

**CONSTRUCCIONES BAJO PRESIÓN DE AIRE
Y SU FORMALIZACIÓN EN LA ACTUALIDAD
MEDIANTE EL SOFTWARE GRASSHOPPER®**

ORLANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

CONSTRUCCIONES BAJO PRESIÓN DE AIRE Y SU FORMALIZACIÓN EN LA ACTUALIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE GRASSHOPPER®

Trabajo Final de Grado
Grado en fundamentos de la Arquitectura

Autor: Orlando González González

Tutor: Pedro Molina-Siles

Universitat Politècnica de València
Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Curso 2016-2017

**CONSTRUCCIONES BAJO PRESIÓN DE AIRE
Y SU FORMALIZACIÓN EN LA ACTUALIDAD
MEDIANTE EL SOFTWARE GRASSHOPPER[®]**

ORLANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos a los que nunca he agradecido nada.

INDICE

Objetivos

Introducción

Arquitectura Efímera

- **Una tipología en constante evolución**
- **La llegada de las exposiciones universales**

Arquitectura soportada por aire

- **Relación con la naturaleza**
- **Orígenes militares**
- **Influencia de Frei Otto y Buckminster Fuller**
- **Años 60. La actividad de los colectivos**
- **Expo de Osaka'70**
- **Situación actual**

Aplicación práctica

- **Formalización mediante Grasshopper®**
- **Experiencia en Taiwán**

Proyecto propuesto: "Floating Pavilion" en Taiwán

Conclusiones

Referencia de imágenes

Bibliografía/Web sites



OBJETIVOS.

El presente trabajo se centra en el estudio de las construcciones soportadas por presiones positivas de aire. Dicho estudio aborda la historia de este tipo de construcciones, desde sus inicios hasta la situación actual. Este repaso temporal nos será útil para contextualizar la segunda parte del trabajo. En esta parte se abordará de manera más detallada los mecanismos que existen hoy en día para la formalización gráfica de las construcciones soportadas por aire, con la ayuda del software de diseño paramétrico Grasshopper®, como herramienta válida para tal fin. La aplicación de este software nos permitirá diseñar paramétricamente una estructura sostenida por presiones positivas.

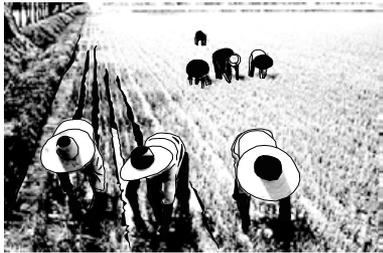


Fig.0.1



Fig.0.2



Fig.0.3

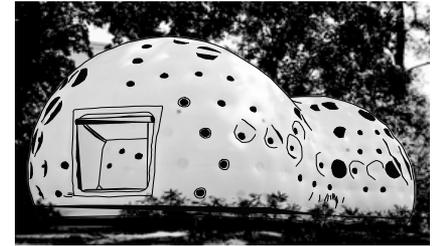


Fig.0.4

INTRODUCCIÓN

El término “construcciones bajo presión de aire positivas” todavía es asumido como un elemento asociado a las nuevas tecnologías y es considerado como un tipo de arquitectura experimental. Nada más lejos de la realidad, elementos que funcionen por presiones positivas de aire han sido usados por la humanidad desde hace siglos. El ejemplo más claro serían las velas que impulsan a los barcos, no hace falta mencionar la antigüedad de este medio de transporte. No obstante, la arquitectura lleva adaptando este material desde hace décadas.

PARA
COMPRENDER EL ORIGEN DE LA
"ARQUITECTURA INFLABLE", ES NECESARIO
TENER EN PRIMER LUGAR UNA VISIÓN GENERAL DE LA
ARQUITECTURA EFÍMERA YA QUE, AL FIN Y AL CABO, ESTE
TIPO DE CONSTRUCCIONES SON CONSIDERADAS
ALGO TEMPORAL. POR LO TANTO ES NECESARIO UN
BREVE REPASO A LO LARGO DE LA HISTORIA DE LA
ARQUITECTURA NÓMADA O EFÍMERA.



Fig.1.1

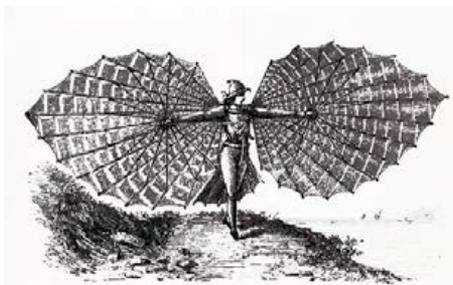


Fig.1.2



Fig.1.3



ARQUITECTURA EFÍMERA

Efímero, -ra adj.

1_ Que dura poco tiempo.

2_ Que dura solamente un día.

El concepto de arquitectura efímera se remonta hasta la antigüedad. Desde los inicios del ser humano han existido este tipo de construcciones, de hecho las primeras arquitecturas existentes fueron construcciones efímeras.

Todo surge dado el carácter nómada de nuestros primeros antepasados, cuando todavía éramos seres trashumantes. En aquellos tiempos las personas se desplazaban de un lugar a otro buscando alimento, muchas veces condicionadas por el clima. Era pues necesario realizar cierto tipo de construcciones que les proporcionasen protección y cobijo durante un período limitado de tiempo, pero que les garantizaba la flexibilidad y movilidad necesarias para su estilo de vida.

EN EL
PALEOLÍTICO EL SER HUMANO
ERA UN CAZADOR RECOLECTOR, ESO NOS
OBLIGABA A IR DESPLAZÁNDONOS DE LUGAR EN
LUGAR EN BUSCA DE ANIMALES PARA CAZAR, ÉRAMOS
NÓMADAS EN BUSCA DE ALIMENTO. POR ELLO
NUESTRA ARQUITECTURA ERAN CONSTRUCCIONES
SIMPLES QUE PUDIÉSEMOS LLEVAR CON
NOSOTROS.



Fig.II.1

CON LA APARICIÓN DE LA **AGRICULTURA**, SE PRODUCE UN GRAN CAMBIO EN LA FORMA DE VIDA. PASAMOS DE IR MOVIÉndonOS DE LUGAR EN LUGAR BUSCANDO CLIMAS ADECUADOS PARA LA PROCURA DE ALIMENTOS, A UN MODO DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE VÍVERES MEDIANTE LA AGRICULTURA. ESTO ELIMINA EL FACTOR DESPLAZAMIENTO DE LA ECUACIÓN HASTA AHORA FIJADA, Y AÑADE UNO NUEVO QUE CAMBIARÁ LA PERCEPCIÓN DE LA ARQUITECTURA PARA SIEMPRE, EL TÉRMINO "**ASENTAMIENTO**".



Fig.11.2

JUNTO CON LA AGRICULTURA, EL OTRO FACTO DETERMINANTE PARA ESTE CAMBIO EN EL MODO DE VIDA DEL SER HUMANO, ES LA **GANADERÍA**. CON LA DOMESTICACIÓN DE LOS ANIMALES SE CONSEGUÍA UNA **ESTABILIDAD** QUE TAMBIÉN DESEMBOCÓ EN ASENTAMIENTOS. NORMALMENTE SE BUSCABAN ZONAS COMO PRADERAS O ESTEPAS DONDE SOLÍA HABER MAYOR ABUNDANCIA.



Fig.11.4



Fig.11.3

Las circunstancias de la arquitectura cambian, los edificios pueden permanecer fijos en un lugar, normalmente próximo a algún tipo de terreno de cultivo fértil donde poder pasar el invierno sin demasiados problemas. Desde entonces el concepto de permanencia aparece asociado a la arquitectura. No obstante, a pesar de esta nueva idea de asentamiento y edificio estable, la arquitectura efímera seguirá evolucionando a lo largo de la historia adquiriendo una serie de características que variarán en cada tipo de cultura o pueblo.



Fig.II.5

- UNA TIPOLOGÍA EN CONSTANTE EVOLUCIÓN

Pese a que la arquitectura efímera es una vertiente arquitectónica que ha ido variando a lo largo de los años, se reconocen una serie de características propias de este tipo de construcciones. Se trata a grandes rasgos de estructuras sencillas, fáciles de levantar cuyo objetivo básico es hacer frente a las inclemencias atmosféricas y permitir la rápida y fácil movilidad. Las tipologías de las construcciones de tipo efímero no es una cuestión baladí, pues tienen una importante relevancia para la comprensión de toda la arquitectura posterior que deja de ser temporal. Establece los cimientos de la arquitectura popular y es, por tanto, un rasgo definitorio de cualquier tipo de arquitectura vernácula.

UN EJEMPLO TIPO QUE CUMPLE ESTAS CONDICIONES PODRÍAN SER LOS "TIPIS" DE LOS INDIOS NATIVOS AMERICANOS. ESTA CULTURA DESARROLLÓ UNA SERIE DE CONSTRUCCIONES QUE SUPUSIERON EL PRECEDENTE HISTÓRICA DE LAS ACTUALES TIENDAS DE CAMPAÑA. SE TRATABA DE UNA ESTRUCTURA MUY LIGERA COMPUESTA POR UNA SERIE DE TRAVESAÑOS SOBRE LOS QUE SE DISPONÍA UNA TELA DE ORIGEN ANIMAL. LOS "TIPIS" ERAN DE MONTAJE INMEDIATO, ASÍ COMO DE FÁCIL EMBALAJE, SE RECOGÍAN DE MANERA SENCILLA PARA SER TRANSPORTADOS AL SIGUIENTE DESTINO.



Fig.11.6

ADEMÁS DE ESTA TIPOLOGÍA "TIPI", HAY INFINIDAD DE CONSTRUCCIONES DESARROLLADAS POR PUEBLOS NÓMADAS A LO LARGO DE LA HISTORIA. POR EJEMPLO LAS TIENDAS QUE EMPLEAN LAS TRIBUS "BEDUINAS" EN SU TRÁNSITO POR EL DESIERTO. SE TRATAN DE ESTRUCTURAS MÁS COMPLEJAS QUE LOS "TIPIS", SON UNA SERIE DE ELEMENTOS DE MADERA CURVADOS QUE PUEDEN PROVENIR DE TRONCOS DE MADERA DESPERDIGADOS POR EL DESIERTO, QUE SE CURVAN CON FORMA DE ARCO Y SE ANCLAN EN EL TERRENO. EL RECUBRIMIENTO ES UNA TELA DE PIEL DE CAMELLO QUE SE DEJA CAER SOBRE LA ESTRUCTURA.

OTRO EJEMPLO, SON LAS CONSTRUCCIONES DENOMINADAS "YURTS" DE LOS PUEBLOS MONGOLES. ES UNA CONSTRUCCIÓN EMPLEADA POR LOS NÓMADAS DE LA ESTEPA ASIÁTICA PARA PROTEGERSE DEL CLIMA DE ESA ZONA. ESTA COMPUESTA POR UN ARMAZÓN A BASE DE UN ENTRAMADO DE PIEZAS DE MADERA, QUE DEFINEN UNA FORMA CIRCULAR EN PLANTA. EN LA PARTE SUPERIOR SE VA ESTRECHANDO HASTA DEJAR UN ANILLO SUPERIOR, QUE PERMITE LA SALIDA DE HUMOS. EL RECUBRIMIENTO EXTERIOR ES A BASE DE PIELS DE ANIMALES, EN SU MAYORÍA LANA. EL NÚMERO DE CAPAS VARIARÁ EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR.



Fig.II.7



Fig.II.8

PARA ACABAR, UN ÚLTIMO EJEMPLO SERÍA EL "TABERNÁCULO" EMPLEADO POR LOS ISRAELITAS. ESTE SE TRATA DE UN CASO PECULIAR, PUES EL FIN DE ESTA ESTRUCTURA NO ERA EL DE PROPORCIONAR COBIJO A LAS PERSONAS SINO QUE SE TRATABA DE UN SANTUARIO DONDE PODER COBIJAR A SU DIOS. DURANTE LOS 40 AÑOS QUE EL PUEBLO DE ISRAEL VAGÓ POR EL DESIERTO, TRAS EL ÉXODO DE EGIPTO, ESTUVIERON EMPLEANDO ESTAS CONSTRUCCIONES COMO SANTUARIOS. SE TRATABA DE UN ELEMENTO QUE TENÍA UNAS DIMENSIONES DE 48X24M, COMPUESTO POR ELEMENTOS DE MADERA EN SU PARTE ESTRUCTURAL Y CUBIERTO POR UNA SERIE DE TELARES, DISPONÍA DE UN PATIO TRASERO QUE ERA LA PARTE MAS SAGRADA DE LA CONSTRUCCIÓN, PUES ERA DONDE GUARDABAN LAS TABLAS DE LOS 10 MANDAMIENTOS DE MOISÉS.

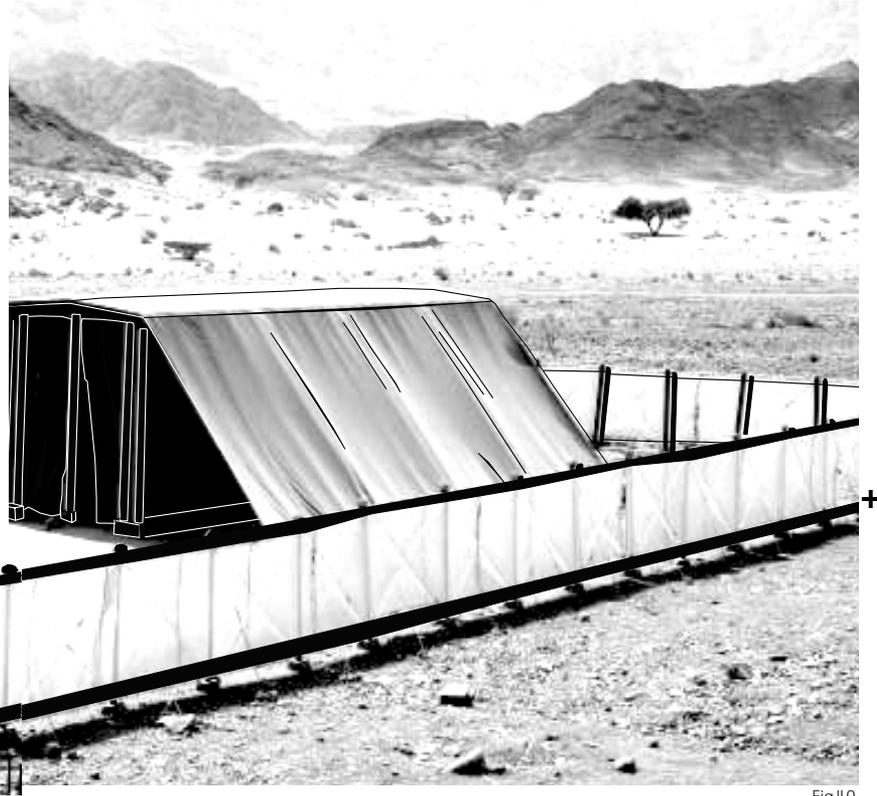


Fig.11.9

- LA LLEGADA DE LAS EXPOSICIONES UNIVERSALES

Con el nacimiento de las exposiciones universales la arquitectura efímera adquiere un carácter diferente al que venía desarrollando a lo largo de su historia. Ya no responden a una necesidad de movilidad de un punto a otro, ni de refugio. Se trata ahora de mera exposición temporal, el edificio se diseña para poder ser desmontado(al fin y al cabo sigue siendo efímero) al final de la exhibición.

Esta nueva caracterización de la arquitectura efímera tiene su inicio con la construcción del "Crystal Palace" en Londres con motivo precisamente de la primera Gran Exposición Universal en 1851.

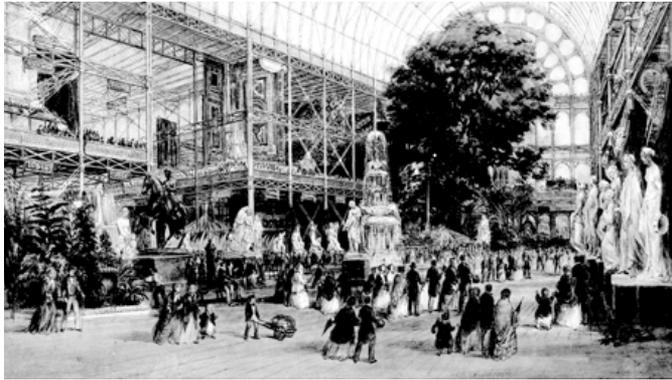


Fig.II.10

A PARTIR DE AQUÍ LA ARQUITECTURA EFÍMERA QUE SE VA DESARROLLANDO ESTA LIGADA A ESTE TIPO DE EXPOSICIONES (EXPOS, BIENALES..ETC) EN LAS QUE EL PROPIO EDIFICIO ES EL ELEMENTO A MOSTRAR, MUCHAS VECES POR EL MATERIAL O LA TÉCNICA EMPLEADA EN SU EJECUCIÓN. SON PABELLONES CON ESTRUCTURAS COMPLEJAS; ATRÁS QUEDAN LA SENCILLEZ Y MOVILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES NÓMADAS.



Fig.II.11

Desde mediados del s.XX empiezan a surgir una serie de arquitectos con afán de recuperar el espíritu nómada en la arquitectura. Parten de una revisión del concepto “nómada” intentando adaptarlo a su tiempo actual, usando los avances técnicos disponibles en cuestión de materiales. En el fondo de este pensamiento yace una protesta frente a la arquitectura tradicional inmóvil y compacta que se venía desarrollando como norma habitual, concretamente contra el estilo brutalista predominante en la década de los años 60 y 70.

En esta situación es donde empiezan a aparecer las primeras construcciones neumáticas, las cuales debido a su posibilidad de inflado y desinflado suponían la oportunidad perfecta para poder materializar las inquietudes de este grupo de arquitectos.

A
PESAR DE QUE EL BOOM DE LAS
EXPOSICIONES UNIVERSALES DESVIRTUÓ EN PARTE
LA FINALIDAD DE LA ARQUITECTURA INFLABLE, COMO TIPO
DE ARQUITECTURA RELACIONADA CON LO NÓMADA Y FÁCIL
DE TRANSPORTAR, LO CIERTO ES QUE FUE UN CALDO DE CULTIVO
IDÓNEO PARA SITUAR ESTAS CONSTRUCCIONES EN EL MAPA.
ESTO FUE IMPORTANTE PARA QUE FUTUROS ARQUITECTOS
DESARROLLASEN CURIOSIDAD POR ELLA Y LA FUESEN
EXPERIMENTANDO.



ARQUITECTURA NEUMÁTICA

“Estructuras neumáticas” es el nombre que engloba todos los tipos de construcciones que introducen el aire como parte de su funcionamiento.

Debido a que esta tecnología, en su campo de aplicación en la arquitectura, es relativamente nueva, no está del todo clara la clasificación de las subcategorías de las construcciones neumáticas. Para este trabajo se adoptará como referencia la clasificación que realiza Roger N. Dent en su libro “Arquitectura Neumática”(DENT,1975 :14)

Otros autores prefieren clasificar este tipo de estructuras en base al modo en como las presiones de aire actúan sobre la membrana o piel. Distinguiendo dos grandes grupos: presiones positivas y presiones negativas.

