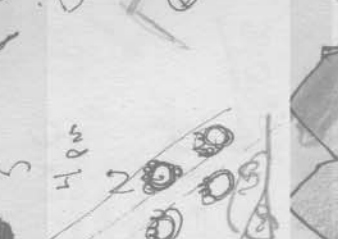
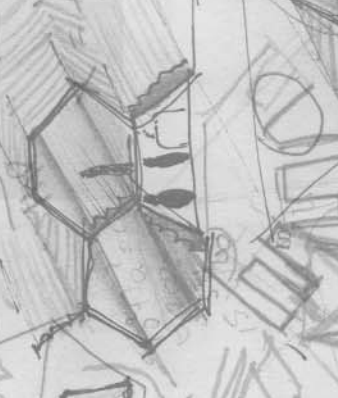
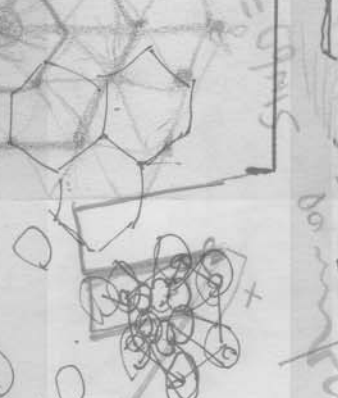
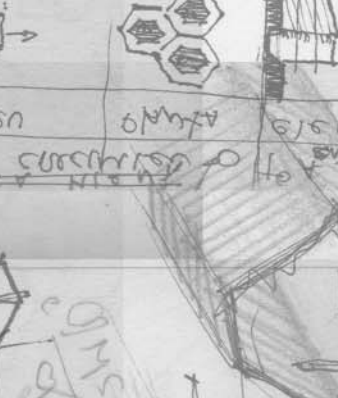
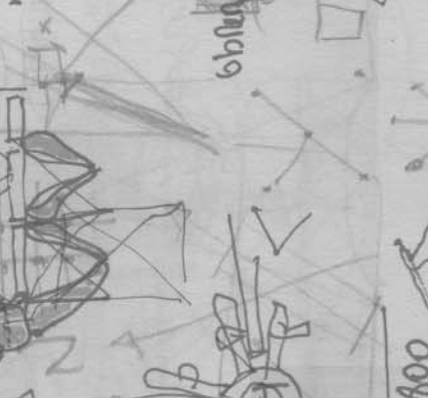
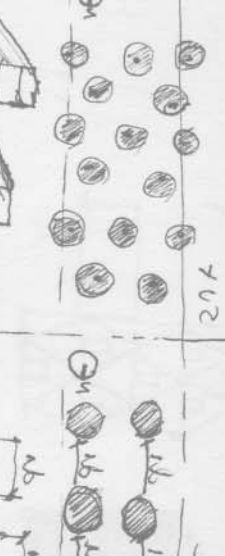
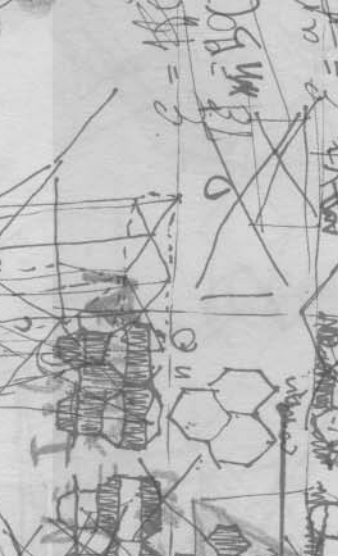
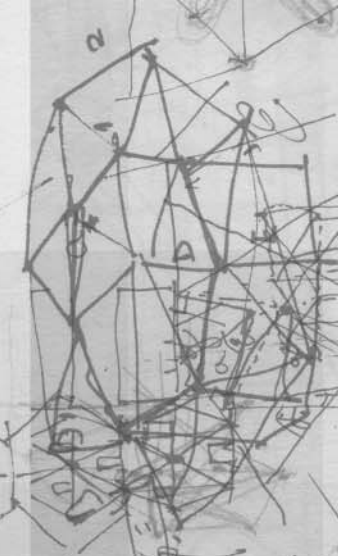
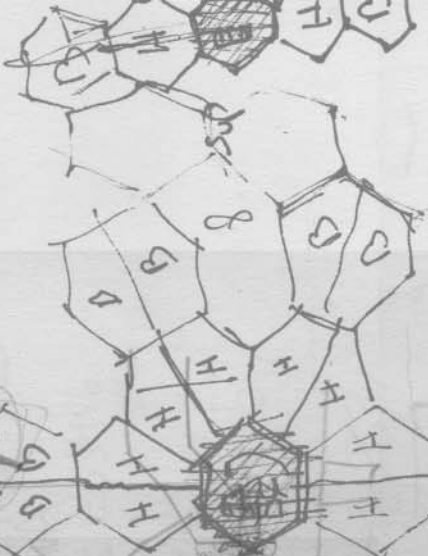
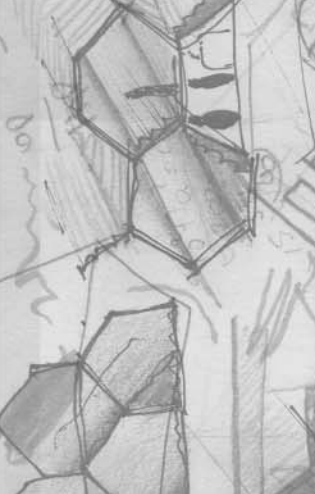
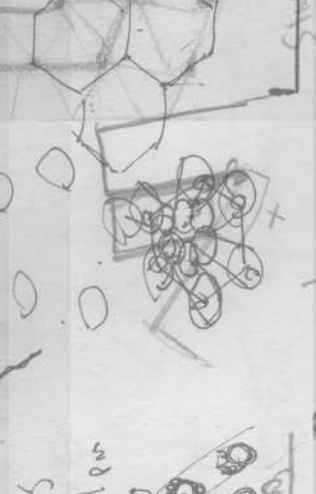
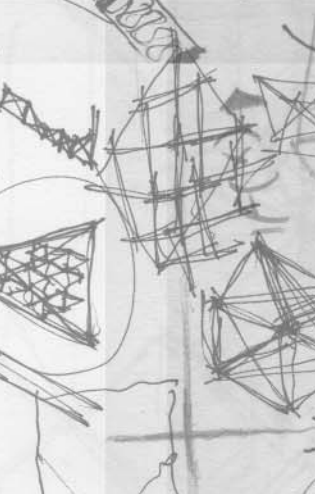
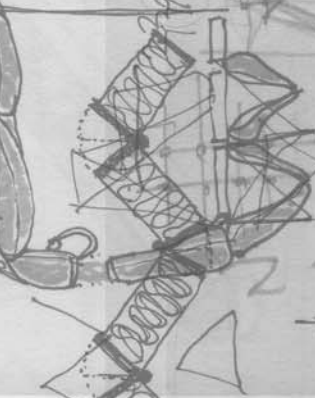
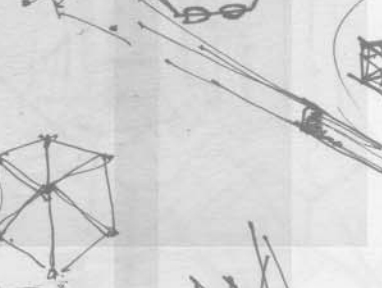
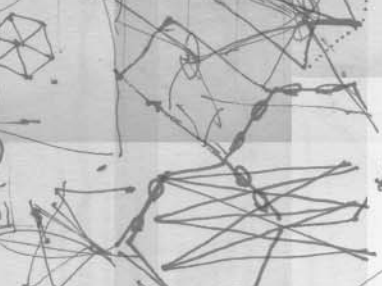
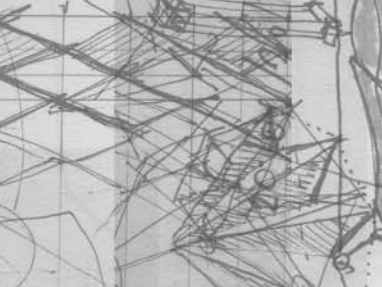


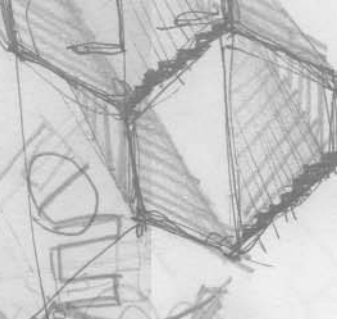
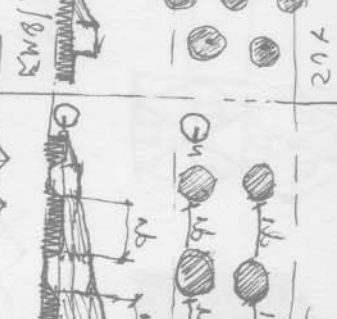
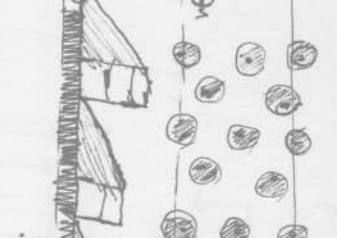
++  
++  
--  
--

Verbetes  
Habitáculos  
Dobles

2.HP



$E = \frac{1}{2} kx^2$   
 $E = \frac{1}{2} kx^2$   
 $E = \frac{1}{2} kx^2$





# CAMPAMENTO MINERO DESPLEGABLE

“Los Pelambres”

ALUMNO

C.BENJAMÍN FERNÁNDEZ

PROFESOR GUÍA Manuel Amaya

Correcciones Taller: JING CHANG LOU/ LUIS GOLDSACK/ FRANCIS PFENINGER/ ERNESTO CALDERÓN/  
LEOPOLDO PRAT/ALBERTO FERNÁNDEZ/PABLO DIAZ/ LEOPOLDO DOMINICHETTI

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

UNIVERSIDAD DE CHILE





## Abstract

El presente proyecto de título es resultado de un diálogo coherente que queda plasmado en esta memoria. Cada capítulo posee una conclusión final que argumenta la elección del capítulo siguiente. Este es un proyecto - que a diferencia de otros- se centra en un sistema constructivo y estructural denominado por otros autores como "**Par-Tijera**", el cual fue tema central de mi Seminario de Investigación, este último fue la motivación principal para el desarrollo del proyecto.

Dicho esto, el contexto temático del proyecto es la **Arquitectura Temporal**, la cual utiliza sistemas constructivos livianos, transportables y de fácil montaje, por lo que me hago la pregunta de ¿Quiénes necesitarían una arquitectura con tales características? y ¿Quiénes tendrían la capacidad de invertir en el desarrollo de ésta? Respondiendo estas preguntas llego a la conclusión que tenía que desarrollar el proyecto dentro de la **Problemática de Campamentos Mineros**.

Dicho lo anterior, tomé la decisión de contactarme con una empresa que se especializara en el rubro para obtener información de los problemas a los que me tendría que enfrentar y para que me dieran

un encargo y lugar reales. Otra decisión fue enfocarme en desarrollar la Sub-Problemática Habitacional, ya que por varias razones, era muy difícil desarrollar de buena manera todos los recintos que posee un Campamento Minero, y puse el hincapié en las Habitaciones de los trabajadores Mineros, Habitaciones que posteriormente podían ser re-utilizadas en otras problemáticas, como por ejemplo Viviendas de Emergencia.

Durante el desarrollo de los recintos Habitacionales del Campamento Minero, me di cuenta de que recintos como los Baños y Escaleras, no podrían ser desarrollados con el Sistema Constructivo Desplegable, por lo que estos últimos fueron pensados como una estructura rígida tradicional denominada Pod.

El cerramiento de los Módulos de Habitaciones Desplegables, fueron concebidos como estructuras neumáticas inflables, que tendrían la capacidad de desplegarse junto con la estructura, para posteriormente inyectarle presión por medio de compresores de aire. Este colchón de aire proveería más aislamiento térmico que un cerramiento tradicional. Los Módulos - tanto rígidos como desplegables- tendrían la forma de un prisma hexagonal, por

temas de acoplamiento, economía de material y estabilidad estructural. Esto además le daría cierta flexibilidad en su crecimiento modular.

Al final se hace una comparativa entre el Sistema Constructivo Desplegable Propuesto y el Sistema Constructivo Actual, de manera de argumentar que el Sistema Constructivo que propongo sería factible de ser utilizado en un proyecto real de estas características o características similares, haciendo alusión a distintas problemáticas.



Indice

Abstract.....	5
---------------	---

## Indice

### Motivación: Estructuras Desplegables

Introducción.....	12
El Mecanismo "Par-Tijera".....	14
Aspectos a Considerar.....	16

### Temática : Arquitectura Temporal

Del Nomadismo al Sedentarismo.....	18
Principios de una Arquitectura Efímera eficiente.....	20
Elección de una Problemática.....	22

### Problemática: Campamentos Mineros

Campamentos Mineros: Auge y Abandono.....	24
El Presente de los Campamentos Mineros.....	26
Conclusiones de la Problemática.....	28



## Anteproyecto: Campamento Minero Desplegable

Cliente, Lugar y Encargo.....	30
Sistema Constructivo y Geometría.....	36
Estructura .....	40
Cerramientos, Envolvente y Mobiliario.....	50
Crecimiento Modular y Programa.....	60
Sustentabilidad y Confort.....	70
Gestión, Reciclaje y Transportabilidad.....	72
Arquitectura.....	74
Comparativa Final.....	78
Otras Posibles Aplicaciones.....	80

## Bibliografía



# Motivación: Estructuras Desplegables

“Las barreras entre el arte y la ingeniería  
existen sólo en nuestra mente”

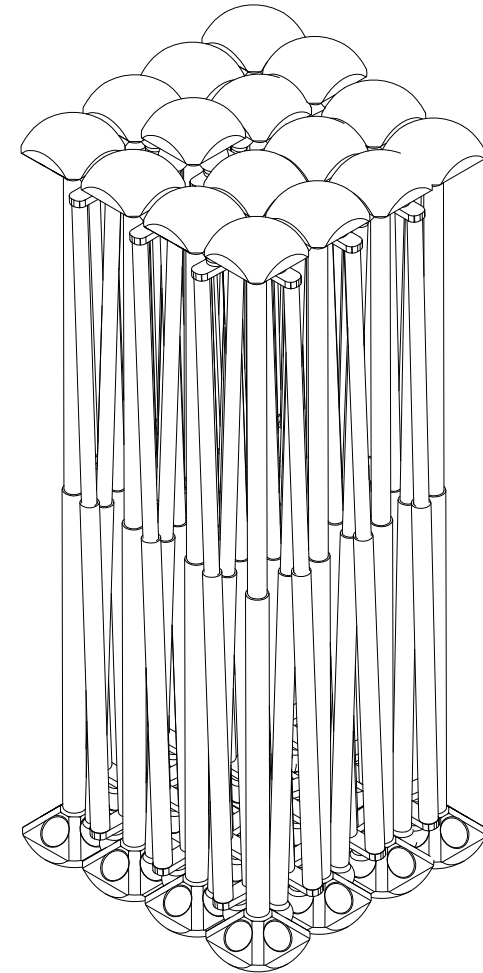
Theo Jansen

## Introducción

Mi seminario de Investigación Titulado "ESTUDIO MECÁNICO-GEOMÉTRICO DEL MECANISMO PAR TIJERA, PARA SU APLICACIÓN EN SUPERFICIES CON CURVATURA Y CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA VARIABLE", fue la principal motivación que me empujó a desarrollar el presente proyecto de arquitectura. Por ende mi "germen" de proyecto radica en los mecanismos que hacen posible las distintas "Estructuras Desplegables" expuestas durante la investigación, poniendo especial hincapié en el mecanismo denominado "Par-Tijera", con el cual experimente durante todo el proceso de investigación del seminario, y al cual logré añadir nuevas funcionalidades, lo que se traduciría en poder ampliar ciertas limitantes en la generación de geometrías y morfologías, que hasta el momento no se habían podido lograr.

Esto -posteriormente- decanta en un dominio teórico-práctico del mecanismo en cuestión, por lo que propuse posibles aplicaciones que podía tener este mecanismo en el ámbito de la arquitectura, pero no con el nivel de desarrollo y detalle que sí te brinda el abordar una problemática a través de un proyecto de arquitectura.

Por esto elijo la presente instancia del proyecto de título para llevar a cabo lo que quedo en una fase preliminar en mi seminario de investigación, esperando que el resultado sea un aporte novedoso a la arquitectura en general.



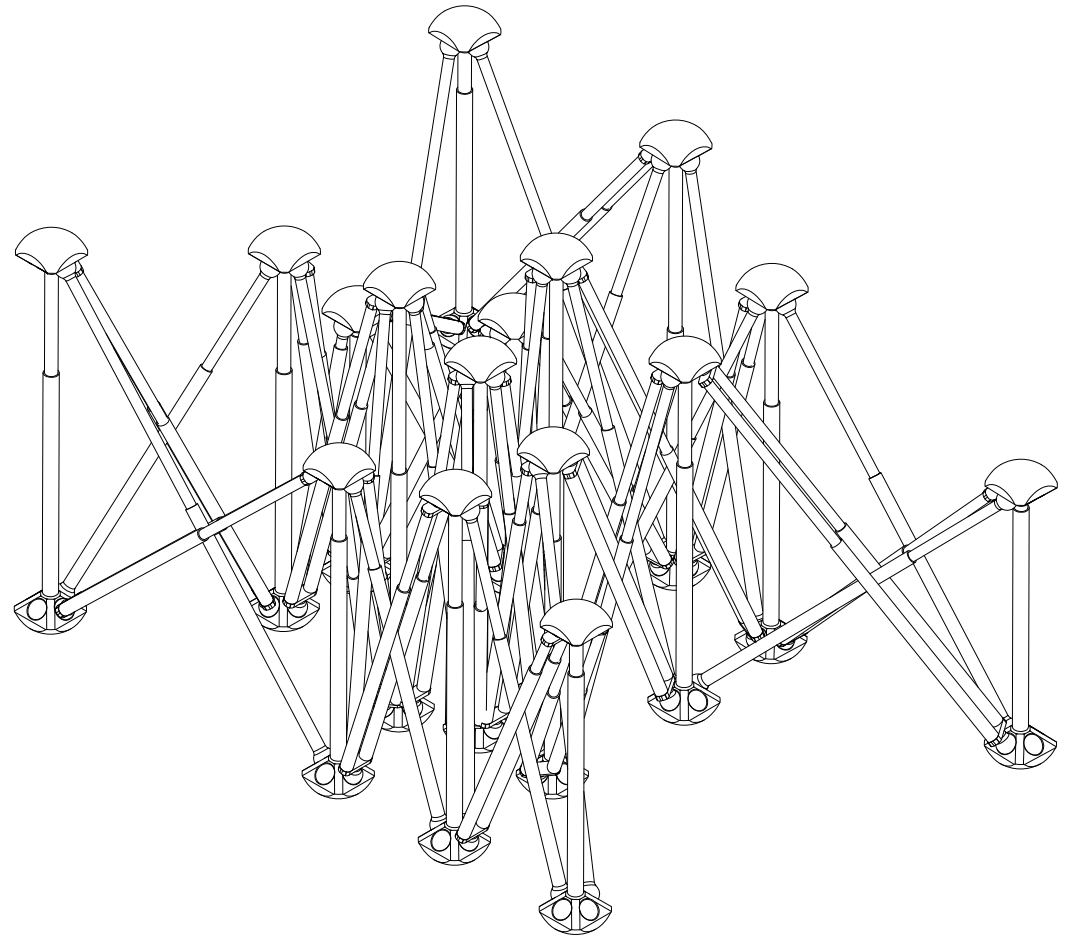
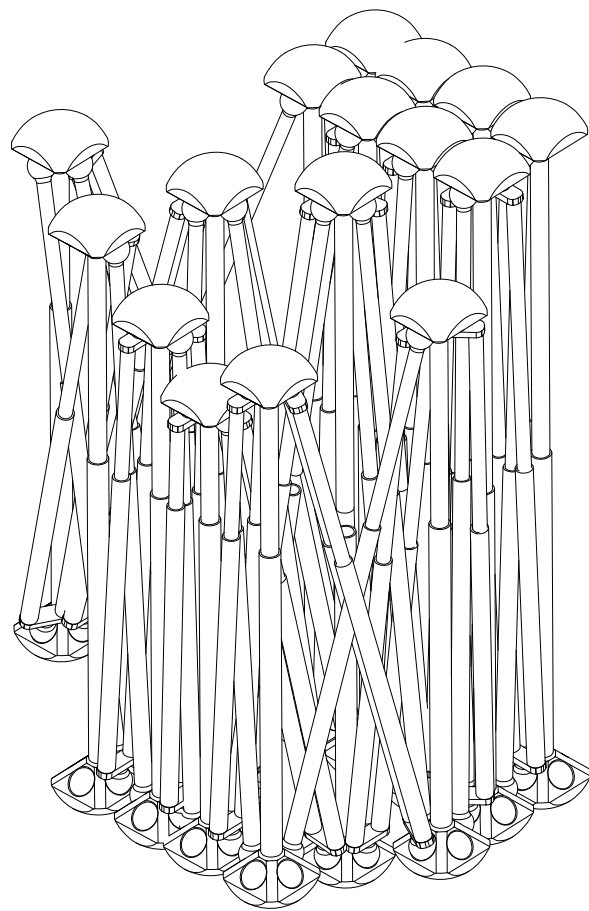


Fig.1-Imágenes virtuales del resultado desarrollado en el seminario.  
(Fuente: Elaboración propia. Año 2013)

## El Mecanismo “Par-Tijera”

Se entiende como Estructuras Desplegables, todas aquellas estructuras que pasan de un estado A (Compacto) a un estado B (Desplegado) y viceversa.

La principal ventaja de este tipo de estructuras - en comparación a otras- radica principalmente en:

1. El ahorro de espacio cuando es almacenado y transportado.

Al poseer un estado compacto, reduce a un 95% su volumen total generando una economía de espacio, al momento de transportar en camiones o al momento de almacenar en galpones.

2. La rapidez con la que se despliega en el lugar.

Fácil montaje y desmontaje: Dependiendo de la escala, peso y tamaño puede ser desplegado con la ayuda de una grúa, de varios o un hombre, incluso de manera automática en el caso de que se le integrará un motor hidráulico. Esto reduciría los costos y tiempos asociados a la mano de obra in situ.

Re-utilizable y reciclable: Luego de un periodo

de uso, estas estructuras podrían ser montadas en otros lugares, para otros propósitos, incluso es posible re-configurar (desarmar y armar) sus unidades para generar geometrías distintas a la original.

Alta versatilidad geométrico-espacial: Por este motivo es un sistema altamente personalizable, pudiendo responder a distintos requerimientos geométrico-espaciales que pueda presentar un proyecto de arquitectura.

Lo anterior es posible gracias al principio Mecánico-Geométrico denominado “par-Tijera”, el cual consta de dos barras cruzadas, las cuales se unen en su intersección por un pivote, el cual permite la libre rotación de las barras.

A su vez estos “par-tijera” se unen en sus extremos con otros “par-tijera” formando distintas configuraciones, que definen Estructural, Geométrica, Espacial y Formalmente el sistema resultante.

