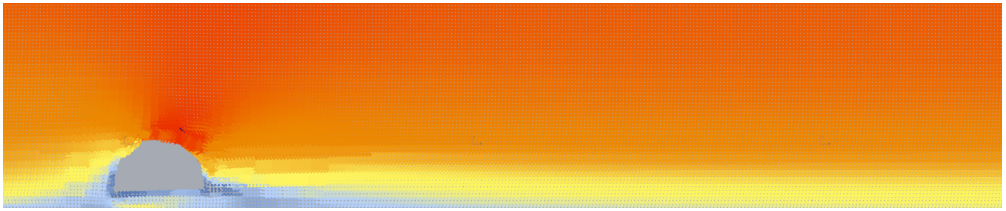
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



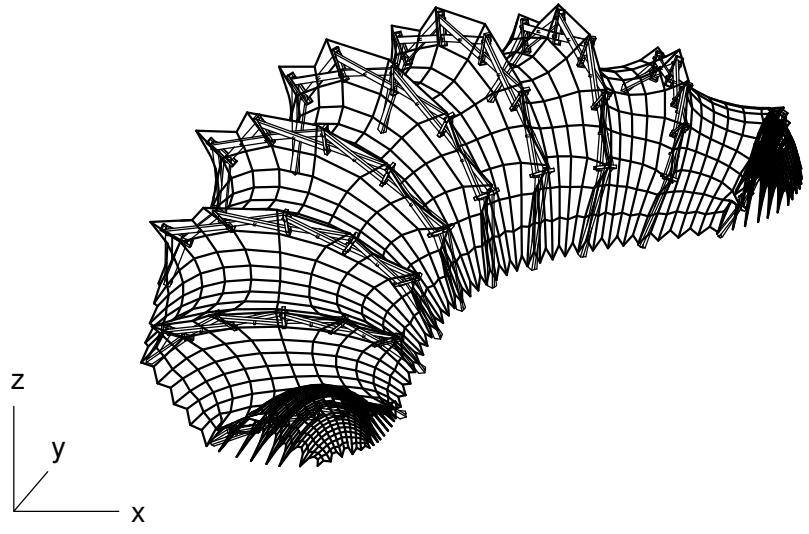
Modelo CFD puntos de presión



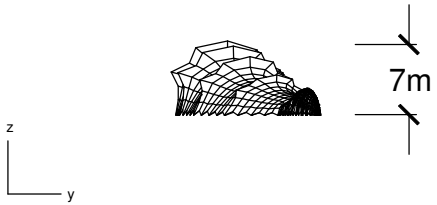
Modelo CFD sombra de viento

5ª Variación ; 40 º inclinación

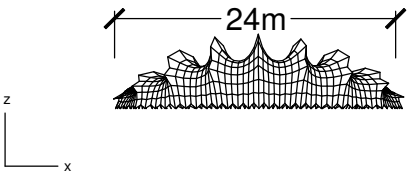
Vista Isometrica



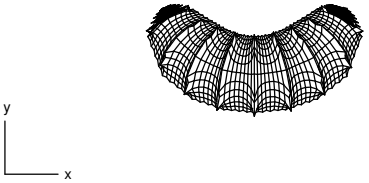
Elevación



Elevación



Vista superior

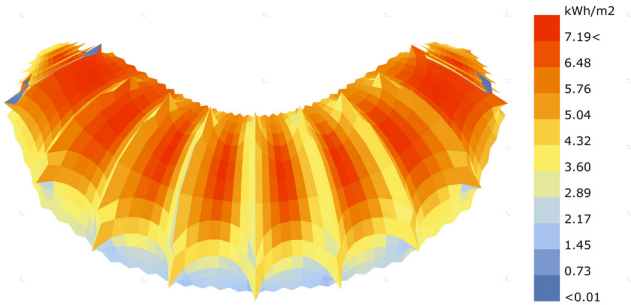


5ª variación: La estructura aún adopta una forma de medialuna. El espacio que contiene es menor, sin embargo genera grandes sombras de vientos, tanto en el centro como en los extremos de sus alas. La continuidad visual interior es mayor, pero aún no completa (no se puede ver de extremo a extremo).

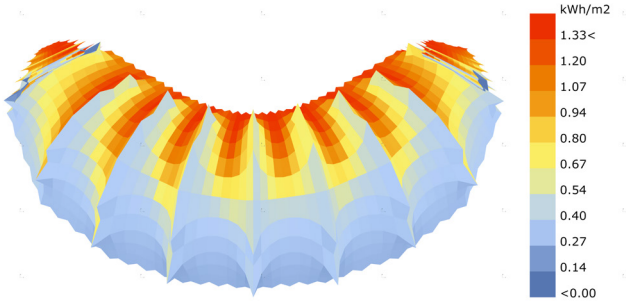
-Sombra de Viento: Sombra de 28 metros de largo. Vientos de 20 km/h.

-Cantidad de Presión: la máxima presión generada es de -128 Pa.

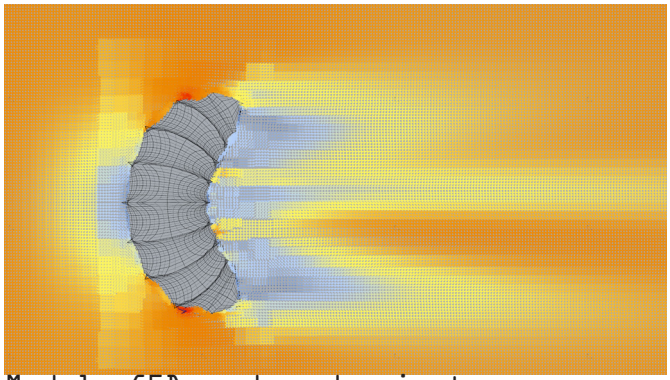
-Cantidad de Radiación: en verano se cubre un 95% del area total de la membrana con una radiación máxima vde 7,2 kwh/m2



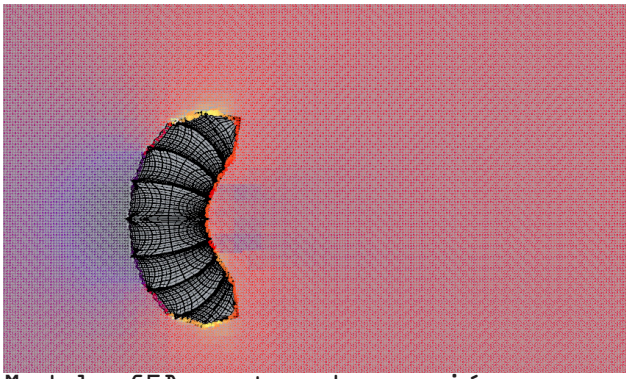
Modelo CFD área de radiación solar verano.



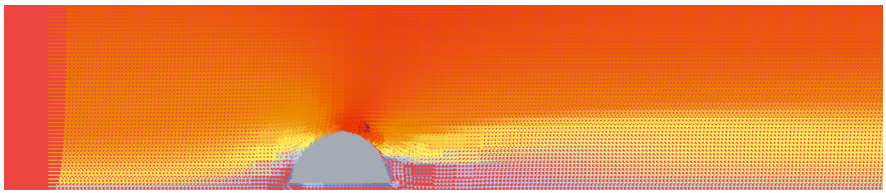
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



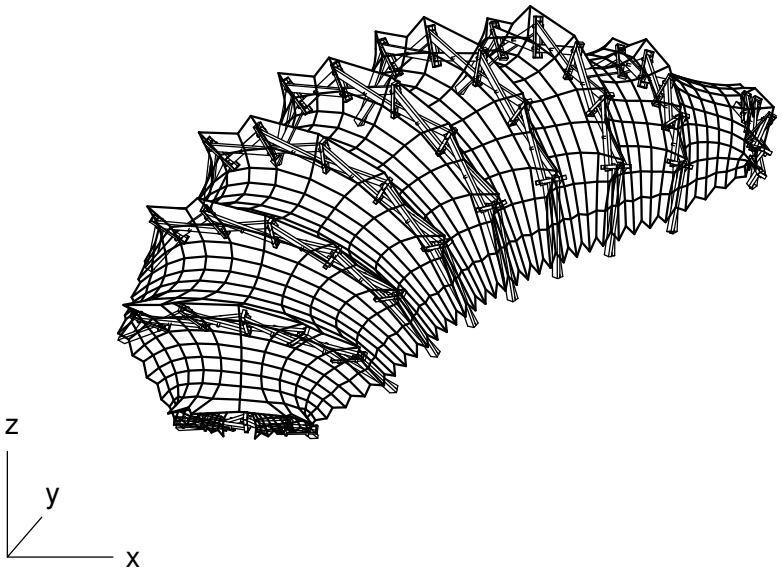
Modelo CFD puntos de presión



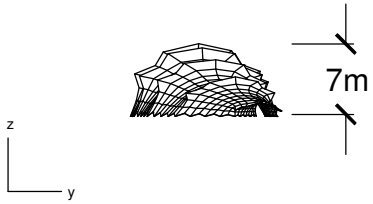
Modelo CFD sombra de viento

6ª Variación ; 50 º inclinación

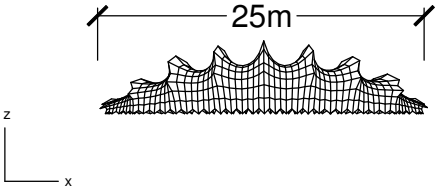
Vista Isometrica



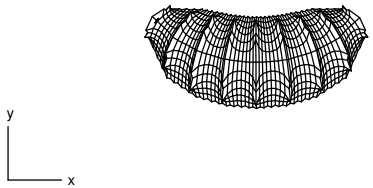
Elevación



Elevación



Vista superior

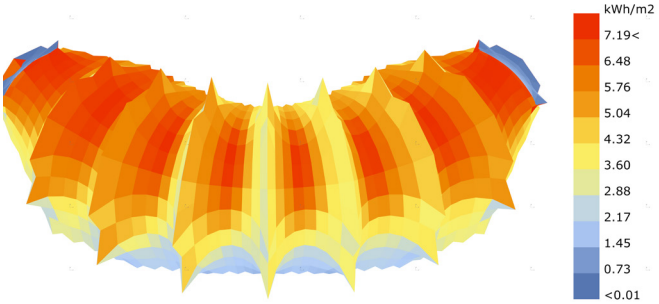


6ª variación: Aparece la continuidad visual interior de extremo a extremo de la estructura. La forma de esta se asemeja a un frijol. La estructura genera grandes sombras de viento pero de velocidades que superan los 20 km/h.

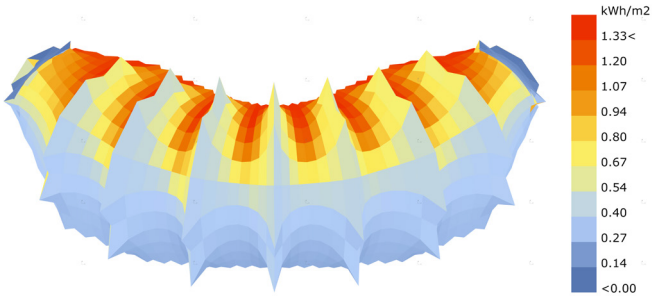
-Sombra de Viento: Sombra de 27 metros de largo. Vientos de 20 km/h.

-Cantidad de Presión: la máxima presión generada es de -119 Pa.

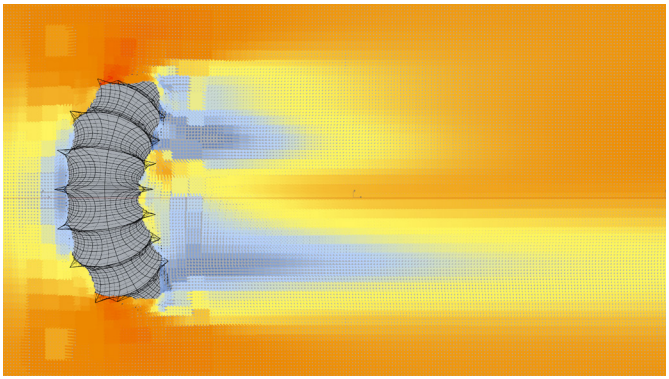
-Cantidad de Radiación: en verano se cubre un 91% del area total de la membrana con una radiación máxima vde 7,2 kwh/m2



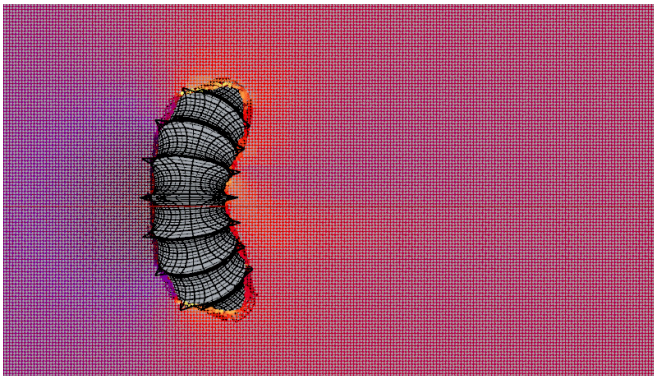
Modelo CFD área de radiación solar verano.