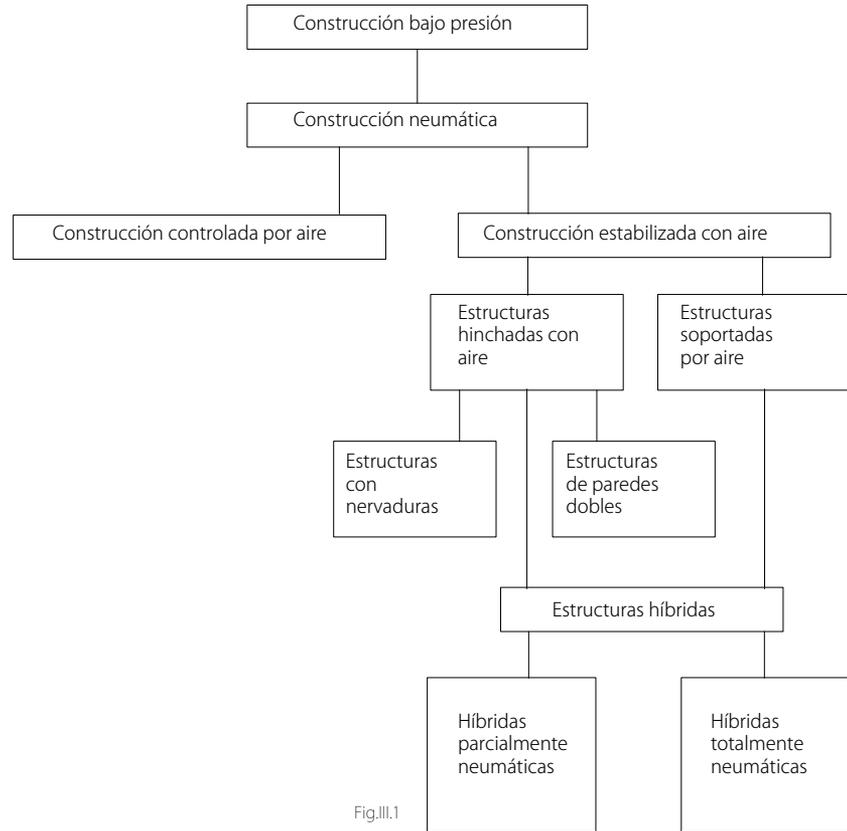




Fig.III.2

Actualmente las construcciones bajo presiones de aire todavía se asocian a una tecnología en fase experimental que es relativamente reciente. Dicha aseveración no es del todo cierta, en primer lugar porque construcciones bajo presiones de aire aplicándose aplican en el campo de la arquitectura desde hace más de 50 años y segundo porque, aunque no esté directamente relacionado con la arquitectura, los principios físicos que rigen el funcionamiento de estos elementos llevan siendo usados por el hombre desde hace siglos. Es más, no sólo el ser humano ha hecho uso de esta tecnología, la propia naturaleza esta plagada de ejemplos en los que las membranas y fluidos bajo presión juegan un papel fundamental. Huelga decir que las venas por las que circula la sangre y que nos permite vivir funcionan mediante este principio; una membrana de tejidos finos que se tensionan por la presión sanguínea.

OTRO EJEMPLO PRESENTE EN LA NATURALEZA PODRÍA SER EL CASO DE LAS ALAS DE UNA LIBÉLULA, EN LAS QUE UNA FINA MEMBRANA QUE SE VA INFLANDO SE EXTIENDE SOBRE UNA PEQUEÑA ESTRUCTURA PERMITIENDO EL VUELO. TAMBIÉN GUARDA RELACIÓN CON ESTA TECNOLOGÍA EL SISTEMA DE MEMBRANAS DEL QUE DISPONEN ALGUNOS MAMÍFEROS CAPACES DE VOLAR COMO ES EL CASO DE LOS MURCIÉLAGOS O CIERTO TIPO DE RANAS, EN EL QUE LAS MEMBRANAS DISPUESTAS ENTRE LOS DEDOS DE SUS MANOS



Fig.III.3

Como se ha apuntado anteriormente, el uso de esta tecnología por parte de la humanidad se remonta a la aparición del barco a vela, sin embargo esta no fue la única invención hecha en el pasado. Otros prototipos mucho menos conocidos que el barco a vela fueron desarrollados sin demasiada fortuna, en su mayoría enfocados en el transporte de personas, por ejemplo el “vehículo con velas” diseñado en 1599 por Simon Stevin. Se trataba de un prototipo que usaba el mismo mecanismo del barco a vela pero adaptado para desplazarse por tierra en vez de por agua.

CABE DESTACAR LA APARICIÓN DEL **GLOBO DE AIRE CALIENTE** A FINALES DEL S.XVII, SU AUTORÍA SE LE ATRIBUYE A LOS **HERMANOS MONTGOLFIER**, QUE CONSIGUIERON HACER ASCENDER UNA ESFERA DE 10M DE DIÁMETRO.

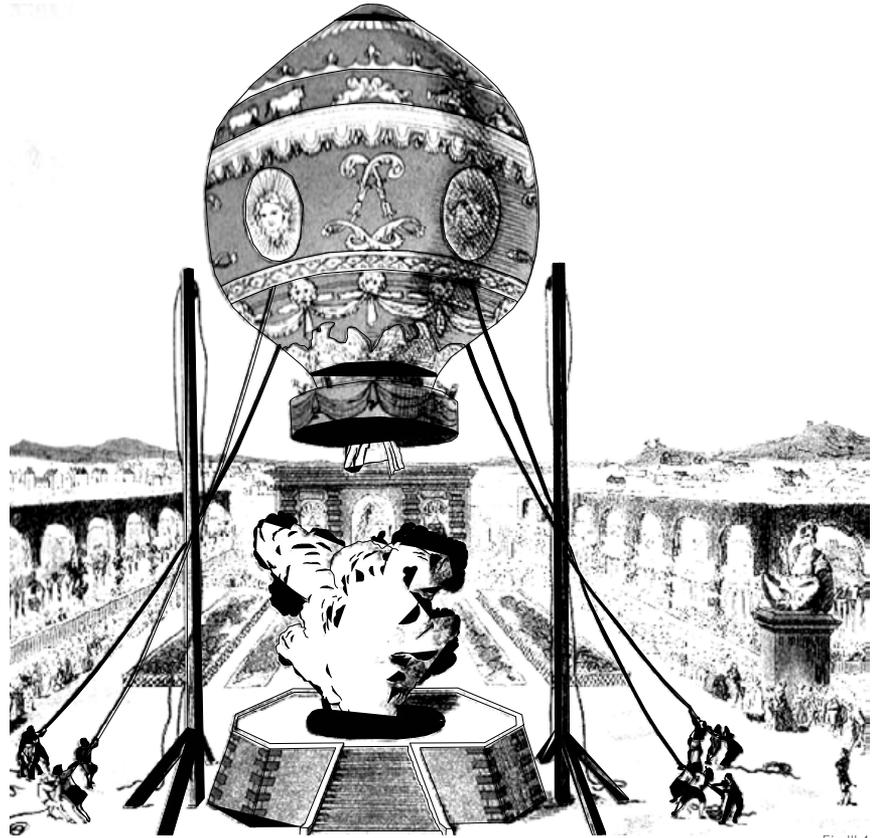


Fig.III.4

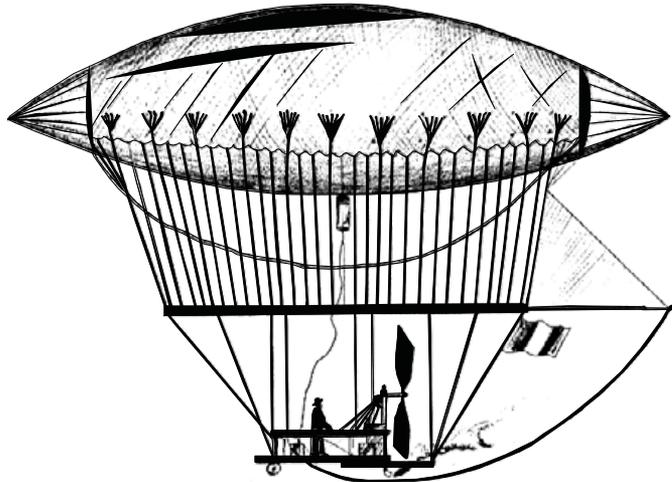


Fig.III.5

AÑOS MÁS TARDE , CON LA APARICIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, LOS GLOS FUERON ADQUIRIENDO FORMAS MÁS ALARGADAS, SIMILARES A LOS ACTUALES ZEPELINGS, QUE ADQUIRIRÁN UNA FORMA AERODINÁMICA MUCHO MEJOR.

- ORIGENES MILITARES

Centrándonos ya en la aplicación de esta tecnología a la arquitectura, encontramos que el ingeniero británico Frederick William Lanchester, a principios del s.XX, fue de los primeros en aplicar las técnicas de membranas neumáticas en la arquitectura. Lo hizo precisamente usando los principios del globo de aire caliente, en sus propias palabras así definía el proyecto para un hospital de campaña: "El presente invento consiste simplemente en una especie de tienda, en la cual el tejido utilizado en los globos u otro material difícilmente permeable para el aire es empleado y mantenido en estado erguido por la presión del aire, y cuyas entradas y salidas están provistas de una o más esclusas de aire" esta cita esta sacada del libro "Construcciones Neumáticas" (HERZOG,1977:29)

Las ideas de Lanchester nunca se llegaron a poder materializar, los motivos son varios. Por un lado esta el hecho de que para la mentalidad de la época en la que los principios de la estática dominaban la construcción, las empresas se resistían a aceptar las ideas del británico y no le proporcionaban el apoyo necesario. Otra razón fue el comienzo de la Primera Guerra Mundial, que paralizó toda la actividad industrial que no estuviese relacionada con la producción de armamento militar.

La llegada de la Segunda Guerra Mundial trajo consigo un interés por la arquitectura neumática debido a las posibilidades que ofrecía en el ámbito militar. Recordemos que este tipo de arquitectura se caracteriza, entre otras cosas, por su carácter efímero; se trata de construcciones de fácil montaje y rápido desmontaje que son requisitos necesarios en cualquier estrategia militar. Estas características no pasaron desapercibidas para los ingenieros militares que vieron en la arquitectura neumática una nueva forma de construcción aplicable a sus necesidades.

Las primeras grandes construcciones neumáticas siguen relacionadas con el ámbito militar pero no por motivos funcionales. El fin de la Segunda Guerra Mundial trajo de la mano el inicio de la Guerra fría entre los EE.UU. y Rusia. Una de las principales preocupaciones de los americanos eran proteger sus fronteras en la parte norte del país. Para ello dispusieron una serie de radares en esas latitudes que debido a las condiciones climáticas extremas necesitaban ser protegidos de alguna forma. La solución fue una cúpula compuesta por una membrana sostenida por la presión del aire, esta construcción fue diseñada por el ingeniero Walter W.Bird siguiendo los preceptos estipulados por Lanchester. A pesar de las primeras dudas, los resultados acabaron suponiendo el primer éxito de la arquitectura neumática.

A partir de este momento estas construcciones van adquiriendo mayor importancia y presencia, sobre todo en EE.UU. Muchas compañías siguieron el camino empezado por Bird y empezaron a fabricar sus propios prototipos llegando a haber más de cincuenta fabricantes. Sus construcciones se empleaban sobre todo para cubrir grandes espacios de recintos deportivos, exposiciones, almacenes, fábricas...

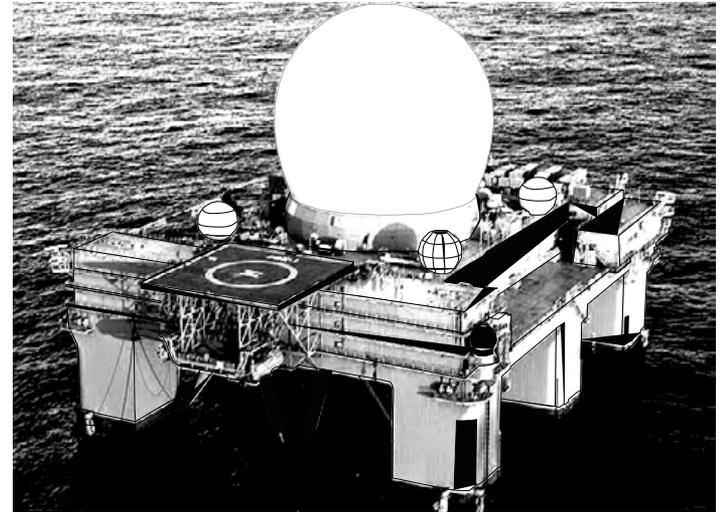


Fig.III.6

- INFLUENCIA DE FREI OTTO Y BUCKMINSTER FULLER

A partir de los trabajos llevados a cabo por Bird, en cuanto a cubriciones de grandes espacios con formas geodésicas soportadas por aire, comienza una colaboración con el ingeniero y arquitecto alemán Frei Otto y con el también americano Buckminster Fuller. Esta colaboración se basó en la experimentación de las formas ya trabajadas por Bird.

Así por ejemplo, en el caso del alemán desarrolló durante esos años de finales de los 50 las bases de su estudio sobre las estructuras tensadas, que seguiría evolucionando a lo largo de su extensa carrera profesional. Este tipo de estructuras tensiles, se basan en la cubrición de grandes espacios por medio del uso de un material textil que se dispone sobre una serie de cables. El conjunto se pretensa in situ para dotarle de la rigidez necesaria que asuma eficazmente los esfuerzos a tracción.

CON ESTA TÉCNICA OTTO DESARROLLÓ SU PROYECTO MÁS FAMOSO, COMO ES EL ESTADIO OLÍMPICO DE MUNICH. SE TRATA DE UN CONJUNTO DEPORTIVO EN EL CUAL EL ARQUITECTO CUBRÍA LOS GRANDES ESPACIOS, PROPIOS DE UN PROGRAMA DE ESAS CARACTERÍSTICAS, CON MATERIALES MUY LIGEROS Y CON LA TÉCNICA EXPLICADA ANTERIORMENTE, LA CUAL SUPONÍA UN PRODIGIO TÉCNICO PARA LA ÉPOCA.

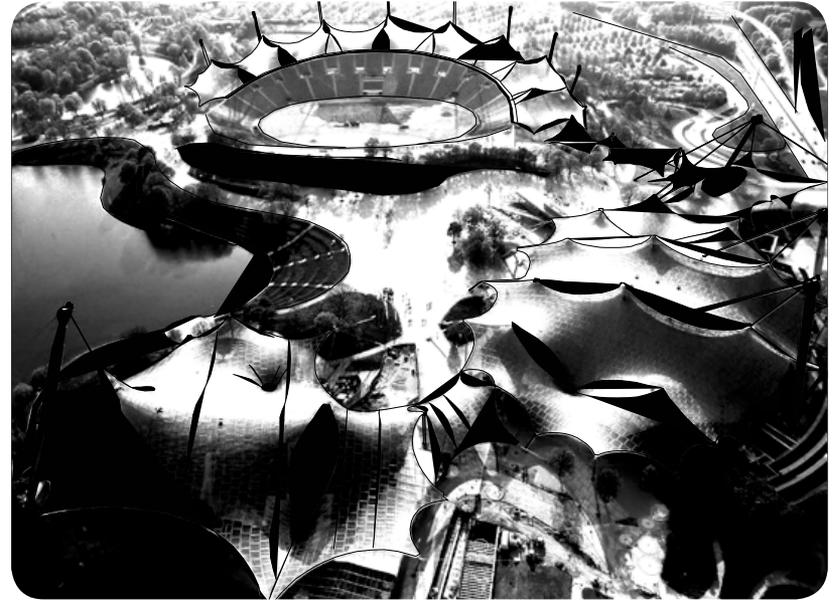


Fig.III.7

EN
EL CASO DE **BUCKMINSTER
FULLER**, ES TODAVÍA, SI, CABE MÁS
ENCOMIABLE SU LABOR POR LA EXPERIMENTACIÓN
DE ESTA ARQUITECTURA NEUMÁTICA. SUS TRABAJOS CON
LAS **FORMAS GEODÉSICAS** NO PASAN DESAPERCIBIDOS PARA
LOS ARQUITECTOS DE LA ÉPOCA, TANTO ES ASÍ QUE UNO DE SUS
TRABAJOS LE VALDRÁ PARA SER CATALOGADO COMO UNO DE
LOS PADRES DE LA ARQUITECTURA MODERNA (ARQUITECTURA
MODERNA CONCEBIDA EN CUANTO A EXPERIMENTACIÓN
TECNOLÓGICA, NADA QUE VER CON EL MOVIMIENTO
MODERNO INICIADO POR **LE CORBUSIER**
DÉCADAS ANTES).



Fig.III.8

SE TRATA DE LA CÚPULA QUE REALIZÓ PARA EL "PABELLÓN AMERICANO" EN LA EXPO DE MONTREAL DEL 67. SE TRATA DE UNA CÚPULA DE 4,2 METROS DE DIÁMETRO CONSTRUIDA POR BARRAS DE ALUMINIO. SE BASA EN LOS PRINCIPIOS ESTRUCTURALES DE LA TENSEGRIDAD, POR EL QUE ASEGURANDO LA ESTABILIDAD TENSIONAL DE SUS ELEMENTOS SE PUEDEN CONSEGUIR ESTRUCTURAS MUY LIGERAS. ESTA CÚPULA SE MANTUVO TRAS ACABAR LA EXPO, Y EL GOBIERNO DE LOS EE.UU. LA ADAPTÓ PARA CONSTRUIR BASES MILITARES PARA SU EJÉRCITO.



Fig.III.9

La labor de estos dos arquitectos es muy valiosa, ya no sólo por el hecho en si de lo revolucionario de sus ideas y de su voluntad de experimentación tecnológica, si no que además y lo más importante para lo que a este trabajo se refiere, en su labor de influencia sobre futuras generaciones de arquitectos, sobre todo la de los años 60. Son por decirlo de alguna manera, los padres ideológicos de todo el movimiento de investigación y experimentación que se produjo en los años 60 en el campo de la arquitectura inflable.



Fig.III.10

CÚPULA PARA CUBRIR PARTE DE LA CIUDAD DE NUEVA YORK. ES UN PROECTO EXPERIMENTAL QUE PARTÍA DE LA IDEA UTÓPICA DE EMPLEAR UNA MEGAESTRUCTURA NEUMÁTICA

- AÑOS 60, LA ACTIVIDAD DE LOS COLECTIVOS

En esta época se dan cita una serie de jóvenes arquitectos que bien en grupo formando colectivos, o bien por separado llevan a cabo una inetnsa actividad en el campo de la arquitectura inflable.

La generación de los 60 es la denominada generación de la "contracultura", jóvenes que se lo replantean todo, más aún en campos tan teóricos como puede ser el de la arquitectura. En esta época empieza replantearse las ideas del movimiento moderno, la estaticidad de sus materiales como el hormigón, ante esto la arquitectura inflable supone ligereza y mayor libertad de diseño. Pretenden una especie de nomadismo moderno, en el que la arquitectura pueda ser versátil y acompañe al usuario de un lado a otro de la ciudad, quieren que el individuo pueda aislarse de lo que le rodea y por tanto tener un espacio individual.

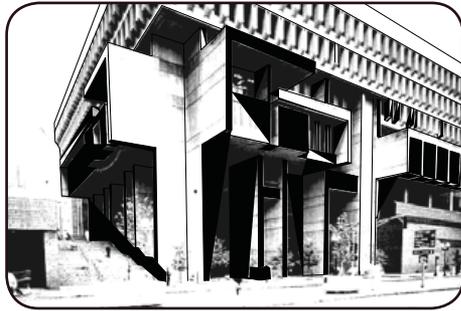


Fig.III.11



Fig.III.12

ES
IMPORTANTE CONTEXTUALIZAR
UN POCO EL INTERÉS DE ESTOS GRUPOS POR
ESTE TIPO DE ARQUITECTURA, SE PODRÍA EMPEZAR
DICIENDO QUE SU PRINCIPAL MOTIVACIÓN ES LA
EXPERIMENTACIÓN(SIGUIENDO LA LÍNEA DE FREI OTTO Y
BUCKMINSTER FULLER). AL SER LA **ARQUITECTURA INFLABLE** UN
TIPO DE ARQUITECTURA TODAVÍA POR EXPLORAR, LES BRINDABA
ESA OPORTUNIDAD DE INVESTIGACIÓN, PERO NOS
ENGAÑARÍAMOS SI DIJÉSEMOS QUE LA EXPERIMENTACIÓN
FUE LA ÚNICA MOTIVACIÓN DE ESTOS COLECTIVOS,
HAY MÁS TRANSFONDO TODAVÍA.