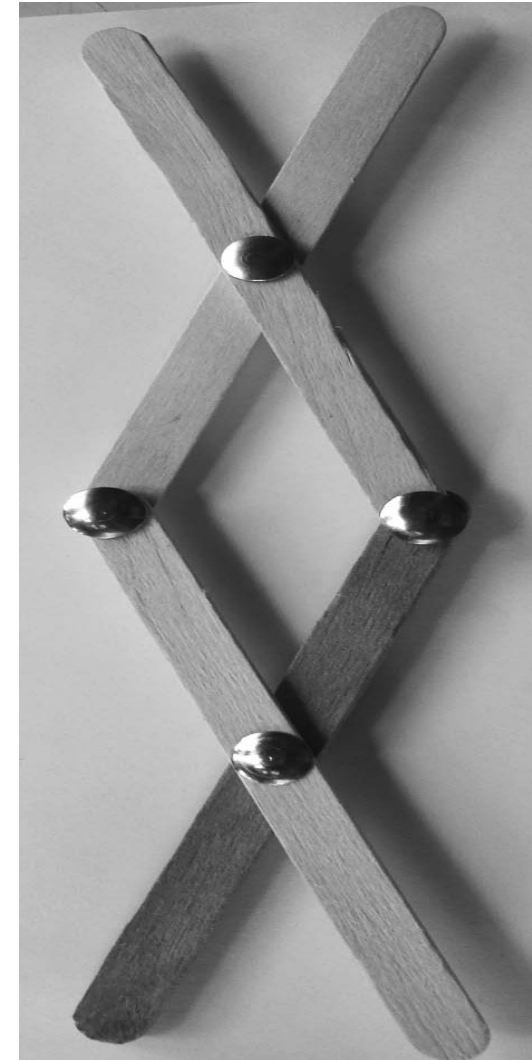


Fig.2- Maqueta inicial que demuestra el principio mecánico “Par-Tijera” (Fuente: Elaboración propia. Año 2013)

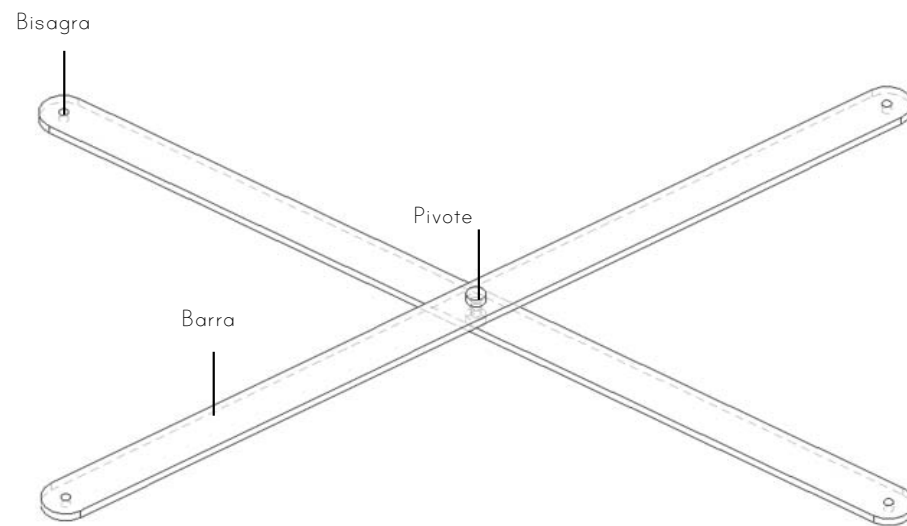


Fig.3-Esquema de las partes de la unidad del "Par-Tijera".  
(Fuente: Elaboración propia. Año 2013)



Fig.4- Etapas de un domo desplegable.  
(Fuente: <http://www.ladesigntech.org/>. Año 1997)

## Aspectos a Considerar

Para la utilización de este "Sistema Constructivo/ Estructural Desplegable" en un proyecto de arquitectura, hay que tener en cuenta ciertos aspectos que podrían impactar negativamente este último, por lo que es de suma importancia tomarse el tiempo necesario para generar las soluciones pertinentes a estos aspectos, de lo contrario se podrían transformar en un problema mayor, lo que podría traducirse en la inviabilidad del proyecto:

1. Podría ser un sistema constructivo costoso de fabricar y además requiere mucha mantención: En la etapa de diseño se requiere de ingeniería mecánica especializada, en cuanto a la materialidad se sugiere el acero como material a utilizar, debido a sus cualidades estructurales. Aunque sin embargo es posible hacerlo en madera con refuerzos de acero, pero tendría una vida útil limitada. En cuanto a lo costoso de la mantención, es debido principalmente a que los mecanismos se empiezan a oxidar con el tiempo, impidiendo el normal movimiento de los mecanismos, que es lo que los caracteriza.

2. Por ser solo un sistema estructural, las losas, techos, tabiques, muros, puertas, ventanas, sistemas de electricidad, sistemas

de agua, artefactos sanitarios, cocina, camas, mobiliario, etc, deberían ser integrados de manera posterior, siempre y cuando el programa a albergar así lo amerite.

Considerando el punto 1 anterior y la cualidad de temporalidad, este mecanismo está dirigido a aquellas situaciones donde:

1.- El habitar se concibe como algo temporal, es decir, donde la actividad que realice el posible usuario(s) sea por un periodo de tiempo determinado, evitando así que la infraestructura sea abandonada y se transforme posteriormente en un desecho que contamine el paisaje y territorio.

2.- La actividad que se desarrolle pueda solventar económicamente la fabricación y desarrollo de este "Sistema Constructivo/ Estructural Desplegable". Sin embargo, este sistema posee un alto grado de amortización económica en el tiempo, y va a depender en gran medida de la cantidad de uso que se le dé, además recordemos que es un sistema re-utilizable, por lo que si se deja de utilizar, puede ser vendido para otro uso distinto o almacenado y utilizado en un futuro en otra situación.



# Temática : Arquitectura Temporal

"Cada cual cambia de lugar cuando lo desea. La vida es un viaje sin fin a través de un mundo que se transforma con tanta rapidez que cada vez parece diferente"

Wigley, Mark (1998)

## Del Nomadismo al Sedentarismo

Cuando hablamos de Arquitectura Temporal, nos referimos a la Arquitectura que alberga un acto de permanencia de uno o mas individuos por un periodo de tiempo determinado. Dicho esto, es el Usuario el que le da un carácter temporal al Uso de un determinado espacio. Así era en la antigüedad, cuando tribus nomades ocupaban cuevas, como espacios temporales, para luego seguir su ruta de caza. Esto fue así hasta que el ser humano se dio cuenta que podía construir sus propios espacios a partir de los materiales que le brindaba el entorno natural. Así se dio comienzo a la era de la Arquitectura.

Cuando el ser humano tuvo la capacidad de construir espacios habitables en prácticamente cualquier lugar del planeta, aparecieron las primeras estructuras de carácter temporal. Sin embargo, junto con el descubrimiento de la agricultura, ya no era necesario ir de un lugar a otro en busca de alimento, por lo que el ser humano se volvió mas sedentario, lo mismo paso con la Arquitectura.

Hoy en día, el panorama sigue siendo el mismo, y no hay signos que indiquen que esto vaya a cambiar. La Arquitectura y su Estructura es cada día mas permanente, mas estática y

está pensada para perdurar indefinidamente en el tiempo, y creo que los seres humanos seguimos siendo totalmente lo contrario.

Creo, que en algún momento este paradigma de que "la Arquitectura tiene que ser estática, rígida, solida, permanente e inamovible" va a cambiar. La tendencia a viajar de nuevo es cada vez mas fuerte en las personas, a mantenerse en movimiento, a dejar las ciudades que cada vez son mas toxicas y traen mas perjuicios que beneficios a la calidad de vida del ser humano. Cuando ese momento llegue, será mejor que ya hubiésemos pensado en como hacer estructuras desplegables, transportables, re-utilizables y modulables, ademas de pensar en cómo habitarlas, generando una gran biblioteca de proyectos de Arquitectura donde el Habitar Temporal sea el protagonista.

Es por esto que uno de los objetivos de mi proyecto de titulo, es generar un aporte a esa biblioteca de Arquitectura Temporal.



Fig.5- Espacios habitables de pueblos nomades  
(Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

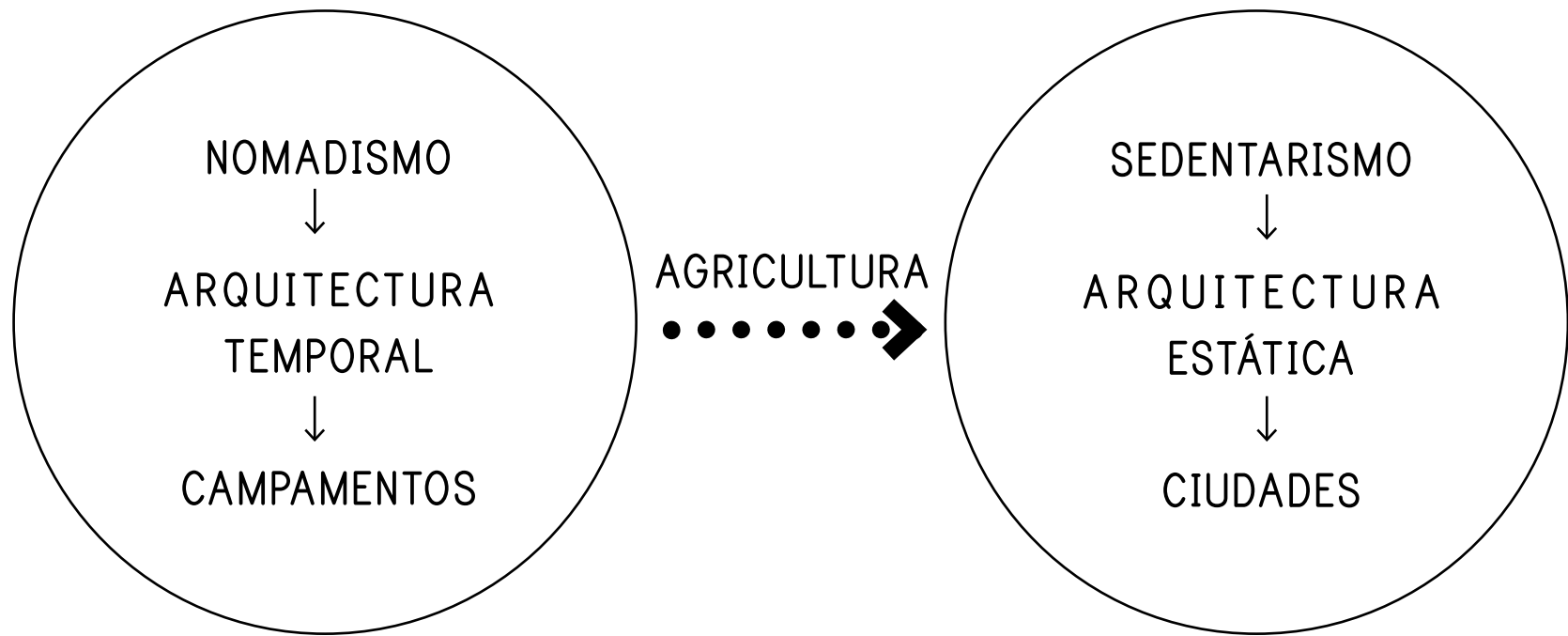


Fig.6- Esquema que explica los efectos de la agricultura en la arquitectura.  
(Fuente: Elaboración propia)

## Principios de una Arquitectura Efímera eficiente

Los principios de la Arquitectura Efímera a considerar para el desarrollo de mi proyecto son:

1. Temporalidad: La arquitectura efímera se entiende para dar respuesta a un acto concreto y puede ser desmontada después de haber dado respuesta a éste. Siempre se puede volver al origen, a diferencia de las construcciones permanentes, en las que el lugar queda condicionado.

### 2. Flexibilidad

El mundo cambia constantemente y cada vez a mayor velocidad. Este tipo de arquitectura se adapta rápido a las necesidades del lugar. Puede ser re-modelada constantemente, al igual que las necesidades. La permeabilidad de esta arquitectura permite que pueda llegar a ser montada y desmontada por los propios usuarios.

### 3. Innovación

Se trata de crear una arquitectura con soluciones innovadoras en términos de miniaturización, auto-construcción y nuevos materiales. Se ha visto reflejada sobre todo en soluciones de emergencia ya sea por guerras o catástrofes naturales. Condiciones

como ligereza, economía, rapidez y sencillez de montaje y desmontaje, almacenamiento, sostenibilidad, mínimo, colectivo, transportable, re-utilizable, pre-fabricación..., Requieren utilizar el aspecto más innovador de la investigación arquitectónica.

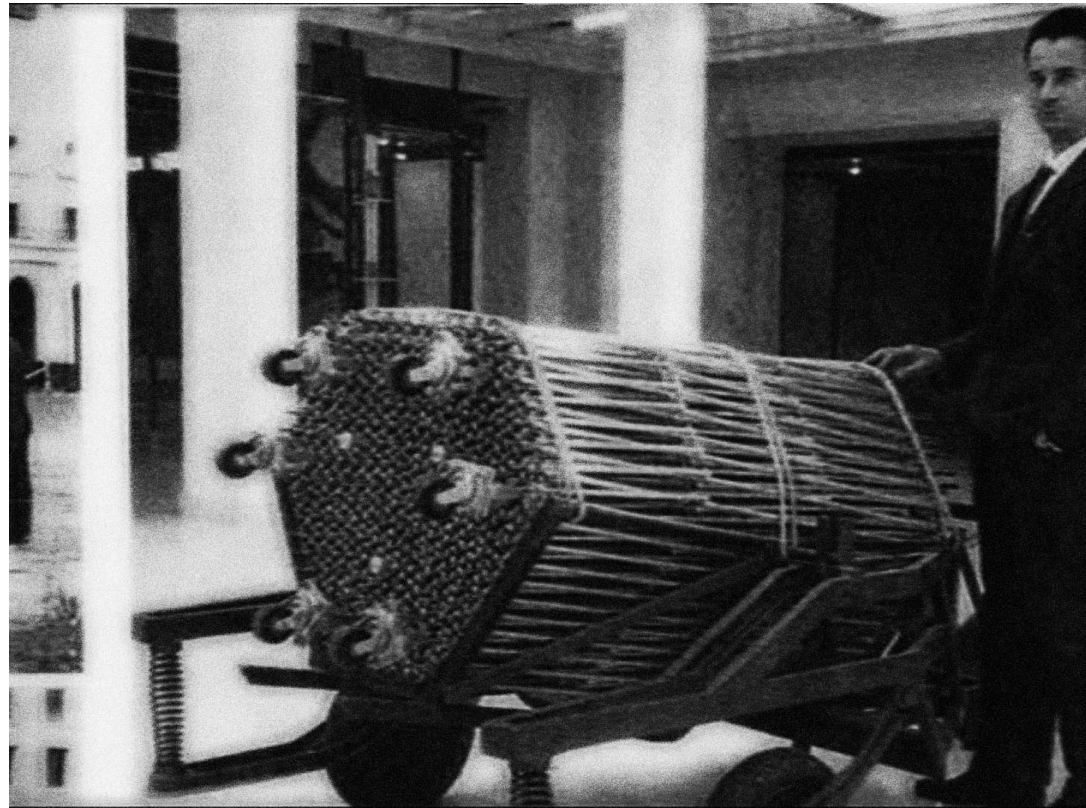


Fig.7- Emilio Perez Piñero, llegando al lugar con su semi-domo desplegable transportado en una carretilla.

(Fuente: [www.espaciopatico.com](http://www.espaciopatico.com). Año 1961)



Fig.8-Emilio Perez Piñero, demostrando el transporte y despliegue de sus sistema estructural.(  
Fuente: [www.vedoque.com](http://www.vedoque.com). Año 1961)

## Elección de una Problemática

Hasta este punto, he intentado dejar en claro las características de la Arquitectura Efímera y del Sistema Constructivo-Estructural "Par Tijera" que quiero desarrollar en el actual proyecto de titulación. A partir de estos antecedentes, tengo que decidir un Caso de aplicación, comúnmente conocido como Problemática.

Existen muchas Problemáticas en las que puedo aplicar un sistema constructivo desplegable - característico de la Arquitectura Efímera- sin embargo, solo es necesario uno y lo tengo que justificar de la mejor manera por sobre los otros.

Es por esto que decidí que el Caso de Aplicación (Problemática) sea un Campamento Minero, explicare por qué:

1. Los Campamentos Mineros se destinan a una actividad temporal y no permanente. Luego desaparecen y dejan sus inservibles ruinas. La idea de Arquitectura Efímera no genera residuos. Ya que es fácilmente desarmable y re-utilizable.

2. Los Campamentos Mineros se desarrollan en lugares extremos y aislados, por lo que la mano de obra y transporte son costosos. Los

sistemas Desplegables ocupan poco espacio al ser transportados y necesitan poca mano de obra en el lugar, ya que son fácilmente ensamblables.

3. La actividad Minera genera ingresos, que hace posible financiar proyectos con sistemas constructivos innovadores. Si quiero que mi proyecto de titulación vea la luz y no quede en una mera especulación, debo velar por su realización. Cualquier otra Problemática, no posee un apoyo financiero para el desarrollo, investigación y experimentación como lo es la minería.

4. La minería sigue siendo la principal actividad económica en Chile, pero además en muchos otros países, por lo que aumenta las posibilidades de que la idea de proyecto tenga un futuro desarrollo.

# Problemática: Campamentos Mineros

"La minería moderna ha hecho un esfuerzo importante por dejar en el pasado el estigma de aquel minero que trabajaba bajo precarias condiciones laborales -equipado apenas con una picota- y que vivía pobremente en lugares con pocas comodidades."

J. Esturillo y C. Rivas (2012)

## Campamentos Mineros: Auge y Abandono

La minería forma parte de nuestra identidad como nación, y ha sido y sigue siendo clave para el desarrollo de los chilenos. Su importancia ha sido evidente durante nuestra historia y es innegable en la actualidad. Por este simple motivo creo que es nuestra responsabilidad seguir aportando y enriqueciendo con ideas innovadoras al rubro minero, desde a lo que el estudio de la arquitectura le compete. Chile sigue siendo el mayor productor de cobre en el mundo, y no solo de cobre sino de muchos otros minerales como la plata, oro y subproductos.

El auge de la Minería en Chile, permitió también el Auge de los Campamentos Mineros. Solo con nombrar algunos ejemplos como Sewell, que partió como un pequeño campamento, pero que se convirtió en una pequeña ciudad anclada a toda una montaña, tenía los servicios suficientes para formar una vida allí, sin embargo luego de una serie de sucesos, la ciudad se fue despoblando hasta quedar abandonada.

Podríamos nombrar muchos ejemplos, en donde la infraestructura necesaria que hace posible la actividad minera queda abandonada dejando ruinas que luego se transforman en patrimonios arquitectónicos o no dependiendo

de su importancia. Suena Romántico, pero hoy en día sigue pasando, y no parecen ruinas, sino basurales de containers modulares víctimas de la corrosión.

La actividad minera al ser temporal, necesita un sistema constructivo que no genere un pos-abandono.



Fig.9- Foto año 2014 del pueblo abandonado de Humberstone.  
(Fuente: [www.24horas.cl](http://www.24horas.cl))





Fig.10- Sewell, 15 de Diciembre de 1923.  
(Fuente: [www.memoriachilena.cl](http://www.memoriachilena.cl))

## El Presente de los Campamentos Mineros

Hoy en día, las cada vez más exigentes condiciones laborales impuestas por los mismos trabajadores de la minería, ha llevado a que los Campamentos Mineros tengan más comodidades. Se han implementado recintos recreativos cada vez más lujosos, sin embargo espacios privados confortables que aseguren la calidad del sueño de los usuarios, es lo más demandado según el estudio "Bienestar en Campamentos Mineros", elaborado por Aramark en conjunto con la Asociación de Grandes Proveedores Industriales de la Minería (Aprimin).

También se ha implementado una lógica modular, en la manera de construir estos campamentos, esto tiene muchos beneficios, desde el punto de vista constructivo y económico. Un ejemplo son los llamados "Pods" de baños, que son estructuras prefabricadas y que se colocan en obra.

La principal debilidad hoy en día de los campamentos mineros modulares, es el tema del transporte de estos módulos prefabricados, ya que al ocupar mucho espacio, se necesitan camiones especiales y escolta policial para poder transportarlos, además luego de ser usados quedan prácticamente inservibles, por

lo que quedan abandonados en el lugar, debido a que transportarlos para su reciclaje generaría un gasto adicional innecesario, sale más barato y más rápido fabricar nuevos módulos que refaccionarlos, por lo que estos módulos se pensaron para botarlos una vez cumplieran su vida útil, es decir se transformaron en desechables.

Según cifras del Sernageomin, 520 son las Faenas Mineras que actualmente están en abandono, de las cuales 14 representan un peligro para la salud de la población.

Actualmente la empresa Tecnofast se ha adjudicado la construcción de más de 20 campamentos mineros actualmente en funcionamiento. La pregunta es ¿Qué pasará cuando se termine el mineral en estas faenas?

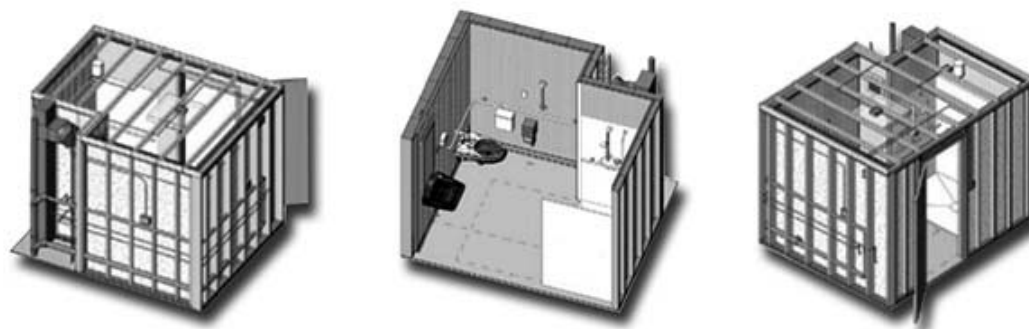


Fig.11- Imágenes virtuales del sistema prefabricado de pods de baños.  
(Fuente: [www.mfmod.com](http://www.mfmod.com) Año 2014)



Fig.12- Campamento minero Coposa en la región de Tarapaca construido por Tecnofast.  
(Fuente: [www.tecnofast.cl](http://www.tecnofast.cl). Año 1995)

## Conclusiones de la Problemática

Existe una necesidad de una lógica Constructiva Modular, es decir que el Campamento tenga la libertad de expandirse cuando lo necesite, dependiendo del numero de trabajadores que se requieran en momentos determinados, ya que muchas veces el tamaño de los yacimientos excede los cálculos iniciales y se requiere de mas personal para mantener a máxima capacidad las faenas de extracción.

Me contacte con Tecnofast una de las empresas pioneras en la construccion de campamentos mineros modulares, para pedirles los datos de algún encargo real que se vaya a desarrollar, de esta manera me podre enfrentar a un lugar y encargo con problemas reales. Además, una de las características de esta Arquitectura Temporal, es que sea flexible a cualquier terreno y clima, por lo que buscar las condiciones ideales para el proyecto seria contraproducente con mi discurso. Por otra parte, tendre información de los principales problemas que se enfrentan al desarrollar un campamento minero y tendre una comparativa general de los precios y tiempos de mi Propuesta Constructiva versus la Propuesta Original que ellos han ido desarrollando.

Me enfocare en desarrollar las Áreas Habitacionales, por sobre los "otros recintos", ya que son las mas importantes según la opinión de los trabajadores y ademas podre homologar los resultados de manera directa con otras Problemáticas, debido a que la "Habitación" es uno de los aspectos comunes que comparten. Los "otros recintos" solo seran insinuados dentro de la propuesta.