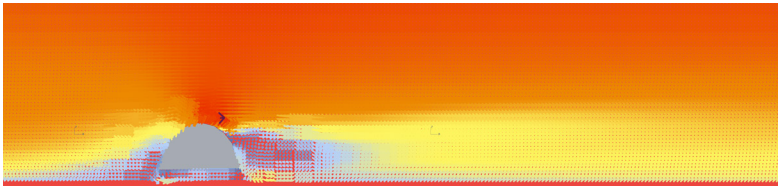
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



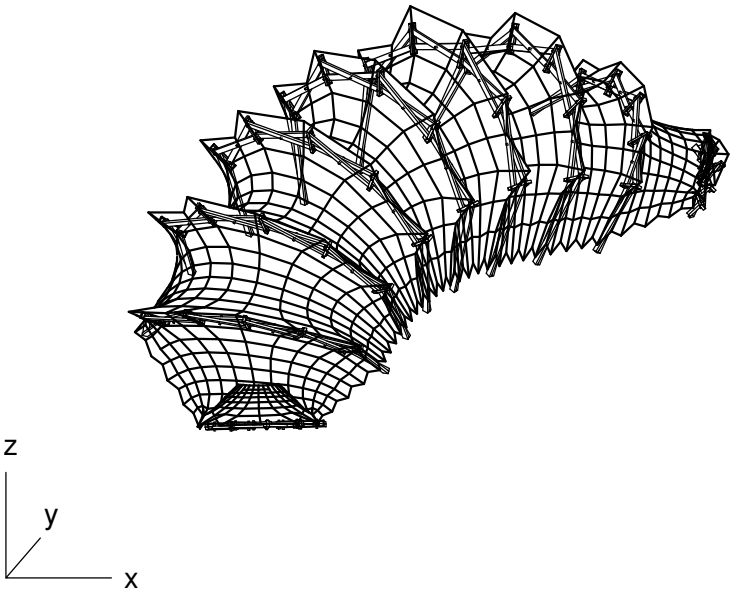
Modelo CFD puntos de presión



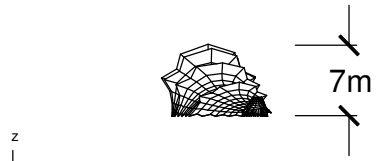
Modelo CFD sombra de viento

7ª Variación ; 60 º inclinación

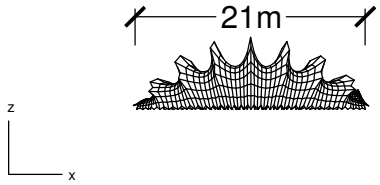
Vista Isometrica



Elevación



Elevación



Vista superior

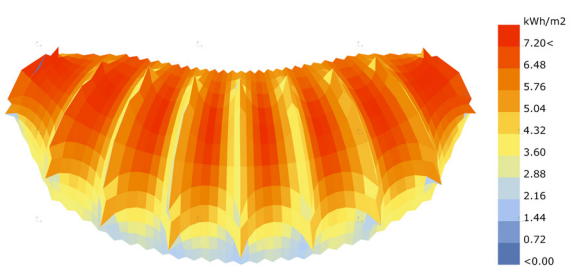


7º variación: Estructura con forma de frijol. La continuidad visual interior se mantiene. La estructura reduce su largo a 21m, pero mantiene una altura de 7m. Produce cortas sombras de viento en su centro como en los exteriores. Se producen presiones en las alas o extremos, pero no son peligrosas para la membrana.

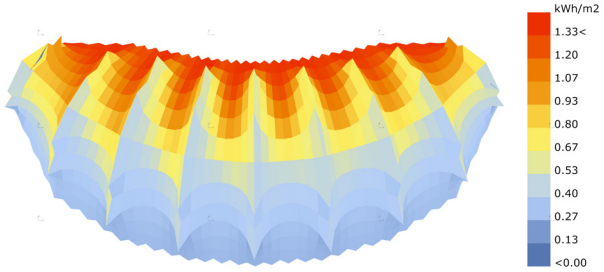
-Sombra de Viento: Sombra de 15 metros de largo. Vientos de 23 km/h.

-Cantidad de Presión: la máxima presión generada es de -120 Pa.

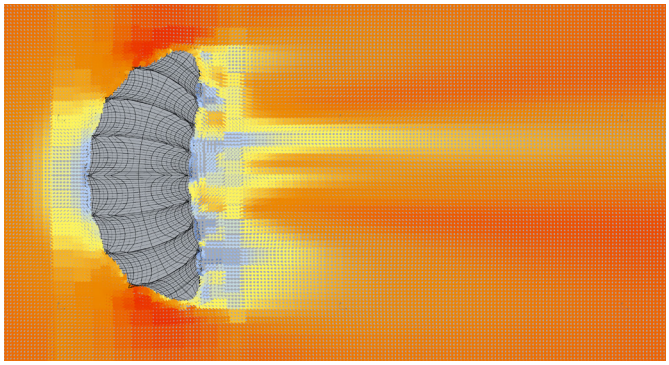
-Cantidad de Radiación: en verano se cubre un 92% del area total de la membrana con una radiación máxima vde 7,2 kwh/m2



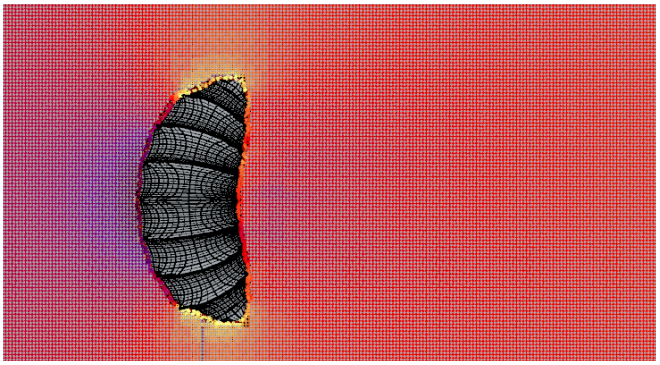
Modelo CFD área de radiación solar verano.



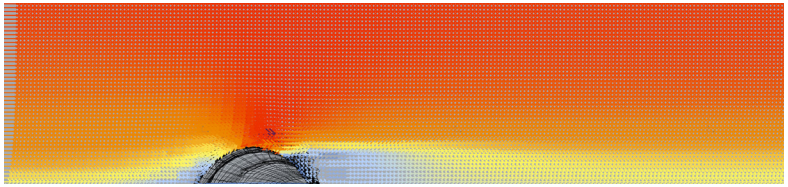
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



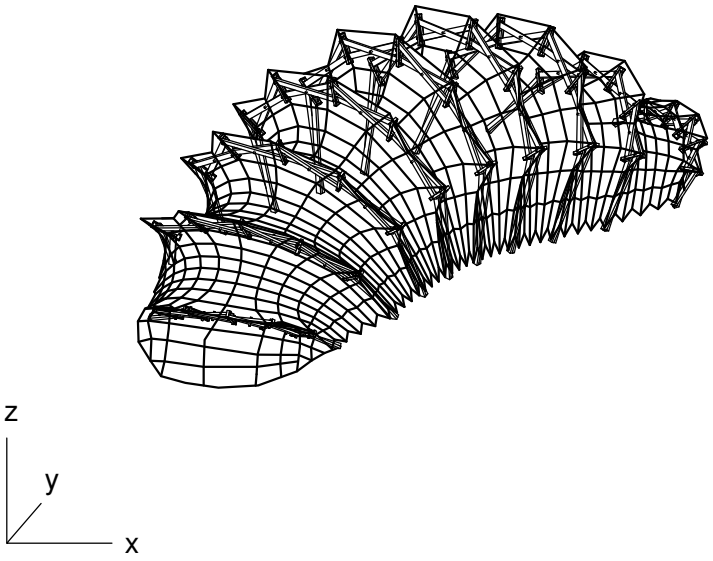
Modelo CFD puntos de presión



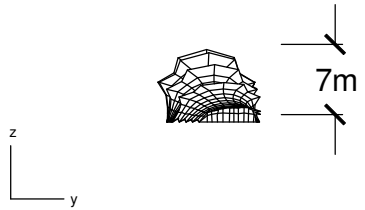
Modelo CFD sombra de viento

8ª Variación ; 70 º inclinación

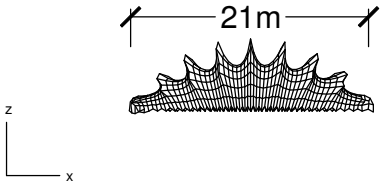
Vista Isometrica



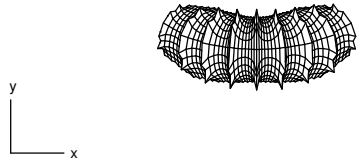
Elevación



Elevación



Vista superior

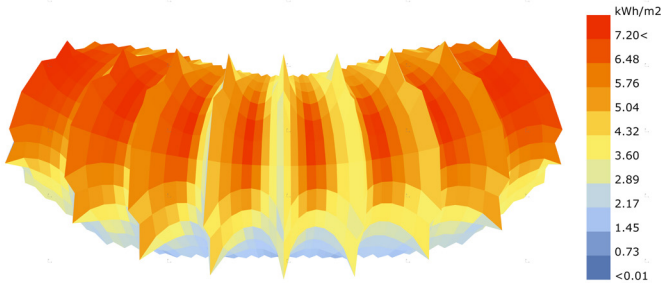


8ª variación: Continuidad visual interior de extremo a extremo casi total. La estructura es compacta y bastante simétrica. Las presiones no son grandes por lo que la membrana no corre peligros pero si se presentan en gran parte de los extremos. Se producen sombras compactas que alcanzan velocidades superiores a 20 km/h.

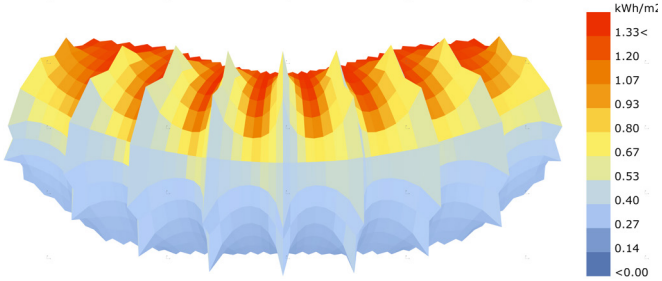
-Sombra de Viento: Sombra de 16 metros de largo. Vientos de 23 km/h.

-Cantidad de Presión: la máxima presión generada es de -120 Pa.

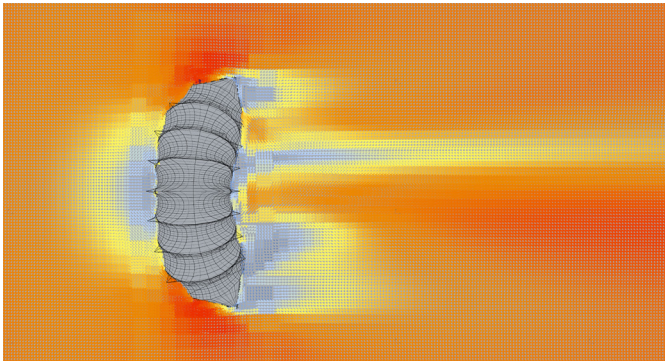
-Cantidad de Radiación: en verano se cubre un 92% del area total de la membrana con una radiación máxima vde 7,2 kwh/m2



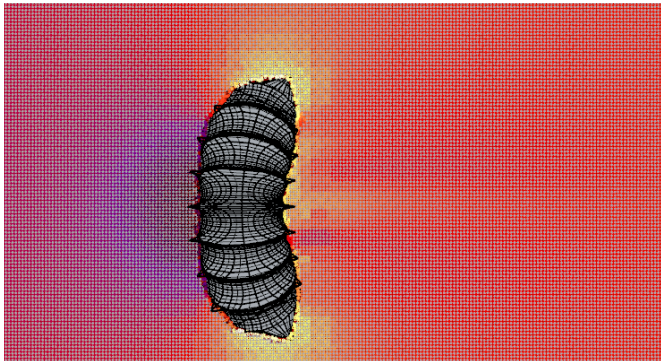
Modelo CFD área de radiación solar verano.



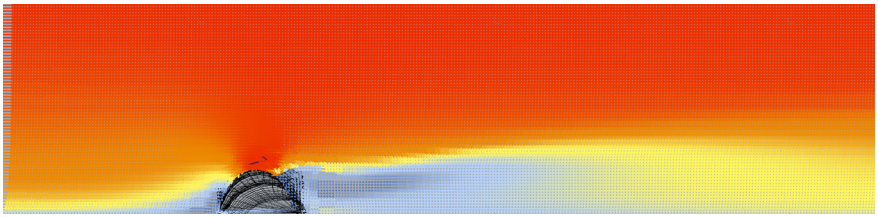
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



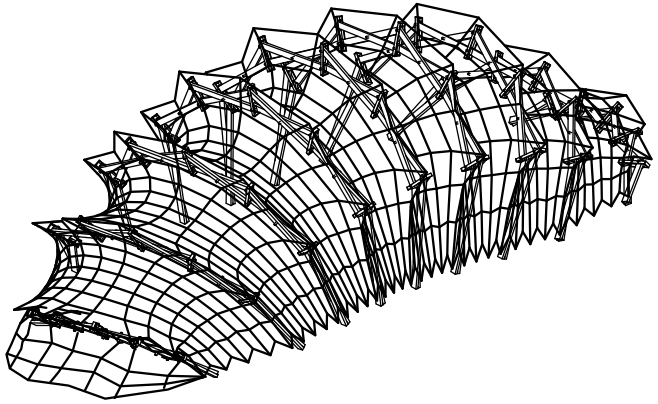
Modelo CFD puntos de presión

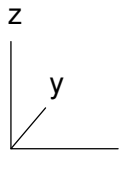


Modelo CFD sombra de viento

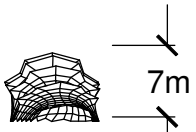
9ª Variación ; 80 º inclinación

Vista Isometrica



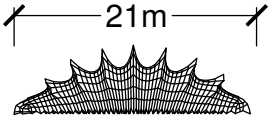


Elevación



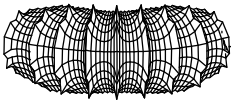


Elevación





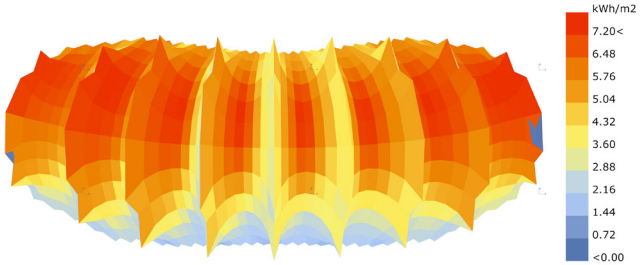
Vista superior



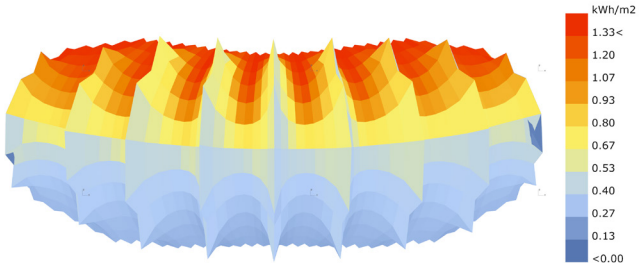


2º variación: La membrana sigue la morfología del toroide rotado generando un un túnel de gran envergadura que presenta una variación en sus alturas, existiendo un espacio cuya altura máxima es 7 m y su altura mínima son 2,5m. Tiene circunscrito un patio interior con una gran sombra de viento.

