SISTEMA HABITACIONAL DESPLEGABLE Y SUSTENTABLE

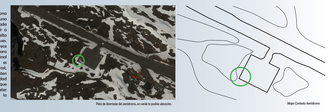
PARA LA CONTENCIÓN DE PASAJEROS EN EL AERODROMO TENIENTE R. MARSH

CONTEXTUALIZACIÓN

Ubicación del terminal:

Primera Ubicación
Continua a la punta de aterrizaje se encuentra una pequeña cabaña de 3 m de altura, rodeada otros estructuras como un hangar, una torre de control y habitaciones de la FACH. Estos planicie cuenta con 1500 metros de ancho de nuevo terminal para posaderas de avión que se ubicaban cerca, lo mas cerca lo viento e derrita y deja un espacio de 1500 m para que un utilizada. Por consiguiente, en invierno es un sector en donde cae mucho viento.

Segunda ubicación.
Los segundo, como corresponde, como ubicación del terreno que se ubica al lado del parente a los extremo del lo suelo. Por consiguiente, Esta planicie ofrece un terreno ideal para posicionar el terminal, ya que el terreno se encuentra a nivel, por lo que no existen problemas de humedad en el terreno que puedan comprometer la estabilidad de la estructura.



BASES CIENTÍFICAS

Base Eduardo Frei

TRANSPORTE HACIA LA ZONA

Transporte Aéreo (CARGA)

Hercules C-130 H

Avión militar Hercules C-130

El Avión Hercules C-130 es un modelo creado en la año 1950 con fines de transporte tanto de unidades de infantería. Planeadores de carga y aeronaves de evacuación aérea. Aparte que realiza otra cantidad de desarrollo de sistema de aterrizaje en terreno de nieve y hielo. Puede llevar hasta 19,000 kg de carga en distancias equivalentes a 3,000 km, junto con 92 pasajeros. Su velocidad de crucero puede que lo brinda de 540 nudos en el aire. Es Vuelo a una velocidad cruceros de 540 km/h y un piso para el despegue debe tener entre 500m y 1000m dependiendo del peso que lleva.

Tiene una embarqueduro de de 40,4 m, longitud de 29,8m y una altura. Este avión puede modificar su comportamiento interior para llevar pasajeros o cargas, según sea lo necesitado, tiendo en espacio de su bodega de carga de 12,5m de longitud. Esta metro de ancho y 2,74m de altura en su punto más bajo.

Interior ensamblaje de carga avión militar Hercules C-130

Mapa de ensamblaje de carga avión militar Hercules C-130

Transporte Aéreo de Pasajeros (TURISMO)

Avión BAE/RJ

Avión BAE/RJ de la línea de aerolineas Twitchell Bland, Sonora.

Avión moderno con alto grado de confort y seguridad, de ocho ventanas a cada lado, con 2 motores a reacción, 4 tripulantes y 100 pasajeros. Efectua vuelos entre Puerto Arenas y Antártida en 2 hs. Posee una capacidad de carga de 7200 Kg y brinda transporte a 100 pasajeros.

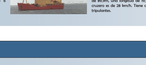
EC135/247 ETAC ATE 307

Avión EMB145 de la línea de aerolineas Twitchell Bland, Sonora.

Avión compacto, con cabina presurizada y alta resistencia contra condiciones climáticas adversas. Posee una capacidad de carga y entretenimiento aeronáutico de Antártica. Capacidad para 6 pasajeros y puede llevar hasta 1500 kg de carga.

Transporte Marítimo

Aquiles AP-41



Transporte de 4000 toneladas, construido por la empresa Asmar en 1969. Tiene 103m de longitud, 16m de ancho y 6,5m de calado. Velocidad cruceros de 16 km/h. Posee una capacidad para 200 y 80 tripulantes. Posee una grua electrica para 22 toneladas. Tiene la capacidad para servir como hospital.