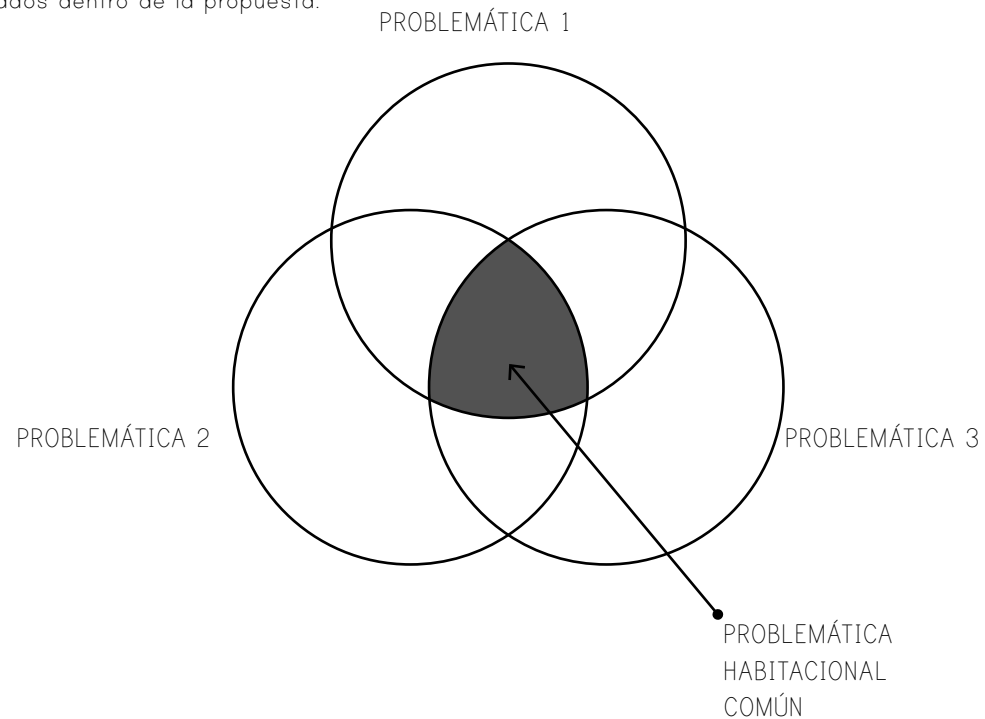


Fig.13-Esquema que infiere una Problematica Habitacional Común.  
(Fuente: Elaboración Propia.)

**Anteproyecto: Campamento Minero Desplegable**

## Cliente, Lugar y Encargo

El presente Anteproyecto fue desarrollado en colaboración con una empresa que se dedica a realizar proyectos de Campamentos Mineros a empresas mineras a lo largo del país, por lo que el Cliente, Lugar y Encargo me fueron dados por esta empresa llamada Tecnofast.

Tecnofast, por medio de la Arquitecta Valeria McNiven, me fueron dando las características del Encargo, lo que se resume en lo siguiente:

Lugar: Chillipin, IV Región.

Coordenadas: 31°53 S - 70°45 O

Altitud : 850 m

Superficie: 65.000 m<sup>2</sup>

Minera: "Los Pelambres"

Personal Total: 300 (80% Operarios, 15%Supervisores, 5% Dueños/VIP)

Programa Sugerido:

1. Habitaciones Operarios, Supervisores, Dueños/VIP.
2. Edificio Control de Acceso - Sala de

Inducción

3. Casino-Comedor-Cocina.

4. Edificio de Oficinas Administrativas

5. Salas de Recreación

6. Futura ampliación

7. Estacionamientos de Buses y camionetas

8. Sala Eléctrica

9. Estanques de Agua Potable

10. Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

11. Multicanchas al aire libre o en gimnasio segun clima.

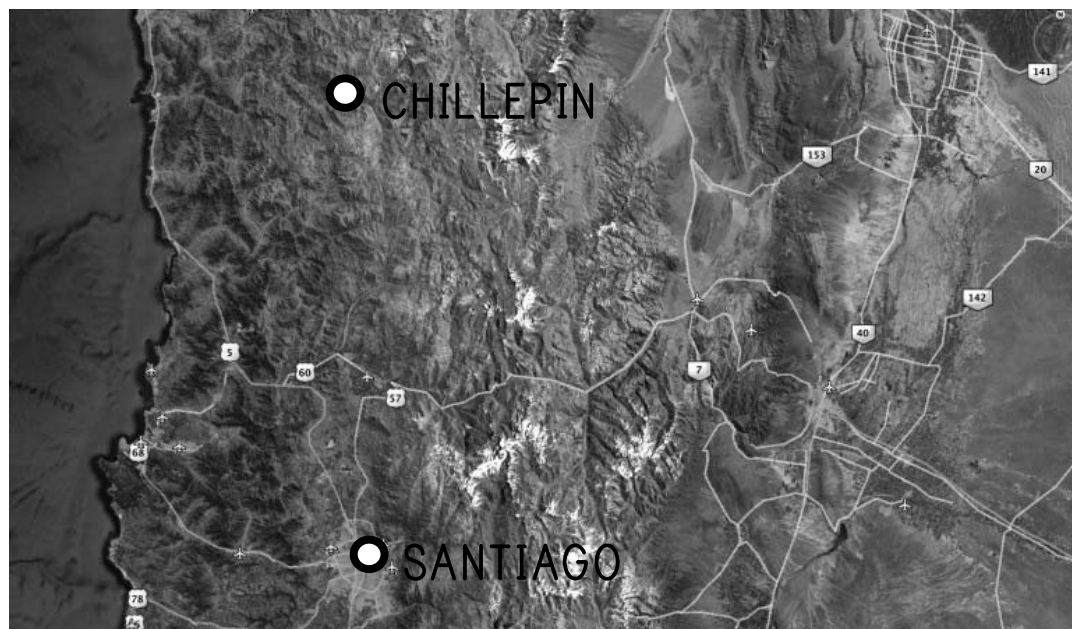


Fig.14-Mapa de Ubicación a escala Regional.  
(Fuente: Elaboración Propia. Imagen de fondo Google Earth.)



Fig.15-Mapa de Ubicación a escala Regional.  
(Fuente: Elaboración Propia. Imagen de fondo Google Earth.)



Fig.16- Terreno disponible a utilizar para el desarrollo de la propuesta de Campamento Minero Desplegable.  
(Fuente: Elaboración Propia. Imagen de fondo Google Earth.)



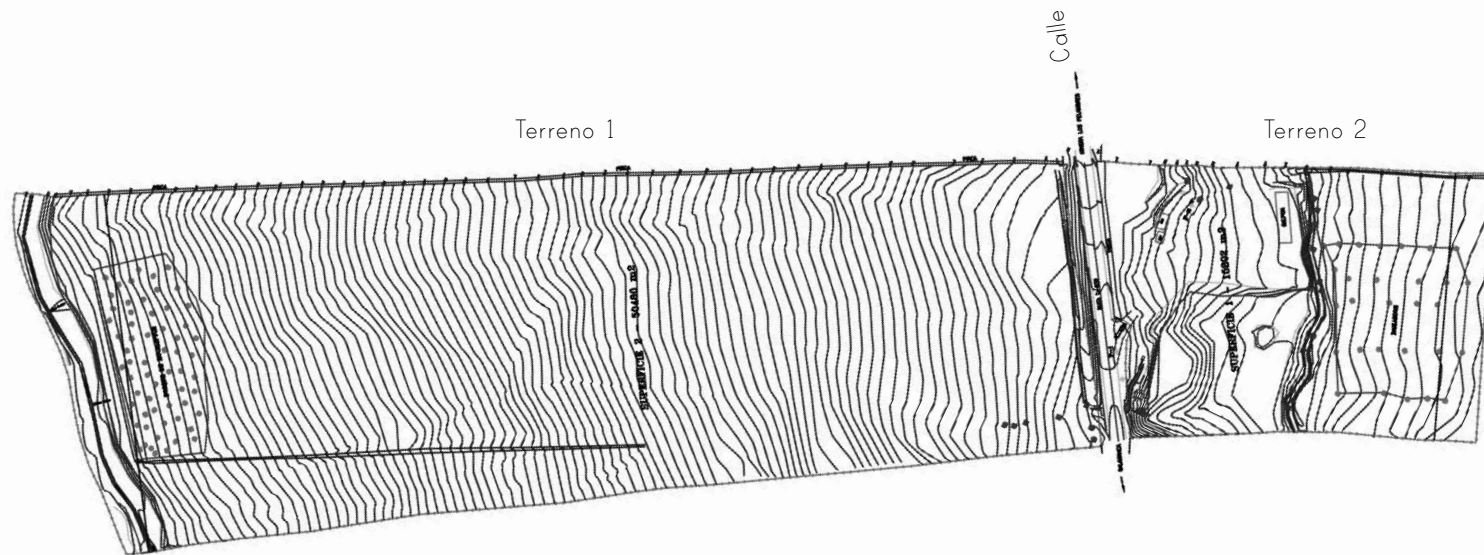


Fig.17- Plano Topografico del terreno a utilizar.

Fig.18-(Fuente: Tecnofast.)

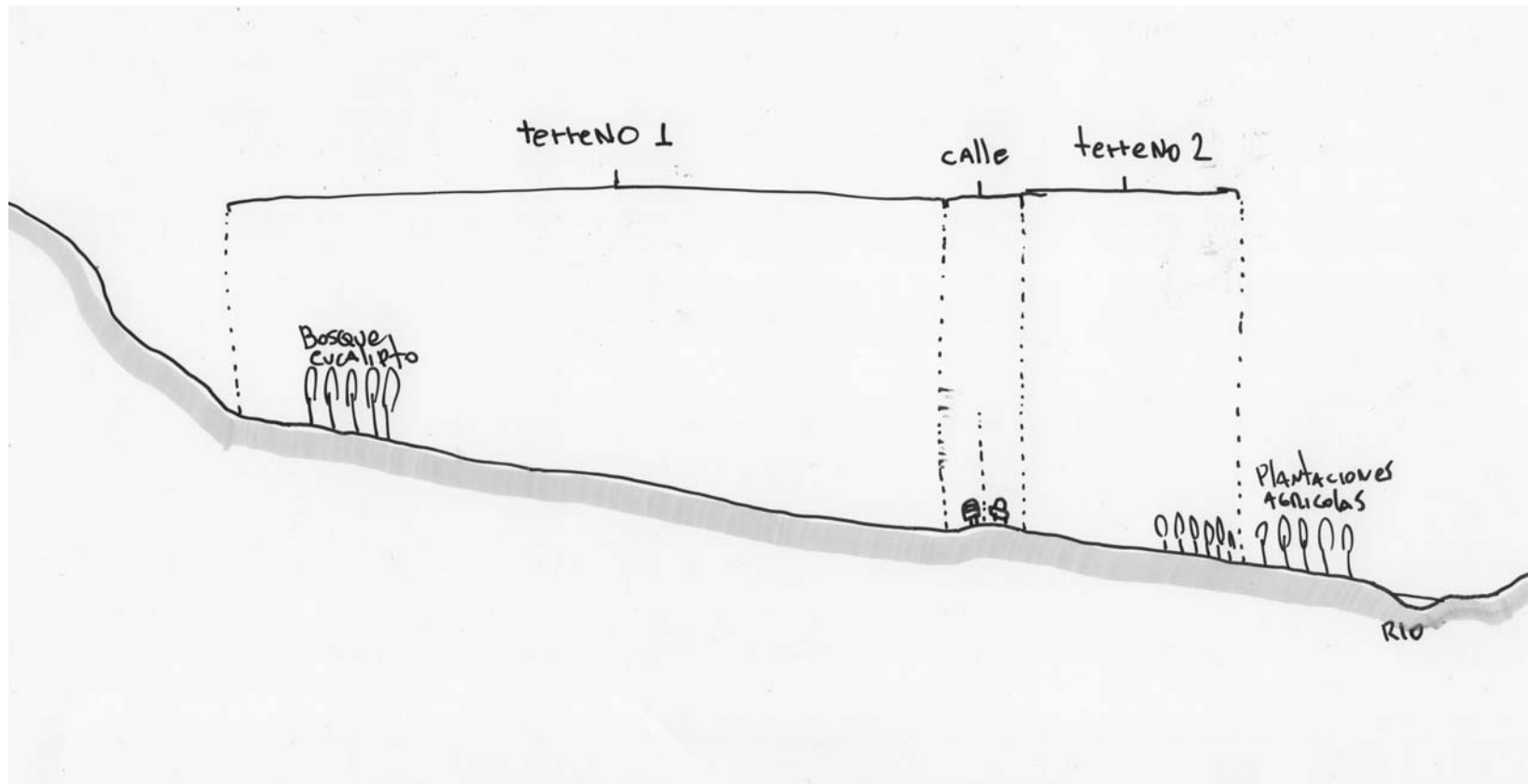


Fig.19- Croquis de corte del lugar.  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015)

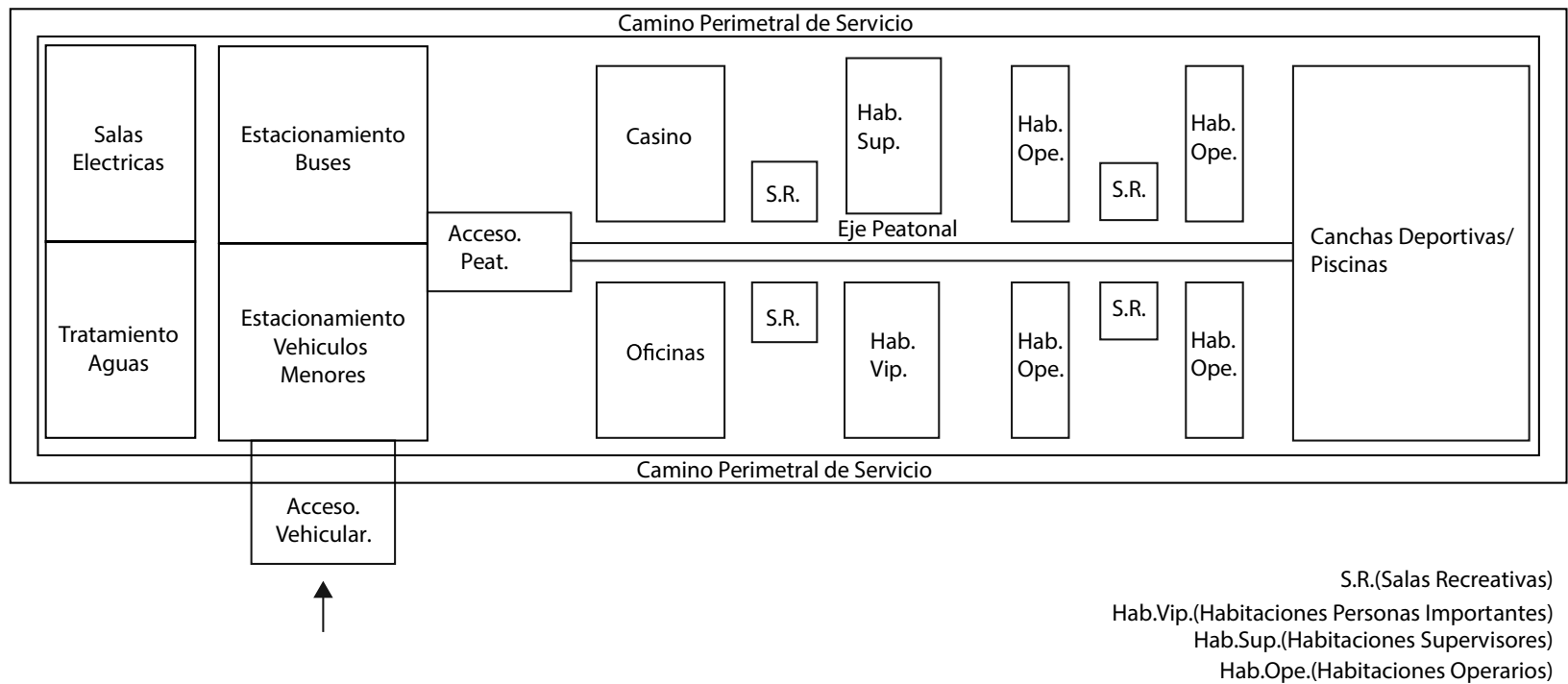


Fig.20- Esquema de funcionamiento de un Campamento Minero Actual  
 (Fuente: Elaboracion Propia. Año 2015)

## Sistema Constructivo y Geometría

Como lo señalaba al inicio de la memoria, mi primer objetivo es aplicar y desarrollar uno de los mecanismos que hace posible las Estructuras Desplegables, denominado "Par-Tijera", el cual fue objeto de investigación de mi Seminario.

Inicialmente quería que la totalidad del proyecto fuera concebido con este novedoso Sistema Constructivo, sin embargo y luego de distintas conversaciones con la mandante, eso traía muchos problemas en el caso de las zonas húmedas como los Baños y Cocina, también traería problemas en el caso de la Circulación vertical (escaleras), por lo que decidí optar por sistemas constructivos más rígidos en estos casos y enfocarme en desarrollar los espacios habitacionales a partir del Sistema Constructivo Par-Tijera.

El Sistema Constructivo "Par-Tijera" puede generar infinitas geometrías espaciales, sin embargo el prisma hexagonal parecía ser la mejor elección debido a que Modularmente junto con el prisma cuadrado y el prisma triangular son los únicos volúmenes que se acoplan perfectamente sin generar espacios intersticiales. Sin embargo de estas tres opciones el hexagonal es más eficiente si

comparamos el perímetro utilizado versus el volumen o área generados y esto a la larga radica en una economía de material a la hora de construir el módulo. Formal, funcional y espacialmente el hexágono otorga más opciones, ya que puede crecer en seis direcciones distintas. Estructuralmente teselaciones triangulares serán más estables que el hexágono y el cuadrado, sin embargo se ocupa más material, además espacialmente como unidad el hexágono permite más libertad en los ángulos de sus vértices.

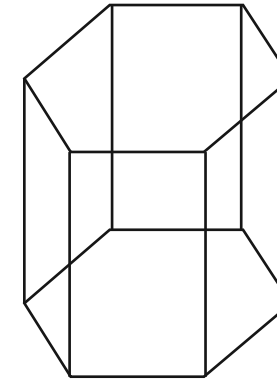
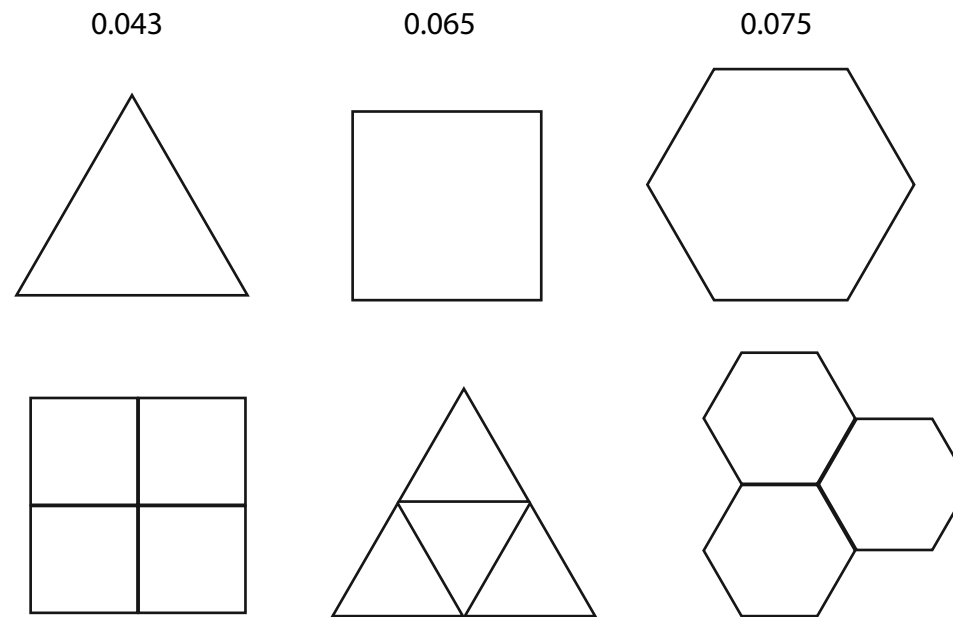
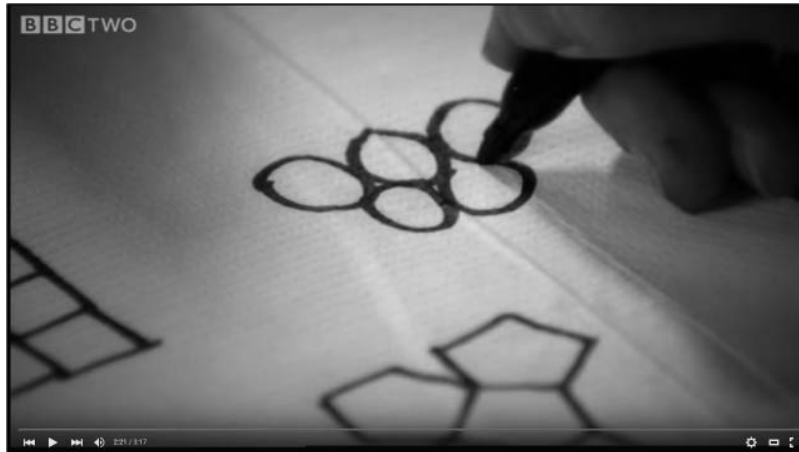
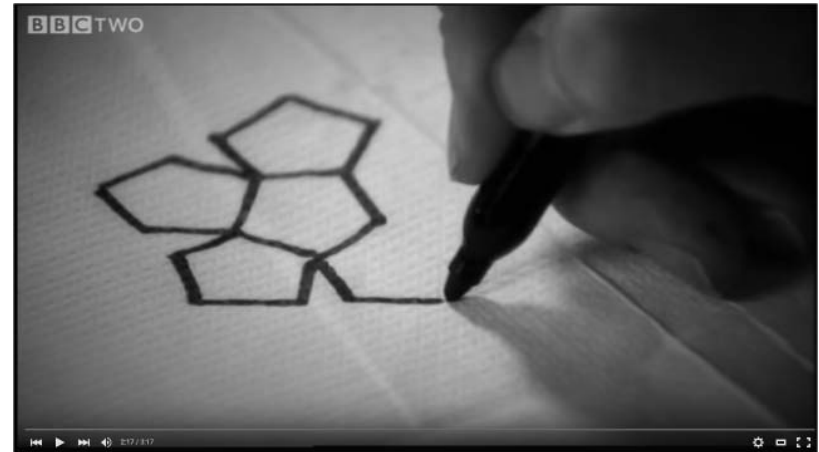
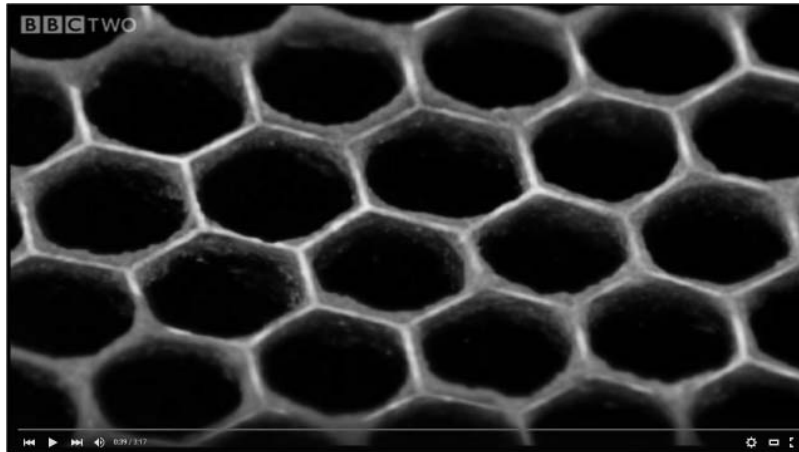


Fig.21- Esquemas de acoplamiento.