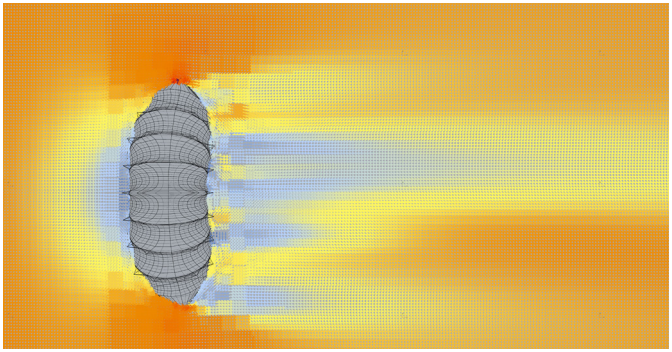
La Radiación se posa por sobre gran parte de la cubierta en verano, dejando pequeñas franjas sin contacto directo con la radiación, sin embargo debido a la diferencia de alturas, una zona tiene mayor exposición a la radiación solar en comparación a la otra.



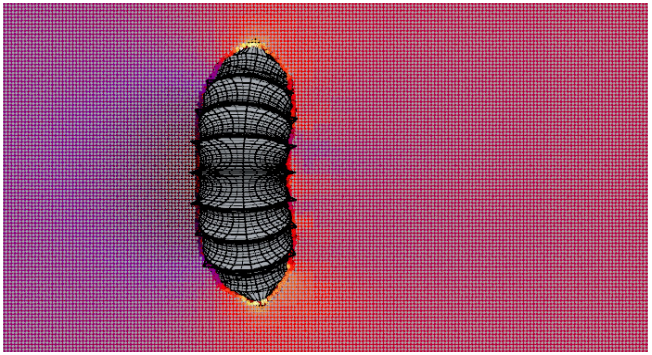
Modelo CFD área de radiación solar verano.



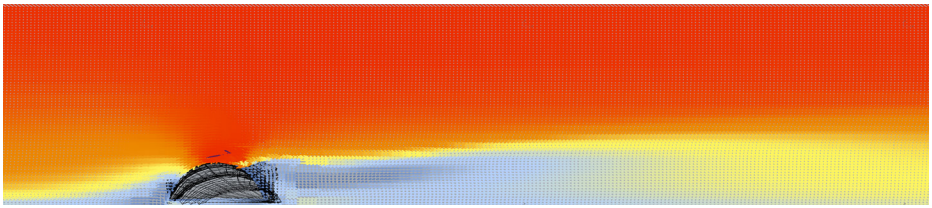
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



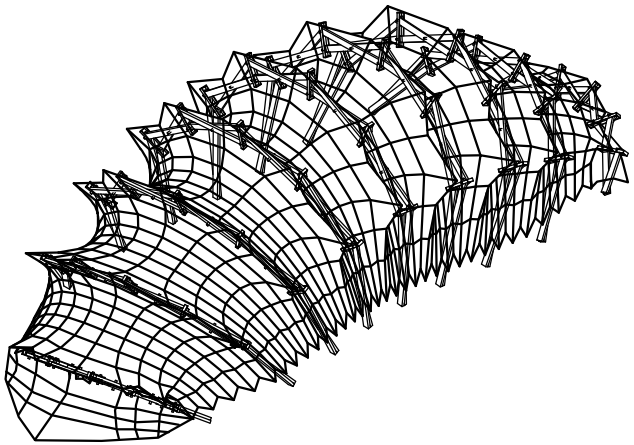
Modelo CFD puntos de presión



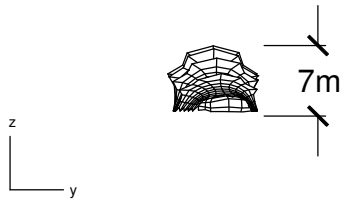
Modelo CFD sombra de viento

10ª Variación ; 90 º inclinación

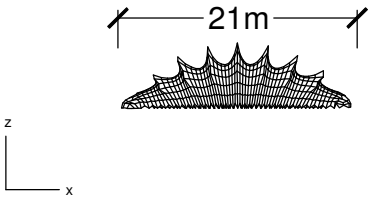
Vista Isometrica



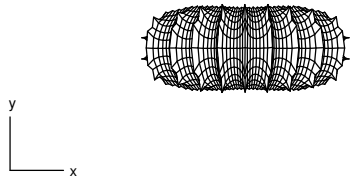
Elevación



Elevación

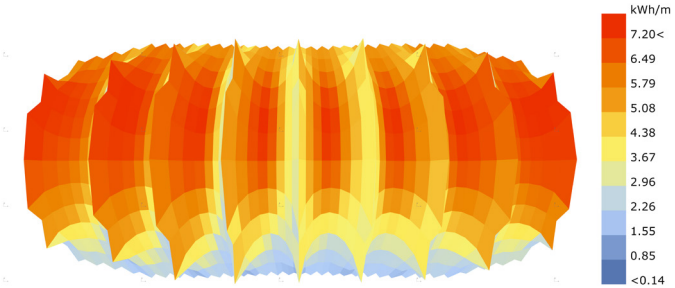


Vista superior

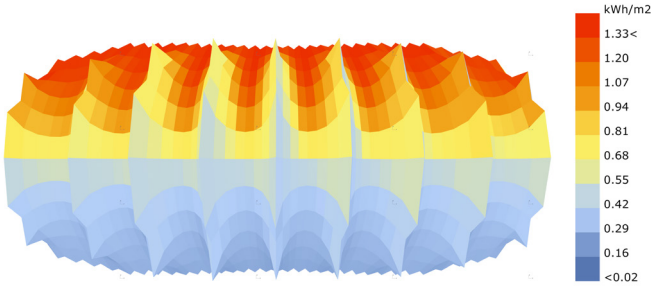


2º variación: La membrana sigue la morfología del toroide rotado generando un un túnel de gran envergadura que presenta una variación en sus alturas, existiendo un espacio cuya altura máxima es 7 m y su altura mínima son 2,5m. Tiene circunscrito un patio interior con una gran sombra de viento.

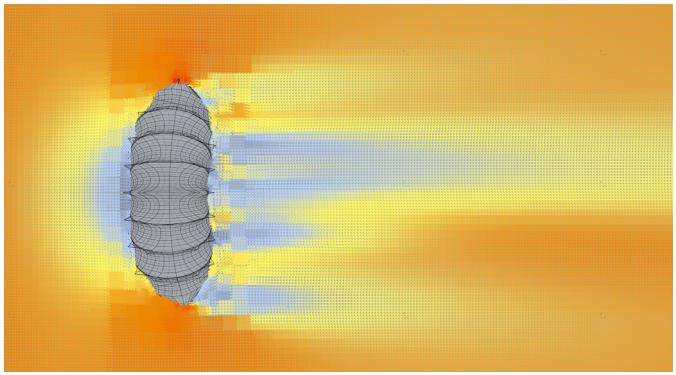
La Radiación se posa por sobre gran parte de la cubierta en verano, dejando pequeñas franjas sin contacto directo con la radiación, sin embargo debido a la diferencia de alturas, una zona tiene mayor exposición a la radiación solar en comparación a la otra.



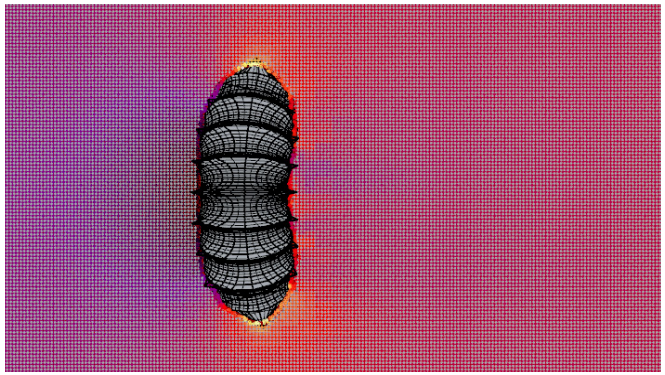
Modelo CFD área de radiación solar verano.



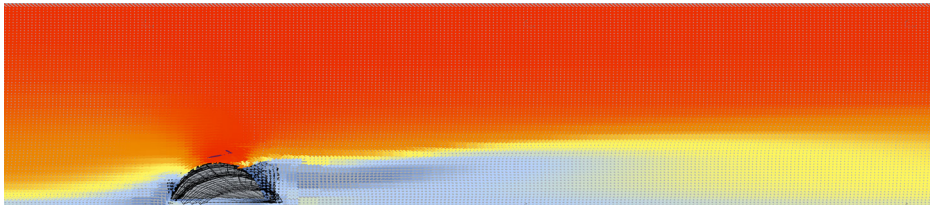
Modelo CFD área de radiación solar invierno.



Modelo CFD sombra de viento



Modelo CFD puntos de presión



Modelo CFD sombra de viento

Re-diseño del terminal

Según los resultados obtenidos, estos se pueden clasificar en 3 grupos:

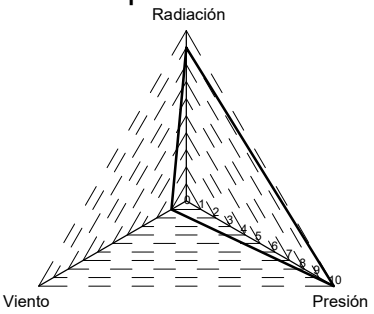
- Con forma de toroide: Aún se puede apreciar en la forma de estos modelos la forma del toroide. Estos generan una gran sombra de viento que no sirve para los fines requeridos ya que es un patio interior al cual no pueden entrar vehículos. Tienen la mayor cantidad de radiación debido al gran área que ocupan, lo que implica un gran aparataje al momento de montar la estructura. Las presiones generadas en esta estructura son las más altas, alcanzando hasta -160 Pa.

Los modelos de este grupo quedan obsoletos debido a que generan presiones muy altas, lo cual no es sano para la estructura y también implican mucho aparataje.

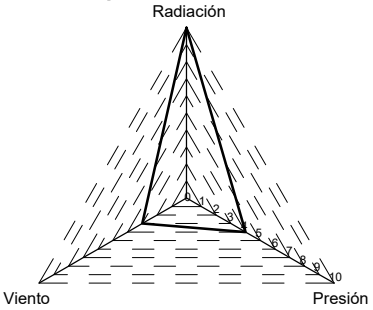
- Con forma de media luna: los modelos presentes en este grupo abarcan desde el modelo 3 hasta el 5 y presentan una forma de media luna que otorga sombras de vientos adecuados para el intercambio de pasajeros y maletas entre vehículos y el terminal. No presentan grandes presiones ejercidas por el viento sobre la membrana y la cantidad de radiación que les llega es casi total. Entre estos modelos esta el prototipo necesario.
- Con forma de frijol: Presentan sombras de viento no tan efectivas como las de la medialuna, obtienen buena radiación y las presiones ejercidas son bajas. El aparataje es bajo y son estructuras simples de armar. Sin embargo presentan la menor cantidad de área utilizable de todos los modelos.

Al buscarse la mayor ponderación de radiación y viento, y la menor ponderación de presión, todos los modelos dentro del siguiente área califican para los fines requeridos.

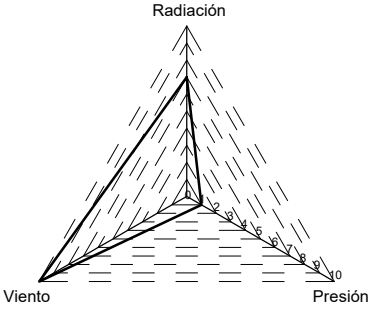
Grupo Toroide



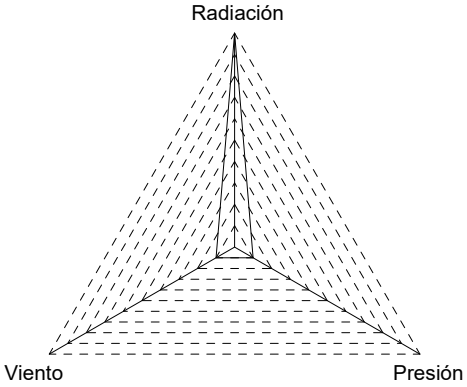
Grupo Media Luna



Grupo Frijol



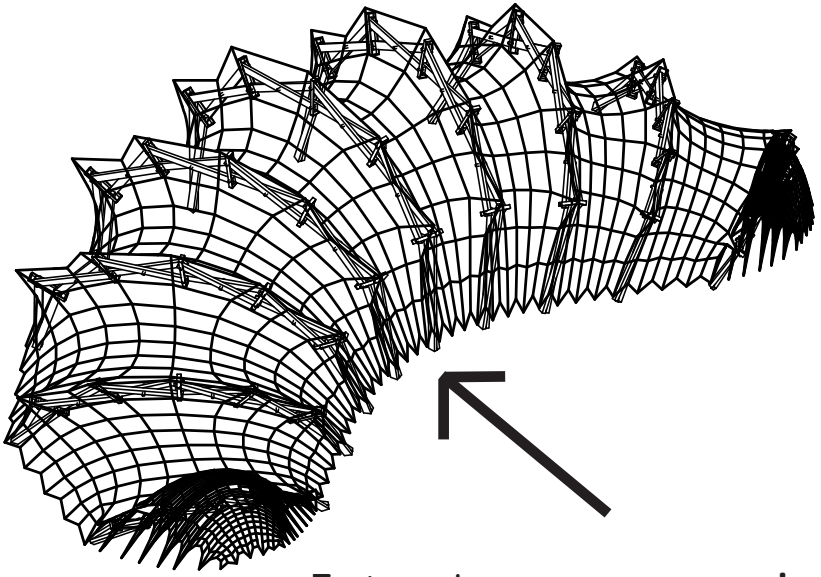
Forma Ideal

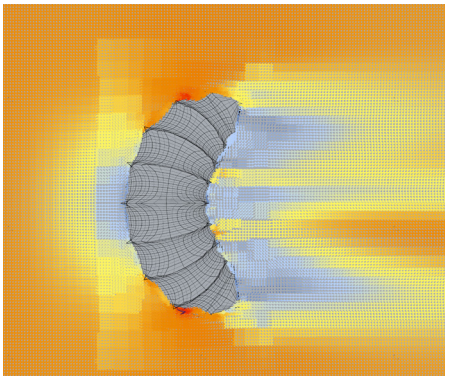


Elección de la nueva estructura

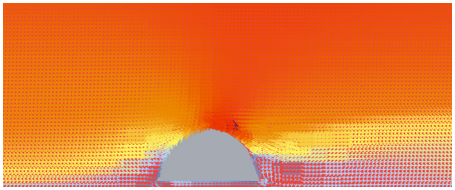
5ª Variación ; 40 º inclinación

Vista Isometrica

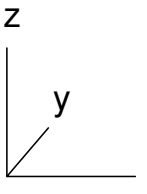




Modelo CFD sombra de viento



Modelo CFD sombra de viento



Entrada para usuarios

Esta estructura con forma de media luna reune las caracteristicas que se necesitan para establecer el proyecto de terminal en la antartica. La razón principal es que genera grandes sombras de viento las cuales permitiran a los pasajeros realizar la carga y descarga de maletas sin intervención de rafagas de viento que puedan resultar incomodas o peligrosas. Al elegir este modelo también se establece que la entrada al terminal quedara situada al centro de la estructura, en donde la sombra de viento es mayor.