Rompehielos Oscar Viel AP-43

Transporte de 4000 toneladas, contruido en Canada por la empresa Vickers Armstrong, Chile lo adquiere el año 1954. Tiene una embarqueduro de 80,8m, una longitud de 16,8m y su velocidad cruceros de 21 km/h. Tiene capacidad para 60 tripulantes.

Lautaro ATF-47

Buque de apoyo logístico, alcotrace lugares de difícil acceso. Construido en el año 1970. Transporte 1600 toneladas. Tiene 62m de longitud. Alcanza una velocidad cruceros de 15 km/h.

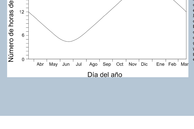
Lautaro ATF-47

Transporte de 4000 toneladas, contruido en Canada por la empresa Vickers Armstrong, Chile lo adquiere el año 1954. Tiene una embarqueduro de 80,8m, una longitud de 16,8m y su velocidad cruceros de 21 km/h. Tiene capacidad para 60 tripulantes.

Buque de apoyo logístico, alcotrace lugares de difícil acceso. Construido en el año 1970. Transporte 1600 toneladas. Tiene 62m de longitud. Alcanza una velocidad cruceros de 15 km/h.

CLIMA EN LA ZONA

HORAS DE LUZ DEL DÍA



Existen dos momentos considerables o nombrados. Uno es el de verano, que es el de Verano, en donde se presenta la mayor cantidad de horas luz en lo año, 19,4 horas. Por el contrario, el día en donde existen menos horas de luz es el de invierno, que es en lo año, en donde son solo 4,4 horas de luz solar.
Estos cambios geográficos influyen en los cambios 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 área se comporta que se vitiles 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 80%, alcanzando cifras superiores al 95% en ciertos meses. La Temperatura media anual es de -3,8º C y varía en un rango de 5,2ºC. La temperatura máxima es -22,0ºC lo mínimo. El mar que rodea a la isla sirve como regulador de temperatura.

PRECIPITACIONES

Atiadedor de lit dito corresponden a dito en fuera. Los 20 días restante opera. Por una consequencia o dito de fuera, en donde en su mayoría fuera entre 2mm y 5mm. La niieve es un factor muy variable que depende de la temperatura. Por lo tanto, para la mas frecuente nel niieve en los días de invierno en donde por mes cae niieve 20 días aprox.

VIENTOS PREDOMINANTES

Los vientos predominantes provienen con un ángulo de 45º en lo sentido del reloj. Tiene una velocidad de 36,9m y longitud de 0,2m. Transporta 1600 toneladas. Velocidad cruceros promedio de 22 km/h.

El Viento presente en la isla es uno de los factores más importantes a considerar ya que puede producir fuerzas que afectan a la estructura. Los vientos que se presentan en el predominarán tienen velocidades de entre 20 km/h hasta casi 50 km/h y tienen una predominancia de 20 días aprox. Atiadedor de 5 días el mes se generan vientos mas de 60 km/h. Estos últimos generan un desgaste constante para la estructura, después que se generan mas o mas.

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICO

Generar estrategias de construcción sustentable para la Antártica que responda de manera Optima al clima de la zona y que simplifiquen el proceso logístico.

Resulta que se tiene un Aerodromo ubicado en el polo sur del planeta, el cual cerca de un espacio que sirve de refugio entre lo espera de los pasajeros por su transporte, por ser terreno o aeres. A esto mismo ubicación se suma que el terreno es muy cambiante, por lo que se ve en la necesidad, tiendo en espacio de su bodega de carga de 12,5m de longitud. Esta metro de ancho y 2,74m de altura en su punto más bajo.

Tiene una embarqueduro de de 40,4 m, longitud de 29,8m y una altura. Este avión puede modificar su comportamiento interior para llevar pasajeros o cargas, según sea lo necesitado, tiendo en espacio de su bodega de carga de 12,5m de longitud. Esta metro de ancho y 2,74m de altura en su punto más bajo.