"DESPUÉS
DE COMPLETAR NUESTROS
ESTUDIOS, NO QUERÍAMOS GASTAR NUESTRO
TIEMPO EN UNA ABURRIDA OFICINA. LAS BANDAS DE
MÚSICA NOS HAN MOSTRADO EL MODO EN QUE PUEDEN
REALIZARSE LAS COSAS. QUEREMOS SER FAMOSOS Y
TENER ÉXITO EN ESA ÁREA ENTRE ARQUITECTURA
Y ARTE"

ESTAS SON PALABRAS DE LAURIDS ORTNER, MIEMBRO DEL
COLECTIVO HAUS-RUCKER-CO, REFLEJAN BASTANTE BIEN
CUALES ERAN SUS IDEALES Y MOTIVACIONES. COMO DICE
EN ESA CITA, SU CONCEPTO DE ARQUITECTURA ESTABA
BASTANTE ALEJADO DE LO TRADICIONAL. PARA ELLOS LA
ARQUITECTURA ESTABA MÁS PRÓXIMA AL ARTE QUE A LA TÉCNICA.



Una selección de los colectivos más influyentes de esta época serían:

“Ant Farm” es quizás el que desarrolló una actividad mas intensa en lo relacionado a la arquitectura inflable y también quizás los más radicales en sus posturas. Es un grupo de arquitectos californianos formados principalmente por Chip Lord y Doug Michels. En la línea de lo antes comentado, sus ideas se basan en las críticas a la sociedad consumista americana de la época, al igual que a las formas del brutalismo que no le proporcionan libertad al usuario. Ante esto ellos proponen un tipo de arquitectura inflable que es mucho más barata y respetuosa con el medio ambiente, que promueve la asociación entre individuos.

Además no puede ser catalogada de ninguna manera pues el usuario puede variar la forma que adopta la construcción. En este sentido “Ant Farm” desarrolla una labor muy importante en cuanto a divulgación de sus pensamientos, es por ello que publican, entre otros muchos documentos, un manual en el que detallan diversas maneras que tiene el usuario de fabricar una burbuja de plástico inflable, a esto le llamaron “Inflatocookbook”



Fig.III.14

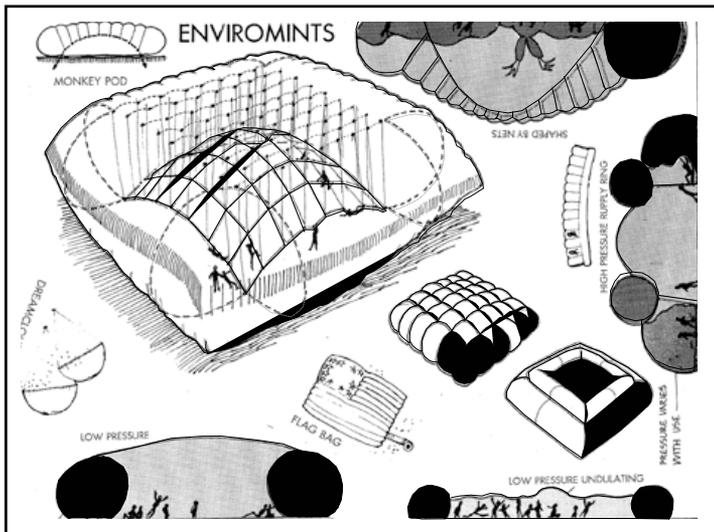


Fig.III.15

EL "INFLATOCOOKBOOK" CONTENÍA MÚLTIPLES EJEMPLOS DE CONSTRUCCIONES INFLABLES. ALGUNAS NO GUARDABAN UNA RELACIÓN DIRECTA CON LA ARQUITECTURA, SI NO QUE MÁS BIEN SE TRATABAN DE ATRACCIONES O ELEMENTOS DE REUNIÓN QUE PERMITÍAN A LOS CIUDADANOS RELACIONARSE.

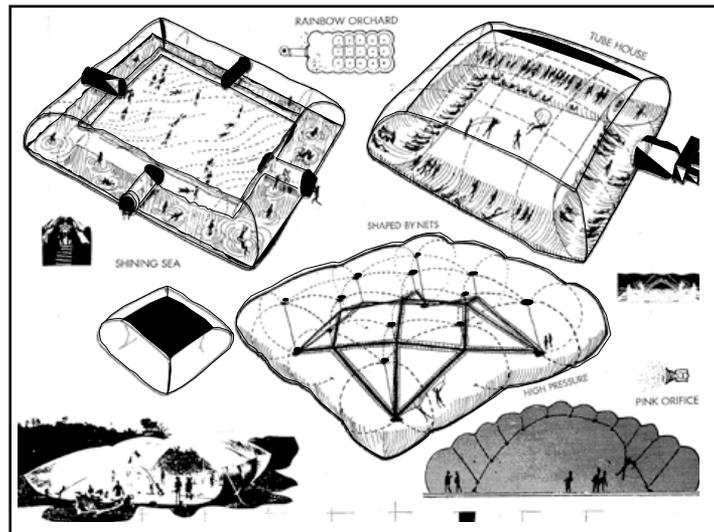


Fig.III.16

ESTE MAGAZINE FUE UNA DE SUS DIVERSAS PUBLICACIONES, LAS REALIZABAN CON UN CARACTER PURAMENTE PROPAGANDÍSTICO, SIN INTENCIONES COMERCIALES, SU INTENCIÓN ERA DAR A CONOCER ETE TIPO DE CONSTRUCCIONES.

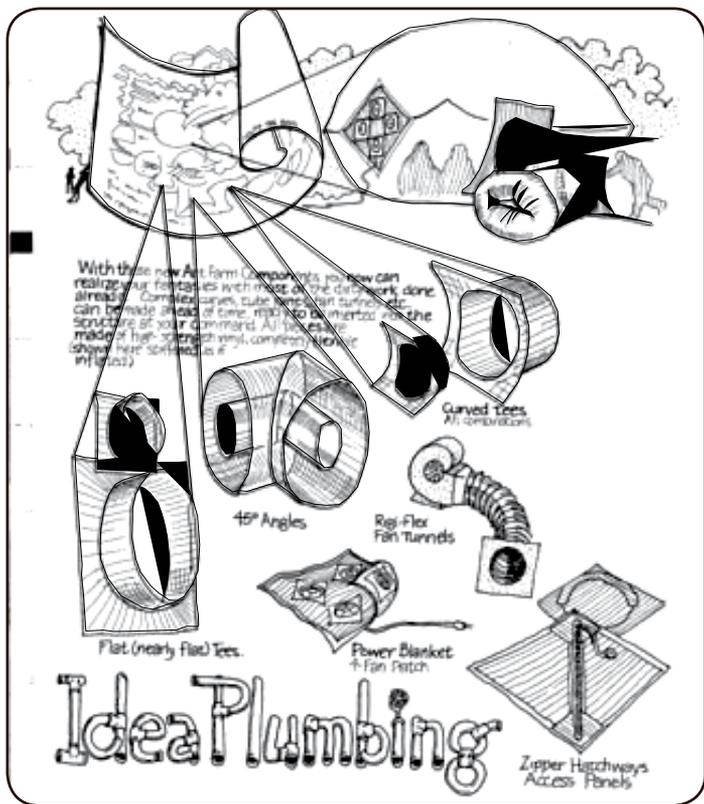


Fig.III.17

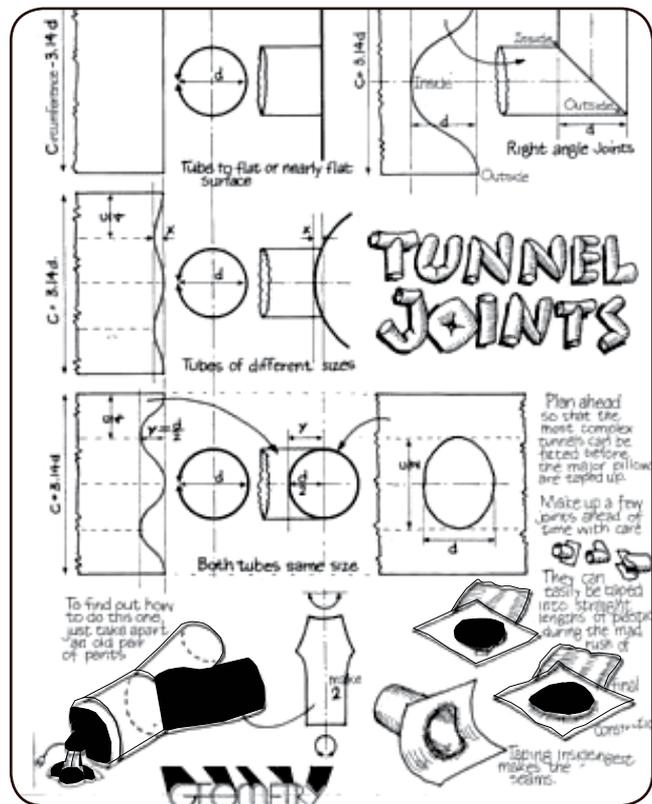


Fig.III.18

“Haus-Rucker-Co” este otro colectivo, localizado en Viena estaba formado por los arquitectos Laurids Ortner, Günther Zamp Kelp y Klaus Pinter. Sus trabajos giraron en torno a la idea de crear diseños experimentales, los distintos modos de percepción de la realidad y la ciudad utópica. Además defendían que la ciudad debería servir de escenario para que sus habitantes se relacionasen, para lo cual realizaban diferentes actividades que ponían en relación a los usuarios, donde estos adoptaban un papel activo y dejaban de ser meros espectadores. Criticaban el modo de vida confinado de las clases burguesas, por eso sus proyectos ponían en relación a los ciudadanos, empleando un tipo de arquitectura desechable.



Fig.III.19

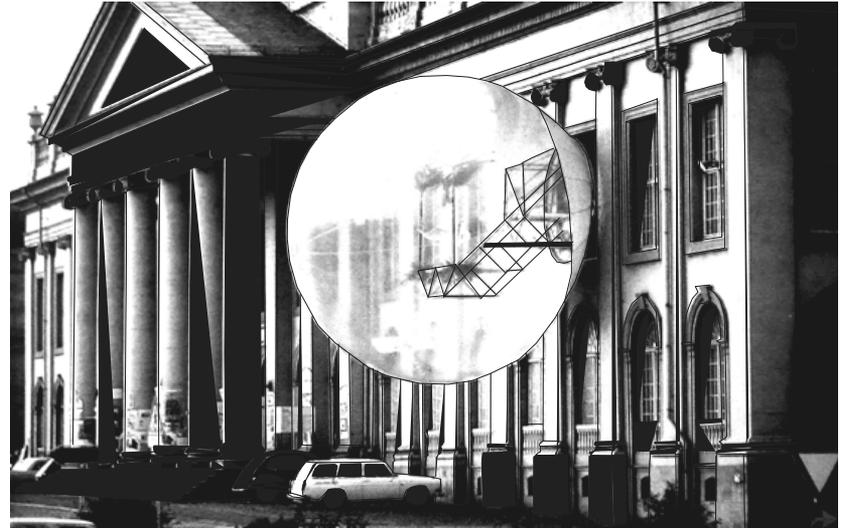


Fig.III.20

ESTE PROYECTO LLAMADO "OASIS N°7" FUE LLEVADO A CABO EN EL MUSEO DE LA CIUDAD ALEMANA DE KASSEL. REFLEJA DE MANERA BASTANTE CLARA LOS IDEALES DE ESTE GRUPO, DISEÑANDO UNA ESFERA NEUMÁTICA EN MEDIO DE UNA FACHADA ABSOLUTAMENTE CLÁSICA DE UN EDIFICIO BASTANTE CONTUNDENTE.



Fig.III.21

ESTE PROYECTO LLAMADO "TELOW HEART", SE TRATABA DE UN ESPACIO PARA UNA O DOS PERSONAS, DISPONÍA DE UNA SERIE DE ANILLOS INFLABLES QUE SE PODÍAN INFLAR MÁS O MENOS EN FUNCIÓN DE SI HABÍA UNA O DOS PERSONAS. EL HECHO DE QUE SE PUEDA INFLAR Y DESINFLAR ES POR LO QUE LLEVA EL NOMBRE DE "CORAZÓN".

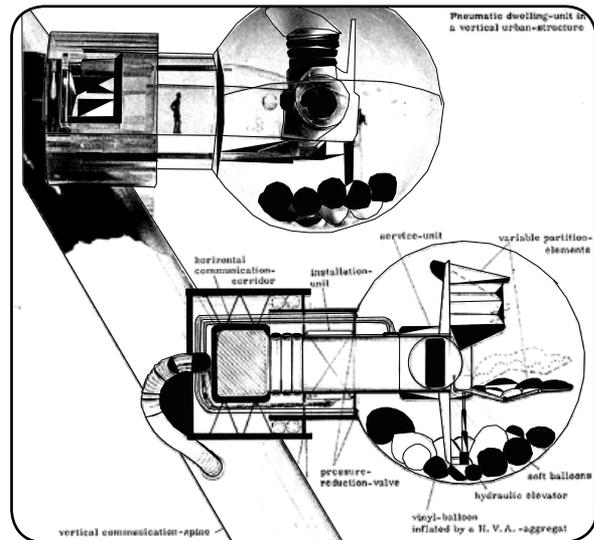


Fig.III.22

ESTA IMAGEN PERTENECE A SU DISEÑO "PNEUMAKOSM". SE TRATABA DE UNA CÁPSULA INFLABLE PARA UNA PERSONA, DE TAL MANERA QUE PODÍA SER FÁCILMENTE TRANSPORTABLE DE UN LUGAR A OTRO DE UNA CIUDAD.

"PNEUMAKOSM" FORMA PARTE DE VARIOS TRABAJO DE SU COLECCIÓN LLAMADA "VANILLA" DONDE REFLEXIONABAN ACERCA DE LAS DIFERENTES POSIBILIDADES DE HABIATR EN EL FUTURO. ASI EN ESTE CASO, CONTEMPLAN COMO UNOS GRANDES BASTIDORES RODEANDO LA CIUDAD EN LOS QUE VAN ENCAJANDO LAS CÁPSULAS INDIVIDUALES. CADA CÁPSULA DISPONÍA DE UNA ESFERA NEUMÁTICA QUE TAMBIÉN SE PODÍA REGULAR.

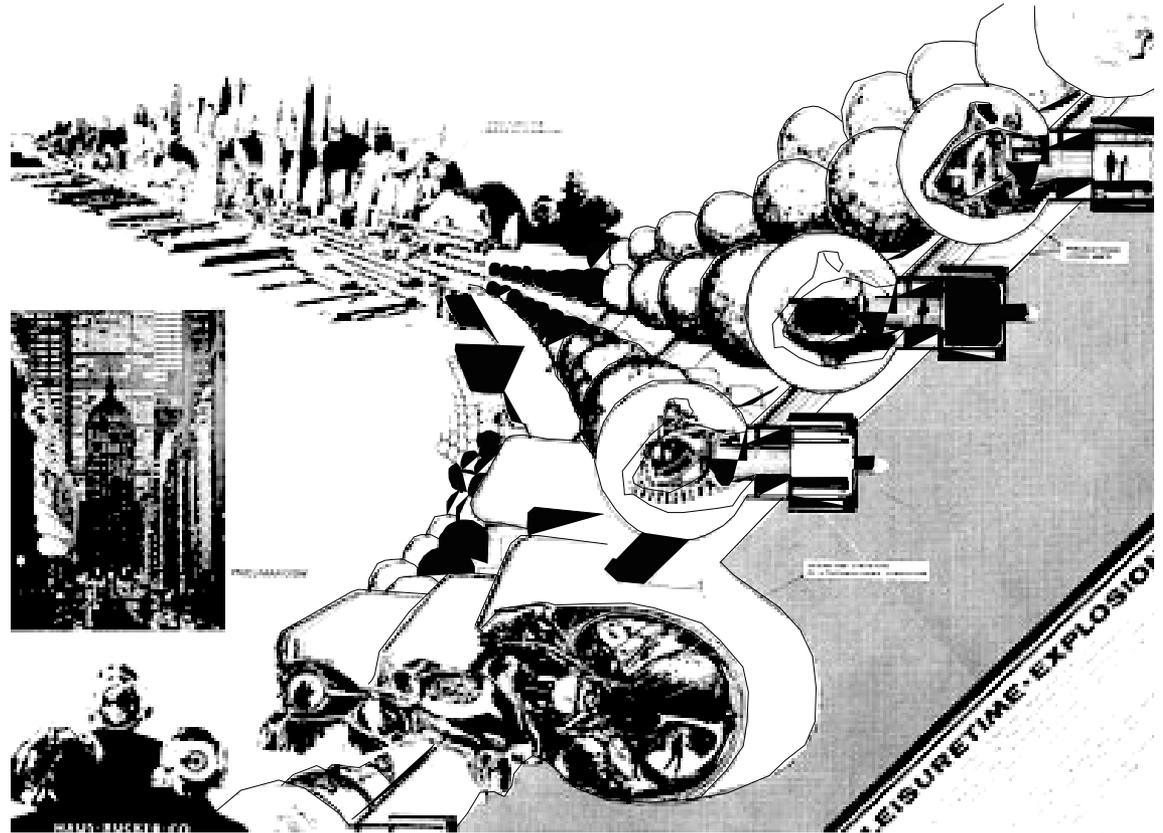
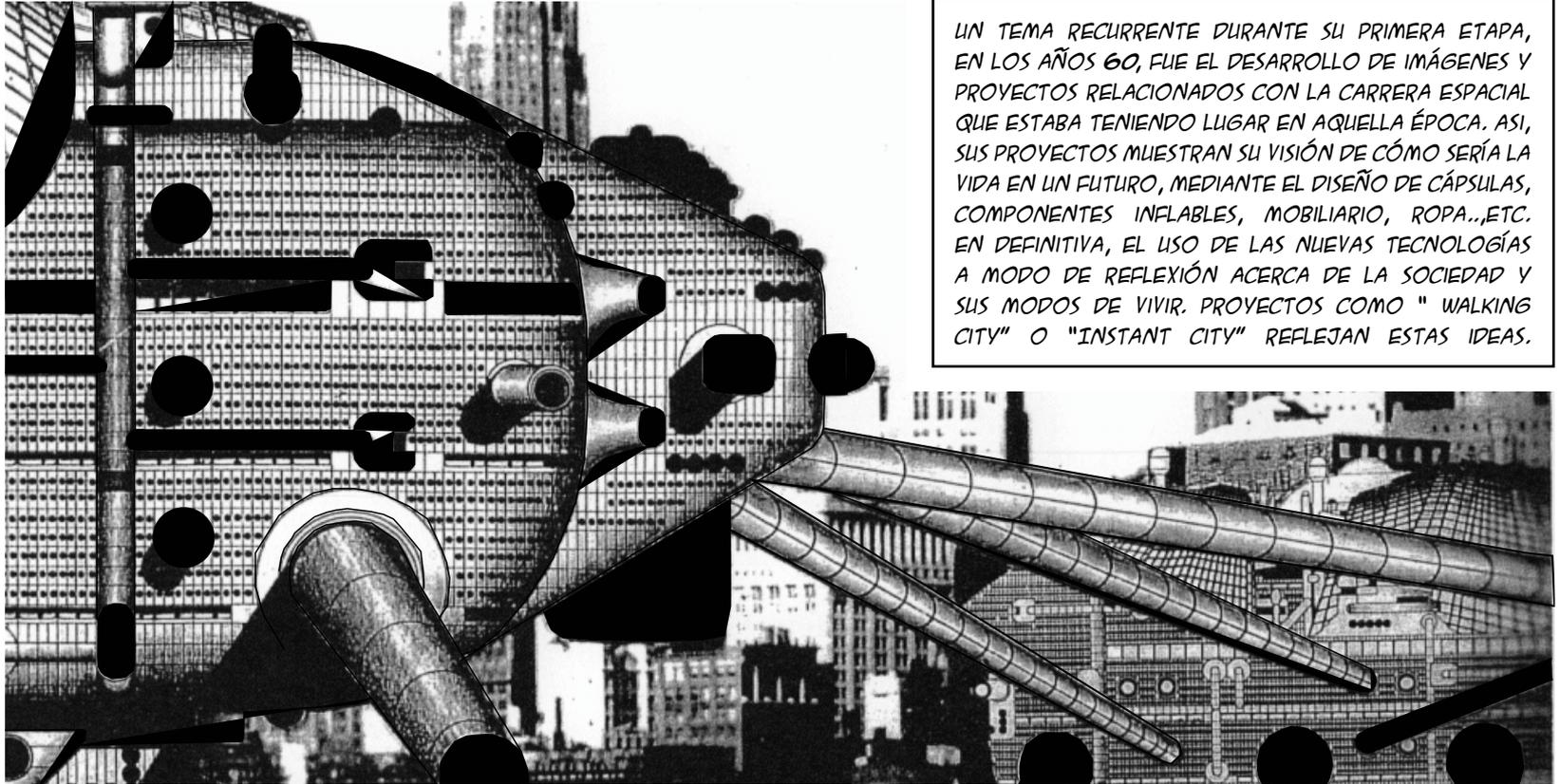


Fig.III.23

“Archigram” puede que se trate del colectivo más conocido de esta época, su actividad no se centra únicamente en la arquitectura inflable, aunque realizan algunos trabajos de interés al respecto. Sus creadores fueron Peter Cook y David Greene, su labor se centra en la producción artística de imágenes, artículos, revistas..etc. En ellos reflejaban sus reflexiones acerca de las tecnologías, la relación entre la arquitectura y la sociedad, se trataba de una manera de propagación a través del desarrollo de imágenes muy sugerentes y de gran valor artístico, de hecho el nombre “Archigram” proviene de la mezcla de architecture(arquitectura en inglés) y telegram, lo que explica esa idea de usar las imágenes como medio de comunicación.