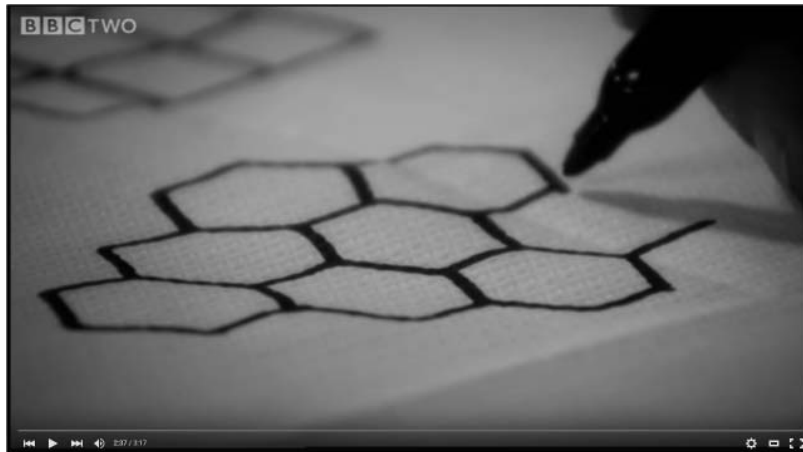
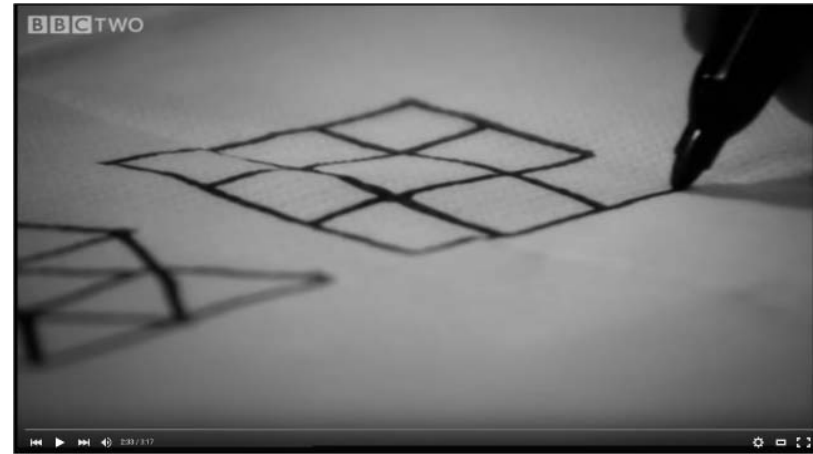
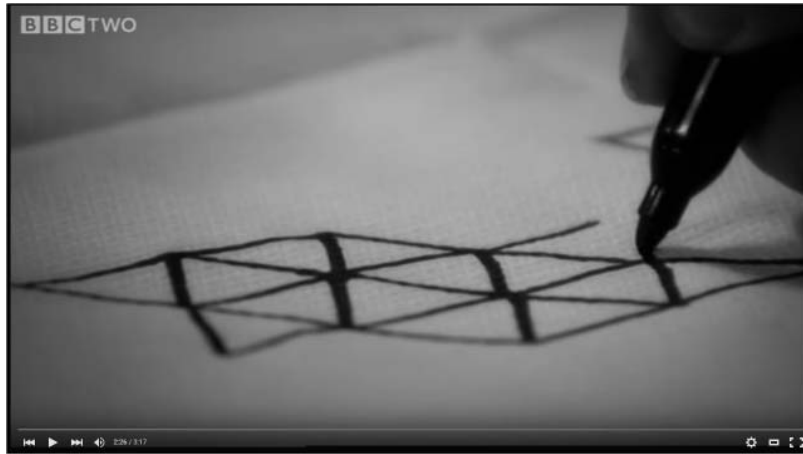
Fig.22- Esquema numerico que muestra el area generada versus el perimetro utilizado.

Fig.23- Prisma Hexagonal.

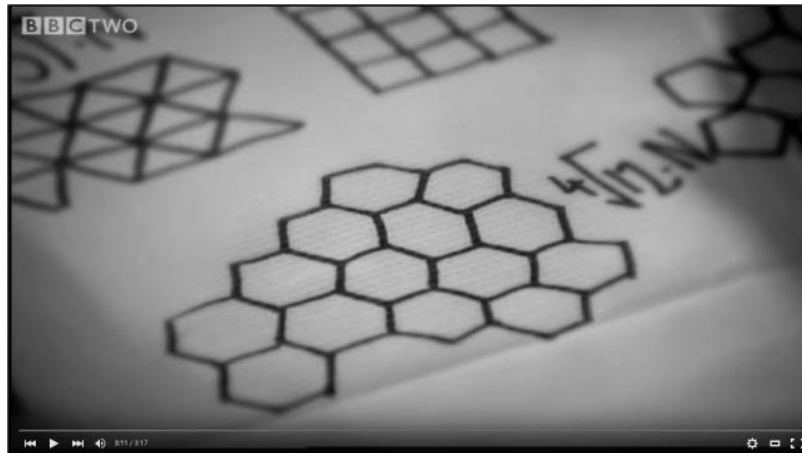
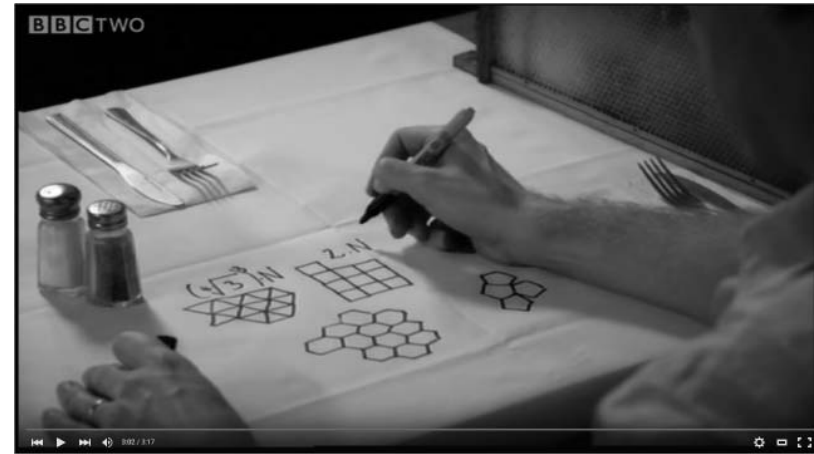
(Fuentes: Elaboración Propia. Año 2015.)



A continuación una serie de imágenes extraídas del documental "The Code" de la BBC, que vienen a respaldar la elección del hexágono en mi proyecto. En estas imágenes muestra que a diferencia del hexágono generado por las abejas, el pentágono y la círculo dejan vacíos entre ellos al intentar acoplarse, lo que no pasa con el hexágono.



Las únicas geometrias regulares que pueden acoplarse son el triangulo equilatero, el cuadrado y el hexagono.



La ventaja es que el hexagono es mas eficiente en cuanto al uso de la cera utilizada para construir el panal de abejas.

(Fuente: [www.youtube.com](http://www.youtube.com) -Canal BBC.Año 2011.)

## Estructura

Para que el Sistema Constructivo Par-Tijera, pudiera llegar a un equilibrio estructural había que hacer ciertas modificaciones, que en su mayoría involucraron tensores que triangulaban la parte superior e inferior del volumen, de manera de generar una Tenso-Estructura Desplegable.

Ademas se añade en la parte inferior una sub-estructura que se podría denominar como una Estereometrica Desplegable que acompañara a la Estructura Mayor en su despliegue. Esta sub-estructura tendrá distintas funciones:

1. Albergar las palmetas triangulares que completaran el piso. Estas palmetas recibirán los esfuerzos de compresión que se generan en la parte superior de la Estereometrica desplegable.
2. Incluir un pilar central que disminuirá las luces estructurales y servirá de Shaft Eléctrico/Ventilación/Calefacción. Ademas de ser un pilar de conexión entre cada modulo de forma vertical y al ser de perfil hexagonal tendrá la función de alinear los módulos.

Podrán ser acoplados un máximo de 4 Módulos de forma vertical, mas de eso se tendría que

implementar un ascensor -según la normativa- para acceder a los distintos niveles. El primer nivel tendrá fijación a estacas profundas de acero que actuaran de fundación en las 6 aristas inferiores del Modulo Hexagonal. Las 6 aristas superiores se fijaran a las inferiores del modulo siguiente por medio de pernos. En el caso de las conexiones horizontales, se implementaran resortes cortos de alta resistencia, que unirán hasta 3 vértices dobles.

En el caso del los recinto de Baños y Escaleras, se implementaran Módulos Rígidos Hexagonales de Acero que servirán como núcleos rigidizantes que le darán mas estabilidad al sistema estructural completo.

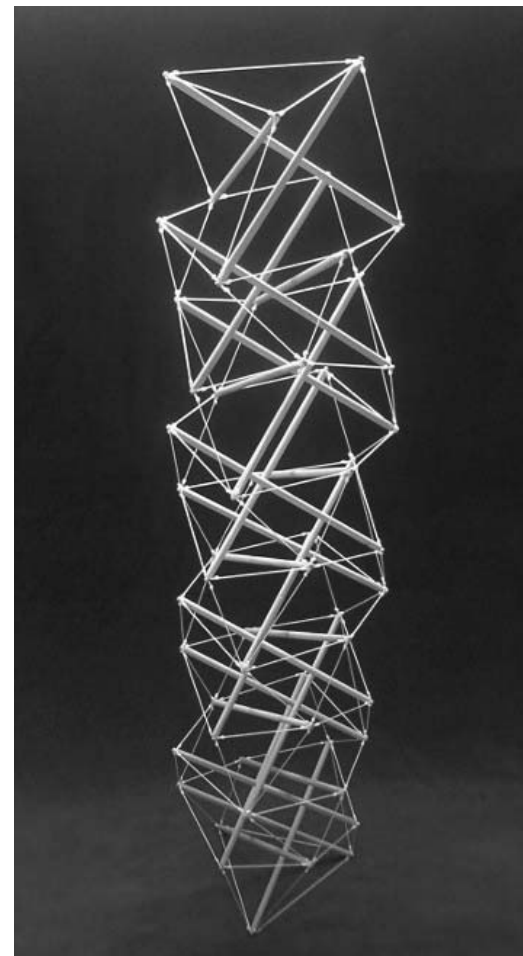


Fig.24- Ejemplo de una Tenso-Estructura . (Fuente: <http://www.tensegriteit.nl/>)



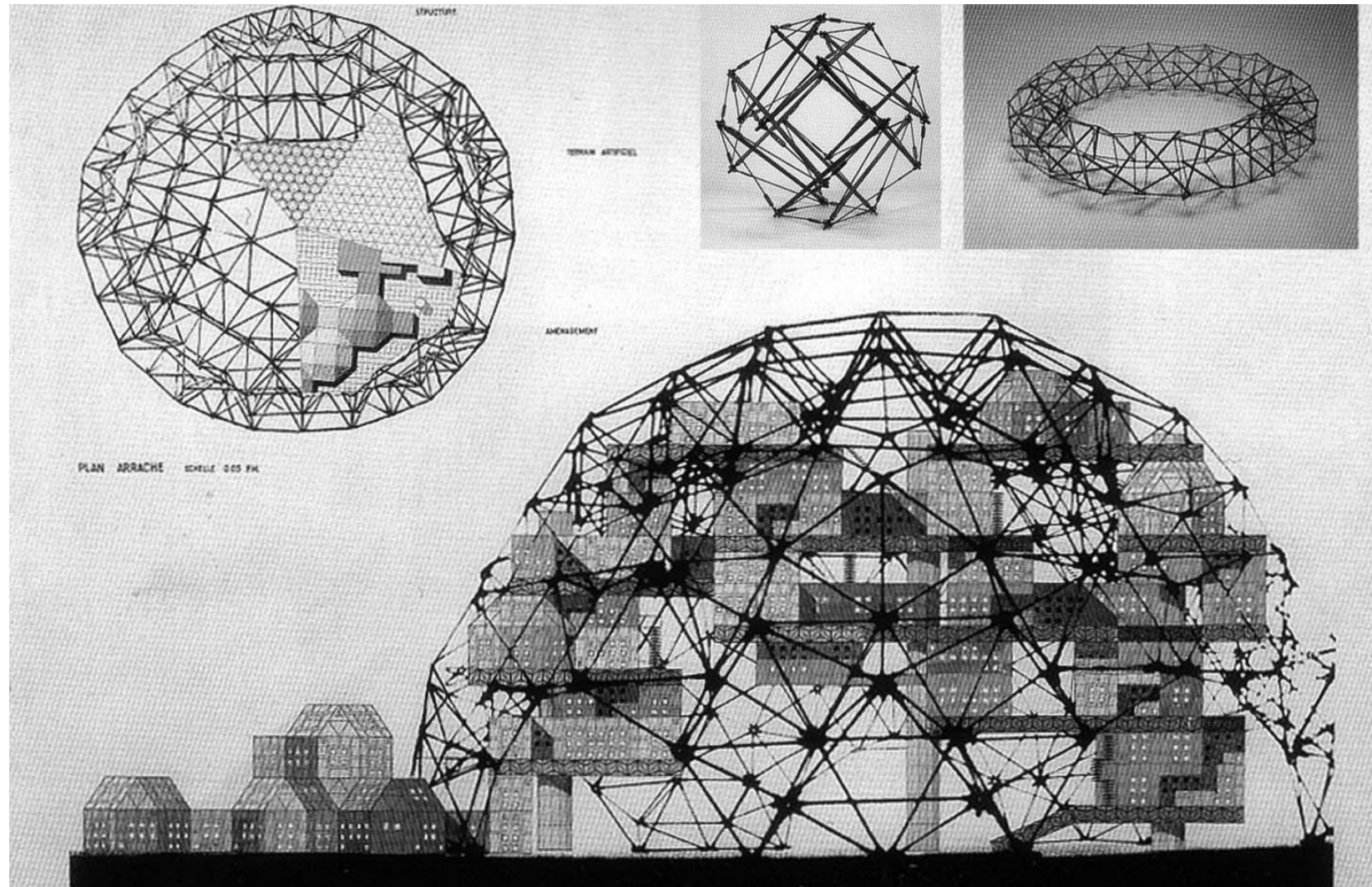
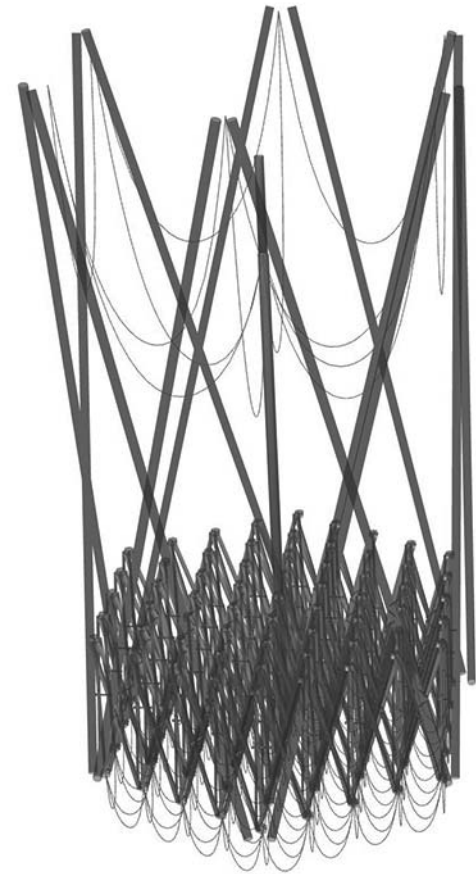
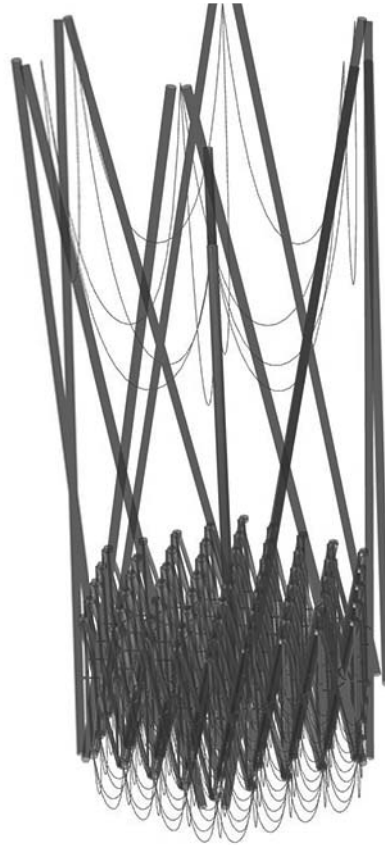
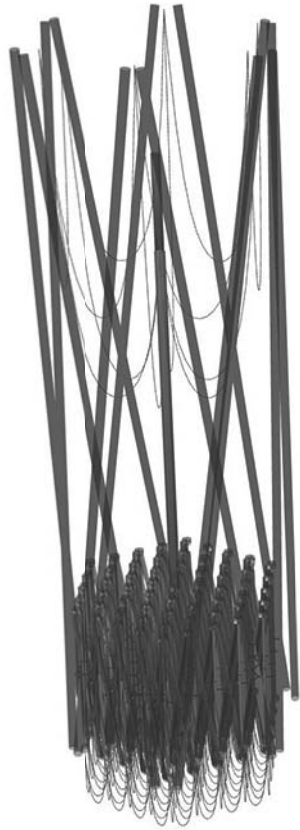
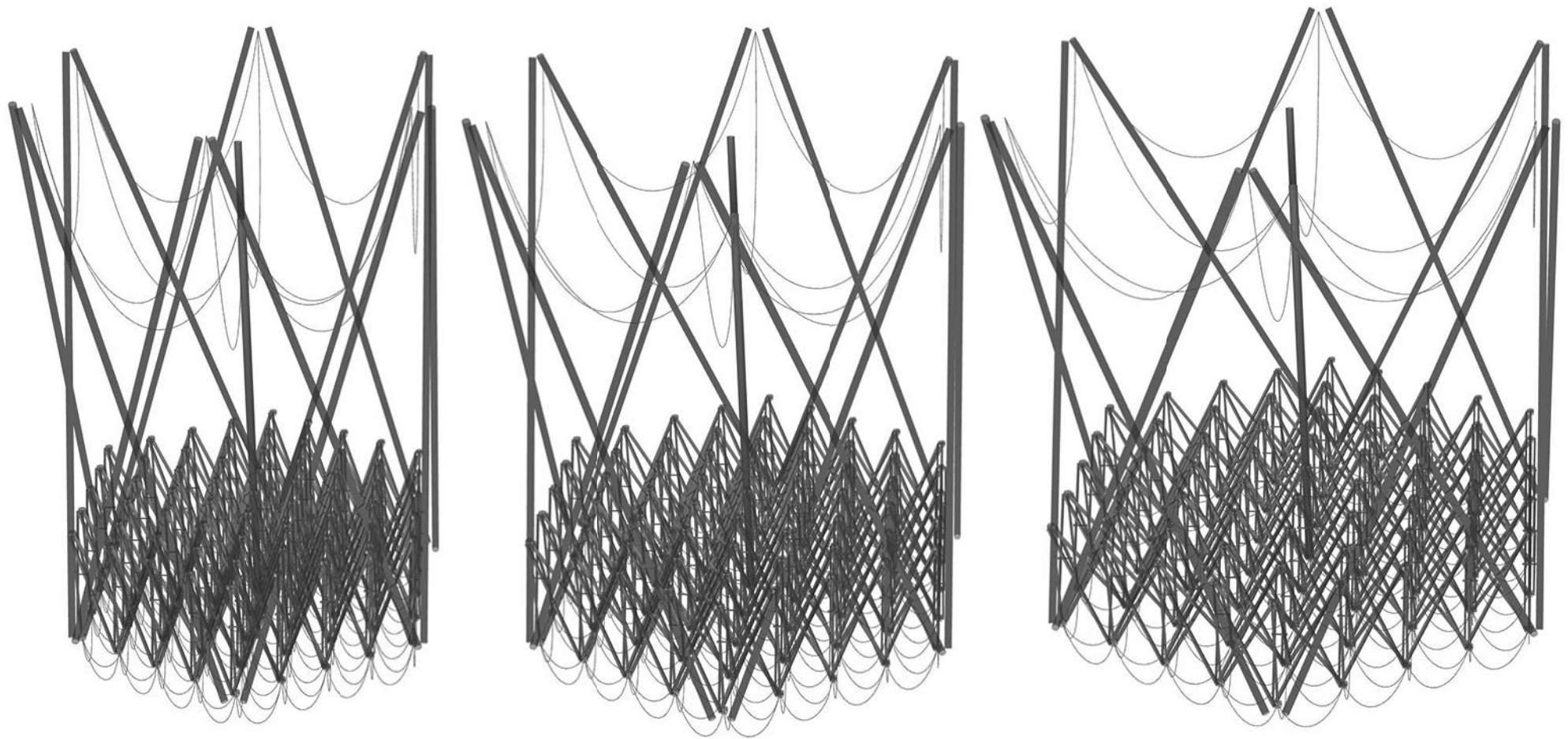
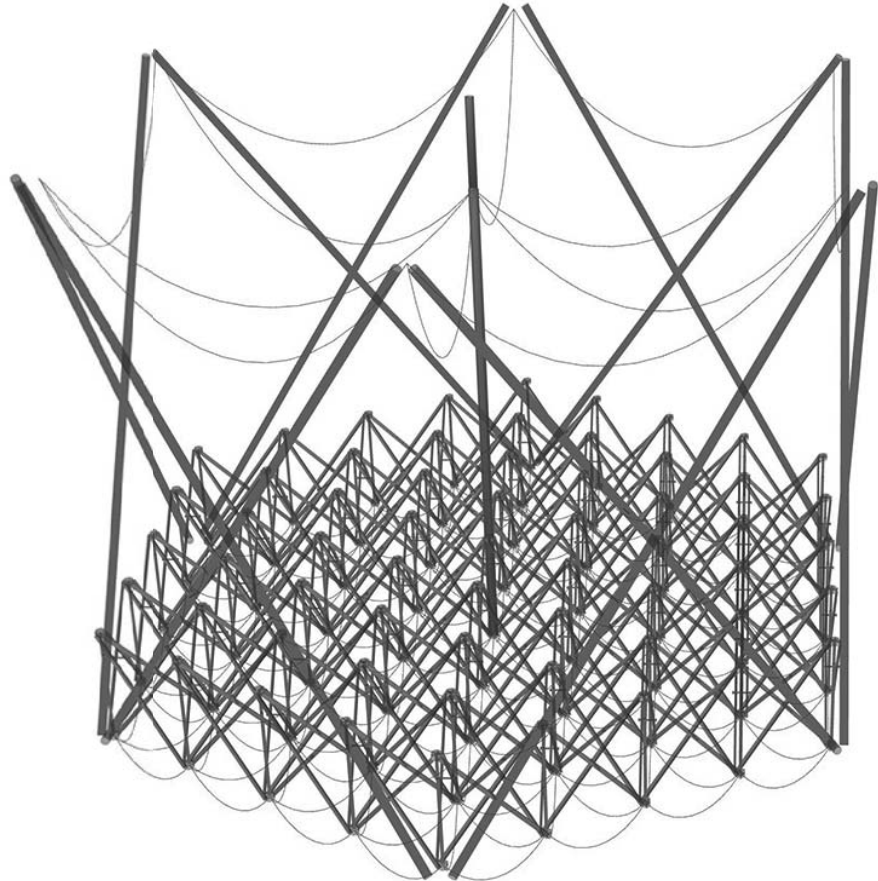
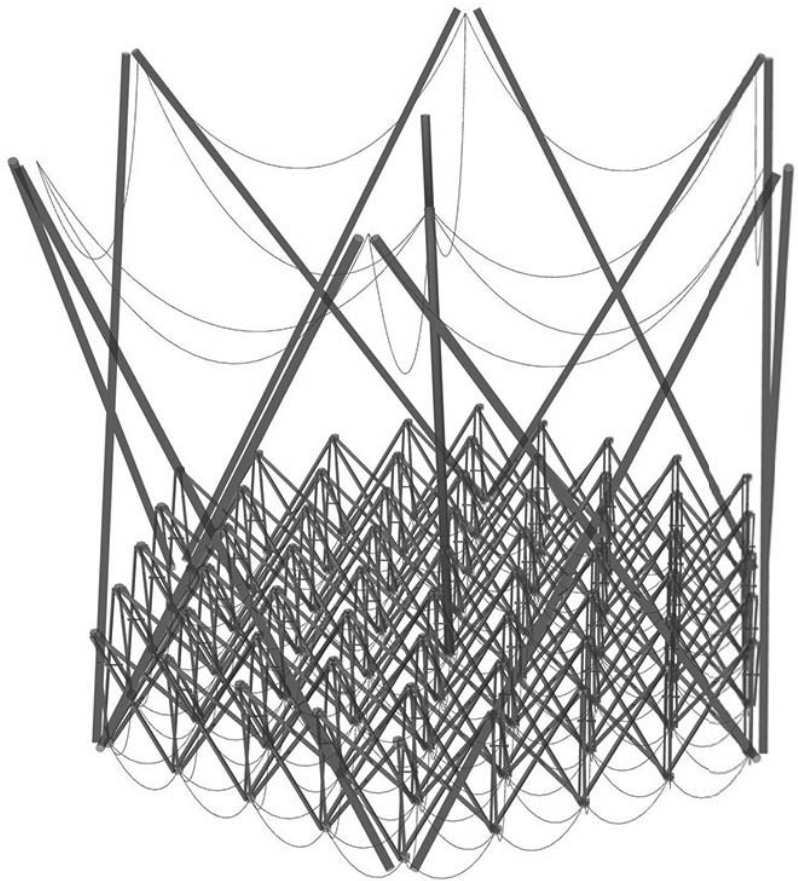