Desarrollo de infraestructuras plegables con metodos posiros de nucleación de energía, que tengan morfologías aerodinamicas para contrarrestar los efectos del clima, lo fuerte y la nieve, entendiendo las energías que se producen entre distintas capetas involucradas en el proceso.

De cada una de las 3 problemas generales ya estas nacen sus contrapartes, que son los requeratos o los factores que complican el desarrollo del proyecto. Estos requeratos son a su vez problemas de menor escala que se deben solucionar para el proyecto.

- El clima por ejemplo plantea una fuerte presencia de viento y fuerte lluvia con nieve. Da vuyo a desprende la idea de que la morfología que presente el proyecto no puede presentar angulos rectos, ya que podría dar cabida a que se acumule nieve y agua, por ser seto que la estructura al presentar curva planas se demorarse por causa del fuerte viento. Entonces al primer problema específico es como generar una morfología aerodinámica con curvas suaves que contrarrestan los efectos del clima.

- Las ideologías nuevas de sustentabilidad que han nacido por diversos estudios científicos que involucran o los bosos de la zona en estudio, plantean el uso de energía limpias que no generan desechos hacia la naturaleza. Por lo tanto, para el uso de materiales ecológicos que generen una huella de carbono. El desafío vuyo esto en elegir los recursos que se adaptan a la atmosfera antártica en donde los fuertes pozos obtener energía son limitados. También se debe diseñar una estructura que tenga 0 impacto tanto al momento de retirarla, por lo cual los estrategias constructivas deben permitir retirar la estructura de la estructura para no dejar huellas que envuelvan el paisaje antártico

- Si bien los dimensiones de esta estructura no deben ser menores (ya que debe tener capacidad para 50 pasajeros), los piezas que conformen la estructura si estar desmontables deben adecuarse a los cambios de volumen que se generan por las distintas involucrando en el uso, por lo que se deben emplear principos de plegabilidad, generando elementos que modifiquen sus cualidades fisicas para permitir que estas puedan ser transportados en espacios de carga cuyas dimensiones son limitadas.

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

Morfología Aerodinámica + Energías Limpias y 0 Impacto en montaje y retiro = Problemas Especificos

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (CASOS MÁS RELEVANTES)

Base Arturo Parodi (CHILE/ARQZE)

Descripción

El Proyecto de Investigación chileno que se ubica en Tierra de Ellsworth (coordenadas 80º 40' S y 81º 32' O) que tiene como objetivo es el Instituto Arturo Parodi Altupe, quien realizar el estudio científico hacia el continte antártico. En esta base se investigan temas relacionados con la glaciología, meteorología, geología y cartografía y también cuenta con una punta de apoyo a operaciones de aterrizaje de la FACH.
Este proyecto fue ganador de un concurso por la oficina ARQZE, (arquitectura en zonas extremas) quienes generaron una estructura que abarca 2 pisos de superficie construida y una habitable de año 2000. El diseño de las instalaciones responde a un enfoque de 0 impacto ecológico y que utiliza tecnologías limpias que no contaminan. La estructura fue retirada el año 2011 para la instalación de otra proyecto relacionado al ámbito de la investigación científica.

Estrategias

La estructura esta conformada por 3 partes distintas que le interconectan e interactuan entre ellas para forsnecer el acondicionamiento interior de la base.

1.- La primera estructura es un interno de tunel conformado por arcillo de acero contenido por una membrana exterior de PVC, que sirve como puente entre la base y el hangar. Este tunel es de 3 m de pasillo utilizo el tiempo transcurrido para generar ganancias energeticas y distribuirlo hacia las demas unidades.

2.-La segunda estructura corresponde a una serie de modulos habitacionales que son como domoteatos para los cientificos y que estan conformados por estructuras de poliestiren.

3.- El tercero estructura corresponde a un hangar tipo tornado llamado "Sale Sentinaje" que sirve como comedor y espacio de reuniones. Contra de una estructura de acero cubierta con una membrana exterior de PVC.