Fig.III.24



UN TEMA RECURRENTE DURANTE SU PRIMERA ETAPA, EN LOS AÑOS 60, FUE EL DESARROLLO DE IMÁGENES Y PROYECTOS RELACIONADOS CON LA CARRERA ESPACIAL QUE ESTABA TENIENDO LUGAR EN AQUELLA ÉPOCA. ASÍ, SUS PROYECTOS MUESTRAN SU VISIÓN DE CÓMO SERÍA LA VIDA EN UN FUTURO, MEDIANTE EL DISEÑO DE CÁPSULAS, COMPONENTES INFLABLES, MOBILIARIO, ROPA...ETC. EN DEFINITIVA, EL USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A MODO DE REFLEXIÓN ACERCA DE LA SOCIEDAD Y SUS MODOS DE VIVIR. PROYECTOS COMO " WALKING CITY" O "INSTANT CITY" REFLEJAN ESTAS IDEAS.

ADEMÁS DE ESTOS TRES GRUPOS, APARECEN MUCHOS OTROS PERO DE MENOR IMPORTANCIA COMO PUEDE SER EL CASO DE: "SUPERSTUDIO", "ARCHIZOOM" O "COOP HIMMELBLAU". EN RELACIÓN CON ESTOS ÚLTIMOS, CABE DESTACAR SU PROYECTO "VILLA ROSA", SE TRATABA DE UNA ESTRUCTURA DE TUBOS DE ACERO, ESTA ALBERGABA UNA SERIE DE ESFERAS NEUMÁTICAS QUE SE PODÍAN HINCHAR A DISTINTOS TAMAÑOS Y DE ESA FORMA ADAPTARSE A LAS NECESIDADES DEL USUARIO.

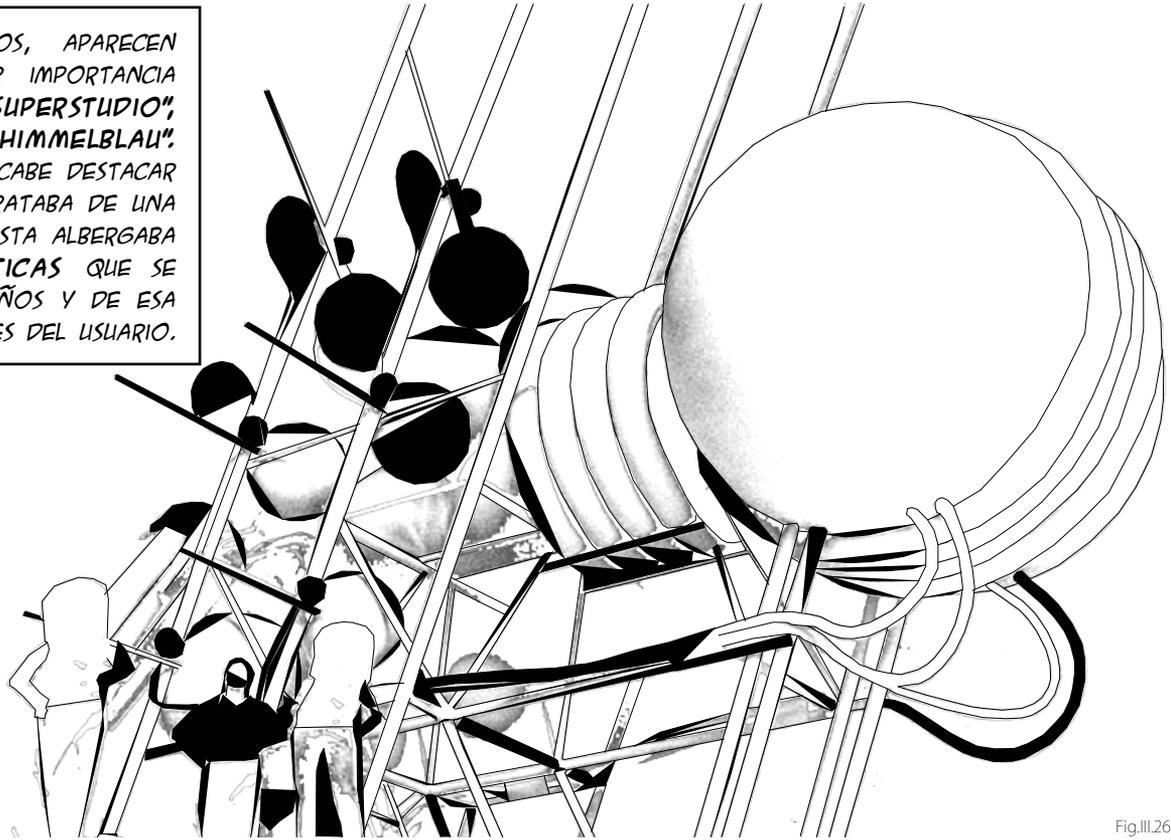


Fig.III.26

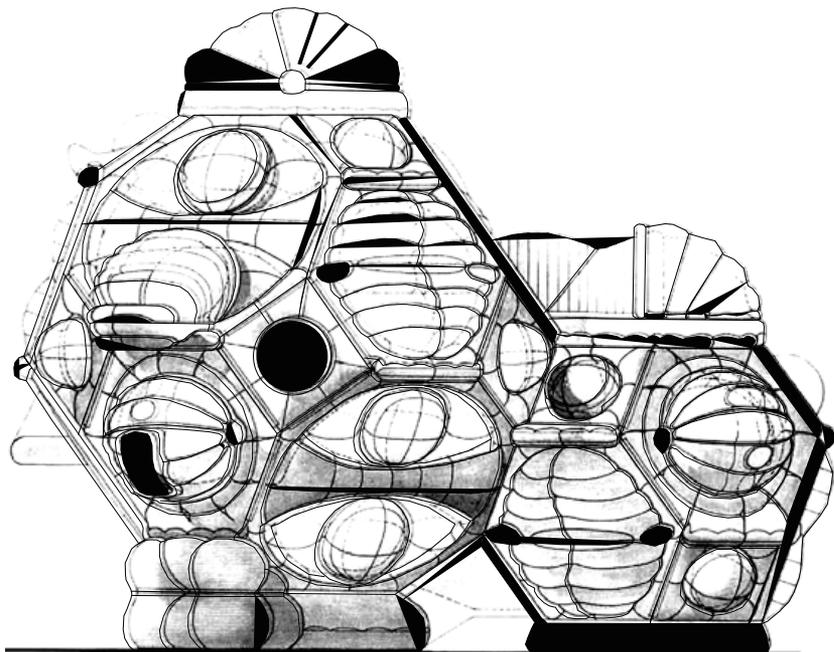


Fig.III.27

ESTA CONSTRUCCIÓN LLAMADA "DYODON", FUE DISEÑADA POR JEAN-PAUL JUNGMAN. SE TRATABA DE UNA ESTRUCTURA DE TUBOS DISPUESTOS EN FORMA DE POLIEDROS, EN EL INTERIOR DE ESTOS TUBOS SE DISPONÍAN UNA SERIE DE RIGIDIZADORES QUE DABAN ESTABILIDAD A LA ESTRUCTURA. PARA LOGRAR QUE SE MANTUVIESE ESTABLE FRENTE AL VIENTO SE ARRIOSTRABA MEDIANTE UNA SERIE DE CUERDAS ATADAS AL SUELO.

Al margen de los prototipos más experimentales desarrollados por estos colectivos basados en una estructura unitaria en las que es el usuario el que las transporta e incluso en algunos casos el que las fabrica, las construcciones inflables se fueron aplicando y desarrollando en proyectos mucho más complejos. No todos estos proyectos fueron construidos, muchos se quedaron sobre el papel debido a su poca viabilidad. La mayoría de estos proyectos fueron desarrollados durante la década de los años 70.

Es en estos años cuando se produce el mayor avance en este campo y cuando mayor fue su interés por el, ni siquiera hoy en día se desarrollan el mismo número de estudios y mucho menos se desarrollan proyectos basados en construcciones inflables, pero eso es otra cuestión.

- EXPO DE OSAKA 70

Antes de que esta exposición de Osaka tuviese lugar, se había intentado anteriormente promocionar el concepto de arquitectura inflable, pero sin demasiado éxito. En 1963 se celebra la feria universal de Nueva York, pero incomprensiblemente los pabellones neumáticos construidos para la ocasión suscitaron muy poco interés.

QUIZÁS EL EJEMPLO MÁS LLAMATIVO DE ESTA EXPO SE TRATA DEL "RESTAURANTE BRASS RAIL" ESTA ESTRUCTURA ESTA COMPUESTA POR UNA SUCESIÓN DE ESFERAS ATIRANTADAS POR UNAS CUERDAS UNIDAS A UN MÁSTIL CENTRAL. ES UNA DE LAS CONSTRUCCIONES NEUMÁTICAS MÁS IMPRESIONANTES QUE SE HAYAN HECHO, LO QUE HACE MÁS INCOMPRESIBLE LA PASIVIDAD QUE SUFRIÓ EN SU DÍA.



Fig.II.28

VOLVIENDO
A LA EXPOSICIÓN UNIVERSAL
DE OSAKA '70. ESTA SUPUSO UN
ESPALDARAZO A TODA LA TECNOLOGÍA
RELACIONADA CON LA ARQUITECTURA INFLABLE
QUE SE VENÍA DESARROLLANDO EN LA DÉCADA
PREVIA, FUE LA MAYOR REUNIÓN ACERCA DE
ARQUITECTURA NEUMÁTICA DE SIEMPRE. SON
NUMEROSOS LOS EJEMPLOS DE PABELLONES
REALIZADOS PARA LA OCASIÓN, QUE
EMPLEARON EL AIRE COMO MÉTODO
DE SOPORTE.



Fig.III.29

"PABELLÓN RICOH" EXPO OSAKA '70.
ESTA CONSTRUCCIÓN ESTA COMPUESTA POR UN GLOBO
ADOSADO A UN CUERPO SÓLIDO EN EL SUELO MEDIANTE
UNA SERIE DE CABLES. EN EL INTERIOR DE ESTE ELEMENTO
SE ENCUENTRA OTRO GLOBO DEL QUE SALE UN CONDUCTO
QUE MANTIENE LA PRESIÓN DE AIRE EN EL GLOBO SUPERIOR.

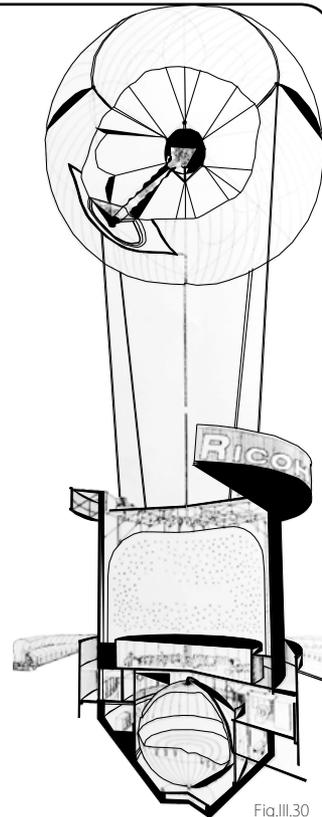


Fig.III.30

"PABELLÓN DE ESTADOS UNIDOS PARA LA EXPO'70 DE OSAKA"

ESTE PRIMER PROYECTO NO LLEGÓ A SER CONSTRUIDO POR SU ELEVADO COSTE. LA IDEA COMBINABA UNA ESTRUCTURA CÚBICA DE HORMIGÓN QUE TENÍA UNA SEGUNDA PIEL DE MEMBRANA DOBLE SOMETIDA A PRESIÓN DE AIRE.

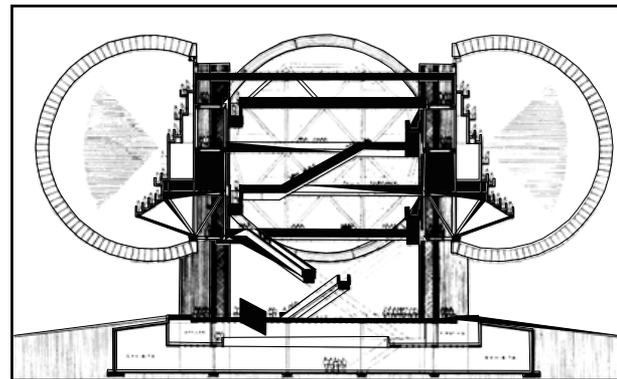


Fig.III.31

"PABELLÓN PUBLICITARIO SPD" BERLÍN.

ESTA CONSTRUCCIÓN ESTA COMPUESTA POR UNA ESTRUCTURA DE MEMBRANA SIMPLE QUE DESCRIBE UNA FORMA ESFÉRICA. LA ESFERA ESTÁ ENCAJADA EN UN ANILLO ESTRUCTURAL. LA IDEA DE ESTE DISEÑO FUE ADAPTADA PARA EL DISEÑO DEL "PABELLÓN DE INFORMACIÓN DE LA EXPO DE OSAKA'70", EN ESTE CASO LA MEMBRANA ES DOBLE Y SE EMPLEA COMO TECHO DEL PABELLÓN.



Fig.III.32

"TECHOS MÓVILES EN LA EXPO'70 DE OSAKA"
SON ESTRUCTURAS DE MEMBRANA DOBLE ARRIOSTRADAS
MEDIANTE CABLES A UN MÁSTIL CENTRAL. EL MATERIAL
QUE CONFORMABA LAS MEMBRANAS ERA TEJIDO
PVA Y POLIÉSTER CON REVESTIMIENTO DE PVC.



Fig.III.33

"PABELLÓN FUJI" EN LA EXPO'70 DE OSAKA SE TRATA DE LA MAYOR CONSTRUCCIÓN NEUMÁTICA DEL TIPO DE DOBLE PIEL MÁS GRANDE QUE SE HA CONSTRUIDO. ESTABA COMPUESTO POR 16 TUBOS EN FORMA DE ARCO DISPUESTOS DE TAL MANERA QUE EN PLANTA CONFIGURAN UN ESPACIO CIRCULAR DE UNOS 50M DE DIÁMETRO. SI ESTIRÁSEMOS UNOS DE ESTOS TUBOS, TENDRÍA UNA LONGITUD APROXIMADA DE 78M DE LARGO, SU BASE ES UN CÍRCULO DE 10M. ESTA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA PROPORCIONABA UN GRAN ESPACIO DIÁFANO QUE SE ADAPTABA A LA PERFECCIÓN A LAS NECESIDADES DE LA EXPOSICIÓN.

ESTOS TUBOS ESTÁN UNIDOS ENTRE SI, MEDIANTE UNAS BANDAS DE UN MATERIAL ADHESIVO, Y EL MATERIAL QUE LOS CONFORMA ES PVA RECUBIERTO POR EL INTERIOR DE PVC. PARA MANTENER LA PRESIÓN DE AIRE EN EL INTERIOR DE ESTOS TUBOS, FUE NECESARIO UN TURBOCOMPRESOR QUE PROPORCIONABA UNA PRESIÓN EN EL INTERIOR DE UNOS 1000MM DE PRESIÓN DE AGUA.

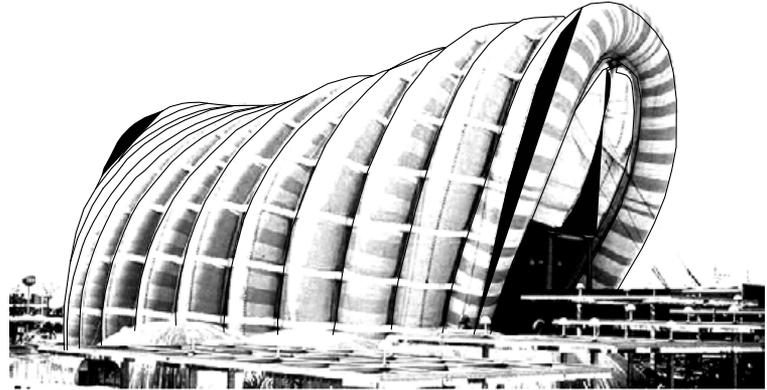


Fig.III.34



Fig.III.35

Gracias a la Expo de Osaka'70 este tipo de arquitectura adquirió una importante relevancia que llevó a muchos arquitectos a probar a introducir este tipo de arquitectura en sus proyectos. Así surgen multitud de proyectos de arquitectura inflable en los años posteriores a los de la Expo. Estos son algunos de los más relevantes:

"CIUDAD INSTANTÁNEA" 1971

ESTE ES UN DISEÑO OBRA DEL ARQUITECTO ESPAÑOL JOSE MIGUEL DE PRADA POOLE, SE TRATA DE CONSTRUIR UNA MINI CIUDAD INFLABLE. FUNCIONA COMO UN SISTEMA DE AGREGACIÓN, DE TAL MANERA QUE A PARTIR DE UNIDADES INDIVIDUALES QUE SE VAN ACOPLANDO ENTRE SI, SE VA FORMANDO EL CONJUNTO.