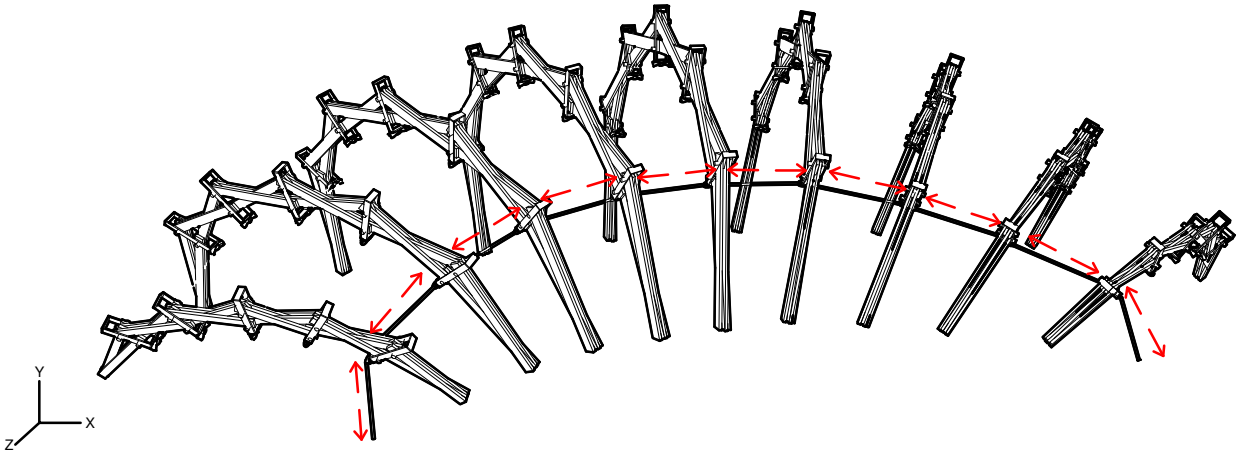
A continuación se presentara el segundo modelo a escala propuesto, el cual modifica el primer modelo a escala según los analisis solares y de vientos recien obtenidos y también de las conclusiones obtenidas del primer modelo a escala.

3.5 Propuesta de modelo Nº2

El segundo modelo generado es una variación del primer modelo propuesto, la cual nace a partir de un analisis de sombras de vientos para mejorar su comportamiento ante las corrientes de vientos que se generan en la zona. El modelo nuevo genera también una sombra de viento en la entrada a esta estructura que permite que los pasajeros ingresen sin inconvenientes. El nuevo modelo también mejora los aspectos que en el modelo anterior presentaron fallas, de este modo es que se corrigen elementos como los apoyos de los arcos plegables o el reemplazo de barras rígidas de unión por cables de acero tensado, por ejemplo.

Unión entre arcos rígidos

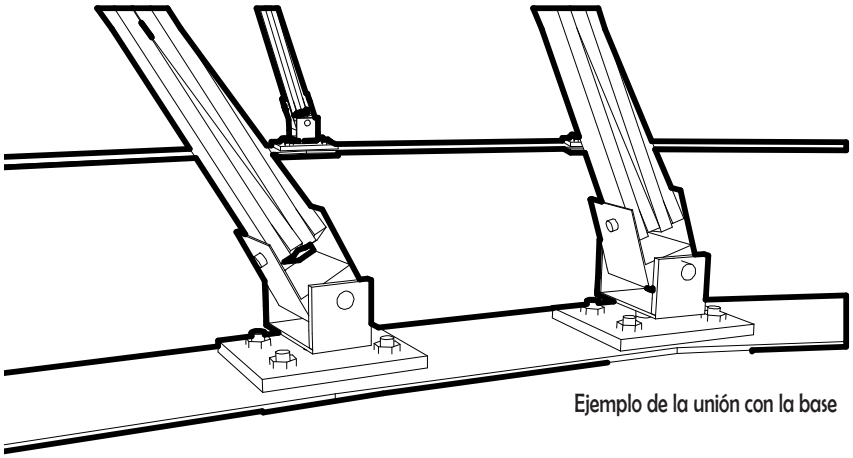
En el modelo anterior se genero la unión entre arcos rígidos por medio de elementos rígidos llamados barras, las cuales no distribuían sus fuerzas de manera eficiente ya que algunas barras recibían mayores cargas que otras, lo que generaba que la barra colapse y debilite la estructura total. Por esto es que se propone la utilización de cables de acero para generar la estabilidad de la estructura. Esto implicaría generar multiples tensiones a lo largo de la estructura que parten desde los extremos de la estructura.



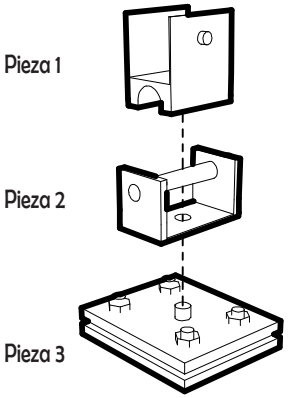
En la figura superior se puede apreciar como las tensiones parten desde los extremos y actuan generando fuerzas que sostienen a los arcos. En este ejemplo se muestra a los arcos solo con una serie de tensiones solo para mostrar como actuan las fuerzas, esto seria imposible de realizar en la realidad. Para que en la realidad se pueda aplicar tensiones para equilibrar la estructura, se deben agregar dos series de tensiones.
Una de las ventajas que supone la utilización de cables de acero es que estos favorecen los sistemas desplegables ya que reducen el peso total de la estructura y, al no ser un elemento rígido como una barra de acero, el cable de acero se puede guardar de manera rápida y eficiente para su traslado en avión.

Unión entre Arcos y base de la estructura

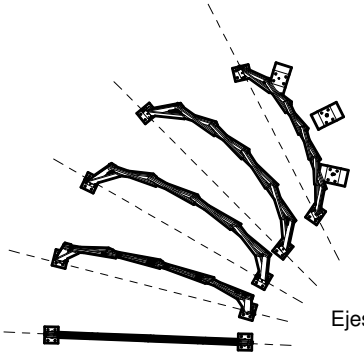
El modelo pasado presentaba grandes problemas con las piezas que unian a los arcos rígidos con la base de la estructura, principalmente porque el material del cual estaban hechas las piezas (madera) no presentaba una rigidez constante ya que con el movimiento de las piezas la madera se desgastaba. Por este motivo esque se plantea realizar pieza metalicas que permitan el libre movimiento de los arcos cuando pasan a ser levantados luego de estar en el suelo.



Ejemplo de la unión con la base



La unión se compone de 3 piezas de acero inoxidable de alta resistencia. La primera pieza o pieza superior es la que recibe a los arcos. La segunda pieza o pieza intermedia es la que permite al arco generar la rotación necesaria para levantarse desde el suelo. La última o tercera pieza es la que permite generar la rotación a los apoyos de los arcos para quedar alineados en el mismo eje, tal como muestra la figura de abajo.



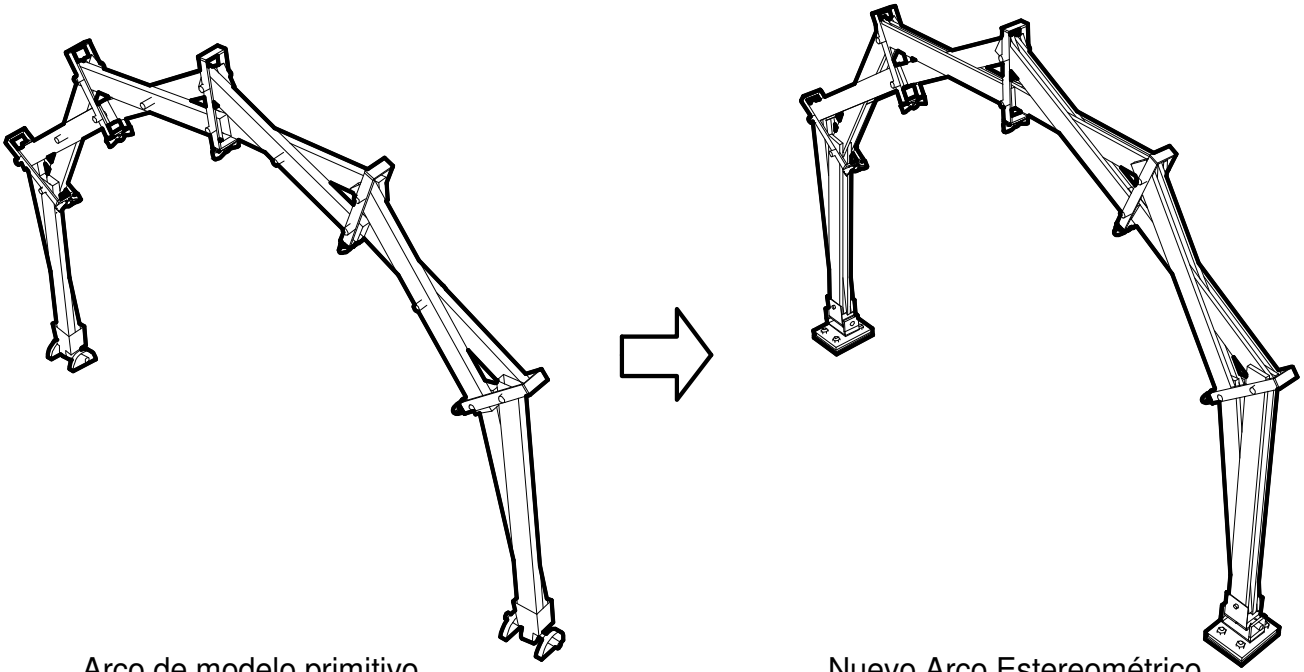
Ejes de cada arco

Arcos con mayor rigidez y estabilidad

En el modelo anterior los arcos estaban formados por piezas de madera unidas entre si por sus extremos, a los cuales se les adhieren los atiesadores para formar estructuras rigidas. Sin embargo los arcos seguían siendo muy endebles y se vio la necesidad de adherir más piezas de madera para generar una estructura más estereométrica y rígida.

Para generar una estructura estereométrica que cubra una mayor cantidadde espacio en el plano tridimensional y que al mismo tiempo aporte mayor rigidez a la estructura, se agregan más elementos de madera rígidos que se acoplan en un sentido de modo que la estructura gane rigidez y sea más estable.

Existe otro problema que ocurria con el antiguo modelo, es que se generaban torsiones en los arcos por falta de volumen y rigidez. Esta torsión era bastante peligrosa ya que comprometía a los arcos, generando ocaciones en donde los arcos estaban a punto de romperse. Si esto llegase a ocurrir en la estructura mientras esta funciona, se comprometeria el elquilbrio de la estructura total, lo que se debe evitar por sobre todo.



Arco de modelo primitivo

Nuevo Arco Estereométrico

Resumen de "Propuesta de Modelos"

La propuesta inicial corresponde a una estructura cuyo diseño se basa en un sistema pantografico, siendo la principal cualidad de este la capacidad de desplegarse, pasando de un estado inicial a uno secundario que cubre un area mucho mayor. La estructura se compone de distintos arcos desplegables que se unen entre si mediante tensores de acero. La estructura es totalmente viable como se comprobo luego de fabricar un modelo a escala.

El modelo inicial fue sometido a analisis computacional en donde se comprobo su rendimiento ante el viento y a la capacidad de absorver radiación solar. Se pusieron a prueba distintas variaciones morfologicas de este modelo para obtener el resultado que mejor se adaptase a los requisitos. De esta forma se obtuvo una morfología de medialuna. El siguiente paso fue el de mejorar esta morfología de medialuna en cuanto a aspectos estructurales principalmente. Es por este ultimo refinamiento que se obtuvo como resultado una estructura más robusta en su composición, se ajustaron las tensiones de los cables de acero y se profundizo en diseñar soluciones a los detalles de las uniones entre las distintas piezas, considerando que la gran mayoría de estas funcionan por medio de rotaciones, es decir son piezas movibles que podían complicar en gran manera el montaje.

4. Resultados

El ejercicio de generar prototipos, diseñarlos, construirlos y testearlos ha dado muchas pistas sobre el comportamiento estructural de una estructura como la que se desarrolla en este proyecto. Se testeo su funcionabilidad, luego se volvieron a realizar modificaciones y todo con el objetivo de generar un prototipo final, que resuelva los problemas asociados a la incapacidad de retener pasajeros en el aerodromo Teniente R. Marsh, junto con los requisitos de plegabilidad y plegabilidad.
Entonces, ya se analizaron los modelos tridimensionales generados en computadora, se generaron cambios en el diseño primitivo y se obtuvieron resultados que corresponden a este producto final de sistema plegable, el cual es capaz de mantenerse en equilibrio por si solo, y también es capaz de resistir las fuertes ráfagas de viento que se presentan en la zona.