Fig.25- Urban Tensegrity, David Georges, 1958  
(Fuente: <http://megaestructuras.tumblr.com/>)







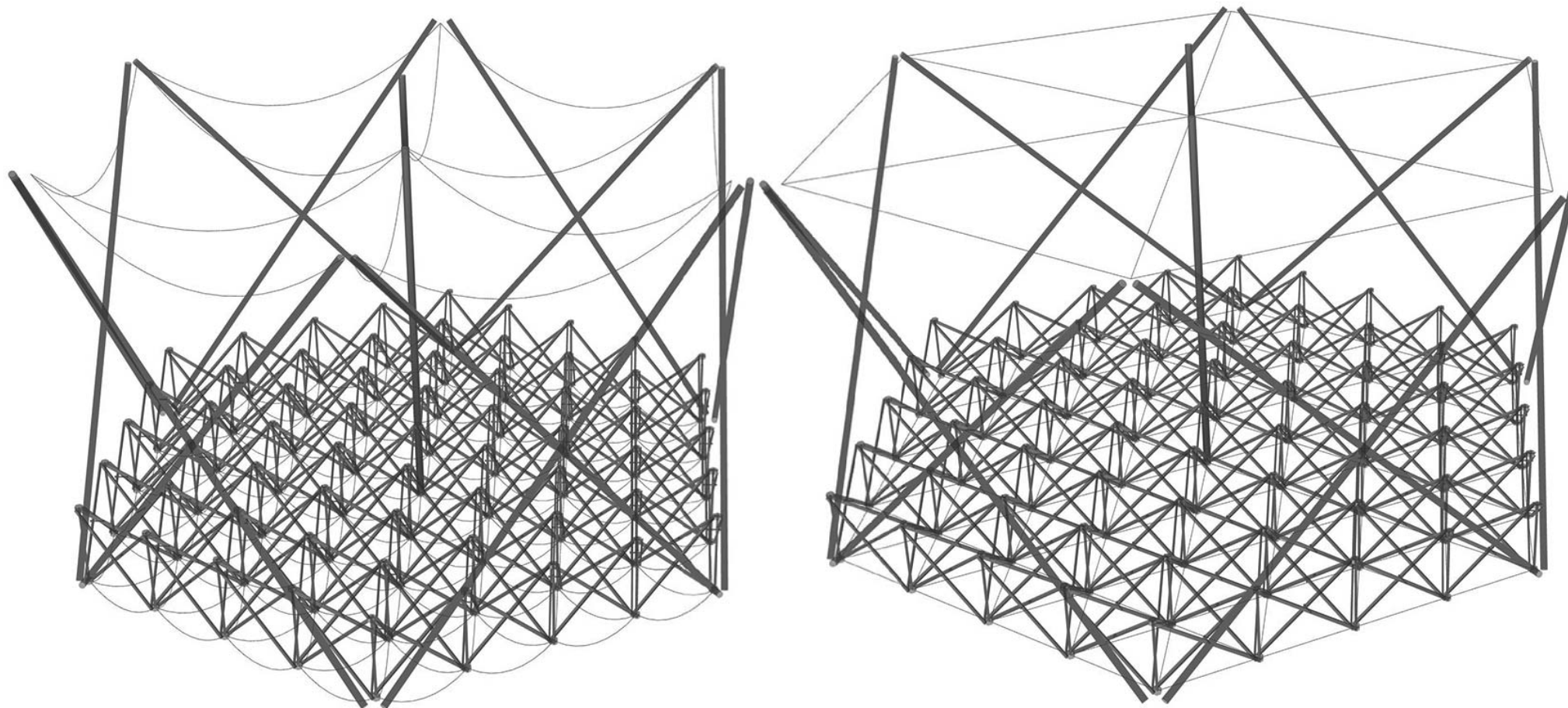


Fig.26- Representacion digital de despliegue del Modulo Desplegable.  
(Fuente: Elaboracion propia.Año 2015)

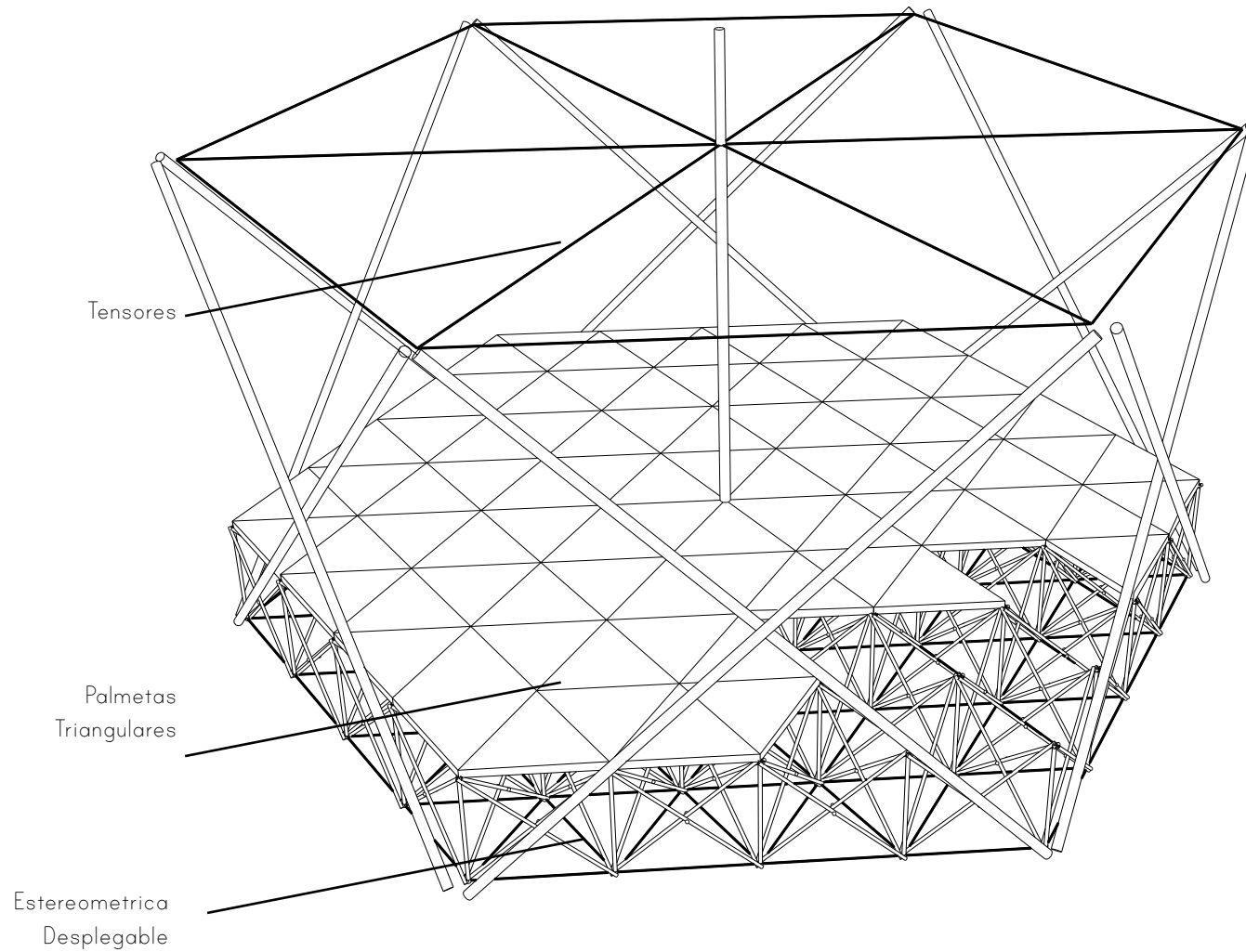


Fig.27- Imagen virtual de la estructura de la estructura del modulo desplegable, en su estado desplegado.

(Fuente: Elaboración propia. Año 2015)

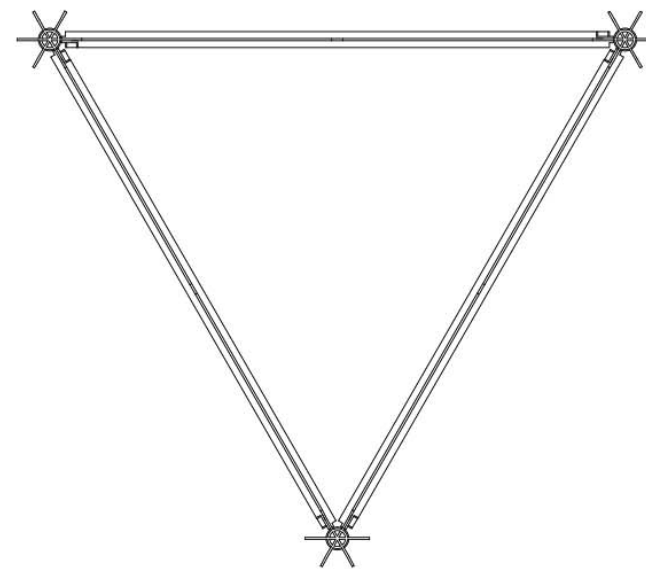
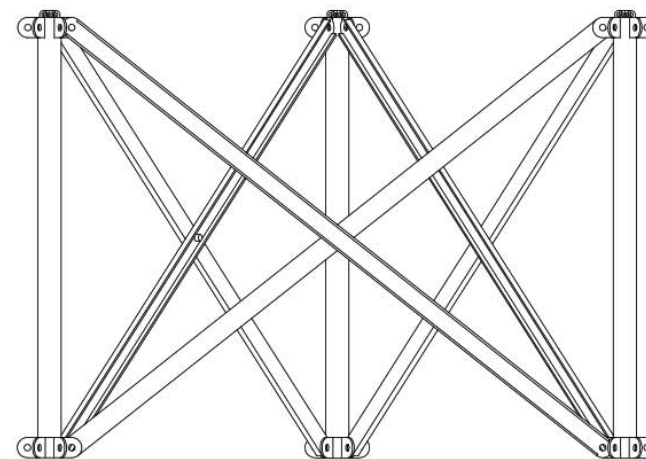
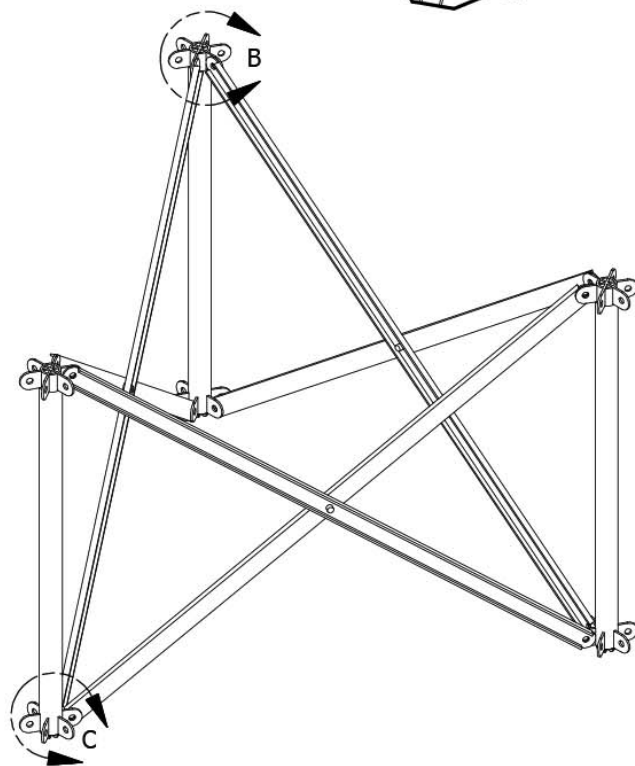
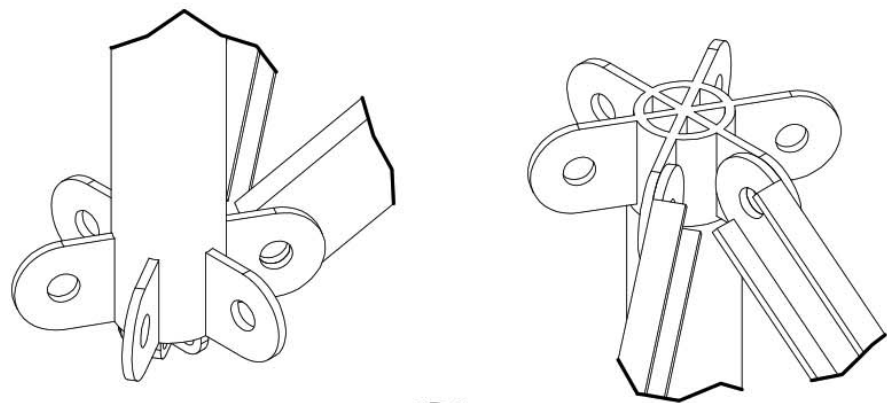


Fig.28- Detalle preliminar del Modulo de la estereometrica desplegable  
(Estructura de Piso)  
(Fuente: Elaboración propia. Año 2015.)



Fig.29-Fotografía del Arco Desplegable de Hobermann  
(Fuente: <http://www.sltrib.com/>. Año 2002.)



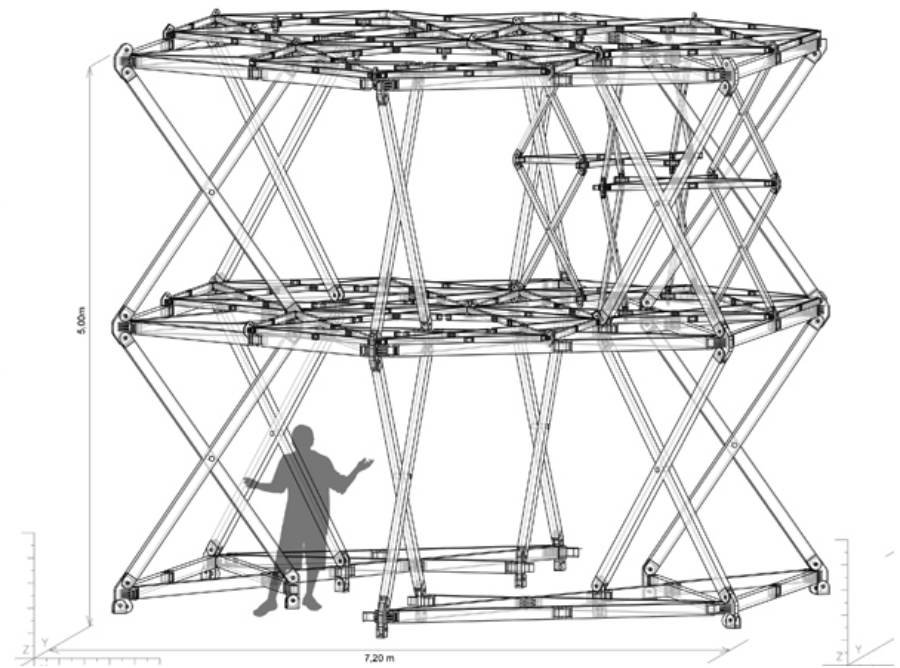
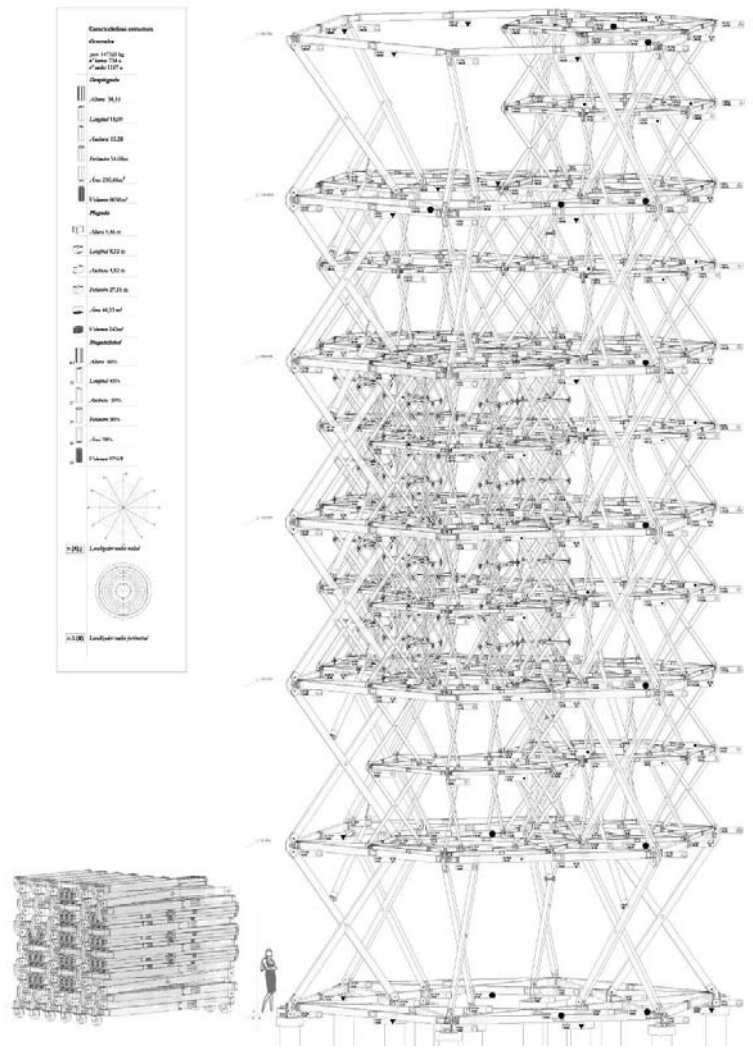


Fig.30- Zipizip, Rodrigo Garcia, 2011. Proyecto de edificio desplegable. Ganador Archiprix Mundial. (Fuente: <http://cargocollective.com/zipizip>)

## Cerramientos, Envolverte y Mobiliario

Dentro de los referentes de Arquitectura Efímera, existe una gran cantidad de proyectos que utilizan estructuras Neumáticas (mas conocidas como inflables). Este sistema Neumático puede llegar a ser Térmica, Acústica y Luminicamente mas eficiente que los sistemas convencionales. Esto me dio la idea de poder integrar este sistema dentro de la propuesta del Modulo Desplegable, ya que la opción de generar los cerramientos de manera posterior con sistemas convencionales tipo tabique, aumentaría el costo de transporte, mano de obra e incluso el costo material. Además el sistema al ser flexible se adapta bien al Modulo Desplegable y es mas rápido al momento de armarlo, ya que solo se infla por medio de compresores.

Este sistema solo se aplicaría a las partes laterales (muros), superior ( cubierta) e inferior (entrepisos).

En cuanto al Mobiliario, se integrara la utilización de sistema desplegables, colgantes, inflables, etc. Muchos mobiliarios de este tipo ya han sido desarrollados en el mercado.



Fig.31- Ejemplos de mobiliario de camping con sub-estructuras desplegables.  
(Fuente: [www.campingmaxx.com](http://www.campingmaxx.com))