Innovación

Estructura de tunel. Conformado por orillos tubulares de acero que funcionan con compresión, contenido por una membrana transducida de PVC, terminado con una mezcla de poliester con trabimento anti UV. El tunel se encuentra con propiedades aislantes térmicas y acústicas entre 0º y 40º C. Planta de la energía almacenada se trasloda hacia la sala Sentinaje.

Iglo Sentinaje: Estructura formada por tubos de aluminio y una membrana exterior que es de PVC Hidrosilico terminado con una mezcla de poliester con trabimento anti UV. En el interior de la sala se alcanzan temperaturas entre 0º y 50º C. Posee vanos cubiertos por termos de policarbonato de 6 mm transparente, que envuelven Iluminar de manera natural al lugar. Tiene capacidad para 24 personas.

Iglos Cielos: Prepuertos modulos habitacionales montados mediante cuasoporteriales hechos de fibrovidrio de poliester, policarbonato expandido de 40mm con aislación de poliuretano expandido de 40mm y Rosas ventanas de policarbonato monolítico de 3mm. Estan equipados con calefactores que activaban el interior del modulo, que alcanza una temperatura de 20º aprox.

Debido a lo nieve su acumulación, la estructura aprovecha de acumular nieve y derretirla para el interior estructural del tunel para generar ganancias de agua. Contra los presiones y depresiones del viento. La ventilación interna de la estructura se genera automaticamente por convección natural.

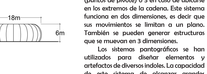
Base Comandante Ferraz (BRASIL)

Descripción

La base Ferraz brasileña se ubica en la bahía Admiralazgo, isla Shealands del sur (62º S y 58º O) y fue inaugurada el año 1984 y fue destruida el año, lo cual fue inaugurada el año 1984 y parecía debido a un incendio en el año 2012, por lo cual el gobierno brasileño decidió construir una nueva base. La base fue nombrada en honor a un comandante de la marina que desempeñó un papel importante en el inicio de actividades científicas en la Antártida. Es la 6ta base más nueva. Tiene capacidad para albergar a 64 personas en verano y 34 en invierno. Consta de 3 modulos y cada uno ocupa un territorio de alrededor de 1000 m2 y 12 m de altura. Los modulos dormitorios, servicios y espacios comunes mientras que los niveles inferiores contienen los laboratorios y dependencias de mantenimiento.

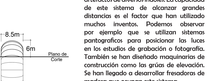
Estrategias

La base plantea resolver principalmente 3 problemas los cuales son la acumulación de nieve, los vientos de altos velocidades y la logística del proyecto. Para el primer problema se utilizan pilotes que elevan la estructura del suelo, para el segundo se emplean un fundaje aerodinámico formado por paredes prefabricadas de fibra de vidrio con poliestiren. 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 4 etapas como muestra la figura de abajo.



Innovación

La estructura se sustenta sobre pilotes que van anclados a unas fundaciones tipo apoiones, rellenos con plastico de la zona. Luego se forma una neblulla de acero que sirve como base para el piso de la base. Los muros son de paneles de fuselaje, el cual fue diseñado mediante modelo de clanta para evitar la formación de presiones que sean perjudiciales para la estructura que pueden generarse por los vientos.
Los muros cuentan con una conexión entre si generando espacios comunes, todos dispuestos de forma entrelazada para evitar altos presiones de viento.



Estación Neumayer (ALEMANIA)

Descripción

Estas estaciones Alemanas que corresponden a la Neumayer, el desarrollo de empresas y intensión tanto para científicos o turistas que desean conocer la institución. Se ubica por sobre el campo de hielo Ekstrom (campo de hielo de 200m de ancho que se encuentra en la antártica central) en la Reina de Maud.

El diseño de esta estación tiene 10 años en horarios y fue el 2001 cuando la base fue ensamblada o trasva de sus piezas, la cuales fueron transportadas en barcos (cargueros de lujo), mediante contenedores que luego eran remodelados por el hielo hasta el punto en que esta hoy en dia.