Resultado Final

El producto final de este trabajo investigativo, se define como un sistema habitacional que tiene un sistema constructivo desplegable y que emplea estrategias pasivas de climtización, cuya estructura propone arcos plegables de madera con piezas de acero que se mantienen en equilibrio por medio de tensiones con cables de acero, lo que la convierte en una tenso-estructura.

Esta tenso-estructura es reversible ya que una vez montada, puede ser desmontada y retirada para su instalación en otra zona. Esto permite que la estructura pueda moverse y ser instalada en distintas zonas, el requisito único es que la superficie de montaje sea plana y solida.

Su sistema desplegable le permite ser montado en una semana si se cuenta con un personal de montaje de 8 personas (2 semanas si esque los heridos en el suelo para los gaviones no estan realizados). Su montaje se realiza en 5 etapas que comprenden la preparación del terreno, el montaje de la base, el montaje de los arcos, montaje con tensores y la ubicación de la membrana exterior.

Los arcos estan formados por tablones de madera de pino que varían sus medidas entre 2x3" pulgadas y 2x6" según el tamaño del arco, y para rigidizarlos se emplean piezas de acero inoxidable junto con pernos y tuercas de distintos diametros. Los cables de acero para tensiones son de 40mm de diametro y se utilizan sistemas de acero para su implementación.

La membrana exterior tiene una composición de poliester con pvc de alta densidad, elementos que son termolaminados y recubiertos en sus extremos con una cinta de teflón para protegerla. Esta membrana se instala mediante la unión sucesiva de secciones longitudinales planas, las cuales se unen entre si por sus bordes.

4.1 Modelo a escala Nº1

Ya se ha diseñado un prototipo de modelo 3D que responde a las demandas tanto programáticas como las demandas del contexto en el que se encuentra este proyecto. El siguiente paso es construir una representación física del modelo a escala para poder aprender de la experiencia de montaje. Es por esto que primero se deben realizar ajustes al modelo o bien realizar uno nuevo que cumpla con lo que se denomina una estructura sana para poder llevarlo a la vida real.
Como es un modelo de análisis del cual se obtendrán datos fundamentales, se deben llevar la mayoría se los aspectos cualitativos a su mínima expresión, es decir simplificarlos para poder entender los fenómenos de una manera más clara.
El proceso a seguir es determinar la materialidad y forma (junto con su escala) del proyecto a construirse, luego montar la estructura y analizar por separado distintos aspectos del proyecto. Estos aspectos son:
-Proceso de montaje
-Estructura
-Uniones

De los resultados de estos 3 aspectos se obtendrán conclusiones que influirán en el diseño finalizado del terminal.

Materiales para el modelo a escala:
Para representar la Madera Nativa con la que se construiría el proyecto real se escogió el Terciado Moldaje Pino Pequeño (1.22m x 2.44m). Es un material sólido que cuenta con grosores mínimos de 8 mm. Es un material que se puede trabajar en la Fresadora que existe en Labomat en Arquitectura UTFSM. De esta plancha de madera saldrán muchos cortes para simular los arcos plegables. Este material también sirve para representar la base.



Para representar el acero se utilizará acero galvanizado de 0.08 mm. Este material representa fielmente al acero y permite realizar pliegues sin que el acero sobrepase su punto de ruptura. Se puede trabajar en la cortadora Plasma que se encuentra en Labomat Arquitectura UTFSM. Las uniones se realizarán mediante pernos con tuercas y tornillos.
Para realizar las barras de unión entre arcos plegables se utilizará alambre tensado de un diámetro alto. Se utiliza alambre tensado ya que al cortar pequeñas secciones de este pued Materiales para el modelo a escala:
Para representar la Madera Nativa con la que se construiría el proyecto real se escogió el Terciado Moldaje Pino Pequeño (1.22m x 2.44m). Es un material sólido que cuenta con grosores mínimos de 8 mm. Es un material que se puede trabajar en la Fresadora que existe en Labomat en Arquitectura UTFSM. De esta plancha de madera saldrán muchos cortes para simular los arcos plegables. Este material también sirve para representar la base.

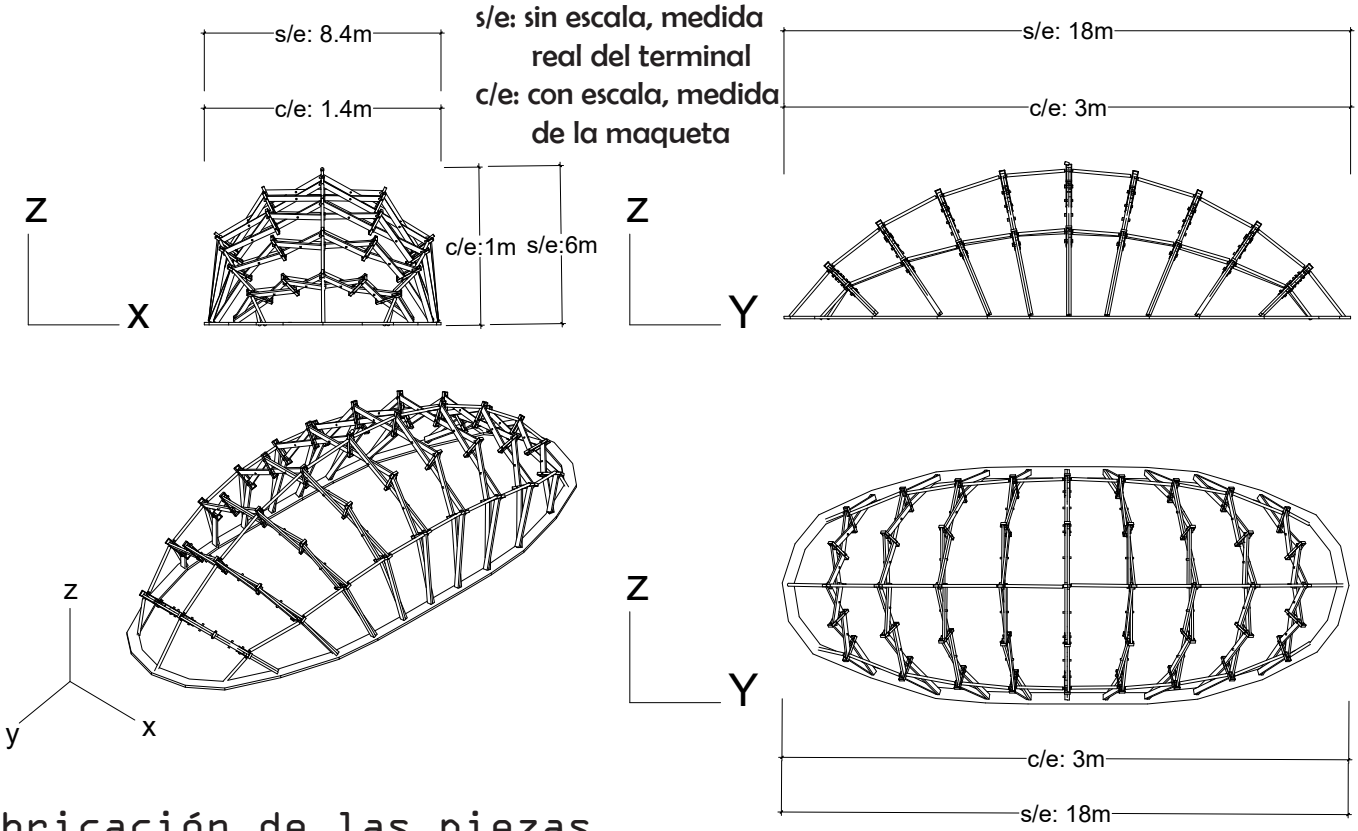


Para representar el acero se utilizará acero galvanizado de 0.08 mm. Este material representa fielmente al acero y permite realizar pliegues sin que el acero sobrepase su punto de ruptura. Se puede trabajar en la cortadora Plasma que se encuentra en Labomat Arquitectura UTFSM. Las uniones se realizarán mediante pernos con tuercas y tornillos.
Para realizar las barras de unión entre arcos plegables se utilizará alambre tensado de un diámetro alto. Se utiliza alambre tensado ya que al cortar pequeñas secciones de este pueden trabajar tanto a compresión como a tracción, y al no tener criterio real de como se comportará la estructura este se puede adatar a cualquier situación en el comportamiento de las fuerzas (compresión o tracción).
en trabajar tanto a compresión como a tracción, y al no tener criterio real de como se comportará la estructura este se puede adatar a cualquier situación en el comportamiento de las fuerzas (compresión o tracción).

Modelo y su escala:

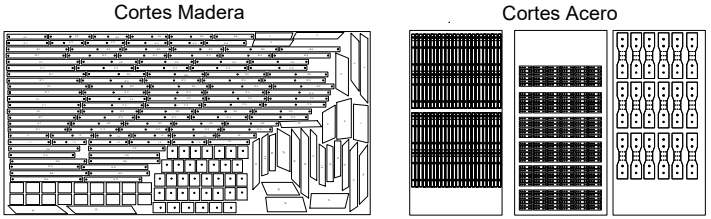
El modelo tiene en altura 6m, 8.4m de ancho y de profundidad tiene 18m. Esto genera una superficie de 150m2 y un volumen interior de 382 m3. Posee 9 arcos, cada arco posee 5 atiesadores.

La escala en la que será construido el modelo real es de 1:6 , por ende las dimensiones de este último son 1m de altura, 1.4m de ancho y 3 de profundidad y generara una superficie de 2,5 m2 y un volumen de 2,1 m3.



Fabricación de las piezas

Las herramientas ya mencionadas para cortar madera y acero trabajan con archivos digitales. Primero se exportan las piezas ya posicionadas en recuadros con las dimensiones de las planchas de terciado y planchas de acero. Se exportan en formato .3dm (Rhinoceros).

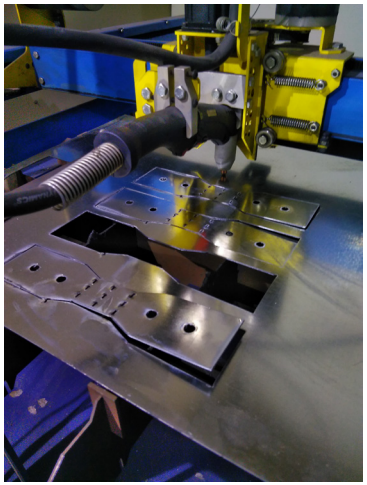


Se proceden a cortar las piezas de madera en la Maquina CNC o Fresadora y las piezas de acero en la cortadora plasma.



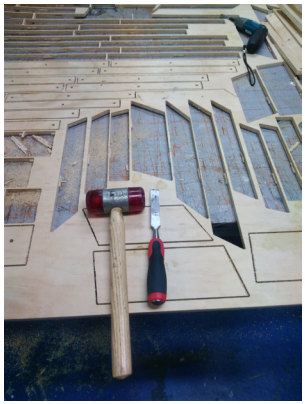






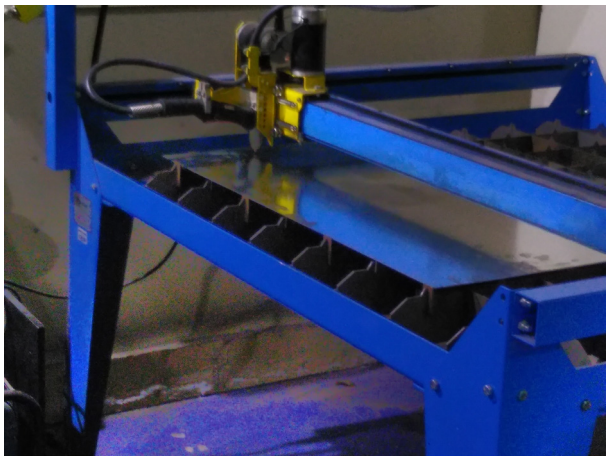
Recolección de piezas y resultados de las piezad de madera.