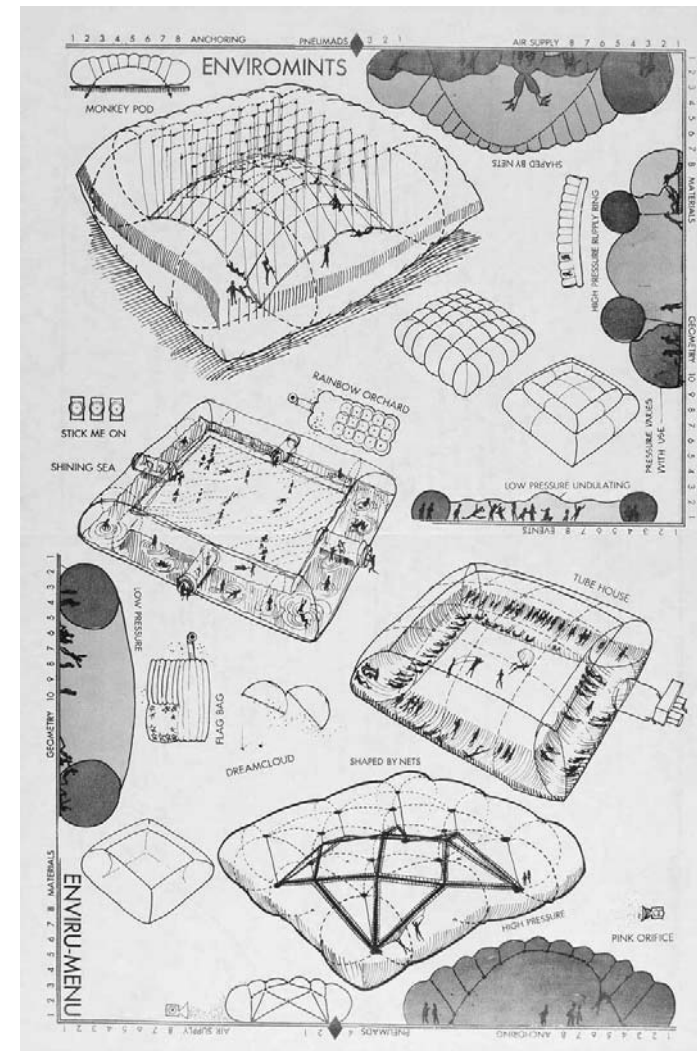
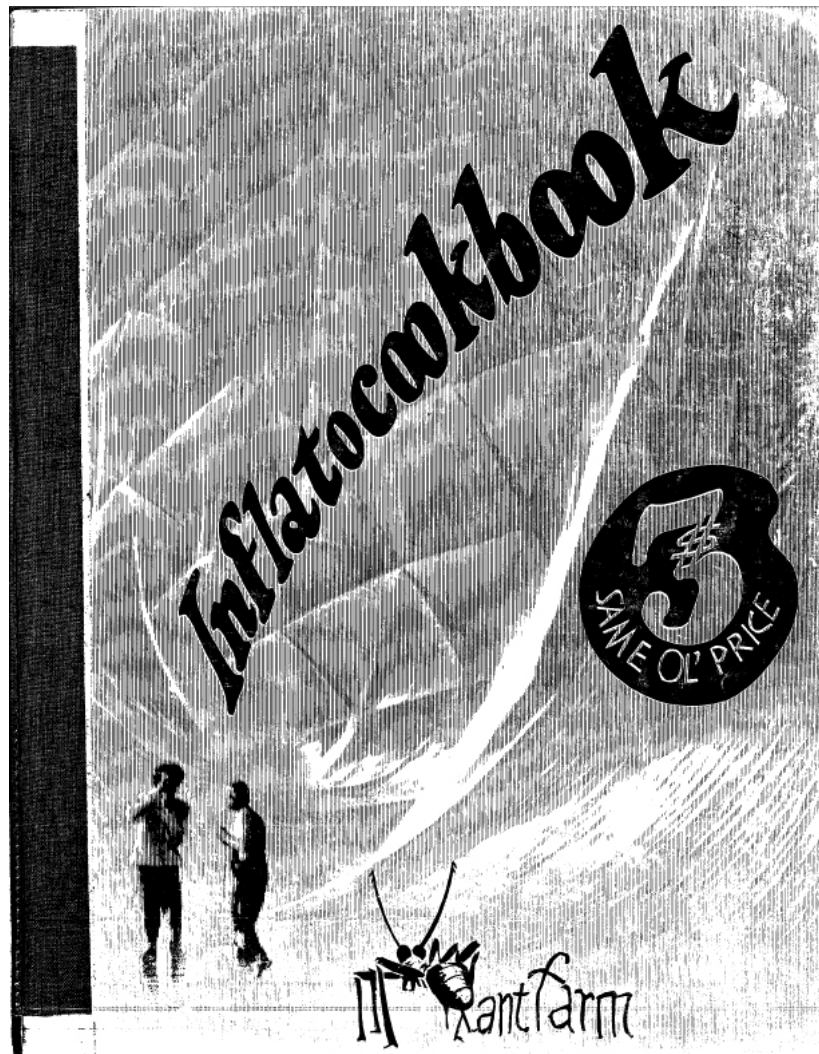
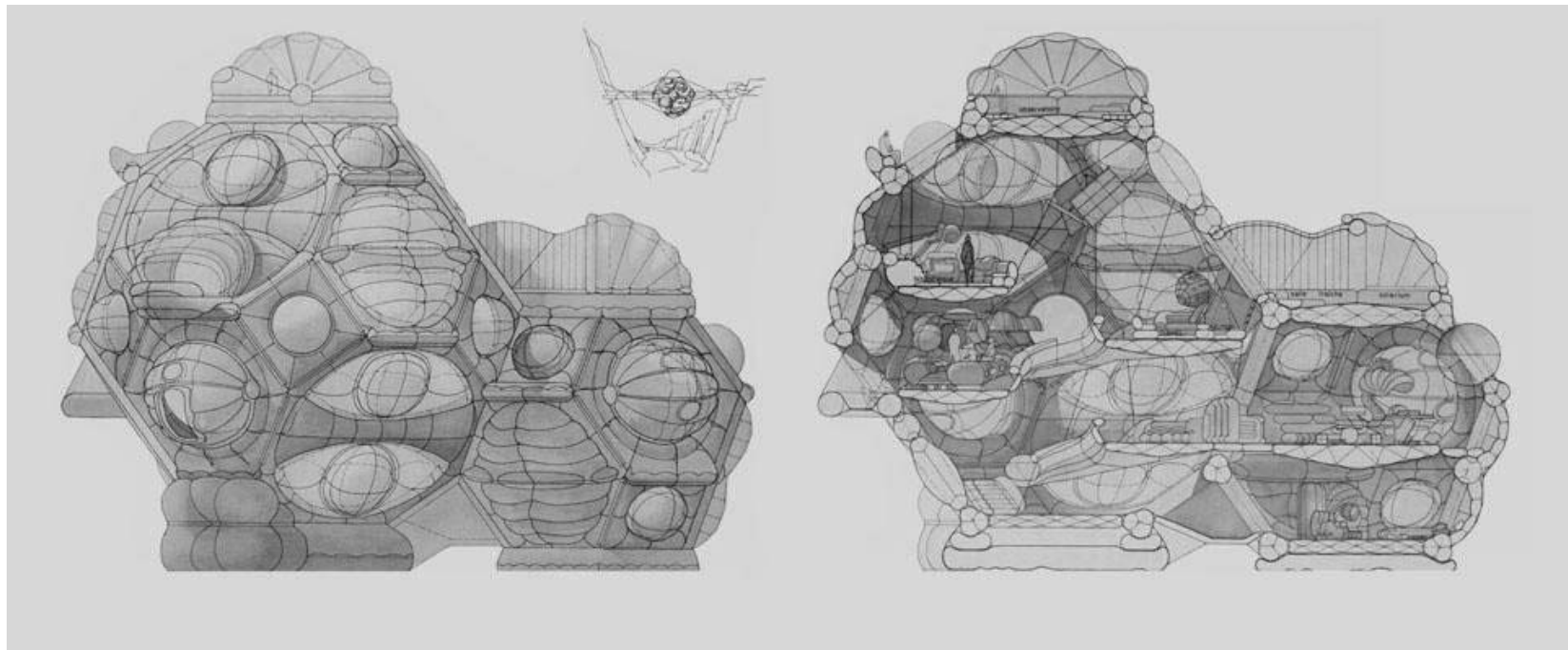


Fig.32- Algunas paginas del libro Inflatocookbook del movimiento AntFarm (1968), que ilustra de forma muy clara como hacer estructuras inflables. (Fuente: [www.letsremake.info/PDFs/inflatocookbook.pdf](http://www.letsremake.info/PDFs/inflatocookbook.pdf))



Fig.33- Clean Air Pod, (1970), performance con Andy Shapiro y Kelly Gloger en la universidad de California, Berkeley.  
(Fuente: <http://www.spatialagency.net/database/why/political/ant.farm>)



Oyodon, Jean Aubert, Jean-Paul Jungmann y Antonio Stinco, 1967  
(Fuente: <http://www.domusweb.it/>)



Fig.34-Yellow Heart, Haus Rucker Co, 1968  
(Fuente: <http://architectuul.com/>)



Fig.35- Inflatable Tea House, Kengo Kuma, 2007  
(Fuente: <http://www.archiexpo.com>)

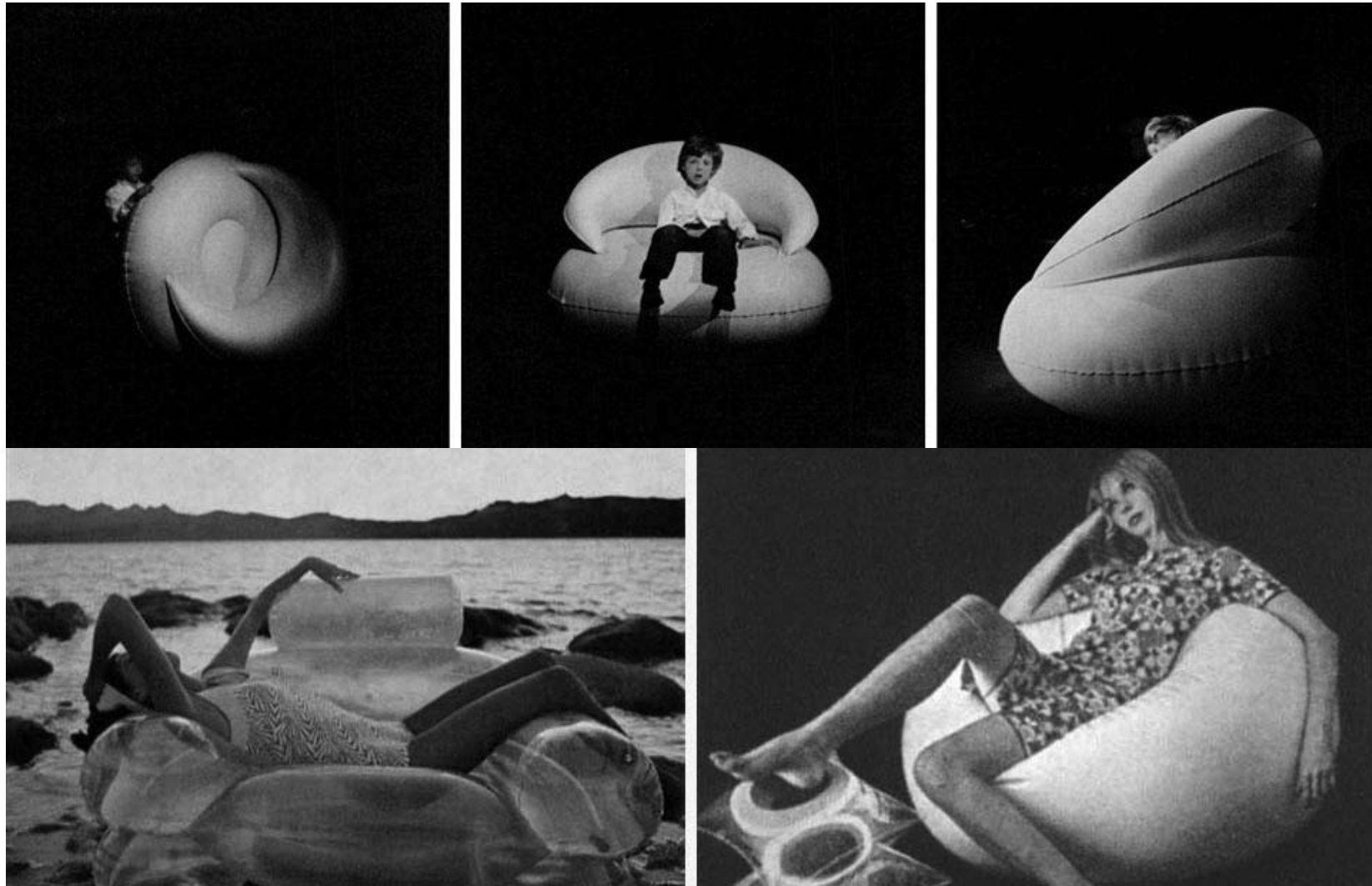


Fig.36- Mobiliario Inflable de la decada del 1970.  
(Fuente: <http://www.domusweb.it/>)



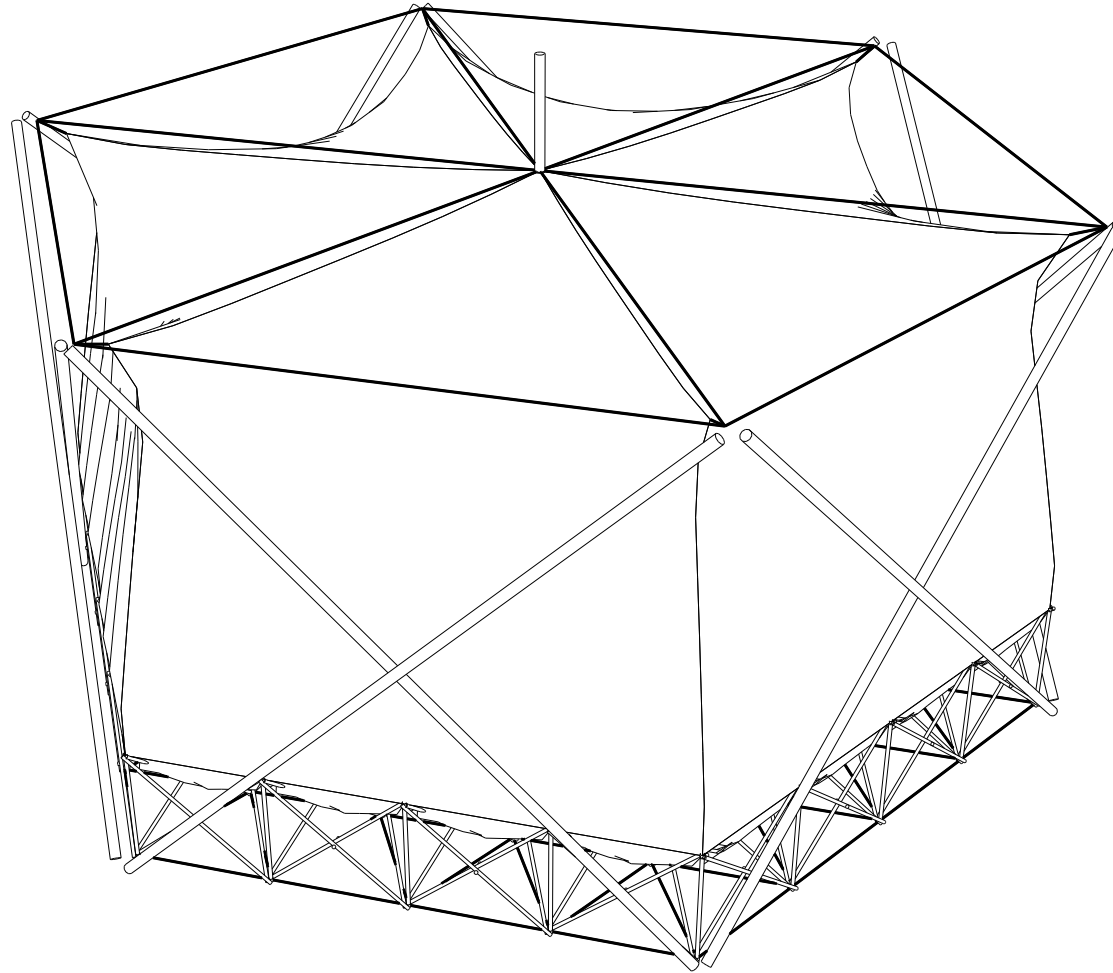


Fig.37- Imagen Virtual preliminar del cerramiento Inflable en la estructura.  
(Fuente: Elaboración Propia.) Año 2015.

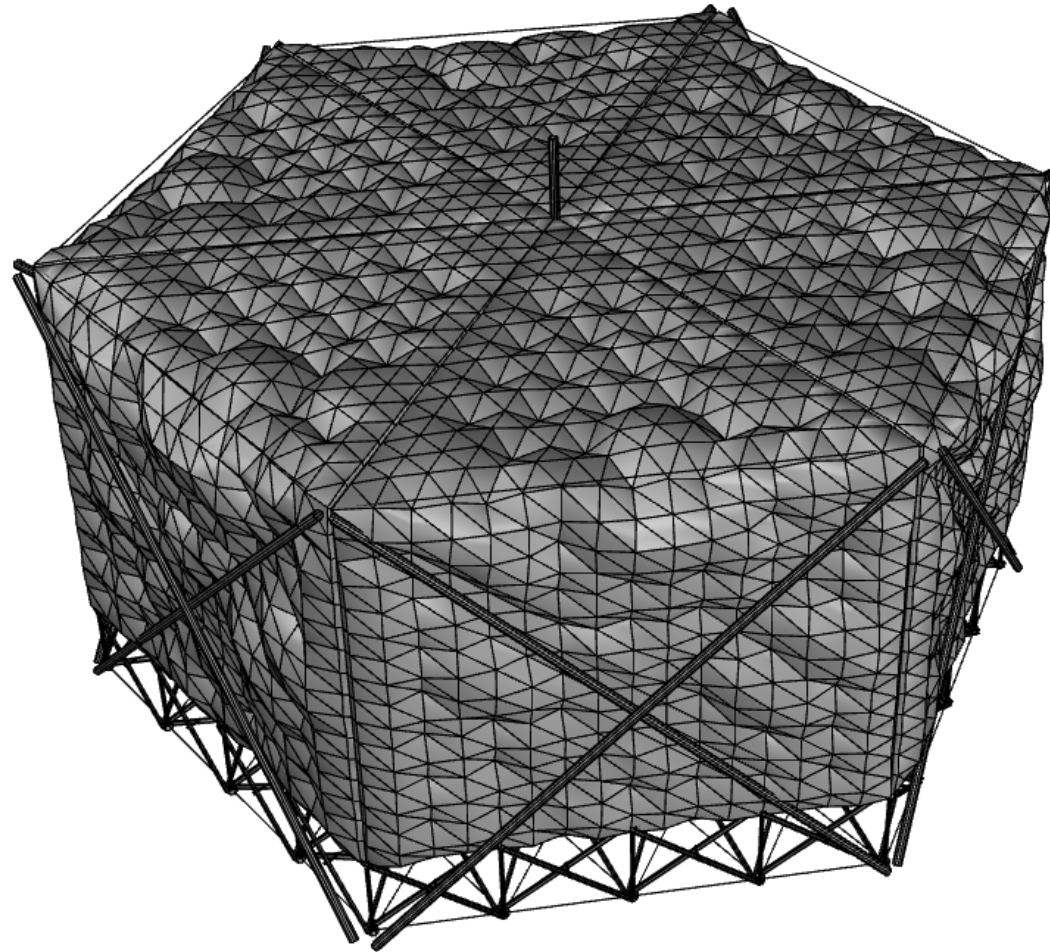


Fig.38- Imagen Virtual preliminar del cerramiento Inflable en la estructura.  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

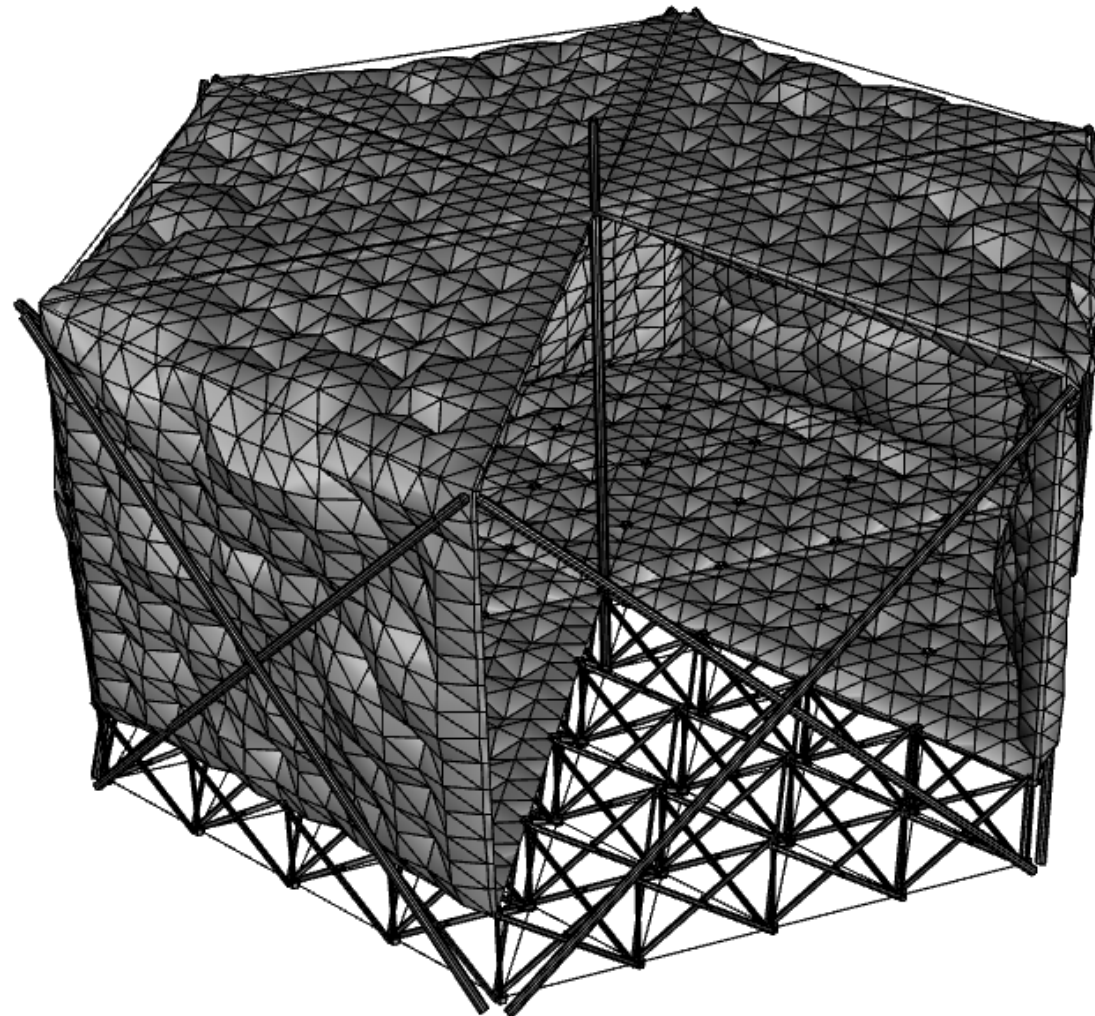


Fig.39- Imagen Virtual preliminar del cerramiento Inflable en la estructura.  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

## Crecimiento Modular y Programa

Como dije anteriormente, me enfocare en desarrollar los recintos habitacionales, debido a la importancia para los trabajadores y a que estos recintos se pueden homologar a otras Problemáticas.

Los recintos habitacionales se compondrán de 3 módulos distintos:

- A. Modulo Desplegable Habitacional
- B. Modulo Rígido de Baños
- C. Modulo Rígido de Escaleras
- D. Modulo Desplegable de Esparcimiento

A cada Modulo de Baños se podrán adosar 3 Módulos Desplegables Habitacional y 1 Modulo Desplegable de Esparcimiento.

A cada Modulo de Escalera se podrán adosar 5 Módulos Desplegables Habitacionales o de Esparcimiento .

Podrán haber ciertas variaciones dentro de estas 2 reglas, para generar módulos vacíos a modo de patios interiores comunes con vegetación y mobiliario de estar.

El primer nivel estara dispuesto para espacios

de esparcimiento y para albergar sistemas activos para el control del confort termico y ventilación, además de poseer sistema de calentamiento y bombeo de agua para los baños y recepcion de las aguas servidas y grises. En general para el funcionamiento de los conjuntos de habitación.