La base funciona bajo el sitio y su personal varia de 9 en invierno a 70 en verano. Dentro de esta instalación podemos encontrar habitaciones, cocina, sala de conferencia, hospital, laboratorios y también en su nivel subterraneo existen bodegas y talleres.

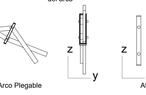
El precio total que supuso esta estructura es de 30.000.000 de aproximadamente.

Estrategias

La estación se una estructura elevada a 6m sobre el suelo, que distribuye los 2,500 toneladas en 18 pilotes de acero que van anclados a unas fundaciones para evitar que la base sea sepultada por la nieve. El suelo de mas del nivel subterraneo también cuenta con 6m de altura, que sirve como lugar para grupos de trabajo del personal que allí habita.
Los pilares hidraulicos estan provistos sobre fundaciones de hormigon enterradas en el hielo. Al año el edificio se debe levantar entre 80cm y 50cm.

La estructura esta compuesta de acero y presenta una cascara exterior (estructura visible desde afuera) que contiene un interior una serie de contenedores que funcionan como habitacuals para el personal.

Al ensamblarse la estructura, primero se arma la cascara exterior en épocas 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 prefabricados con espuma de poliuretano rigido. Uno vez establecido esta estructura contenedora, se pueden clavar los contenedores desde el nivel de suelo hasta arriba, en la estructura de acero que funciona como refugio.
La estructura se levanta de forma ciual por medio de los pilares hidraulicos ubicados en su base. Los bases tambien poseen un espacio para guardar vehiculos de nieve.

Shockwave Blue Ice Hangar (ARQZE)

Descripción

Debido a los vientos impredecibles que ocurren en el aeródromo Teniente R. Marsh (Isla Rey Jorge) se hace necesario un espacio de carga y descarga de los aviones, ya que la FACH pidió a la oficina Arqze el diseño de un hangar para almacenar los equipos. Este hangar esta diseñado de manera modular, lo que permite figuras geométricas que generan el fuselaje del hangar. Esta fuselaje es aerodinamico y sirve para contrarrestar los vientos que se presentan en la zona donde se ubica el lench. Esta geometría distribuye las cargas a través de una red de puntos que están presentes en la estructura.

Estrategias

El sistema de montaje esta diseñado de tal forma que la estructura se levanta por etapas. Cada uno de estas etapas esta ligada a un arco articulado que se ensamblan en el suelo y luego se levanta con la ayuda del personal. A esto arcos se les adhieren otros elementos rígidos que forman la estructura secundaria. Los elementos rígidos son los que dan la forma a la estructura propiamente tal. Los arcos dividen sobre una estructura ajustable de trípode que permitan que los arcos posen de estar acostados en el suelo o ser levantados. La membrana exterior de pvc genera un interior hermético y su forma exterior responde a la estructura que por ir menos a aerodinámica.

Innovación

Todo el sistema está construido por acero galvanizado de 40mm de diámetro. El elemento que une los arcos con los de acero con extremos aplanados que se unen a unos discos de nodo. El disco de nodo se encarga de entrelazar todos los tubos de acero y se unen mediante pernos de 12mm.

La membrana está compuesta con pvc termosellandado con poliester y es de alta resistencia. Al ser esto un elemento flotante 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 grupo de personas.
El conjunto de estrategias para montar este hangar de acero resultado una estructura automontable
en donde no se necesita maquinaria alguna para el montaje y que puede ser armado en 24 horas por un total de 8 personas. El total de los pesos se transporta en balsa de 14 de largo que pesan en kg.

Replicabilidad

La versatilidad de esta proyecto y su simplicen de montaje permitan que pueda ser replicado en otro lugar de acuerdo a sus condiciones climatologicas. Para ello se debe preparando para soportar otro clima y otras condiciones. Implicaría que otra estructura antártica sino que puede proveer de buena forma a otros lugares en el mundo.