Fig.III.36

"KINDERGARDEN INFLABLE" 1972.

ES UNA ESTRUCTURA EXPERIMENTAL DE 120M² DE LÁMINAS DE PVC. LOS ACCESOS SE REALIZAN A TRAVÉS DE "PUERTAS LABIADAS", LAS MEMBRANAS SE ABREN HACIA EL INTERIOR QUE SE APRIETAN ENTRE SI POR PRESIÓN POSITIVA Y SE REALIZA EL AUTOSELLADO. DISPONEN DE UNOS VENTILADORES QUE SE ENCARGAN DE INTRODUCIR AIRE EN EL INTERIOR. A PESAR DE TRATARSE DE UNA ESTRUCTURA CERRADA, ERA NECESARIO REPONER EL AIRE INTERIOR DEBIDO A LAS FUGAS QUE SE PRODUCÍAN POR LAS UNIONES.



Fig.III.37

"ESTRUCTURA DE ENSAYO EN DEFT"

ESTE ES UN TIPO DE ESTRUCTURA UN TANTO PECULIAR, PUES EMPLEA DOS ELEMENTOS INFLABLES SOBRE LOS QUE DEJA CAER UNA MEMBRANA DE MATERIAL TEXTIL A MODO DE CUBRICIÓN. EMPLEA POR UN LADO UN TUBO INFLADO POR AIRE QUE LO DISPONEN EN FORMA DE ARCO, JUNTO CON DOS GLOBOS ELÁSTICOS INFLADOS TAMBIÉN POR AIRE. SOBRE ESTOS ELEMENTOS DISPONE LA MEMBRANA QUE MEDIANTE UNAS FIJACIONES AL SUELO CONSIGUE ADOPTAR UNA CIERTA RIGIDEZ.

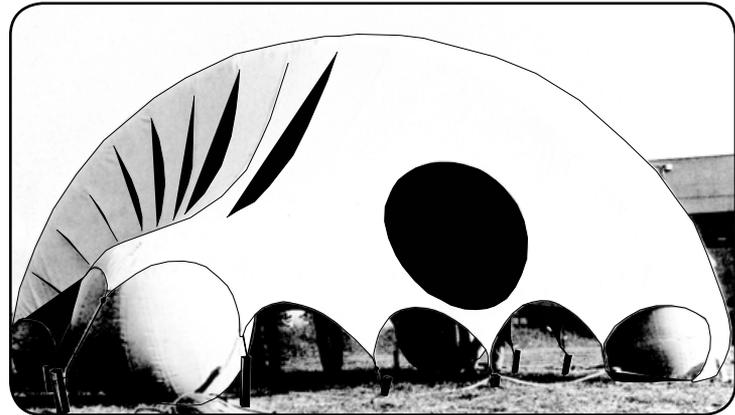


Fig.III.38

"CUBIERTAS NEUMÁTICAS PARA CENTROS RECREATIVOS"

LA IDEA SE BASA EN UN SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN NEUMÁTICA MODULAR COMPUESTO POR ELEMENTOS QUE SE PUEDEN IR CAMBIANDO DE LUGAR. PARA ESTE PROYECTO TAMBIÉN SE DESARROLLÓ LOS SISTEMAS DE FIJACIÓN NECESARIOS PARA ESTE TIPO DE PROYECTO.

Dos últimos ejemplos, aunque de menor interés que los anteriores, de arquitectura inflable post-Expo son el "Centro Beaubourg" y la "Estructura de ensayo en Eindhoven".

"Centro Beaubourg" 1972 (concurso de proyectos)

Se trata de un proyecto que trata de combinar los conceptos de barrio y edificio, la parte neumática reside en la cubierta que cubriría al conjunto. El interior es un espacio donde se desarrollan actividades de ocio como: lectura, teatros, museos..etc.

"Estructura de ensayo en Eindhoven" 1972

Es una estructura compuesta por elementos poligonales (hexágonos y pentágonos) que disponen de doble membrana, en medio de las cuales se insufla el aire que les proporciona la rigidez necesaria. Una vez que adoptan la rigidez estas caras se combinan entre si dando lugar a la estructura.

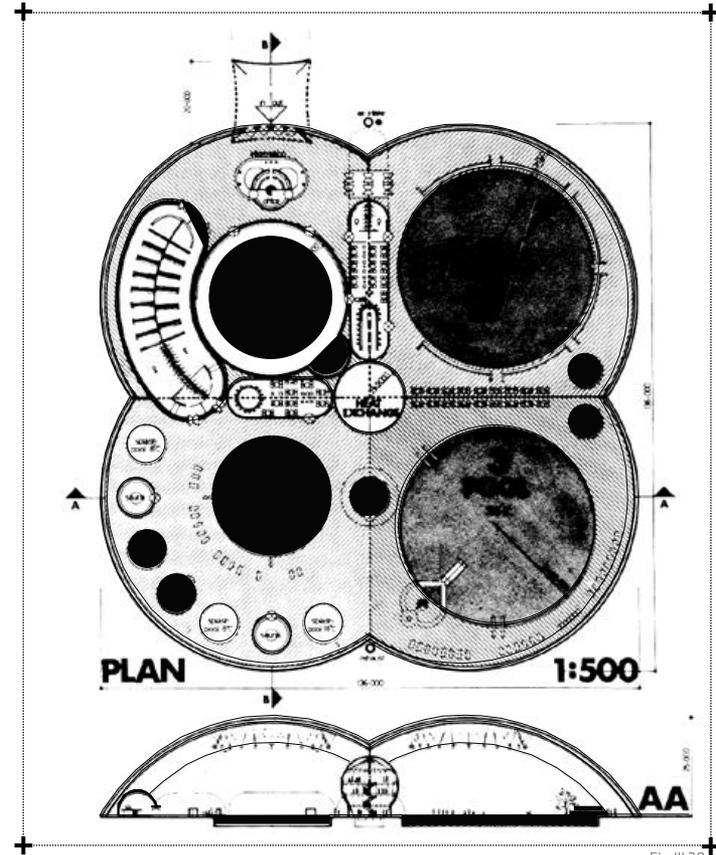


Fig.III.38

- SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el volumen de actividad que se lleva a cabo en el campo de la arquitectura inflable no tiene en absoluto nada que ver con el que se desarrolló en las décadas de los 60 y 70. Hoy en día no hay tantos estudios ni tanto afán de experimentación con este tipo de arquitectura. Se podría decir que con la llegada de los 80 esa generación de la “contracultura” de la que hablaba antes dio paso a una siguiente generación con otro tipo de inquietudes que no pasaban tanto por el camino de la experimentación y la investigación. Esto causo una caída en todo lo relacionado a la arquitectura inflable, tanto en proyectos realizados como en estudios sobre este tipo de arquitectura. Aún así en la actualidad podemos encontrar interesantes ejemplos de arquitectura inflable realizados por estudios de reconocido prestigio.



Fig.III.39

ES
EL CASO POR EJEMPLO
DEL PABELLÓN DE LA SERPENTINE
GALLERY REALIZADO POR OMA EN EL
AÑO 2006. SE TRATA DE UN PABELLÓN DE FORMA
CIRCULAR QUE PUEDE ACOGER DISTINTAS ACTIVIDADES, DESDE
RESTAURANTE HASTA PUNTO DE DESCANSO, PASANDO POR
ZONA DE CONFERENCIAS. LA CUBIERTA ES UN ÓVALO
DE UN MATERIAL TRANSLÚCIDO SOMETIDO A UNA
PRESIÓN DE AIRE QUE LO MANTIENE INFLADO. EN
FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS ESTE
ÓVALO PUEDE ESTAR MÁS DESINFLADO O
MENOS PARA ADAPTARSE



Fig.III.40

Otro ejemplo de arquitectura inflable actual realizado por un conocido arquitecto es el del "Tea House" diseñado por Kengo Kuma para el parque del museo de Frankfurt. Es un espacio de unos 20 m2 cubierto por una estructura neumática de doble piel que se somete a presión de aire. Dispone unos ventiladores que mantienen constante la presión de aire entre las pieles del pabellón. Cuando dejan de funcionar, el pabellón se desinfla y puede ser doblado completamente.

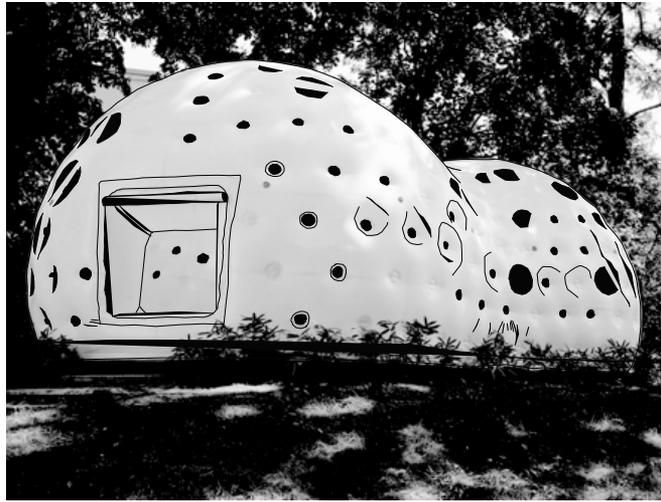


Fig.III.41

Aunque menos conocidos que los dos anteriores, pero no por ello deja de tener interés su obra, el estudio noruego MMW desarrolló en 2005 un pabellón temporal que permitía unir cuatro edificios independientes del centro de Oslo. Se trataba de una construcción neumática compuesta de PVC, la cual disponía de una serie de generadores eléctricos que insuflaban aire al interior de manera constante para mantener las presiones dentro del pabellón.

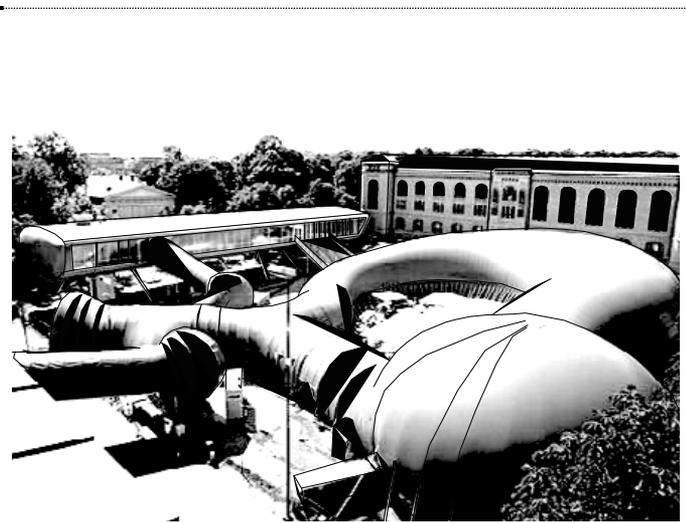


Fig.III.42

Otra propuesta muy interesante es la que llega desde Alemania de la mano del estudio Raumlabor. Estos arquitectos diseñaron un pabellón inflable que se pudiese transportar dentro de una furgoneta, para ir llevándolo de un punto a otro de la ciudad. La idea de este diseño es transformar el espacio público en puntos de reunión para la gente, para que tengan un espacio donde intercambiar impresiones y relacionarse, es interesante como la idea surgida en los años 60 de la mano de los colectivos que antes comentaba, de querer realizar diseños que pudiesen transportarse de un punto a otro de la ciudad, diseños con la intención de agrupar a personas en vez de separarlas, sigue vigente 50 años después. Este es una adaptación muy correcta de esas ideas de los años 60. El mecanismo es bastante sencillo, se adapta una furgoneta para que pueda transportar la estructura inflable, adaptada con el generador necesario para mantener las presiones de aire y simplemente allí donde se considere oportuno se procede al hinchado del pabellón.



Fig.III.43



Fig.III.44

Para acabar, los arquitectos del colectivo “Pneuhus” que pese a ser prácticamente anónimos, están llevando a cabo una intensa labor en el desarrollo de proyectos a base de arquitectura inflable. Son cuatro jóvenes, que como en el caso anterior beben directamente de las fuentes de los años 60, su afán por los diseños cooperativos y su empeño en crear formas no convencionales. Además en muchos de sus proyectos se reconoce la influencia de Buckminster Fuller. En su proyecto llamado “Pneumatic Masonry” por ejemplo, se percibe esa voluntad por el aprovechamiento máximo del material y de la forma, o el hecho de emplear unidades estructurales que se van agrupando, habla de la idea de solidaridad estructural entre los componentes de una estructura que defendía Fuller. Sin olvidarnos de forma a modo de cúpula geodésica que tiene este proyecto. En definitiva este y el anterior son perfectos ejemplos de cómo toda la producción realizada en su día, primero por Frei Otto y Buckminster Fuller, años más tarde por toda la serie de colectivos de los años 60, han tenido y siguen teniendo repercusión en la forma actual de concebir la arquitectura inflable.

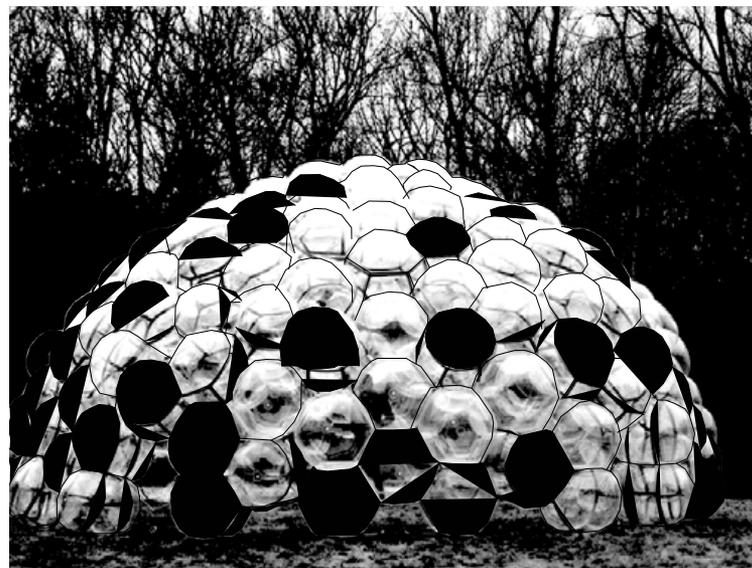


Fig.III.44

APLICACIÓN PRACTICA

- FORMALIZACIÓN MEDIANTE GRASSHOPPER®

Grasshopper® es un programa de diseño paramétrico que funciona básicamente con “inputs” y “outputs”. La interfaz de trabajo nos muestra una serie de elementos que van conectándose entre ellos, transfiriendo información que genera una determinada forma o resultado. Esta información llega a cada elemento mediante su “input”, considerado el puerto de llegada a cada componente. Después de ser “modificada” esta información mediante la definición contenida en cada elemento, sale a modo de “output” hasta el siguiente elemento, al que llegará como “input”. Esto hace que todos y cada uno de los elementos este interconectados entre si, de modo que la modificación de los parámetros de cualquiera de estos elementos modificará la información transferida, generando un resultado final diferente.

Una de las grandes comodidades de esta forma de trabajo es la rapidez a la hora de realizar algún tipo de modificación en el diseño del elemento que estamos creando, puesto que con tan solo modificar el parámetro necesario automáticamente se actualiza la forma final en base a esa nueva configuración.

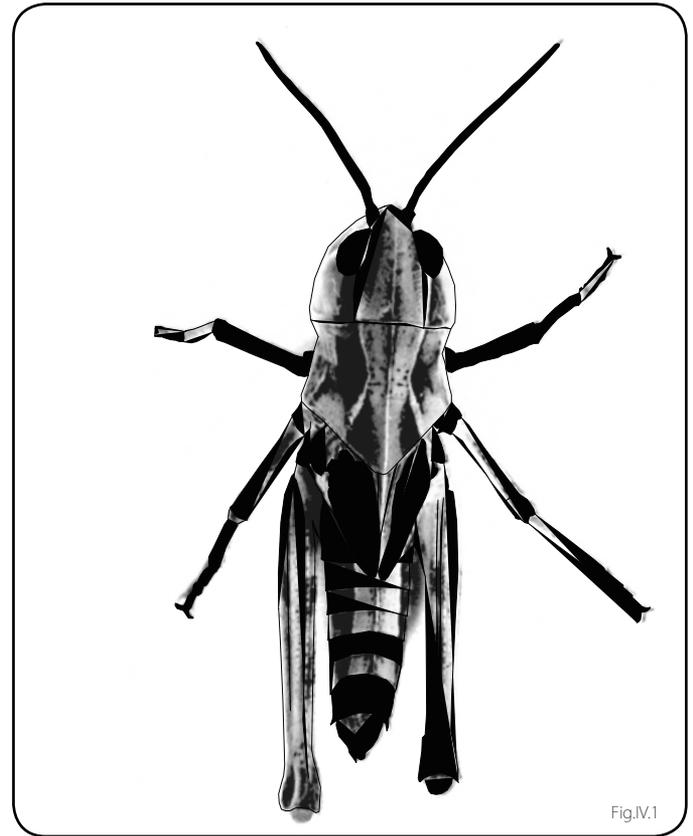


Fig.IV.1

Este software de diseño en 3D es bastante reciente, la primera versión salió al mercado en 2007 de la mano de Robert McNeill & Associates. Debido a la infinidad de posibilidades que ofrece, es como un propio universo en el que se puede crear prácticamente cualquier elemento, llamó la atención desde sus inicios. Los principales usuarios de este programa suelen ser diseñadores, pues resulta muy útil para el diseño de formas curvadas e irregulares propias del diseño de mobiliario, herramientas..etc.



Fig.IV.2

EN LA ARQUITECTURA SU USO SE HIZO MUY POPULAR A TRAVÉS DE LA OBRA DE LA ARQUITECTA ZAHA HADID. ELLA FUE LA GRAN PRECURSORA DE INTRODUCIR GRASSHOPPER EN LA ARQUITECTURA. SUS EDIFICIOS DE FORMAS IMPOSIBLES DIFÍCILMENTE HUBIESEN PODIDO LLEVARSE A CABO SI NO FUESE CON LA AYUDA DE ESTE SOFTWARE.