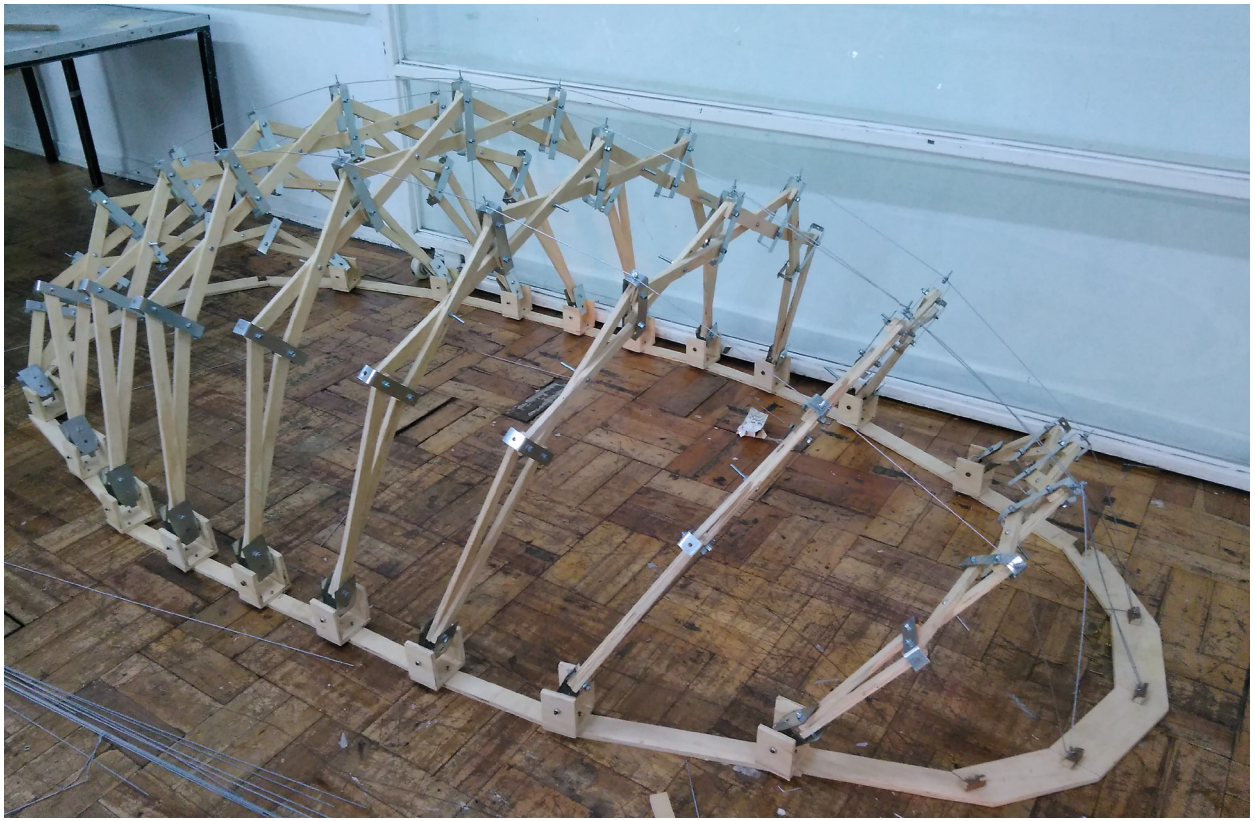


Cortadora Plasma



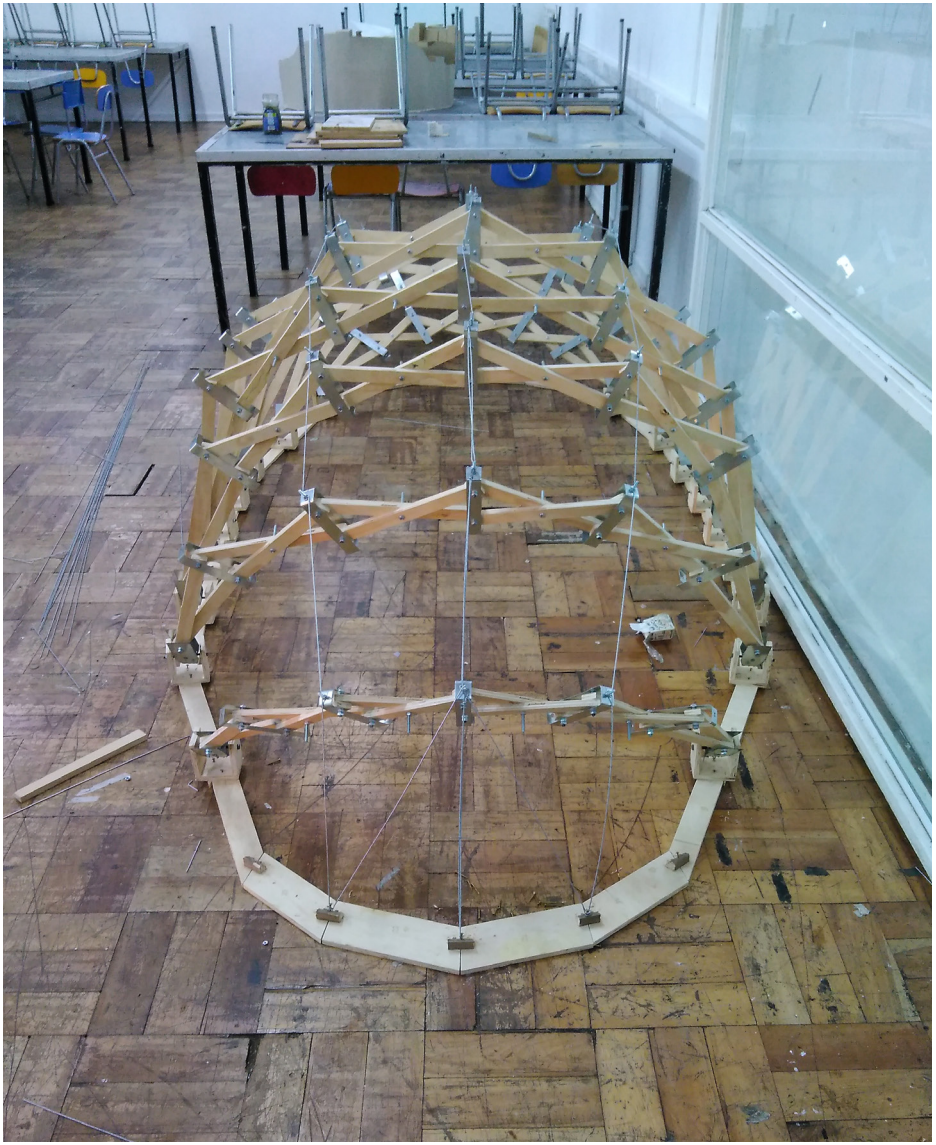


Modelo a escala.





Modelo a escala.



Modelo a escala.

Uniones

Las herramientas ya mencionadas para cortar madera y acero trabajan con archivos digitales. Primero se exportan las piezas ya posicionadas en recuadros con las dimensiones de las planchas de terciado y planchas de acero. Se exportan en formato .3dm (Rhinoceros).

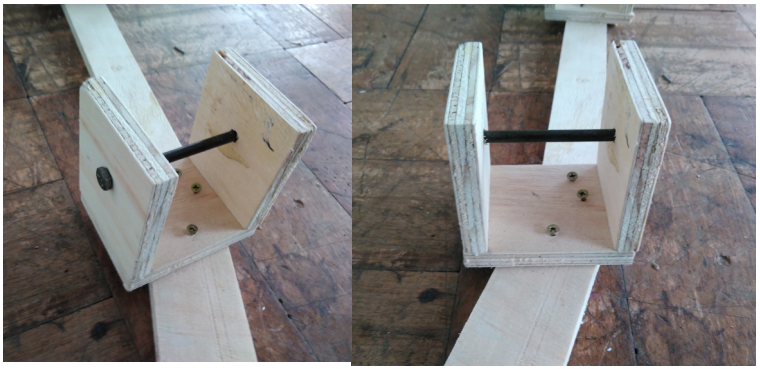
Atiesadores



Uniones de rotación



Piezas de Soporte



Proceso de Montaje del modelo a escala

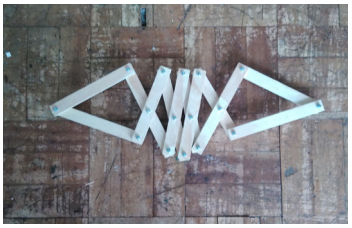
En primera instancia es preciso declarar que el modelo no es una representación real o final del terminal, sino que es un modelo simplificado que intenta representar los comportamientos estructurales tanto del montaje de esta como del equilibrio de la estructura. Por esto el proceso de montaje que se muestra a continuación no es una representación adecuada del proceso de montaje.

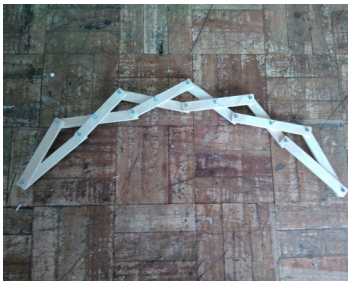
Comprobación del funcionamiento del sistema plegable. El sistema se pliega reduciendo el área que ocupa en la superficie. Primero se arman todos los arcos y se aplican los atiesadores para rigidizar estos arcos. Se colocan todos los atiesadores dejando listo los arcos rigidizados para ser manipuladoss. Esto es posible solo en la maqueta ya que en el proceso de montaje real los atiesadores se ponen de arco en arco una vez que estos son desplegados. También se acoplan las "uniones de rotación", que son los elementos que unen los arcos atiesados con la base del modelo.

Luego se arma la base del modelo la cual se compone de 28 piezas que se unen una tras otra generando un circuito cerrado. El elemento que une estas piezas también sirve de soporte para los arcos y se denominan "Piezas de soporte".

Siguiendo con el montaje se comienza el posicionamiento de cada arco encima de cada pieza de soporte. Luego se comienza con la instalación de los "elementos lineales de unión", que son barras de acero tensado del 14 y que sirven para armar el entramado total de la estructura uniendo todos los arcos en sucesión.


Arco comprimido con apoyos abiertos


Arco comprimido con apoyos cerrados


Arco extendido


Arcos rígidos

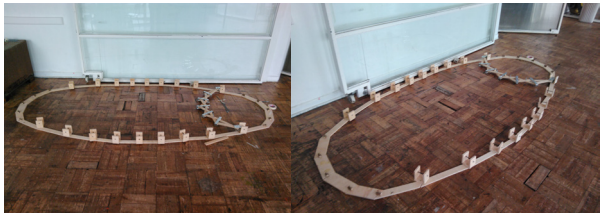
Observaciones:

1.-En este caso, al tener una representación en una escala más pequeña que la real, se puede manipular las piezas con facilidad. En el caso de este modelo se pusieron todos los atiesadores al principio. Esto no es así en la vida real, ya que en la realidad los arcos se deben presentar en la posición que les corresponde (sin estar estos plegados), luego se extienden y se aplican los atiesadores. Esto se debe a que en la realidad los arcos alcanzan magnitudes muy grandes y deben ser operadas por personas, resulta entonces más factible instalar los atiesadores una vez extendidos los arcos.

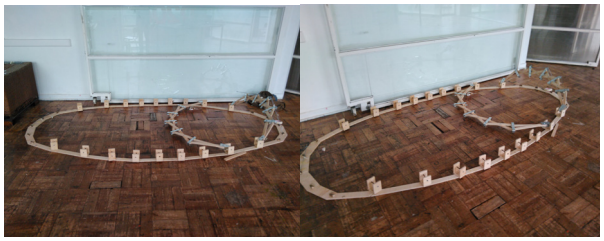
2.- La base de la estructura es muy endeble por lo que hay que diseñar una estructura más rígida. Esto implica un cambio de diseño de las "uniones de rotación". A esto se suma que los elementos de madera que conforman la base de la estructura son demasiado toscos, ocupan un espacio considerable en el espacio de transporte (en este caso las piezas se transportaron en auto). Por esto se deben hacer piezas mas ligeras y más esbeltas.

Montaje del modelo:

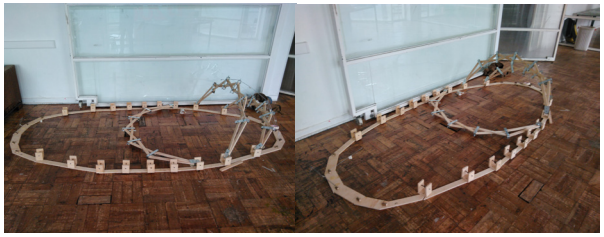
0 arcos montado



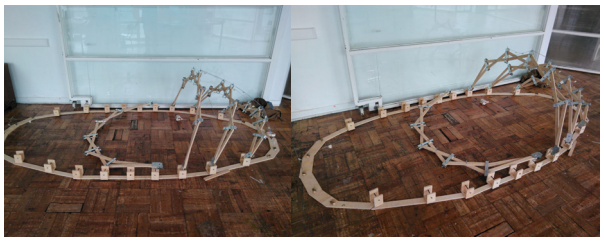
1 arcos montados



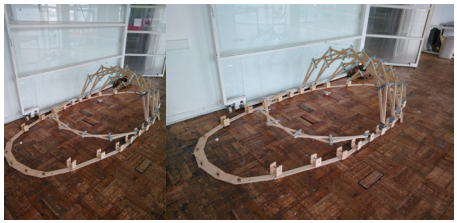
2 arcos montados



3 arcos montados



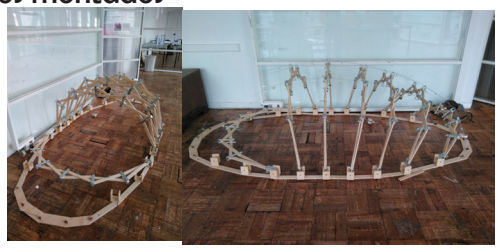
4 arcos montados



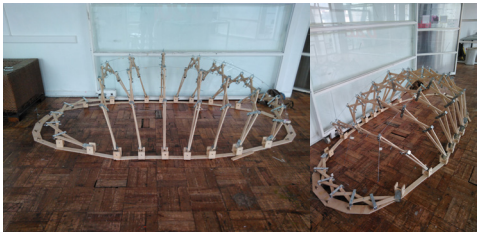
5 arcos montados



6 arcos montados



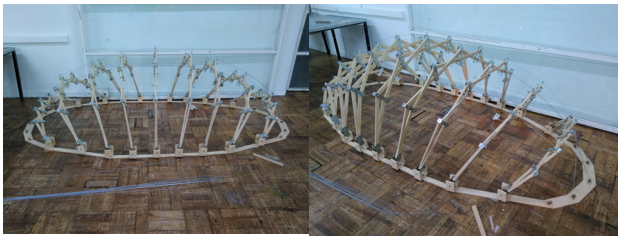
7 arcos montados



8 arcos montados



Modelo montado



Conclusiones del primer modelo

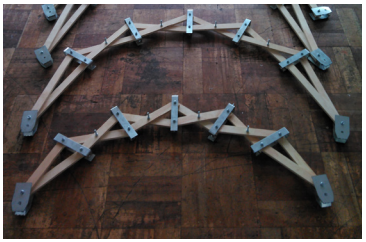
Luego de armar el primer prototipo de modelo a escala del terminal de pasajeros se comprueba de que parte de la hipotesis se cumple ya que se pudo generar una estructura con elementos plegables de ensamble que se mantiene en equilibrio con ciertas dificultades. Estas dificultades seran explicadas acontinuación como parte de las conclusiones del montaje del primer prototipo:



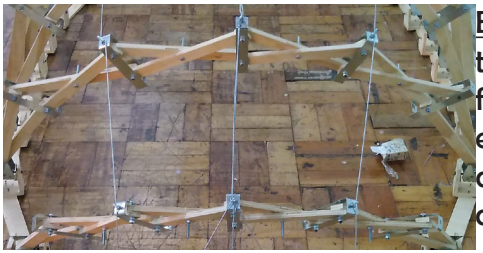
Atiesadores: Estos elementos aportan mucha rigidez a los arcos plegables luego de ser instalados, lo que genera que la estructura en general se comporte de manera rígida, lo cual es lo que se busca en una estructura en equilibrio.



Piezas de soporte: Estas piezas son fundamentales para la estructura tanto en su proceso de montaje como de funcionamiento, ya que de ellas depende que los arcos plegables se puedan levantar del suelo. Ocurre que al ser de madera estos elementos son muy fragiles y al montarse la maqueta, estos elementos sufren torsiones que las destruyen. Para solucionar este problema se debe cambiar la materialidad con la que se fabrican estas piezas y pasar de la madera al acero, elemento mucho más rígido.