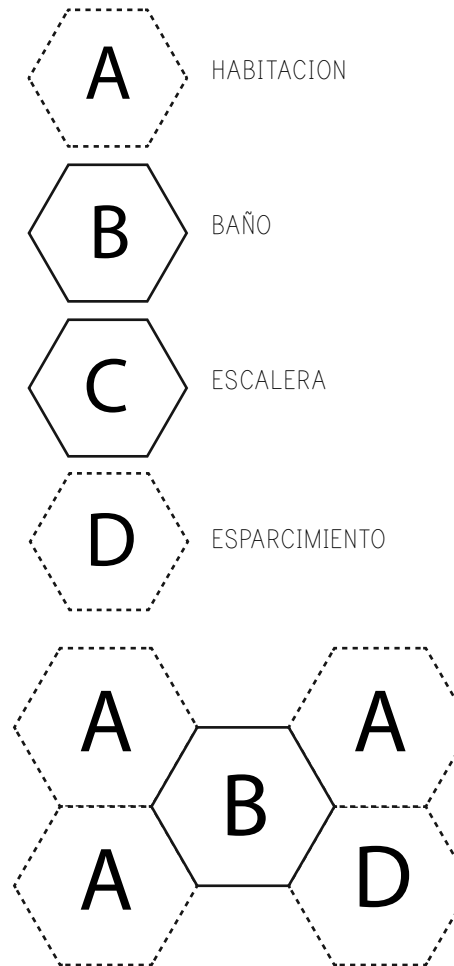
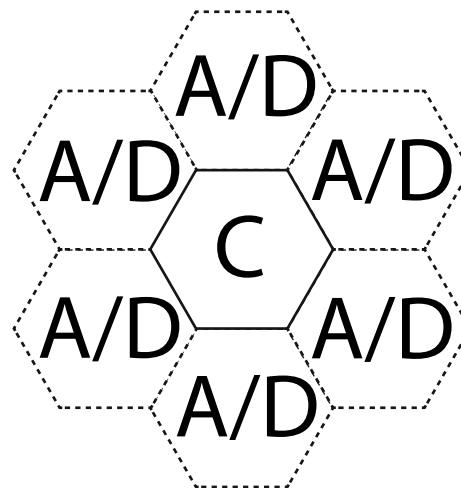


Fig.40-Esquemas de Reglas de acoplamiento programatico.  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

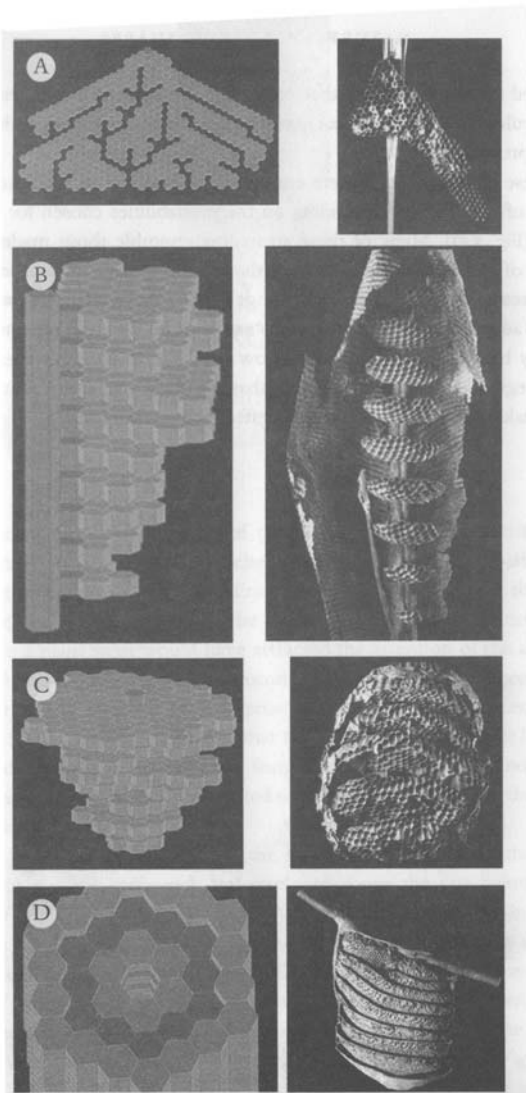


Fig.42- Distintos resultados obtenidos, iran variando dependiendo de como estas reglas de agregacion son aplicadas.  
(Fuente: "Shapes" Philip Ball Año 2009)

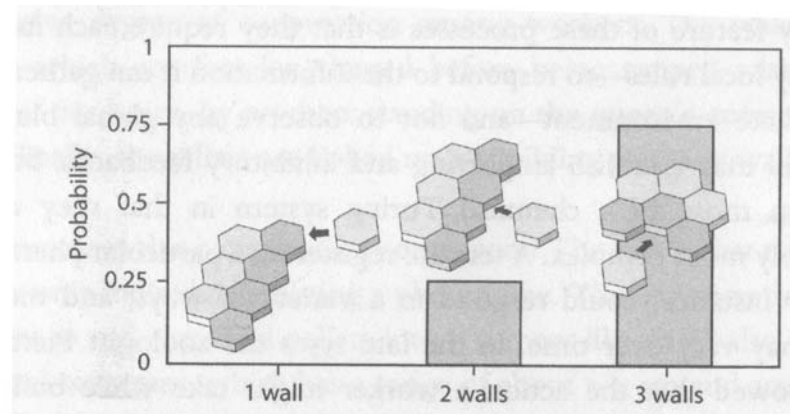


Fig.41- Esquemas de probabilidad de las reglas de crecimiento de un panal de abejas.(Fuente: "Shapes" Philip Ball Año 2009)



Fig.43-Habitat 67, Moshe Safdie, 1967.  
(Fuente: [es.wikipedia.org/wiki/Habitat\\_67](https://es.wikipedia.org/wiki/Habitat_67))

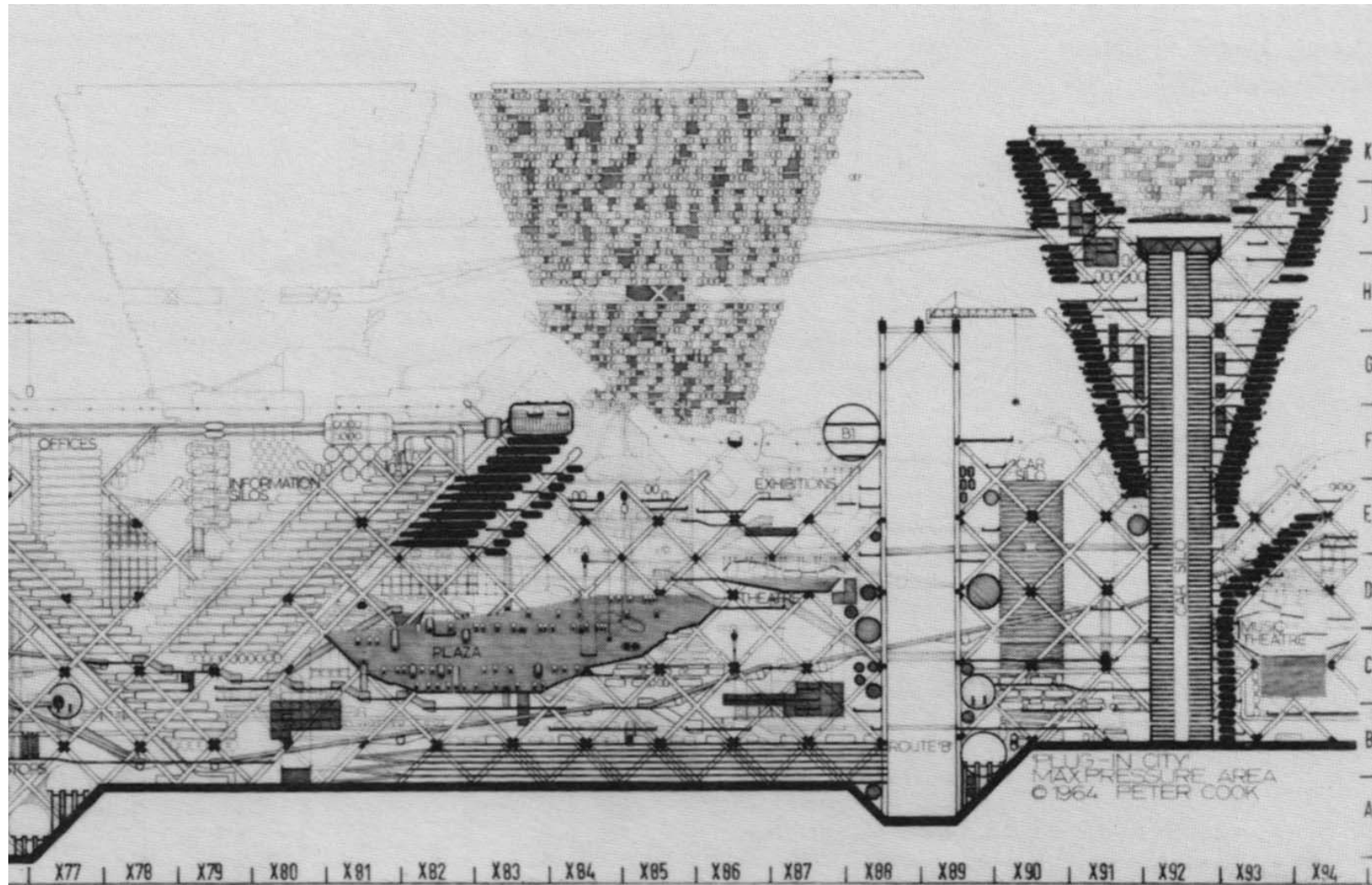
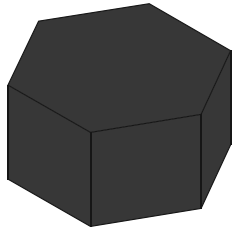


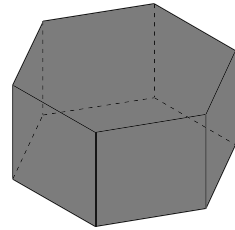
Fig.44--Plug-in City, Peter Cook, 1964.

(Fuente: <https://arquitecturasconsentidas.files.wordpress.com>)

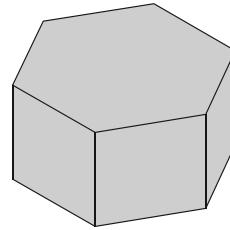
BAÑO



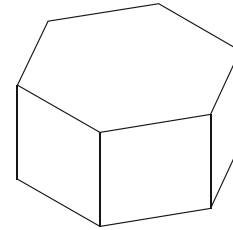
ESCALERA



HABITACION



SERVICIO



ESPARCIMIENTO/ACCESO

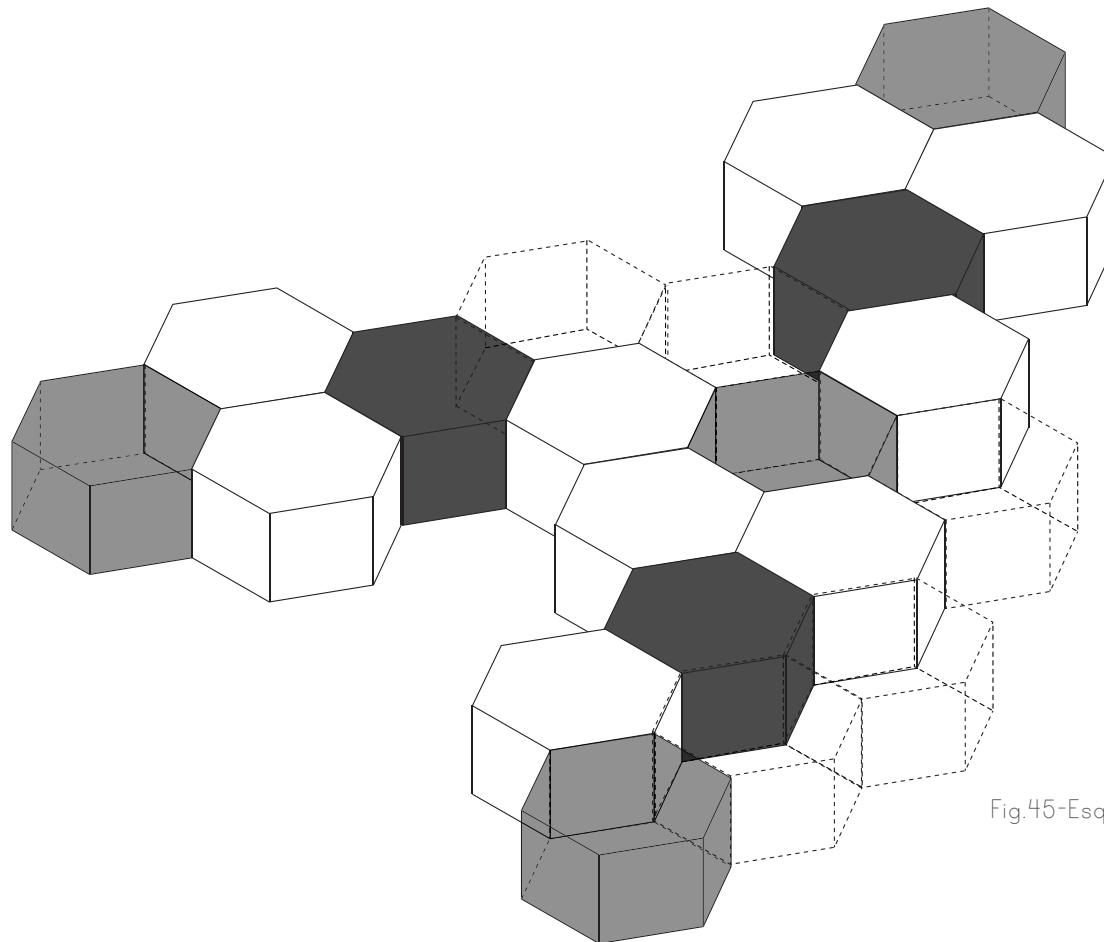
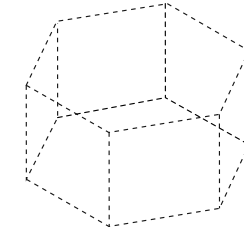


Fig.45-Esquema ejemplo primer nivel habitacional.  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)



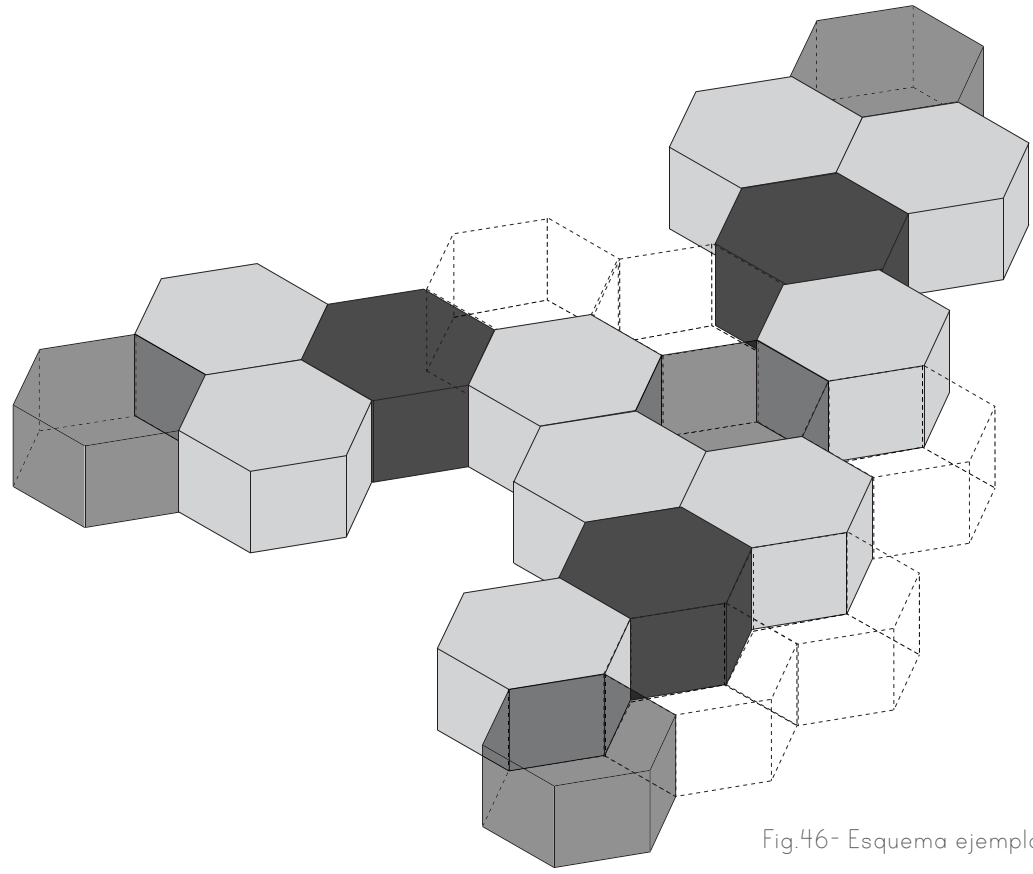
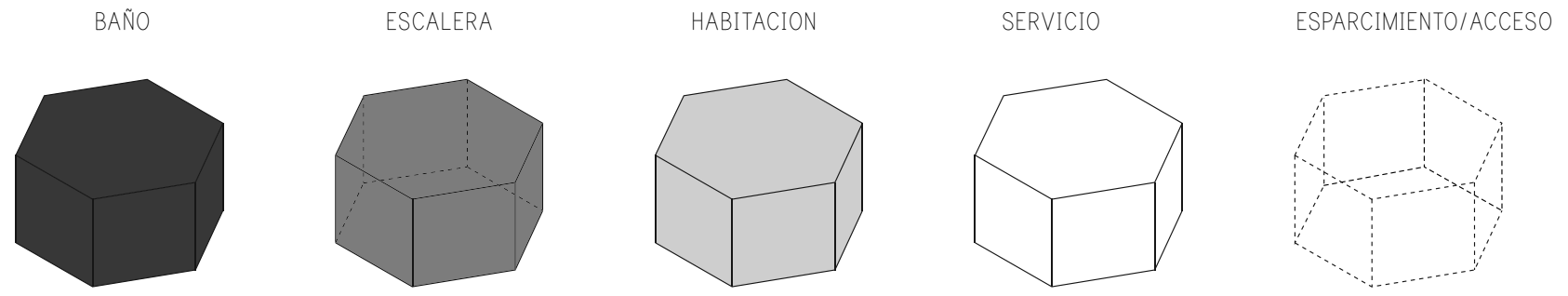


Fig.46- Esquema ejemplo segundo, tercer y cuarto nivel habitacional.  
 (Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

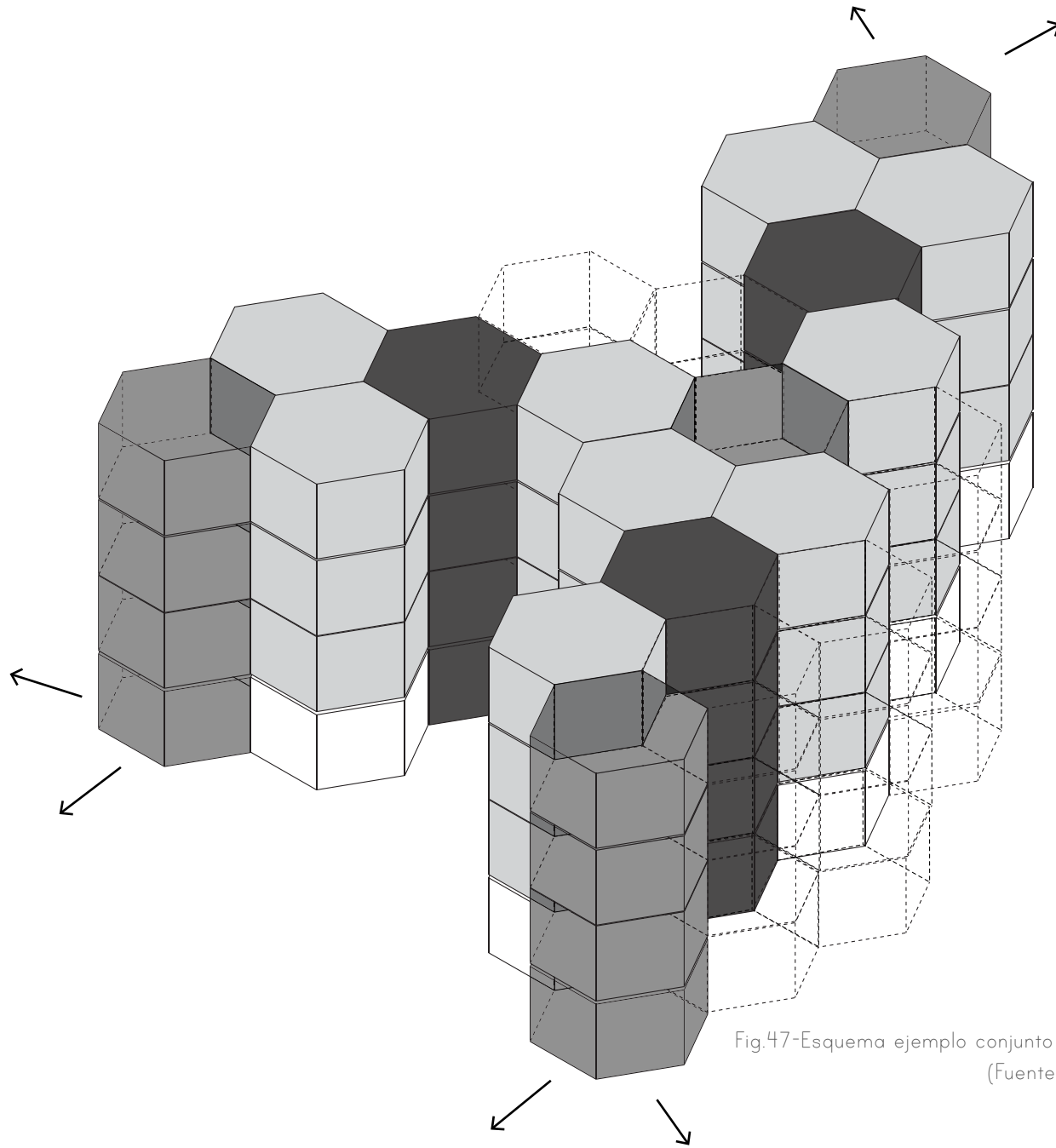


Fig.47-Esquema ejemplo conjunto completo y posible crecimiento.  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

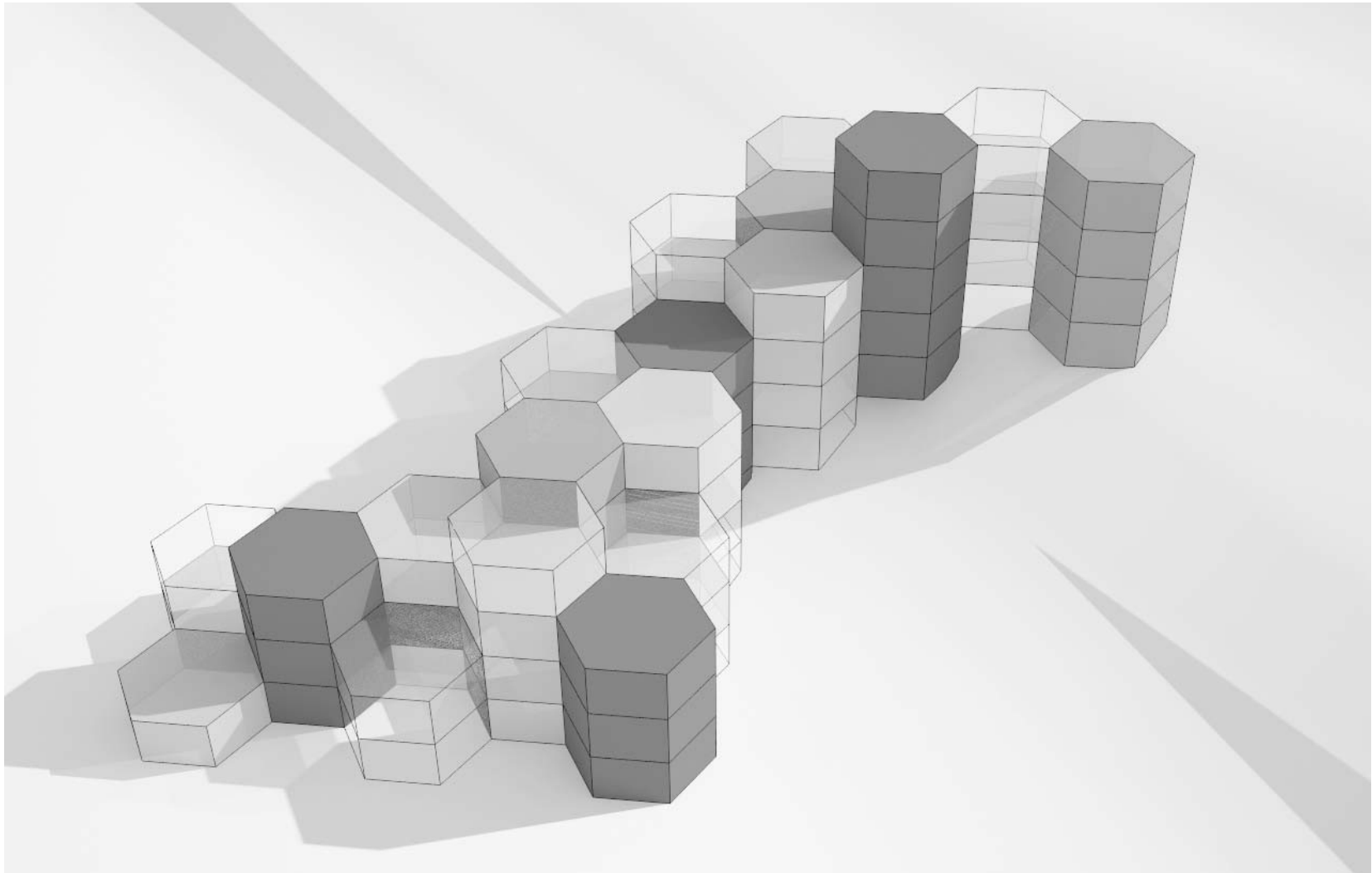


Fig.48-Vista esquematica ejemplo conjunto habitacional en situacion de pendiente  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