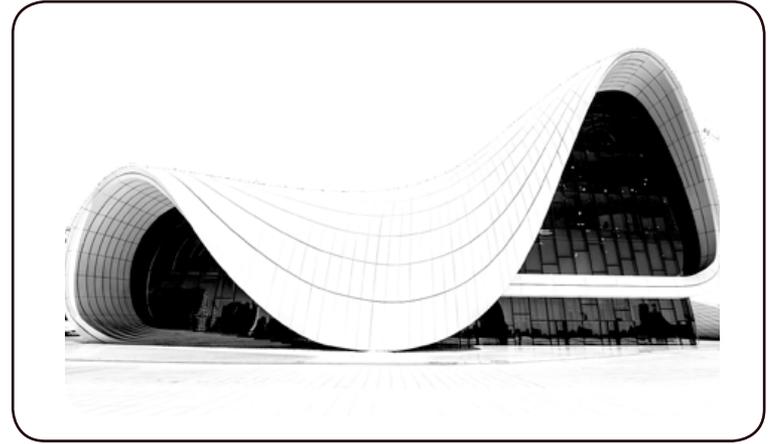
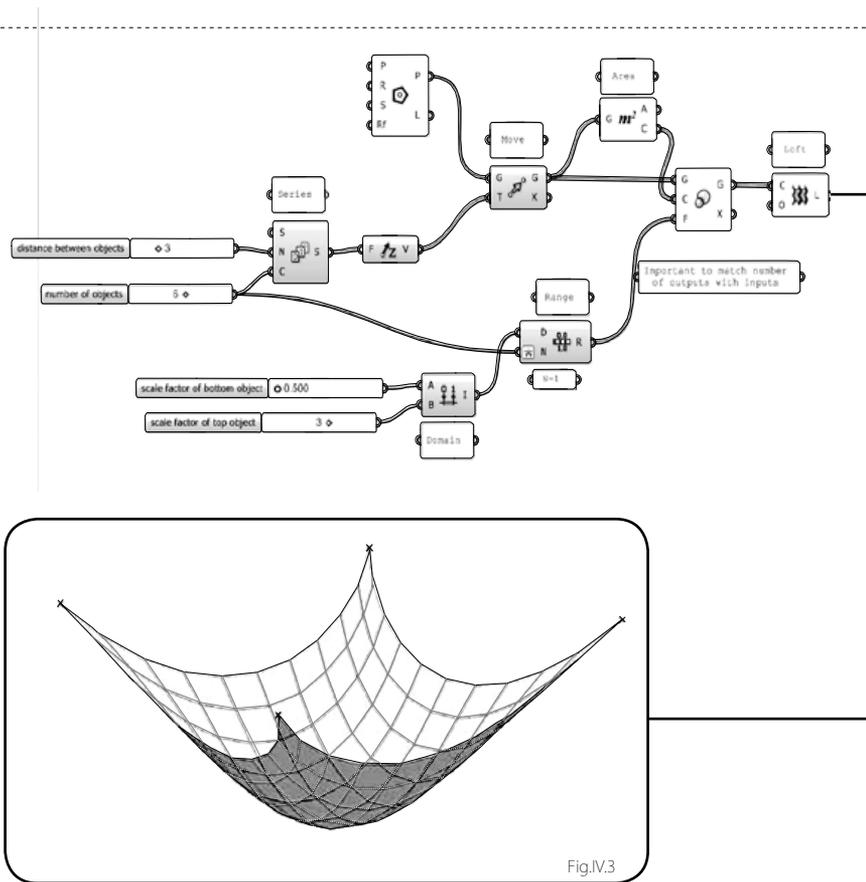


Fig.IV.3

Además de las posibilidades que Grasshopper® ofrece para modelar prácticamente cualquier tipo de forma, este software ofrece otro tipo de prestaciones que van más allá de propio modelado. Por medio de “plug-in”, que son como una especie de complementos del programa, nos permiten enfocar el diseño en un campo en concreto.

Por ejemplo, “Kangaroo” que quizás sea uno de los “plug-in” más conocidos y útiles de Grasshopper, permite al usuario aplicar cierto tipo de fuerzas a su diseño. Estas fuerzas van desde aplicar la propia gravedad a una malla y ver como se comporta, aplicar una fuerza de viento a una estructura..etc.

La fuerza que se puede aplicar que a mi más me interesa destacar es la de presión de aire, y aquí es donde aparece el vínculo con la temática de este trabajo. Gracias a Grasshopper® he podido crear una membrana cerrada y aplicándole una presión se puede visualizar la forma que acabará adquiriendo, y controlar que presión máxima podrá soportar. Esto con otro programa hubiese sido imposible de figurar.



Uno de los campos de aplicación de este programa es en cuanto a los modos de fabricación de objetos. Es decir, Grasshoper® permite que un objeto cualquiera pueda ser descompuesto en planos que permiten su posterior corte. Simplifica una forma compleja en partes mucho más sencillas que luego se deben agrupar.

Esto esta directamente relacionado con los modos de producción usando corte láser o máquinas CNC. El proceso es relativamente sencillo: En primer lugar se procede a obtener la forma deseada mediante la definición de Grasshoper, una vez obtenida esta forma, aplicando uno de los comandos del programa, se divide esta pieza en formas planas más sencillas. A continuación este archivo se exporta para que se pueda proceder al corte de estas piezas, bien a láser o bien con CNC. Una vez estas piezas están cortadas sólo queda pegarlas entre si.

Otra forma de producir objetos desarrollados en Grasshoper® es mediante impresión en 3D. Esta técnica lleva empleándose unos cuantos años ya, es muy útil a la hora de producir maquetas a pequeña escala de un modelo. Su mayor aplicación se da en la producción de componentes industriales, elementos curvos que requieren cierta complejidad en su fabricación.

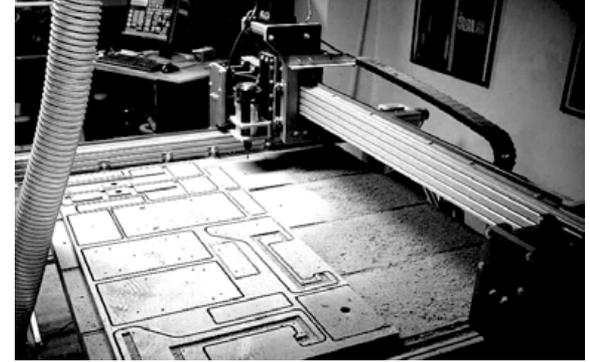


Fig.IV.4

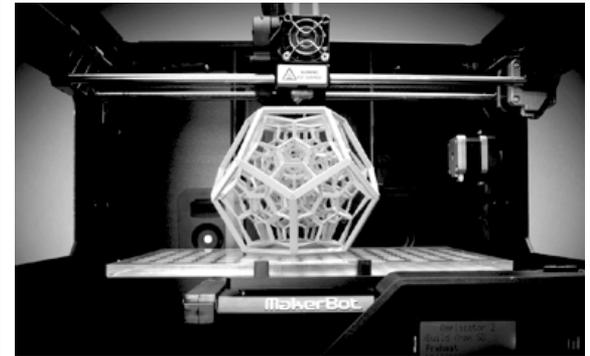
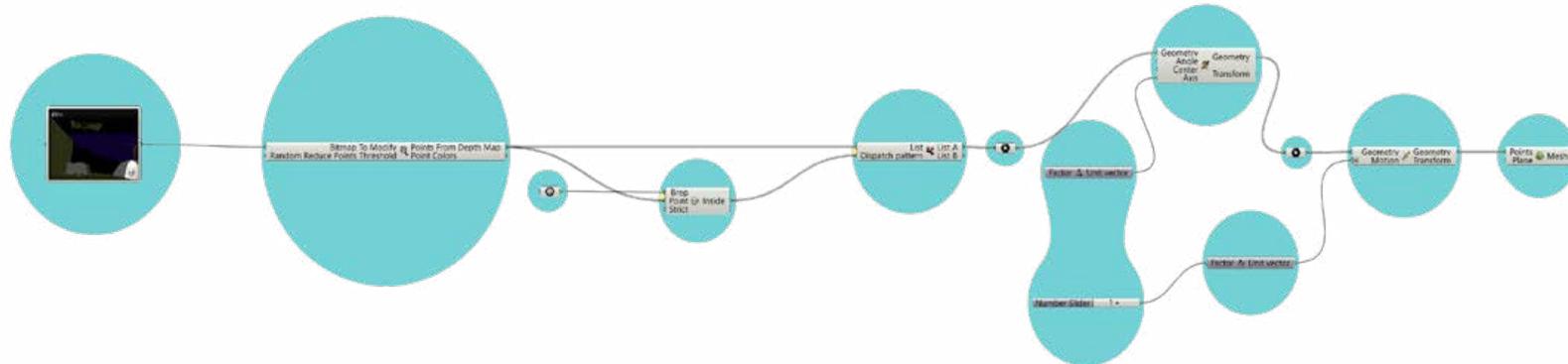
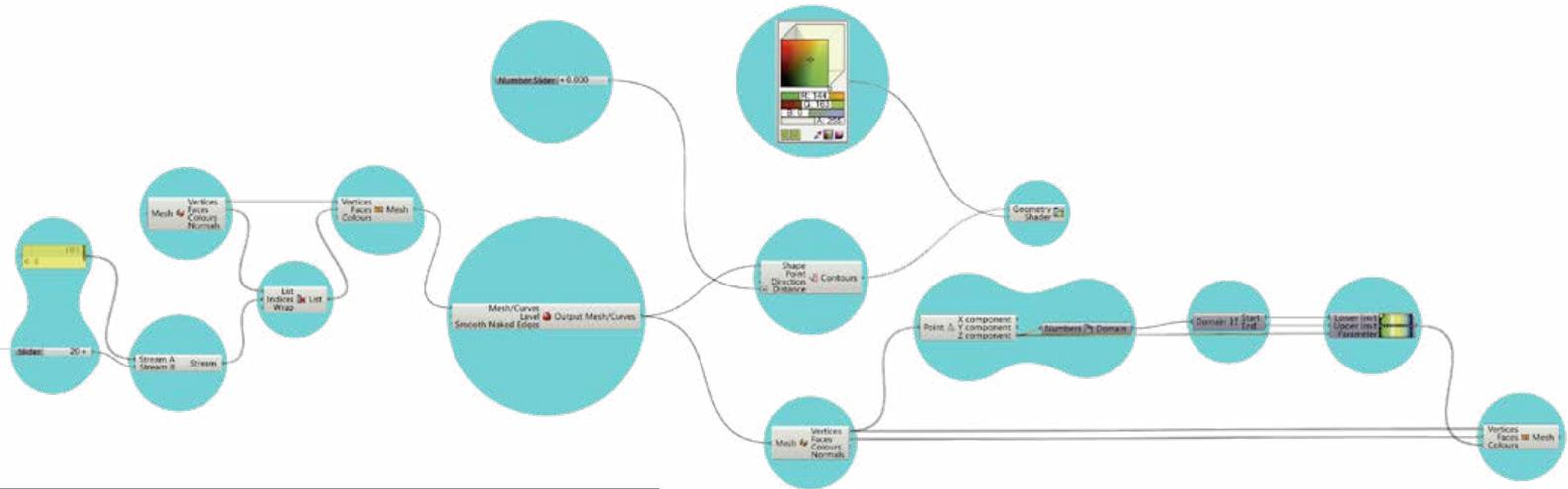


Fig.IV.5

"DEFINICIÓN DEL PROYECTO PROPUESTO"

PARA LA FORMALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO FUE NECESARIA LA APLICACIÓN DEL COMPONENTE "KANGAROO" QUE PERMITE SIMULAR CIERTAS FUERZAS SOBRE EL MODELO. ASÍ EN EL CASO DEL DISEÑO DE LAS BURBUJAS, GRACIAS A ESTE ELEMENTO, FUE POSIBLE SU FORMALIZACIÓN.





LO QUE SE REALIZA ES, A PARTIR DE UN COMPONENTE QUE GENERA EL TIPO DE GEOMETRÍA "WEAIRE PHELAN" DIVIDIR LAS CARAS DE ESA GEOMETRÍA. A CONTINUACIÓN CADA CARA SE CONVIERTE EN UNA MALLA CERRADA, UNA VEZ HECHO ESTO YA SE PUEDE APLICAR UNA FUERZA DE PRESIÓN A ESTA MALLA Y VER COMO VA ACTUANDO.

- EXPERIENCIA EN TAIWÁN

La razón por la cual he decidido enfocar este trabajo por el campo de la arquitectura inflable y su formalización mediante Grasshoper[®], es porque durante mi estancia en Taiwán el curso pasado, como estudiante de intercambio, empecé a manejar estos conceptos. Es por ello que creo que es relevante tratar un poco la experiencia que aprendí en este campo, pues me ha ayudado a enfocar este trabajo, y poder explicar con más exactitud aquello de lo que estoy hablando.

Una de las cosas que me parece más interesante destacar, es la versatilidad que ofrece Grasshoper[®] en su aplicación práctica. No se trata simplemente de un programa de modelado que permite hacer formas imposibles con una serie de parámetros, va más allá. En una de las asignaturas que cursé estando allá, esto fue una de las cosas que exploramos, la aplicación de Grasshoper[®] más allá de la pura formalización de un objeto. Es decir, este software permite establecer una relación entre las acciones de un usuario y la reacción que esto genera en un objeto. Casi siempre suele realizarse mediante sensores de movimiento. El usuario realiza una acción que es captada por el sensor y transmite la información a Grasshoper[®], esta información llega a la definición hecha en el programa y genera una respuesta en el objeto. Se trata de una interacción usuario/objeto en la que Grasshoper[®] hace de intermediario.

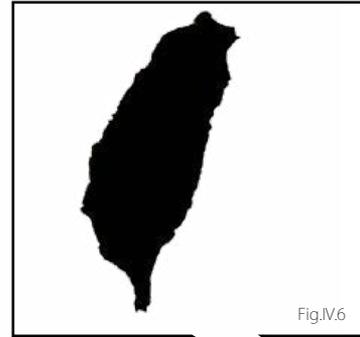


Fig.IV.6

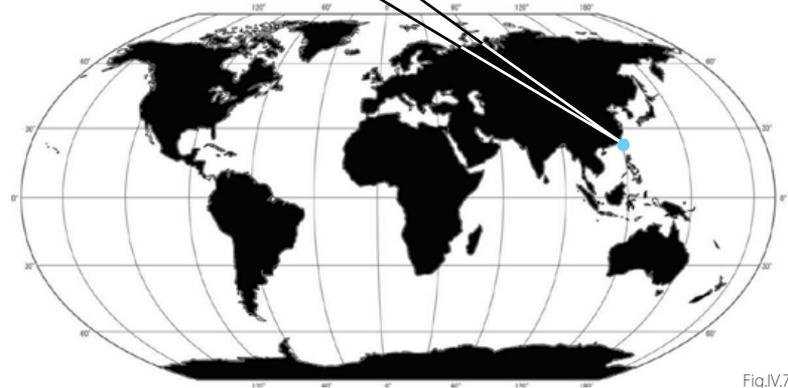


Fig.IV.7



EN
MUCHAS OCASIONES, CUANDO
SE PRECISA DE UNA INTERACCIÓN QUE
CONLLEVE UN MOVIMIENTO MECÁNICO SE EMPLEA
UNA CONFIGURACIÓN DE "ARDUINO" EN GRASSHOPPER®.
CON UN "PLUG-IN" LLAMADO "FIRE-FLY" SE PUEDEN REALIZAR
DEFINICIONES EN GRASSHOPPER QUE CONFIGURADAS CON UN
ELEMENTO DE "ARDUINO" MANDA SEÑALES ELÉCTRICAS QUE
PRODUCEN MOVIMIENTO, TAMBIÉN SE PUEDE EMPLEAR
PARA PRODUCIR SEÑALES LUMINOSAS POR
EJEMPLO.

Fig.IV.8

Todo esto pude experimentarlo en el curso denominado "Parametrical Design" impartido por el profesor Kane Yanagawa. Así por ejemplo, el trabajo realizado por el grupo en el cual yo participaba, jugaba con el concepto de que el usuario pudiese crear su propia realidad.

Para ello dispusimos una caja de grandes dimensiones rellena de arena de playa, sobre la cual había situada un sensor de movimiento llamado "Kinect" (desarrollado por Microsoft para ofrecer a los usuarios de Xbox una experiencia más interactiva), este aparato lo que hacía era reconocer una serie de puntos a partir de la arena y enviaba esa información a Grasshopper® en el cual desarrollamos una definición que nos permitía definir curvas de nivel en el cajón de la arena a tiempo real, de tal manera que si la configuración de la topografía en la caja de arena se modificaba, también lo hacían nuestras curvas de nivel definidas en Grasshopper®.

A pesar de que lo realizado en este curso no estuvo directamente relacionado con la arquitectura, resultó una experiencia muy enriquecedora tanto en cuanto para salirse del proceso de proyecto habitual y poder experimentar con algo diferente.

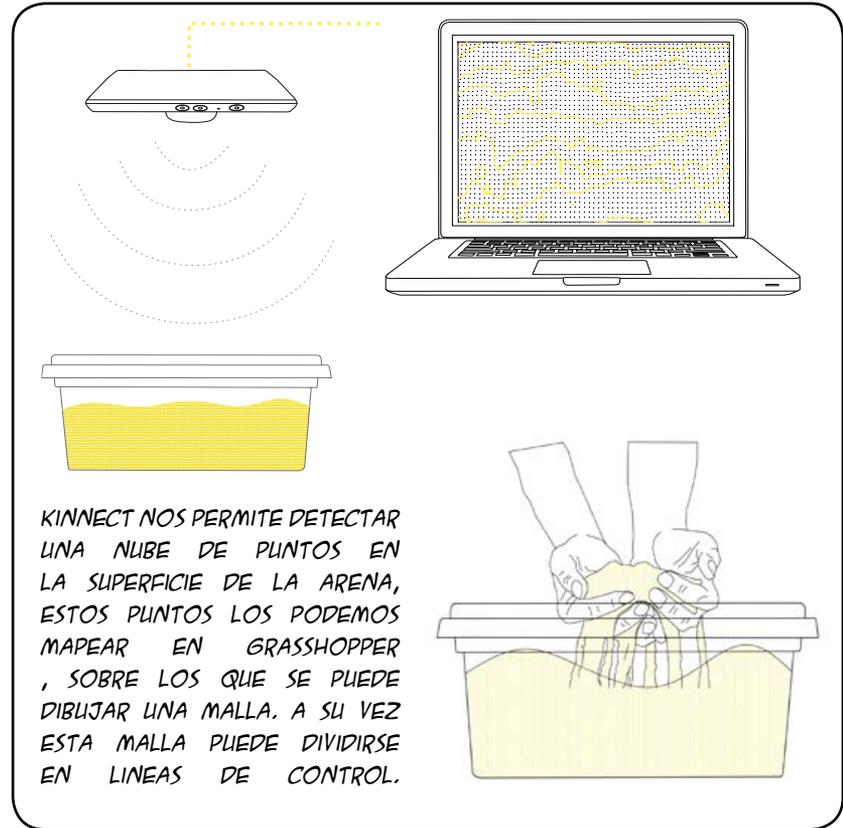


Fig.IV.9

TRAS APLICAR UNA SERIE DE COLORES ENTRE ESTAS CURVAS QUE VARIABAN EN FUNCIÓN DE LA COTA , DESDE AZUL EN LAS COTAS MAS BAJAS HASTA VERDE PARA LAS SUPERIORES PASANDO POR EL AMARILLO, ESTA IMAGEN QUE SE IBA OBTENIENDO A TIEMPO REAL SE PROYECTABA DE VUELTA SOBRE EL CAJÓN DE ARENA, DE MODO QUE EL USUARIO LO QUE VEÍA ERA COMO EL RESULTADO DE AQUELLO QUE IBA MODIFICANDO.

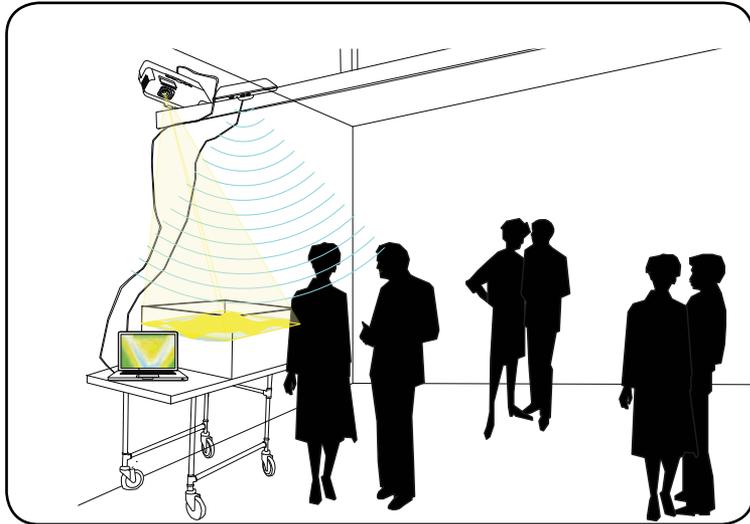


Fig.IV.10

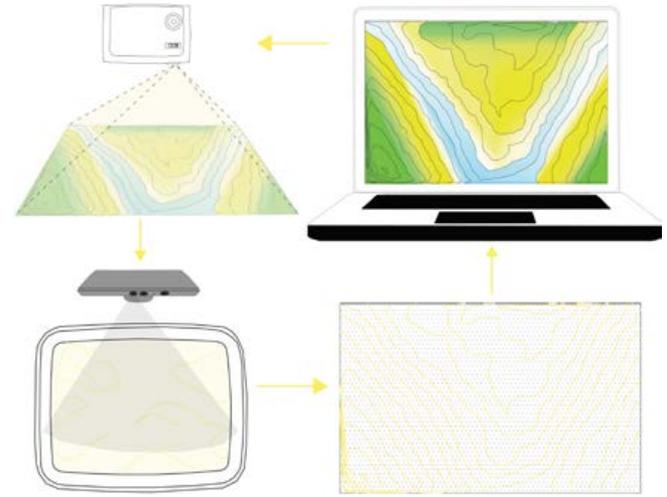


Fig.IV.11

PROYECTO PROPUESTO: “FLOATING PAVILION” EN TAIWÁN

El proyecto propuesto, es un proyecto personal realizado durante mi estancia en Taiwán el curso pasado. Se trata de un proyecto de arquitectura inflable, empleando técnicas de diseño paramétrico para su formalización.