Arcos Plegables: Se comprueba parte de la hipotesis con estas partes del modelo, ya que son 100% plegables, lo que al momento del montaje de la estructura favorecera a reducir el tiempo de armado del terminal.



Barras tensadas de union entre arcos: Estas barras formadas por cable tensado grueso cumplen con la función de unir los arcos entre si para formar la estructura completa. Sin embargo las barras ubicadas a los extremos toman la mayoría de las cargas generadas por la estructura lo que las hace colapsar. Esto presenta un problema ya que la distribución de cargas entre barras no es homogenea.

Mejorar la "Performance Energética" del modelo planteado

El objetivo del primer modelo era probar la hipotesis de que la estructura generada se pudiese sustentar en equilibrio de forma autonoma y verificar el proceso de montaje. Ya testeado este modelo y aceptada la posibilidad de que este sistema constructivo es posible de ejecutar, ahora la tarea radica en modificar esta estructura de terminal de manera que responda de manera optima al clima de la zona, es decir, que mejor su performance energética. Esto último implica que la membrana exterior que contiene a la estructura del terminal debe ser aerodinamica para sortear los vientos que ocurren en la zona y evitar también la acumulación de nieve.

Al lograr este objetivo sera posible descubrir una morfología adecuada que represente de manera definitiva lo que se busca como proyecto, un terminal de pasajeros que contenga a las personas y les brinde refufio ante el clima adverso. Para lograr esto, como ya se ha hablado con anterioridad en este trabajo, se realizara una paleta de variaciones de un volumen, en donde se utilizara el toroide y el resultado de su sustracción con una superficie plana para obtener distintos volumenes para ser analizados. Estos analisis se realizan con herramientas computacionales de CFD que simulan fluidos, y con los resultados de estos analisis se tomara una desición para elegir el modelo definitivo, aquel que se adapte mejor a los requisitos. Los requisitos son 3, adaptarse al flujo del viento, reducir poca presión por efecto de rose del viento con la membrana y adquirir la mayor cantidad de radiación solar, entonces de estas 3 aristas se realizaran sus respectvos analisis diagramáticos.

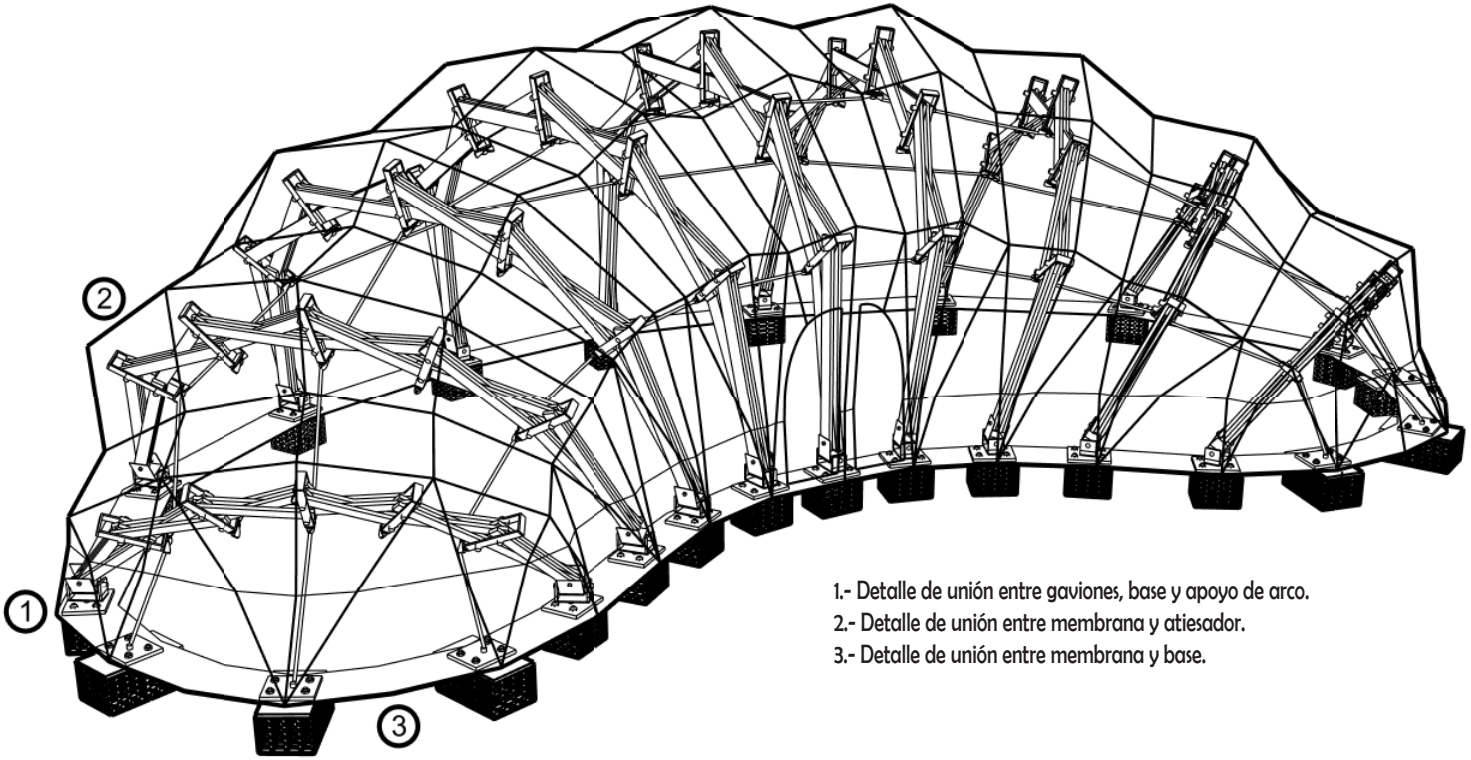


Prototipo Nº 2. Escala 1:5



Prototipo Nº 2. Escala 1:5

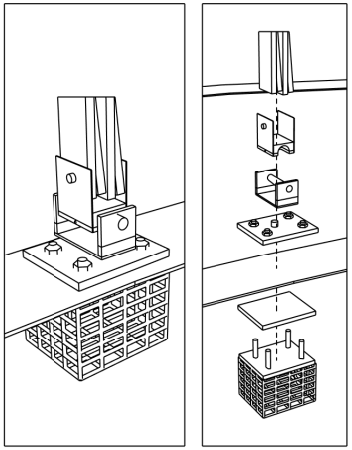
Detalles de uniones

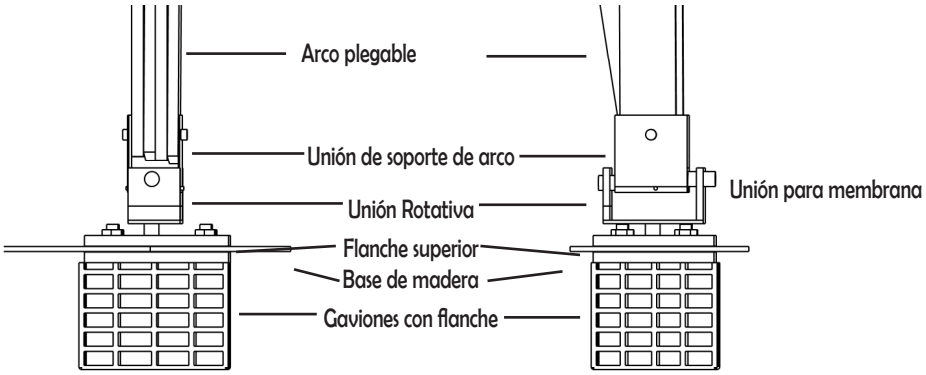


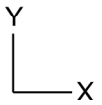
1.- Detalle de unión entre gaviones, base y apoyo de arco.
2.- Detalle de unión entre membrana y atiesador.
3.- Detalle de unión entre membrana y base.

Modelo con membrana exterior y su interior

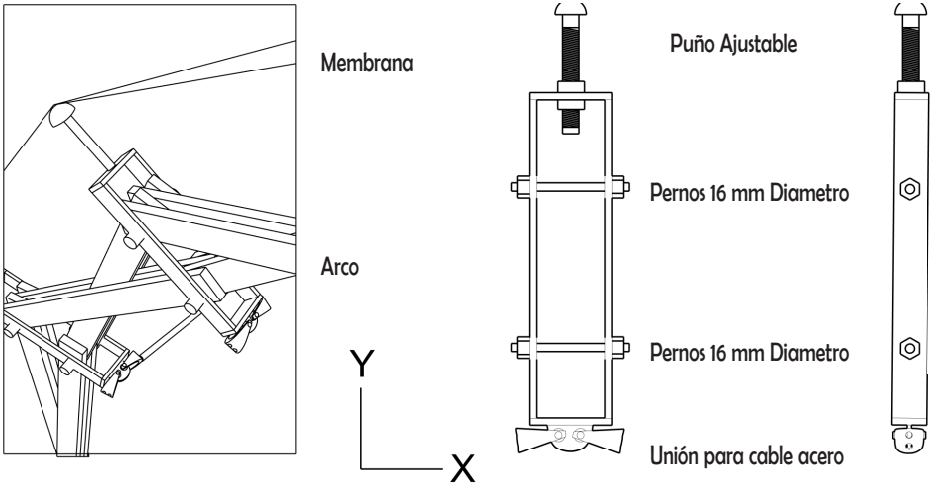
1.- Unión entre gaviones, base y apoyo de arco





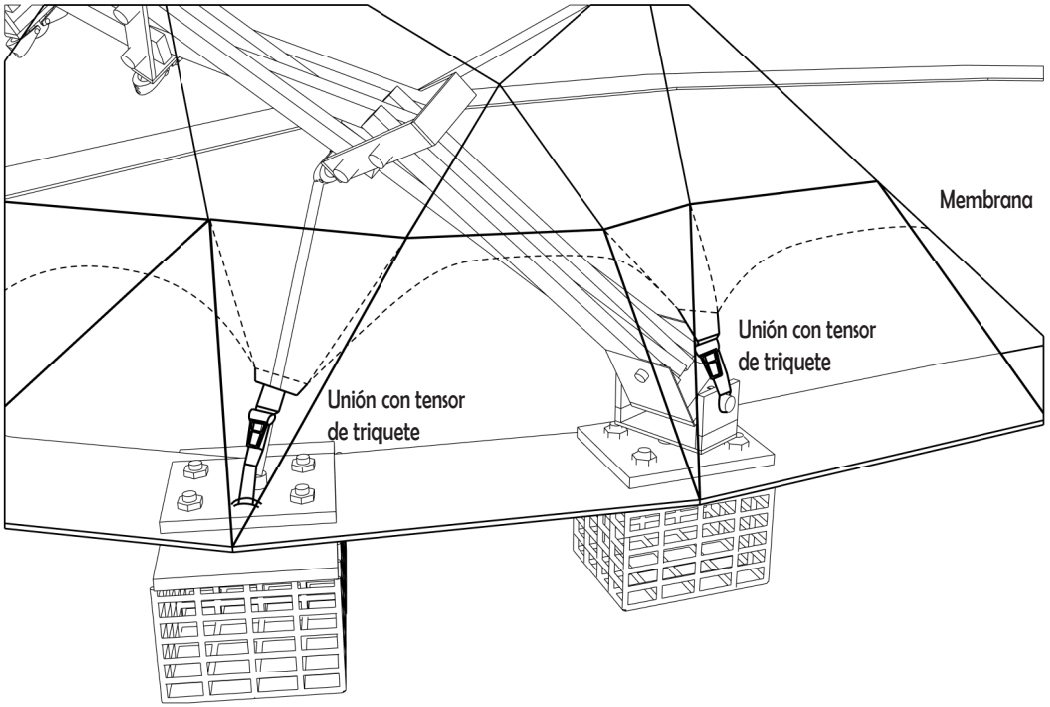


2.- Unión entre membrana y atiesador



El elemento atiesador posee en su parte superior un puño que es ajustable por medio de un sistema con hilo exterior de 16mm de diametro. El fin de este puño es tensar la membrana exterior para su posicionamiento correcto.

3.- Unión entre membrana y base



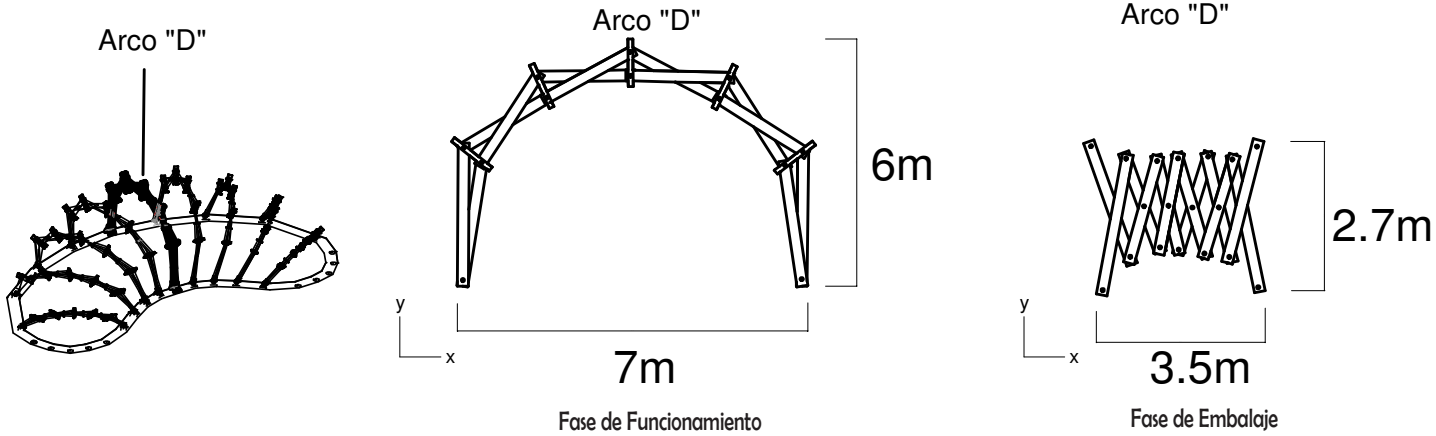
La membrana se conecta a la base de dos formas, la primera es mediante una falda que se conecta directamente al borde de toda la base de madera. La otra forma es la que toma las cargas de las tensiones y toca de manera puntual a la base, mediante un sistema de tensor de trinquete.