HIPÓTESIS

Hipótesis Principal

La Hipótesis principal plantea el **desarrollo de un sistema constructivo que de la posibilidad de ser desplegable y que tenga la capacidad de ser sustentable en el ámbito energético y medioambiental.** Para ello se generaría un sistema constructivo que se ensamble para contener el impacto en el medio ambiente y que utilizar metodos posiros de clinatización para ser sustentable en el sentido energético y medioambiental.

Este hipótesis nace como respuesta al problemas que actualmente posee el aeródromo Teniente R. Marsh en donde la ocupación de la zona de refugio a la hora por la general utiliza los espacios de la Fuerza Aérea de Chile para esperar por su transporte. Esta idea tiene constructivo generaría un espacio habitable generado por piezas desplegables (tiendas que generan costo los pesajeros y demoraría en el clima. La ventilación interna de la estructura se genera automaticamente por convección natural.

Hipótesis Secundaria

Hipótesis Secundaria 1 El proyecto busca ser un **sistema constructivo de impacto cero**, por lo que se deben escoger **estrategias de reversibilidad** que permitan un fácil montaje de la estructura y un fácil 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 los estructuras,** es por este motivo que se desarrollará un **sistema pantográfico que genere un montaje rápido y eficiente** que permita que los pesajeros puedan montar el sol transportarlas, todo esto con el fin de minimizar el tiempo de montaje y desmontaje.

Hipótesis Secundaria 3 La estructura desarrollada no debe presentar problemas en la tradición en vehículo hacia el continente antártico, por lo tanto esta debe **ser flotante y debe ocupar un volumen reducido** para disminuir la dificultad de los maniobras de carga y descarga del vehículo.

Hipótesis Secundaria 4 El sistema debe **autosustentable** en el ámbito energético, por lo tanto debido a lo falta de energía presente en la zona, se debe utilizar **estrategias pasivas de climatización** que aprovechen los recursos existentes en la zona.

METODOLOGÍA

Una vez por planteado la hipótesis principal, la hipótesis secundaria se ver despejar más específicamente en que consiste el proyecto. Para ello se plantea una metodología que contemple cuantificables que puedan determinar si la idea expuesta es valida y para esto se deben emplear metodos que sirven de herramienta para la cuantificación de cada hipótesis secundaria. Por lo tanto, el sistema arrojara una serie de procesos que determinan la idea principal y secundaria de cada hipótesis específica para cada uno.

Metodo 1

Caso Hipótesis 1 y 3: Sistemas constructivos de "Impacto cero" que utilice estrategias reversibilidad y fácil montaje de la estructura. Este elemento es diseñado en el pantógrafo y pretende generar un montaje rápido y eficiente de la estructura.

Metodo 1 Chetar un sistema pantográfico que emplee piezas desplegables en su proceso de montaje, y que permita el proyecto ser reversible. Una vez diseñado se debe dar paso a simulaciones en escala y comprobar la efectividad del sistema en su proceso de montaje.

Metodo 2

Caso Hipótesis 3: Sistema constructivo liviano y fácil de transportar que ocupe un volumen de tamaño reducido para facilitar su transporte hacia el continente.

Metodo 2 El sistema pantográfico tiene que ser capaz de escapar dentro de los estandares actuales de transporte que ofrecen los 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 Hipótesis 4: El sistema es capaz de sovertarse de manera eficiente ante el clima ventoso de la isla gracias a su diseño Aerodinámico.

Metodo 3 Diseñar un sistema aerodinámico que contrarrestre CFD, los cuales analizan la fluidez como el paso y arrastre que generan estas estructuras. También se analizaran el comportamiento solar del modelo. Para comprobar los resultados se analizara una serie de correlaciones de que modelo generara determinar la mejor opción.

Metodo 4 Comprobar cuanto con una membrana exterior tensada que es la encargada de resistir los fuerzas y temperatura del clima. Los morfologías de estas membranas es el factor importante de determinar en el estudio que se realizara con los sendos computacionales.