El proyecto esta ubicado en una playa al oeste de la ciudad de Tainan, la tercera más grande de Taiwan. El objetivo era diseñar una arquitectura efímera que se ubicase en esa playa en cuestión, sería un pabellón en el cual se desarrollaría algún tipo de actividad que diese servicio al público.

En mi caso, quise darle una vuelta de tuerca al enunciado que nos propuso nuestro profesor, y no limitarme a realizar un pabellón que simplemente generase un espacio en el que descansar. Mi intención era crear algo que estuviese relacionado con el lugar en el que estaba localizado.

Tras recabar información pude darme cuenta de dos cuestiones, que serían por donde enfocaría el proyecto. En primer lugar, la sociedad taiwanesa es una gente que a pesar de vivir en una isla tiene muy poco contacto con el mar. Le tienen verdadero miedo al bañarse en una playa, en caso de meterse en el agua nunca lo harán en una zona en la que el agua le pueda llegar más arriba de sus rodillas.

Este hecho me llamó mucho la atención, pues consideraba una pena el estar situados en una zona como una playa y no poder disfrutar o vincularse con el agua. Así que una premisa de mi proyecto sería procurar una construcción en la cual la gente local pudiese estar en el agua y sentirse seguros.

El segundo factor que marca el devenir del proyecto, es el compromiso con el lugar. Debido al cambio climático, países como Taiwan están notando sus efectos notablemente. En especial sus playas y costas, donde cada vez las mareas se hacen mas agresivas y arrastra gran cantidad de arena con ellas, destruyendo sus playas lentamente. Por lo tanto una segunda premisa, era crear una barrera que en cierta medida dispase el efecto de las olas sobre la orilla.

La geometría adoptada sería una estructura denominada "Weaire Phelan" la cual esta compuesta por tetracaedros y dodecaedros que se combinan entre si generando una geometría compacta. Estos elementos no estarían macizos, sino que su interior estaría hueco con el propósito de albergar unas burbujas de plástico infladas con aire, esto le daría flotabilidad a la estructura y además serviría de espacio donde el público podría estar.



1.1_AMENAZAS NATURALES

LA SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO, PROVOCA QUE LAS CORRIENTES DEL OCEÁNO SEAN MÁS AGRESIVAS. ESTE PROBLEMA ESTA PROVOCANDO QUE LA MAYORÍA DE PLAYAS DE TAIWÁN SE ESTÉN QUEDANDO SIN ARENA, ARRASTRADA POR EL OCEÁNO.



UN PROBLEMA ADICIONAL A LA HORA DE DISEÑAR ALGO RELACIONADO CON EL OCEÁNO EN TAIWAN, ES EL MIEDO QUE POR RAZONES CULTURALES LA POBLACIÓN DE ESTE PAÍS LE TIENE A ESTE MEDIO.

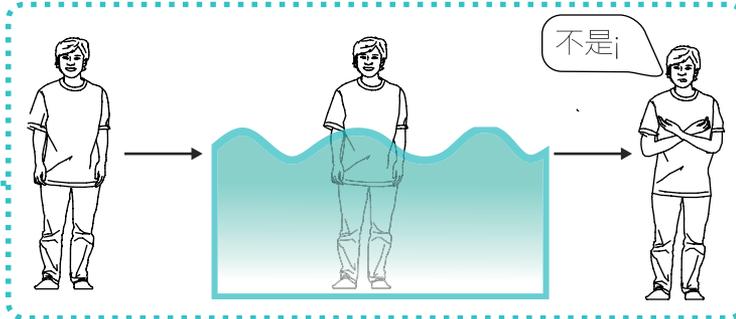


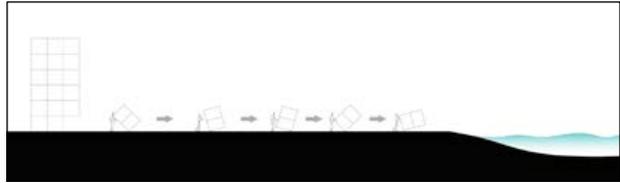
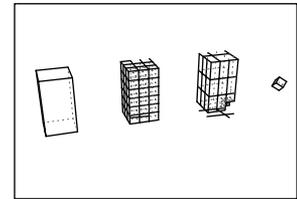
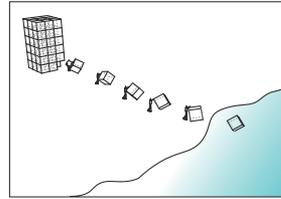
Fig.V.1



Fig.V.2



1.2_CONCEPTO

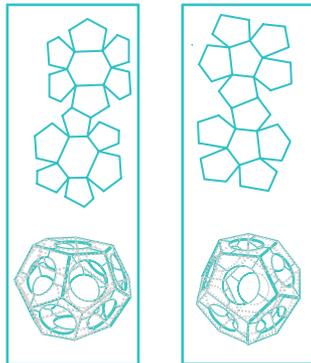


LA IDEA ERA CREAR UN ELEMENTO COMPUESTO POR MÓDULOS QUE PERMITIESE ALGÚN TIPO DE INTERACCIÓN CON EL ENTORNO. ADEMÁS DE PROPORCIONAR PROTECCIÓN A LA COSTA DEL IMPACTO DIRECTO DE LAS OLAS.

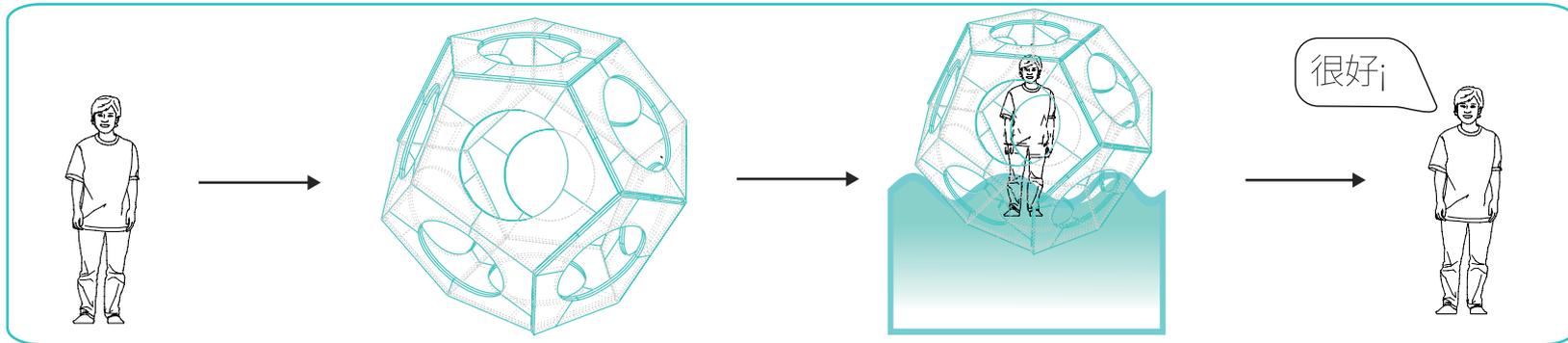
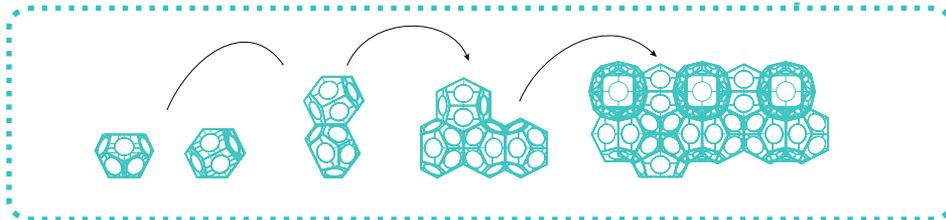


WEAIRE PHELAN STRUCTURE

ESTE TIPO DE ESTRUCTURA ESTA MUY PRESENTE EN LA NATURALEZA. LAS ESTRUCTURA DE LAS POMPAS DE JABÓN SIGUE ESTA GEOMETRÍA, PERO SIN DUDA SON LOS PANALES DE LAS ABEJAS LOS QUE LLAMAN LA ATENCIÓN, POR SU PERFECCIÓN EN LA FORMA Y ACABADO.



LA DENOMINADA ESTRUCTURA "WEAIRE-PHELAN" ES UN TIPO DE SISTEMA DE CELDAS COMPACTAS. ES CONSIDERADA UNA DE LAS GEOMETRÍAS MÁS RENTABLES A LA HORA DE LLENAR UN ESPACIO CON EL MENOR NÚMERO DE SUPERFICIE. ESTA COMPUESTA POR UN TETRACAEDRO Y UN DODECAEDRO.





2.1 ANÁLISIS DEL LUGAR

ANALIZANDO LA FRECUENCIA DE CADA SERIE DE OLAS, PODEMOS DETERMINAR QUE ÁREAS DE LA PLAYA SE VAN A VER MÁS GOLPEADAS POR EL IMPACTO DE ESAS OLAS. LOS PUNTOS MÁS CRÍTICOS SON AQUELLOS MARCADOS CON TRES CÍRCULOS AZULES. ES IMPORTANTE TAMBIÉN QUE EL DISEÑO PUEDA SER VISIBLE DESDE EL MAYOR NÚMERO DE PUNTOS POSIBLES.

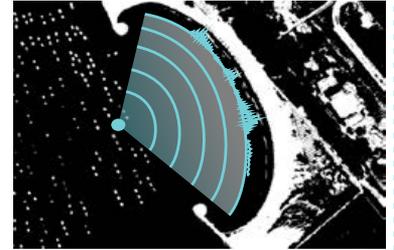
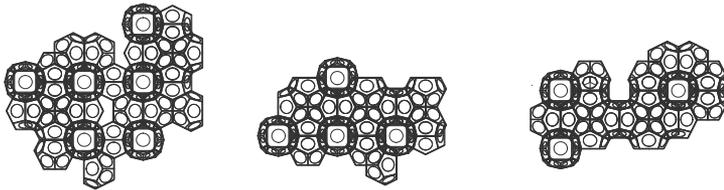
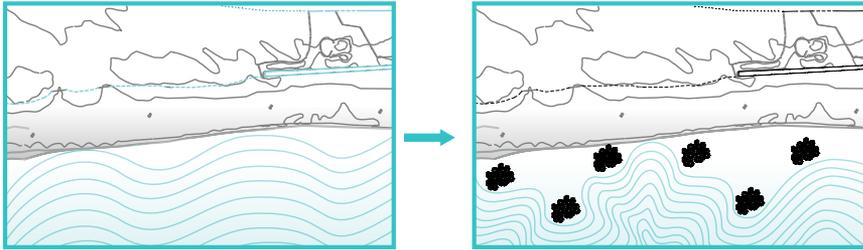


Fig.V3

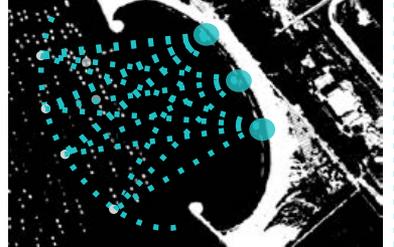


Fig.V4

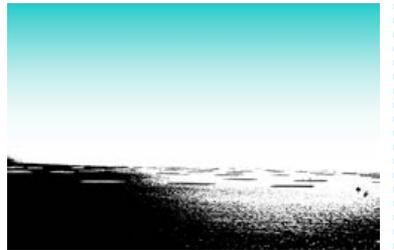
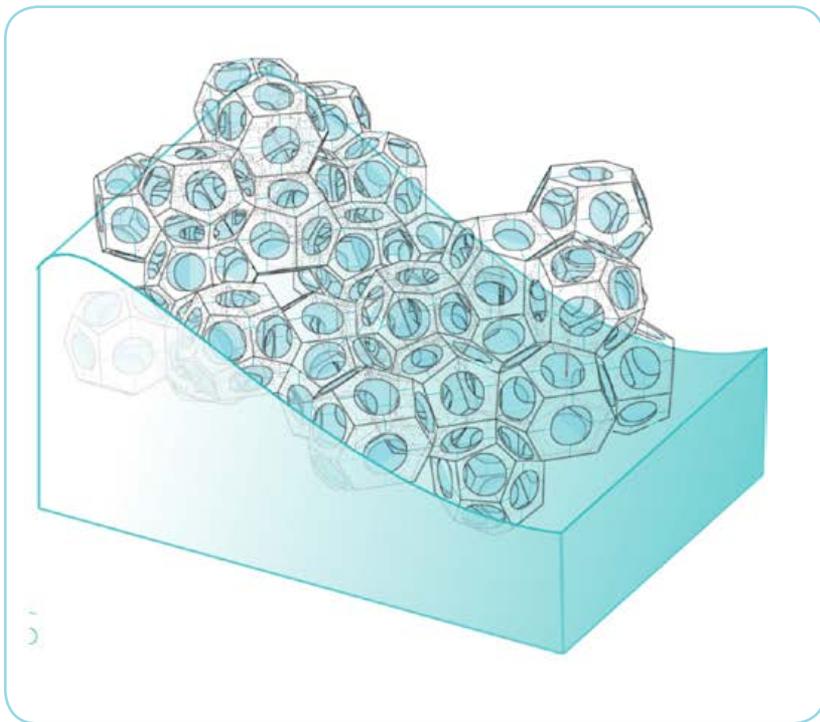


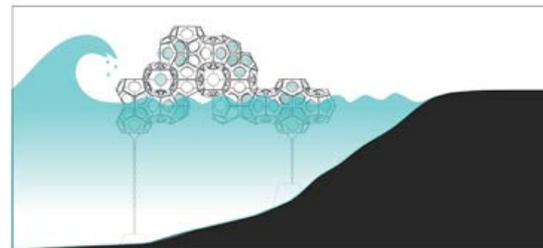
Fig.V5



2.2 PROTECCIÓN DE LA COSTA



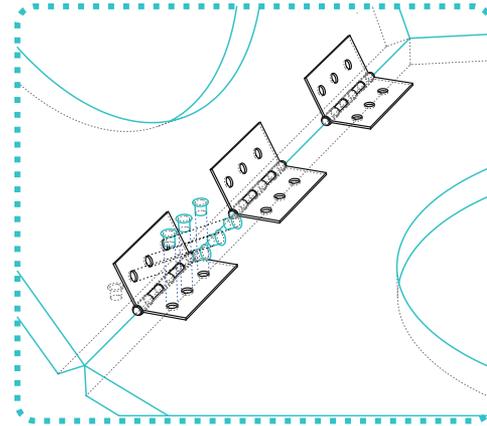
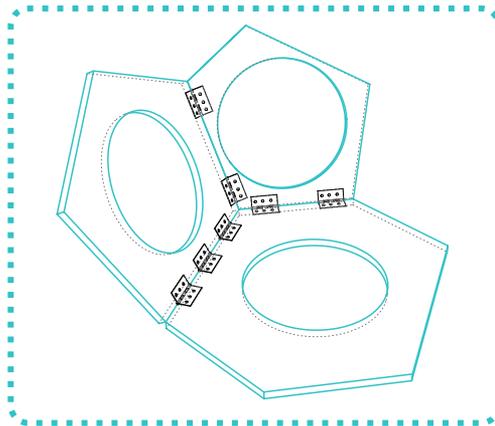
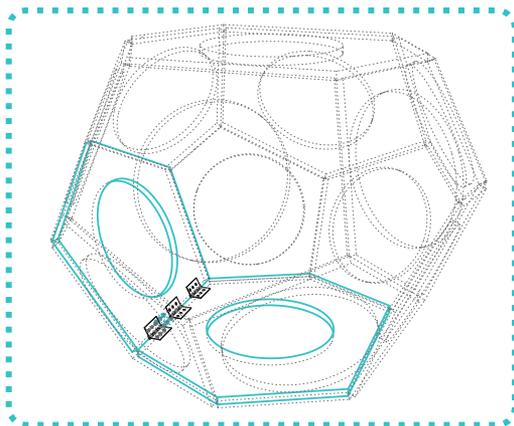
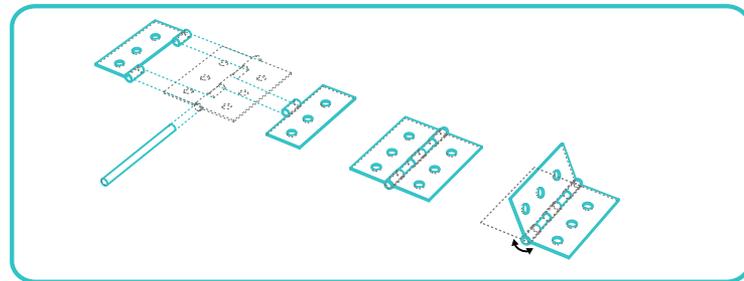
LA FINALIDAD DE ESTOS PABELLONES NO ES SÓLO OFRECER UN LUGAR PARA DESCANSAR, SINO QUE TAMBIÉN ACTÚAN COMO BARRERA ABSORBIENDO PARTE DE LA FUERZA CON LA QUE LLEGAN LAS OLAS A LA ORILLA. AL SER LA "WEAIRE PHELAN" UNA ESTRUCTURA COMPACTA, SU RENDIMIENTO FRENTE AL IMPACTO ES MAYOR.





2.3_PROCESO CONSTRUCTIVO

LAS DIFERENTES SUPERFICIES DE CADA MÓDULO SERÁN UNIDAS ENTRE SI A TRAVÉS DE BISAGRAS. A PESAR DE QUE LAS BISAGRAS OFRECEN LIBERTAD DE MOVIMIENTO, EL RESULTADO FINAL DISPONE DE LA RIGIDEZ NECESARIA, AL TRATARSE DE UNA GEOMETRÍA CERRADA. CADA SUPERFICIE SE APOYA EN SU COLINDANTE. EL USO DE BISAGRAS ES TAMBIÉN BASTANTE CONVENIENTE PORQUE PROPORCIONA CIERTO MARGEN DE ERROR DURANTE EL PROCESO DE MONTAJE.