5. Conclusión

Cuando el modelo se presenta ya en un estado final y se obtiene este producto que consiste en un sistema constructivo plegable y sustentable, se puede apreciar que a traves del montaje del modelo a escala se logra entender el funcionamiento de las piezas de forma individual y también su interación como un sistema integrado por arcos plegables y dos sistemas de tensiones que contienen a la estructura. De este producto o modelo final entonces se concluyen entonces los resultados de la metodología de trabajo que se llevo a cabo, los cuales se enfocan en los resultados de la estructura (Analisis del sistema diseñado) y en la eficiencia de su diseño.

Conclusiones del Sistema Reversible Sustentable

1. "Arcos plegables": Las estructuras de arcos plegables resultaros ser elementos que poseían dos fases, una en donde el elemento venía en un estado de embalaje y otra fase en donde este se extendia y abarcaba una gran distancia para funcionar como elemento estructural de la estructura total en la fase de funcionamiento.



El arco cuyas dimensiones son las mayores, el cual corresponde al arco del medio, tiene una dimensiones de 7m entre apoyo y 6m de altura cuando su fase es de funcionamiento y el arco se encuentra desplegado totalmente.

Por otro lado, en su fase de Embalaje, el área que ocupa el arco plegable es aprox 1/4 del área que ocupa el arco extendido. También es posible de ser transportada ya que existen pallets con dimensiones capaces de contener estas estructuras reticuladas.

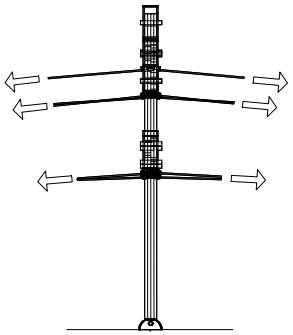
2. "Cables transversales": Los cables transversales son cables de acero que generar la union entre arcos y estabilizan la estructura por medio de la tensión. La ventaja de estos cables de acero ante elementos rígidos de acero es que son más livianos, lo que se traduce como menos peso para la estructura, mientras que otra de las ventajas es que son faciles de ajustar por medio del tensado, permitiendo mantener a la estructura en perfecto equilibrio mediante el ajuste periódico.

Otra ventaja que ofrecen los cables es que no ocupan gran espacio y al no ser elementos rígidos no presentan problemas en su fase de embalaje ya que se pueden posicionar de cualquier forma.

3. "Unión entre cables tensados y arcos plegados ": Una vez que los arcos ya estan plegados y se encuentran con sus atiesadores instalados, la union de estos con las tensiones de los cables de acero se obtiene el equilibrio en la estructura. Este equilibrio se genera por estos dos grupos de elementos que trabajan de manera distinta y en distintas direcciones:

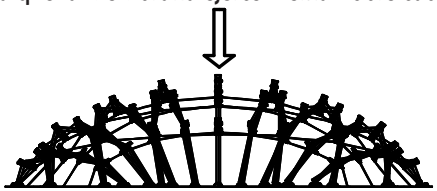
Por un lado, las estructuras rígidas se mantienen en equilibrio por medio de las dos tensiones que lo sustentan. Estas tensiones trabajan en una dirección distinta a la que trabajan los arcos rígidos. Las tensiones siguen una trayectoria curva desde sus extremos en donde parte la tensión desde un anclaje en la fundación, mientras que los arcos reciben la carga de la membrana exterior que empuja a los arcos en su mismo eje (como se muestra el na figura de la derecha). De esta forma se tiene una serie de elementos rígidos (los arcos rígidos con sus atiesadores instalados) que trabajan a compresión y se ubican entre dos sistemas de tensión, las cuerdas de acero y la membrana exterior.

Tensiones generadas por las cuerdas de acero en el arco rígido:

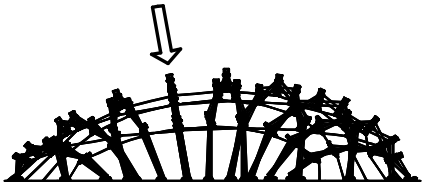


Arco E

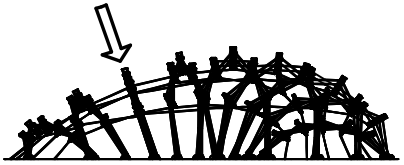
Dirección en la que la membrana ejerce fuerzas sobre cada arco:



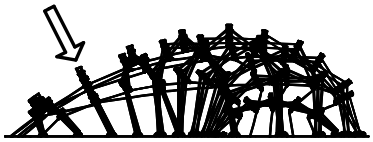
Arco E



Arco D



Arco C



Arco B



Arco A

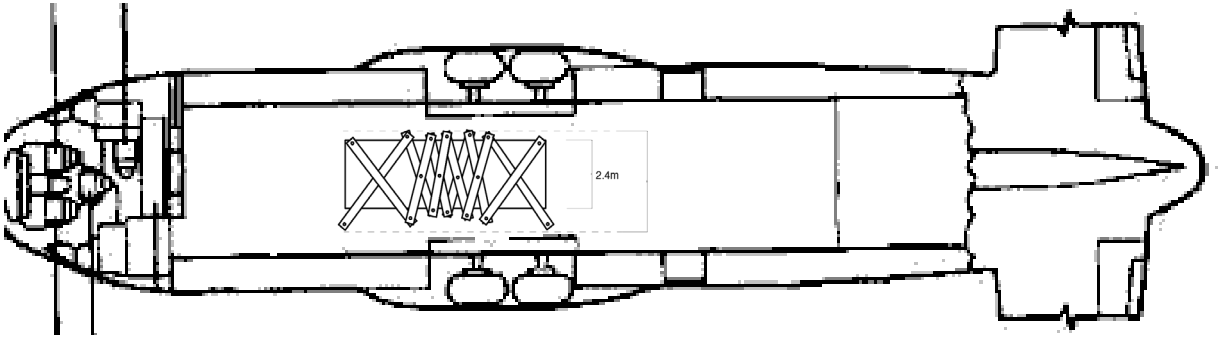
De este modo se obtine una tenso-estructura, que trabaja con elementos rígidos y tensados. Esto tiene como ventaja que la estructura total presenta una gran estabilidad, resistencia y es liviana. Estos términos cumplen con los criterios de desplegabilidad que se buscaban en el comienzo.

4. "Cualidades del proceso de montaje": El Sistema desplegable cumple con las condiciones de diseño que se buscaban en un principio, las cuales eran parte de la hipotesis y planteaban lo siguiente:

CERO IMPACTO: La estructura generada puede desmontarse de manera segura y no genera residuos, por lo que el terreno natural en el cual estaba puede volver a su estado original sin cambios. Las piezas pueden ser reutilizadas para montar la estructura en otro lugar de la zona.

SISTEMA PLEGABLE: El sistema viene en un estado de embalaje en donde su morfología plegable se encuentra contraida y ocupa una superficie mucho menor a la que puede alcanzar la estructura estando desplegada. Su instalación toma aproximadamente 1 semana con un equipo de montaje de 8 personas y en condiciones climaticas favorables.

TRANSPORTABLE: El sistema es capaz de transportarse por medio de avión y barco, abarcando asi las dos unicas formas de acceder al continente. El espacio que ocupan las piezas les permite emplazarse en una gran cantidad de espacios distintos.

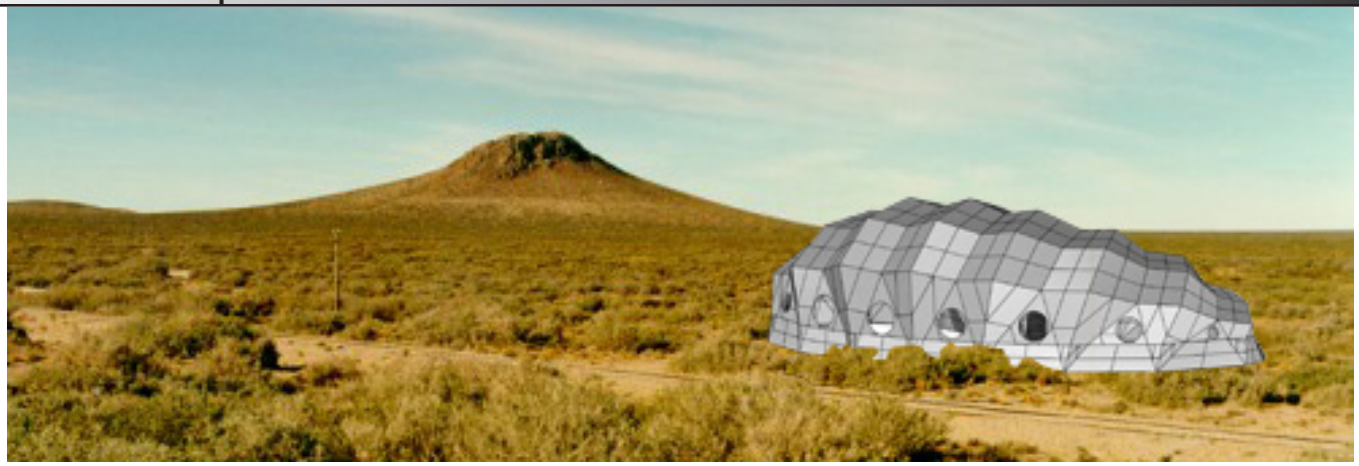


Corte Espacio de carga Avión Hercules C-130 con la dimensión que ocupan el conjunto de pallets con el sistema Plegable

AUTOSUSTENTABLE: El Sistema capta la radiación solar para mantenerla mediante efecto invernadero y genera electricidad por medio de sistemas pasivos eólicos.

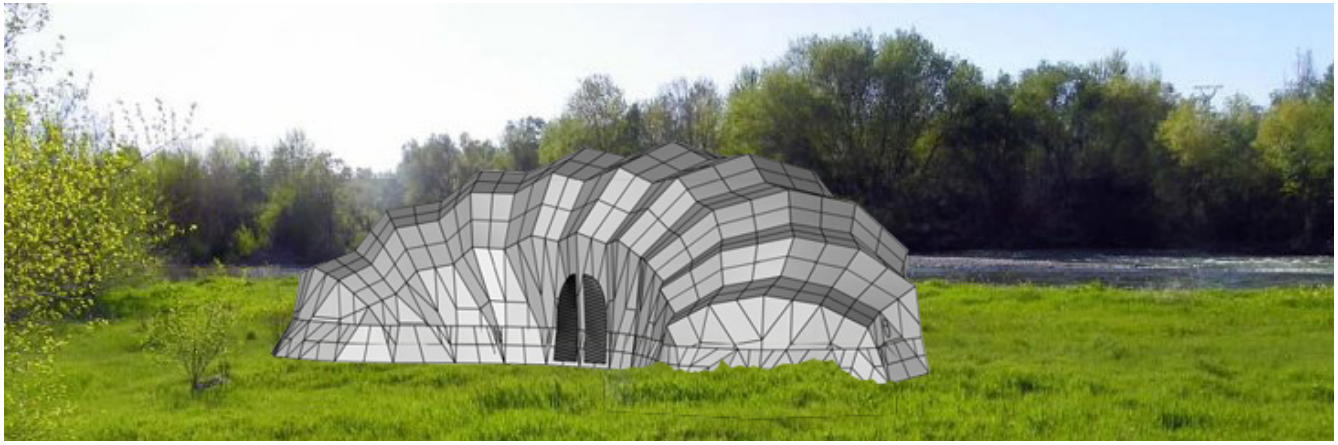
5. "Morfología Aerodinámica": El sistema estructural del proyecto esta generado a partir del toroide, el cual es un cuerpo geometrico que presenta una constante doblecurvatura. Sin embargo es la membrana exterior la encargada de hacer frente a las corrientes de viento que llegan a la zona y esta esta generada con una doblecurvatura en toda su estructura.

5.1 Replicabilidad



Un factor importante que otorga este proyecto es su versatilidad para afrontar distintos climas. Ya se ha hablado de que para la instalación de este solo se necesita un suelo solido y emparejado, entonces este producto puede aplicarse en muchos tipos de clima, no solo antártico. Al estar diseñado para resistir grandes vientos, la resistencia del material de la membrana y la rigidez de la estructura la hacen apta para ser montada en diversos lugares.

La únicas restricciones para el montaje de esta estructura son el suelo como ya se menciono, y las altas temperaturas. Por ejemplo en un clima desertico con suelo arenoso, este no tiene la constancia necesaria para retener a las fundaciones de gaviones. También pueden jugar en contra las temperaturas altas ya que cuando se tienen climas muy calurosos pueden afectar el funcionamiento de las piezas de acero de la estructura.



5.2 Contribución

Este proyecto tiene como finalidad generar un espacio de contención para los pasajeros del Aerodromo Teniente Marsh para así poder fomentar el turismo que crece día a día en la zona. De esta forma se creó una estructura desplegable, sustentable y transportable que ofrece una solución versatil y práctica para solucionar problemas de habitabilidad y son estos mismos parametros los que permiten a esta estructura ser montada en muchos lugares. Quizas lo más importante es su transportabilidad y desplegabilidad, lo que la posicionan como una estructura que puede llegar a casi cualquier lugar en el que lleguen vehiculos de transporte aéreos, marítimos o terrestres.

Al ser una estructura habitable cuyo interior presenta un espacio libre, se puede utilizar para distintos propositos que involucren o no a las personas, es decir que puede ser habitable como también puede no serlo. Bajo esta línea, el proyecto puede funcionar por ejemplo como tienda de campaña militar ya que al ser desplegable y transportable cumple con los requisitos que las estructuras de campaña requiren. También puede utilizarse como bodega para almacenar diversos elementos, principalmente objetos utilizados en misiones militares.

En conclusión, es la versatilidad de este proyecto su mayor fuerte, ya que se puede adaptar para muchos usos distintos y puede ser transportado hacia muchos lugares. También el hecho de que sea una estructura desplegable favorece a la hora de ser montada ya que se puede realizar esta acción en un periodo de tiempo muy corto y con un personal muy acotado, sin mencionar de que es una estructura simple de entender y de montar, no se necesita un conocimiento avanzado de estructuras.