Metodo 4 Comparar el productos final Uno vez que el proyecto llegue a un estado final, se debe comprobar nuevamente la funcionalidad del sistema pantográfico y también el cumplimiento de los requeratos que se plantearon en el principio del proyecto.

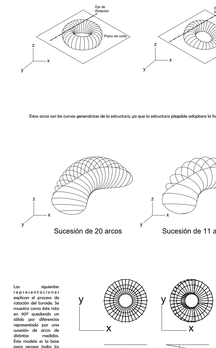
Metodo 5 Nuevamente se construirá un modelo a escala que demuestre de manera fiel el comportamiento de la estructura final. Para esto se debe construir un modelo real que tenga una escala que logrado el detalle de los efectos que se producen en el montaje de la estructura y también se construirá una representación de la membrana para comprobar su funcionamiento morfológico.

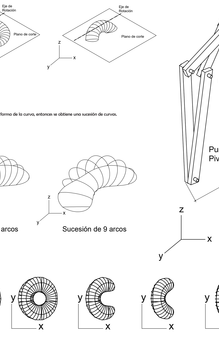
GEOMETRÍA DE CONTROL

Generación de la geometría de Control:

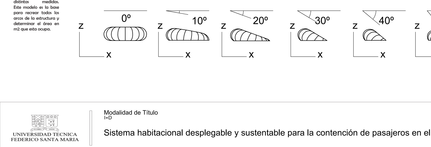
El toroide es el poliedro cuyo superficie será la base del modelo, dado los cualidades aerodinámicos y/o vistos. Este se genera a partir de una superficie de revolución que es un círculo inscrito en un plano, siendo el diámetro de este círculo un anillo del toroide. Se trazo una línea desde el centro de este círculo y otro punto dentro del mismo plano, esto 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 círculo alrededor del punto. Se obtiene como resultado el toroide. Se puede modificar el alto y el ancho de los anillos del toroide, como también lo variable d.





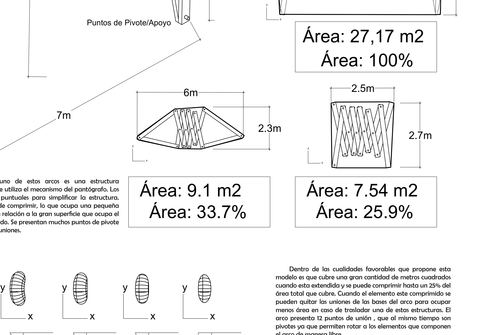
Este toroide se posa sobre un plano de corte. En la superficie de este plano quedan unos serie de arcos resultantes de el corte entre los anillos con el plano de corte. Se obtiene entonces un sólido por diferencia (diferencia entre el toroide y el plano de corte) y se manifiesta mediante una sucesión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



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

La representación más simple de este sistema se logra con dos varillas en forma de "X", unidas en sus centralidades por una unión articulada. Se puede seguir replicando este objeto o continuación de cada uno, generando una cadena que responden de manera uniforme y simultánea 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 índoles. 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 pantográficos para posicionar los 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 treadoras de madera que ocupan este sistema.



Estructura vana. La siguiente representación de un arco estructural muestra un modelo idealizado cuyos medidas implican un funcionamiento correcto del sistema de plegabilidad.

Cada uno de estos arcos es una estructura plegable que utiliza el mecanismo del pantógrafo. Los apoyos son puntuales para simplificar la estructura. Esto 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.

Áreas y porcentajes de superficie

Los siguientes requerimientos explican el proceso de rotación del toroide. Se representan los ángulos 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 40 que este ocupa.

Dentro de las cualidades favorables que propone esto modelo es que cubre una gran cantidad de metros cuadrados cuando esta extendido y se puede comprimir hasta un 25% del área total que cubre. Cuando el elemento esta comprimido se pueden quitar los 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 el mismo tiempo son pivotes ya que permiten rotar o los elementos que componen el arco de manera libre.