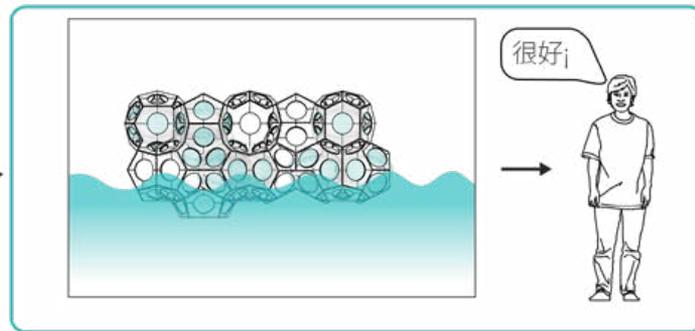
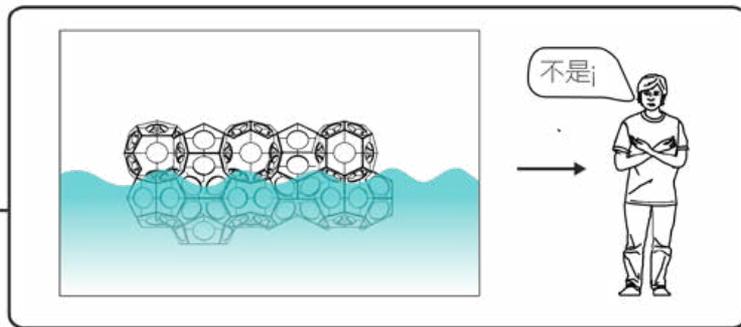


3.1_CONCEPTO DE LA BURBUJA



LA FINALIDAD DE LAS BURBUJAS ES , POR UN LADO SERVIR DE ELEMENTO DE COMUNICACIÓN Y RELACIÓN ENTRE EL LA ORILLA Y EL PABELLÓN , EN SEGUNDO LUGAR SIRVE COMO ELEMENTO QUE PROPORCIONA FLOTABILIDAD AL PABELLÓN.

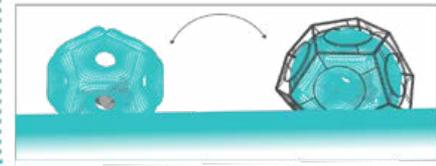
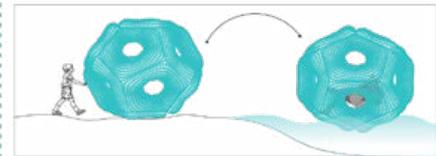
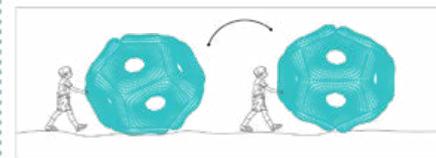
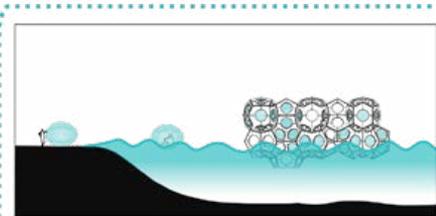
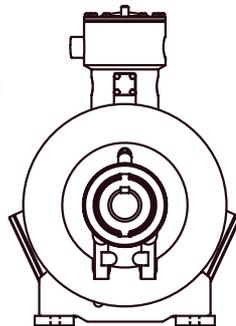
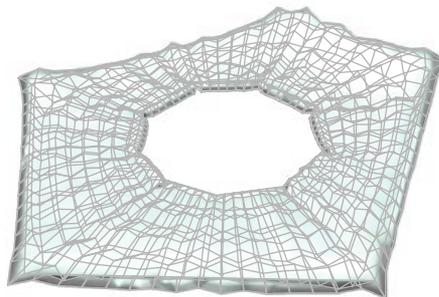
EL HECHO DE QUE LAS BURBUJAS OTORGUEN FLOTABILIDAD AL PABELLÓN ES IMPORTANTE A LA HORA DE OFRECER SENSACIÓN DE SEGURIDAD A LOS USUARIOS, QUE COMO COMENTÉ ANTERIORMENTE EN ESTE PAÍS TIENEN PÁNICO DEL OCEANO.



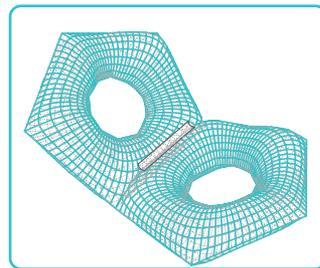
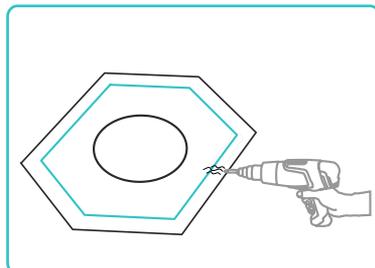
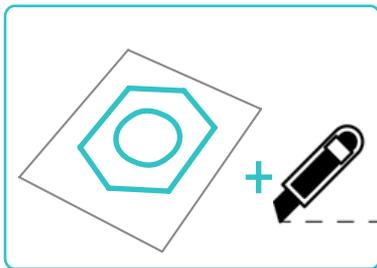


3.2_BURBUJA INFLABLE

EL MATERIAL EMPLEADO EN LA ELABORACIÓN DE CADA BURBUJA SON LÁMINAS TRANSPARENTES DE PVC. LAS DISTINTAS CARAS SE SOLDAN ENTRE SÍ MEDIANTE UNA PISTOLA DE CALOR, AL ENFRIARSE SE MANTIENEN UNIDAS.

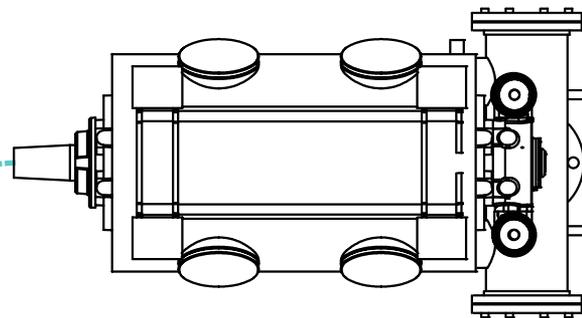
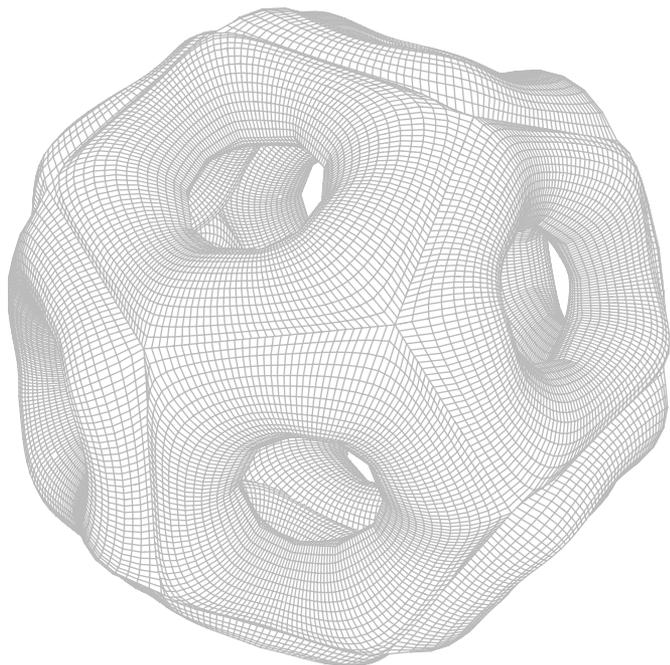


3.3_PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA BURBUJA





3.2_BURBUJA INFLABLE



HAY DOS TIPOS DE BURBUJAS, UNA QUE SE ADAPTA A LA CÁPSULA CON FORMA DE TETRAEDRO Y OTRA PARA EL DODECAEDRO. CADA BURBUJA ESTA COMPUESTA POR CARAS INDIVIDUALES ESTANCAJADAS ENTRE SI., ESTAS SE VAN UNIENDO PARA FORMAR LA FORMA FINAL DE TETRAEDRO O DODECAEDRO.

EL INFLADO DE LAS BURBUJAS SE REALIZARÍA "IN SITU" DISPONIENDO DE UN COMPRESOR DE AIRE EN UN LUGAR APROPIADO DE LA PLAYA. CADA BURBUJA CONTIENE EN SU INTERIOR UNA PRESIÓN APROXIMADA DE 1000MMHG.

CONCLUSIONES

A través de este trabajo hemos querido poner en valor un tipo de arquitectura, que a pesar de su valor histórico, sigue sin ser considerada como algo experimental a lo que no se le da una importancia real, ha quedado relegada como un elemento casi marginal.

Quizás, parte de la causa de la relegación de este tipo de arquitectura a un elemento secundario sea su carácter efímero. Históricamente así ha sido, los trabajos realizados en la EXPO de Osaka en primer lugar y los diseños de los colectivos más tarde, se trataban en su mayoría de construcciones de corta duración. Si bien es cierto que hay ejemplos de construcciones que empleando pieles de doble membrana, en las que el aire se mantiene ocluido entre ambas caras, se consiguen estructuras duraderas.

Probablemente la relación que se produjo entre la arquitectura hinchable y los colectivos de los años 70, que desarrollaron su actividad en torno a esta técnica, tenga bastante que ver en el hecho de que a esta arquitectura se la siga considerando hoy día como algo todavía experimental. Esto en parte es lógico, pues esos arquitectos empezaron a explorar estas construcciones en campos hasta la fecha intactos. Levantaron la arquitectura hinchable un paso más adelante, y esto les valió para ser tachados de radicales, que desarrollaban una utopía.

Lo cierto es que hay bastante de injusto en esta aseveración, porque la realidad es que años antes que ellos, como explico en este trabajo, la empresa Bird desarrolló una serie de cúpulas inflables de grandes dimensiones. Por su parte, la reacción ante estas construcciones, no fue de lejos igual de agresiva a la que recibirían los diseños de los colectivos años más tarde. Es por ello que, parte de la marginación actual puede que provenga de ese vínculo que se desarrolló décadas atrás con la actividad de esa generación de arquitectos más inconfomistas, lo que bajo mi punto de vista es bastante injusto, como ya he explicado.

El futuro de este tipo de arquitectura, es complicado de predecir. Si bien resulta una alternativa más ecológica a los materiales tradicionales empleados en la construcción, hay que tener en cuenta que producir 1m³ de hormigón requiere hasta 3 veces más energía que producir una cápsula inflable para una persona, pero por otro lado aquellas construcciones que requieran de una alimentación constante de energía, para mantener sus presiones interiores constantes, resultan a todas luces inviables desde el punto de vista energético.

Probablemente la alternativa resida en continuar la investigación en lo que al campo de las membranas de doble piel se refiere. Se trata de una alternativa bastante viable, quedaría comprobar si su construcción es viable como vivienda a largo plazo.

RELACIÓN DE IMÁGENES

IMAGEN DE PORTADA

<https://www.bluetext.com>

OBJETIVOS

FIG. 0.1 <http://www.absolutviajes.com>

FIG. 0.2 www.plataformaarquitectura.cl

FIG. 0.3 <http://www.arqhys.com>

FIG.0.4 <http://www.archifovers.com>

INTRODUCCIÓN

FIG.I.1 <http://www.bottegabuffacircovacanti.it>

FIG.I.2 <http://www.akg-images.fr>

FIG.I.3 <http://www.hiddenarchitecture.net>

ARQUITECTURA EFÍMERA

FIG.II.1 <http://www.ingenierianutricional.com>

FIG.II.2 <http://www.absolutviajes.com>

FIG.II.3 <http://vtv.vn/tin-tuc>

FIG.II.4 <http://ingdavidmaquinariagricola.blogspot.com.es>

FIG.II.5 <http://lexicoon.org/es>

FIG.II.6 <http://www.loc.gov/pictures>

FIG.II.7 <https://sp.depositphotos.com>

FIG.II.8 www.plataformaarquitectura.cl

FIG.II.9 <https://commons.wikimedia.org>

FIG.II.10 <https://commons.wikimedia.org>

FIG.II.11 <https://staging.are.na>

ARQUITECTURA NEUMÁTICA

FIG.III.1 Imagen escaneada del libro *Arquitectura Neumática*. DENT, Roger, (1975) Edición española. Barcelona. Editorial Blume.

FIG.III.2 <http://www.freepik.es>

FIG.III.3 <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com>

FIG.III.4 <http://temas.publico.es>

FIG.III.5 <http://mariavelazco906.blogspot.com.es>

FIG.III.6 <http://www.nuestromar.org>

FIG.III.7 <http://www.archdaily.com>

FIG.III.8 <http://inhabitat.com>

FIG.III.9 <http://www.architecturaldigest.com>

FIG.III.10 <https://ciudadсистема.wordpress.com>

FIG.III.11 <http://www.arqhys.com>

FIG.III.12 <https://www.fastcompany.com>

FIG.III.13 <https://www.newscientist.com>

FIG.III.14 <https://archisharehub.wordpress.com>

FIG.III.15 <https://www.curbed.com>

FIG.III.16 <https://www.curbed.com>

FIG.III.17 <https://www.curbed.com>

FIG.III.18 <https://www.curbed.com>

FIG.III.19 <http://www.ortner-ortner.com>

FIG.III.20 <https://www.flickr.com>

FIG.III.21 <http://www.domusweb.it/en>

FIG.III.22 <http://designrelated.com>

FIG.III.23 <http://exit-architects.com>

FIG.III.24 <https://superradnow.wordpress.com>

FIG.III.25 <http://metabolismojapones.blogspot.com>

FIG.III.26 <http://www.domusweb.it/en>
FIG.III.27 <https://sarahrgoldfarb.wordpress.com>
FIG.III.28 <http://www.nuestromar.org>
FIG.III.29 Imagen escaneada del libro *Arquitectura Neumática*. HERZOG, Thomas, (1977) Edición española. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
FIG.III.30 Imagen escaneada del libro *Arquitectura Neumática*. HERZOG, Thomas, (1977) Edición española. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
FIG.III.31 <http://arqueologiadelfuturo.blogspot.com>
FIG.III.32 Imagen escaneada del libro *Arquitectura Neumática*. HERZOG, Thomas, (1977) Edición española. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
FIG.III.33 <https://es.pinterest.com>
FIG.III.34 <http://www.kawa-struc.com>
FIG.III.35 <http://www.kawa-struc.com>
FIG.III.36 <https://bailarsobrearquitectura.com>
FIG.III.37 Imagen escaneada del libro *Arquitectura Neumática*. HERZOG, Thomas, (1977) Edición española. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
FIG.III.38 Imagen escaneada del libro *Arquitectura Neumática*. HERZOG, Thomas, (1977) Edición española. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
FIG.III.39 www.plataformaarquitectura.cl
FIG.III.40 <https://www.dezeen.com>
FIG.III.41 <http://www.archilovers.com>
FIG.III.42 <https://www.fastcompany.com>
FIG.III.43 <http://storefrontnews.org>

FIG.III.44 <http://storefrontnews.org>
FIG.III.45 <http://inhabitat.com>

APLICACIÓN PRÁCTICA

FIG.IV.1 <http://idtools.org>
FIG.IV.2 <http://spigogroup.com>
FIG.IV.3 <https://www.guioteca.com>
FIG.IV.4 <http://www.cnccookbook.com>
FIG.IV.5 <http://www.zdnet.com>
FIG.IV.6 <http://www.freepik.es>
FIG.IV.7 <https://www.tuexperto.com>
FIG.IV.8 <http://www.studio-ky.com>
FIG.IV.9 Imagen producida por el autor
FIG.IV.10 Imagen producida por el autor
FIG.IV.11 Imagen producida por el autor

BIBLIOGRAFÍA*/ WEBSITES

- **DENT**, Roger,(1975). *Arquitectura Neumática*. Edición española. Barcelona. Editorial Blume.
- **HERZOG**, Thomas,(1977). *Construcciones Neumáticas, manual de arquitectura hinchable*. Edición española. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
- **QUARAMBY**, Arthur, (1976). *Materiales plásticos y arquitectura experimental*. Edición española. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
- **KRAUEL**, Jacobs, (2013). *Arte, arquitectura y diseño inflable*. Barcelona. Editorial Links.
- **KRAUEL**, Jacobs, (2010). *Arquitectura Efímera*. Barcelona. Editorial Links.
- **JODIDO**, Philip, (2011). *Serpentine Gallery Pavilions*. Koln. Editorial Taschen.
- **GÓMEZ**, Alberto, **NEILA**, Javier y **MONJO**, Juan, (2011). *Pneumatic Skins in architecture sustainable trends in low positive pressures inflatable systems*. Procedia engineering. Vol. 21, pp. 125-132.
- **TAGLIABUE**, Benedetta, (2015). *Barcelona reset Circuit of Ephemeral Architecture*. Architectural design. Vol. 28, pp. 64.
- **BASSET**, **SALOM**, Luisa. *Construcciones neumáticas*. Universitat Politècnica de Valencia. Escuela Superior de Arquitectura.
- **FERNÁNDEZ**, Maria del Pilar y **PEINADO**, Joanna, (2014). *Arquitecturas efímeras con herramientas paramétricas*. Editorial UPV. Revista de expresión gráfica arquitectónica.
- **VERCHER**, Carlos, (2015). *Arquitectura adaptable: iniciativas temporales en el espacio público*. Universitat Politècnica de Valencia. Escuela superior de arquitectura.
- **GUEDES**, Pedro, (1977). *Encyclopedia of architecture and technological change*. Londres. The Macmillan Press LTD.
- **PARR**, Andrew, (1991). *Hydraulics and pneumatics*. Oxford. Editorial Jordan Hill.

* Formada por libros, capítulos de libro, revistas, recursos electrónicos y artículos consultados para la redacción de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA/ WEBSITES

- <http://architizer.com/blog/retrospective-the-incredible-inflatable-architecture-of-the-1960s/> (17/01/2017)
- <https://mfareview.wordpress.com/2011/07/29/the-real-sputnik-shuffle-reflections-on-the-apollo-spacesuit/> (17/01/2017)
- <http://retroprototipos.blogspot.com.es> (24/01/2017)
- <http://www.efimeras.com/wordpress/?tag=inflable> (24/01/2017)
- <http://www.archdaily.com/tag/inflatable-structures> (24/01/2017)
- <https://es.scribd.com/doc/51947200/Pneumatic-Structures> (5/03/2017)
- <https://www.architectural-review.com/archive/viewpoints/air-apparent-pneumatic-structures/8660702.article> (5/03/2017)
- <https://experienciapei.wordpress.com/2014/11/07/arquitectura-vernacula-beduinos/> (13/04/2017)
- <http://buildingawhale.blogspot.com.es/2011/08/la-tienda-beduina.html> (13/04/2017)
- <https://www.fastcompany.com/1278085/brief-history-inflatable-architecture> (13/04/2017)
- <https://www.curbed.com/2016/1/21/10844774/inflatable-architecture-geodesic-dome-design-legacy> (13/04/2017)
- https://motherboard.vice.com/en_us/article/inflatable-architecture-that-doesnt-blow (15/04/2017)
- <http://inhabitat.com/studio-souffle-is-an-cushy-portable-space-that-can-be-inflated-almost-anywhere/> (15/04/2017)
- <http://www.archdaily.com/786588/the-inflatable-architecture-of-plastique-fantastique> (15/04/2017)
- http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/RICHARD_BUCKMINSTER_FULLER:_CÚPULA_GEODÉSICA/_ESTRUCTURAS_DE_TENSEGRIDAD (17/04/2017)
- <http://archigram.westminster.ac.uk/about.php?pg=archi> (17/04/2017)

BIBLIOGRAFÍA/ WEBSITES

- <http://www.spatialagency.net/database/ant.farm>
(18/04/2017)
- <http://pneu.haus/projects> (18/04/2017)
- <http://papelesdecroquis.blogspot.com.es/2011/02/analisis-viviendas.html> (18/04/2017)
- <https://craftcouncil.org/post/haus-rucker-cos-yellow-heart-two>
(18/04/2017)

VALENCIA. JULIO 2017