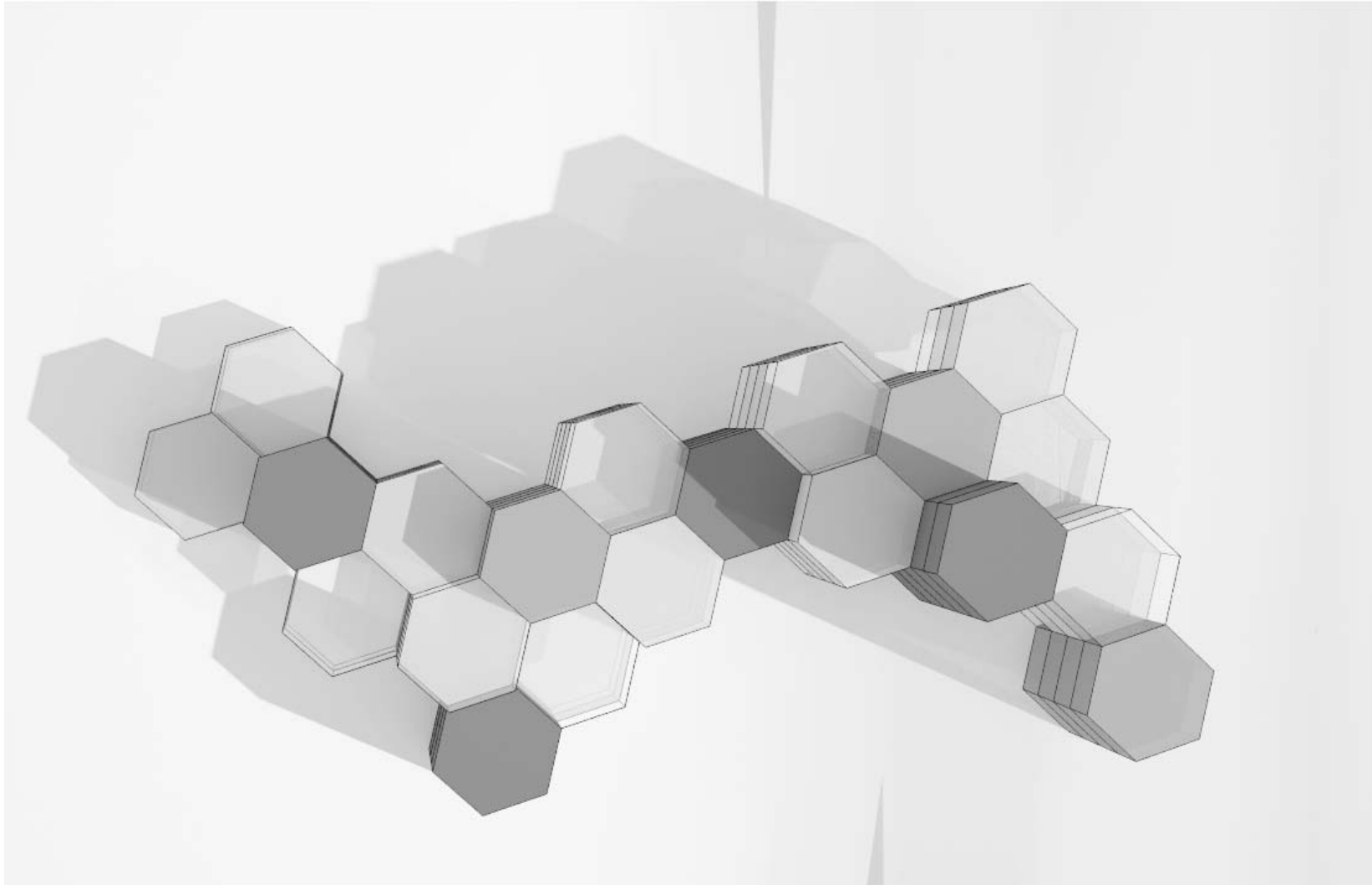


Fig.49-Vista esquematica ejemplo conjunto habitacional en situacion de pendiente  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

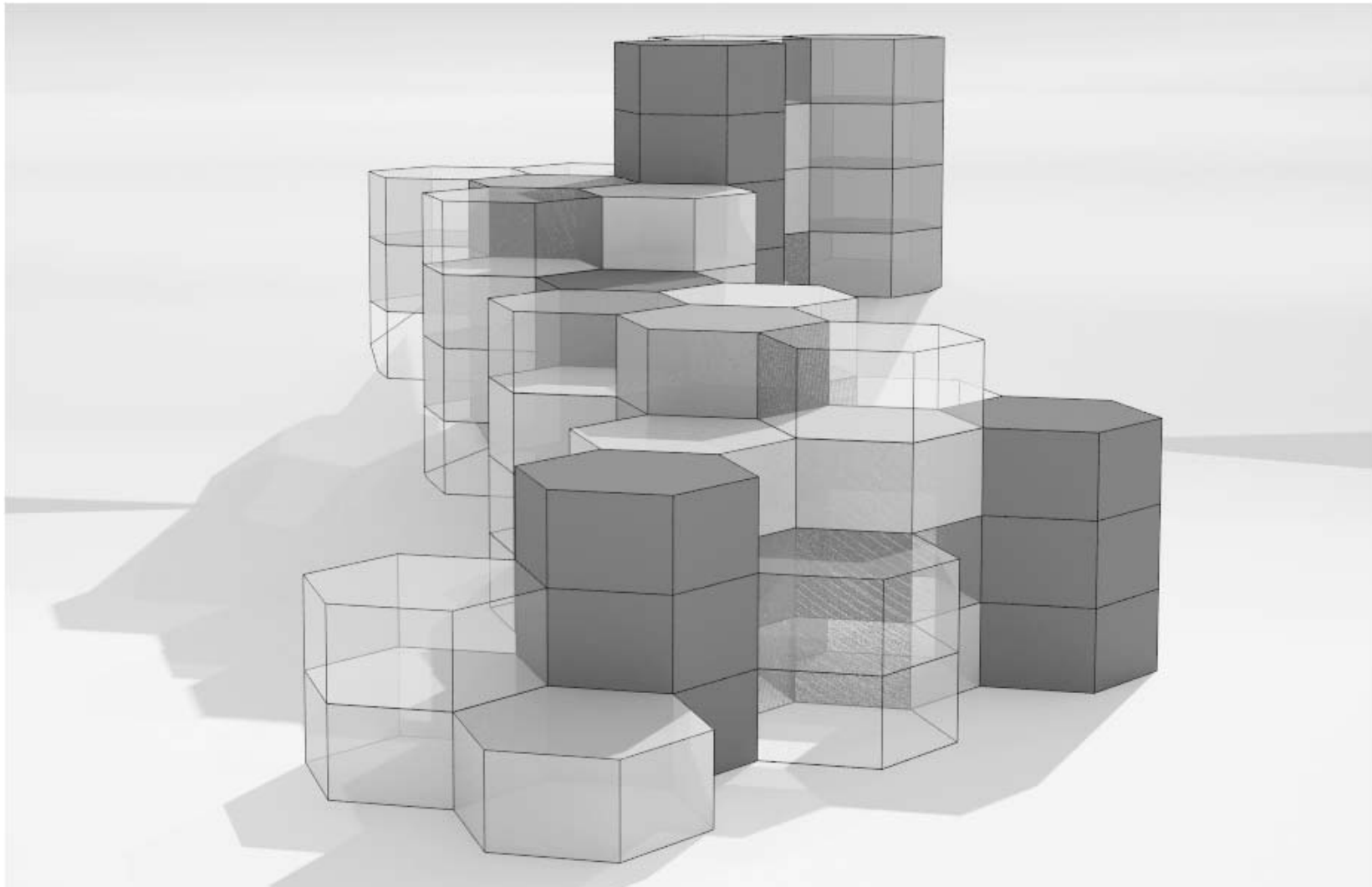


Fig.50-Vista esquemática ejemplo conjunto habitacional en situación de pendiente  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

## Sustentabilidad y Confort

En este tema juega un rol importante la Envoltente y el Pilar/Shaft central de la estructura Desplegable.

En cuanto a la envoltente, dijimos que era una envoltente Neumática Inflable, la cual se compone de distintas capas, dependiendo de la necesidad. Dentro de los materiales existentes el mas utilizado es el ETFE debido a sus propiedades de durabilidad, aislación térmica, acústica, resistencia mecánica a los golpes, transparencia, mantención y resistencia a los rayos UV. Este seria el material ideal a utilizar en el proyecto, sin embargo el alto precio que alcanza los 150.000 pesos chilenos el metro cuadrado de lamina de ETFE hacen que otros materiales como el PES/PVC (Polyester recubierto con PVC) o FIBERGLASS/PVC (Fibra de vidrio recubierta con PVC) sean mas convenientes para el proyecto en términos económicos.

En cuanto al Pilar/Shaft central de la estructura Desplegable, cumplirá un rol fundamental en la renovación del cubo de aire y en la climatización de los recintos cuando sea necesario, por medio de un sistema Activo que estará localizado en la base de cada torre modular.

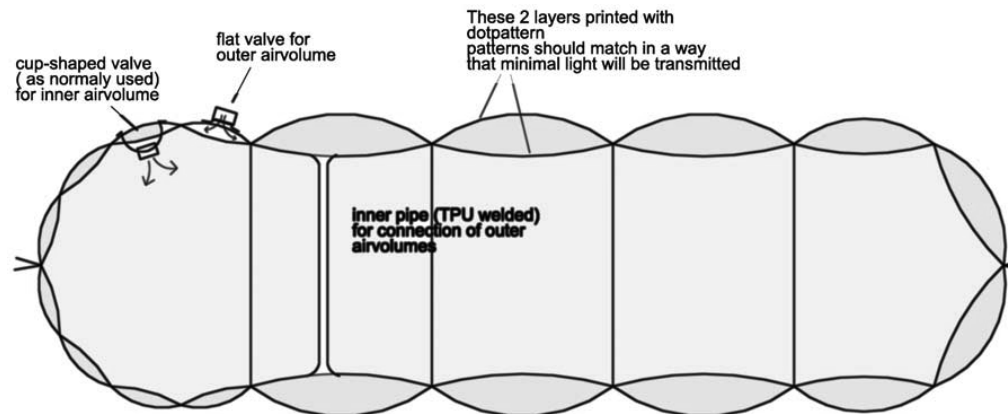
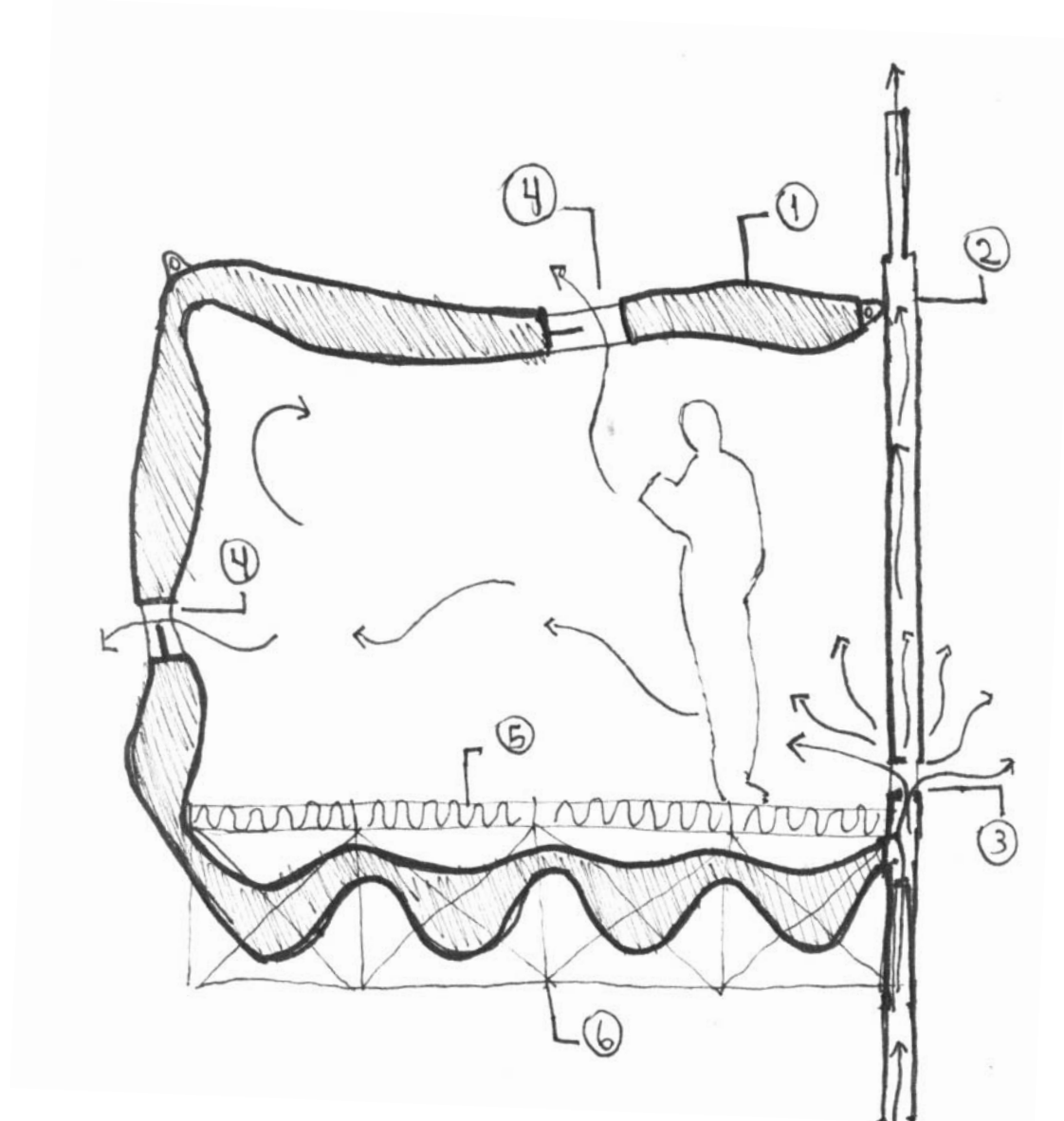


Fig.51-Estructura inflable y esquema de funcionamiento con sus distintas capas de aire.

(Fuente: <http://www.pneumocell.com/>. Año 2011.)



1. Envoltura Neumática Inflable
2. Pilar Shaft Central
3. Salida de Aire Acondicionado
4. Ventanas Circulares
5. Estructuras Triangulares de piso
6. Estereométrica de Acero

Fig.52-Esquema de circulación del aire.  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

## Gestión, Reciclaje y Transportabilidad

Para que el proyecto pueda “ver la luz”, es necesaria una fuerte inversión inicial y mas de una oportunidad de poder ser desarrollado, es por eso que elijo desarrollar mi idea de Modulo Desplegable “Par-Tijera” dentro de la problemática de Campamentos Mineros. Para esto necesito proponer esta idea de proyecto a las empresas que desarrollan estos Campamentos, para que compren la idea y hagan los primeros prototipos para ser vendidos. Contacte a la empresa Tecnofast para hacer este ejercicio en conjunto con el proyecto de titulo. Después de esta primera etapa, donde los Módulos Desplegables han sido utilizados, viene una etapa de reciclaje de la estructura, y de reemplazo de la envoltente Inflable y estructuras secundarias que sufran mayor deterioro. La Transportabilidad es una parte clave en este punto, ya que como mencione anteriormente, la característica principal del Sistema Constructivo “Par-Tijera” es el ahorro e espacio cuando es transportado, ahorrando hasta un 90% en comparación con los actuales containers modulares, por lo que hace mucho mas fácil y económica la tarea de refaccionar los Módulos Desplegables.

Luego de que los Módulos han sido refaccionados, se pueden volver a utilizar

en otras faenas mineras, también se pueden vender como productos de “segunda mano” para situaciones de catástrofes a modo de Viviendas de Emergencia, o para usuarios/ empresas particulares que quieran destinarlo a Otras Posibles Aplicaciones.



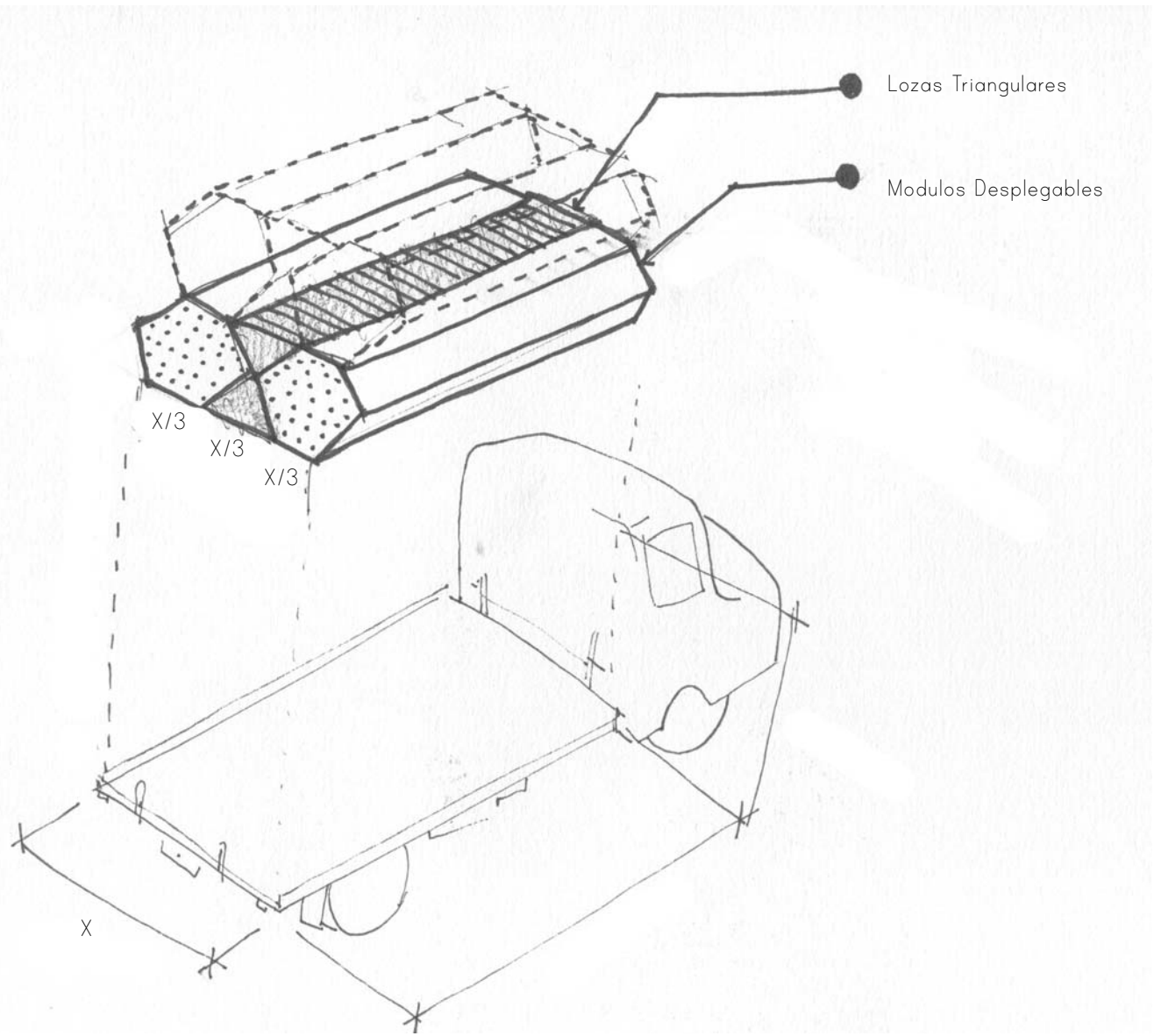


Fig.53-Esquema de la forma de transportar el Modulo Desplegable,  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

## Arquitectura

En la mayoría de los Campamentos mineros que se han construido hasta hoy, no hay una real intención Arquitectonica, ya que son solamente unos paralelepipedos que se colocan en un terreno determinado, lo unico que varia es la disposicion de los volumenes, pero seguiran siendo - a mi parecer- unas cajas hermeticas y monotonas. Lo mismo de siempre.

Si bien mi proceso de diseño no fue a partir de una idea Arquitectonica, mas bien a partir de una Idea Estructural y Constructiva, se llegó a un resultado mucho mas "Arquitectonico" en comparación con las propuestas que hasta el momento se habian realizado en el contexto de los Campamentos Mineros.

A mi parecer el Sistema Estructural "Par-Tijera" tiene un gran potencial Arquitectonico que radica en la capacidad de generar estructuras esbeltas. A esto se le suma el cerramiento neumatico inflable, el cual va por el interior, dandole el caracter de exo-estructura (estructura exterior) al Sistema Estructural "Par-tijera". De lejos pareciera como si estos globos habitables estuvieran levitando dentro de la exo-estructura.

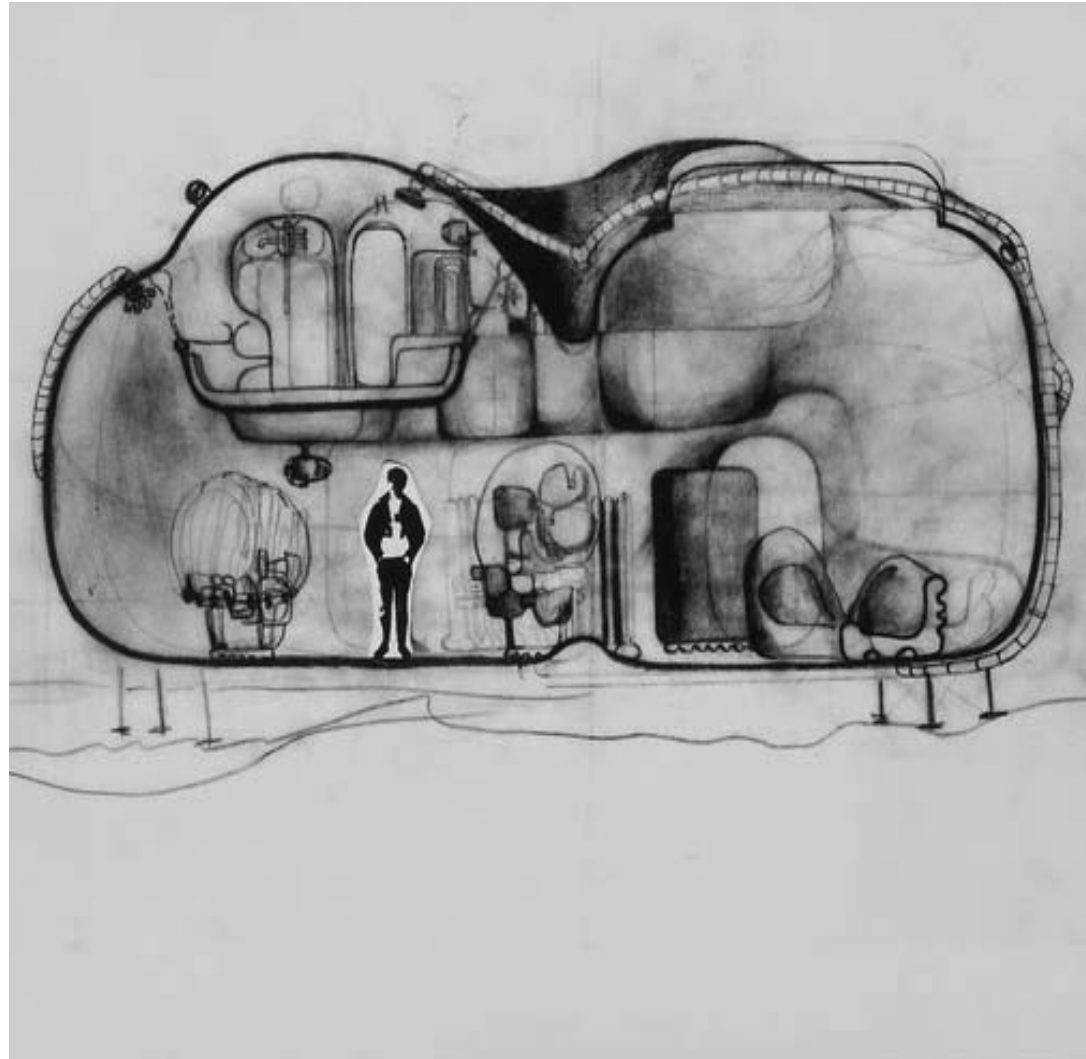


Fig.54- Corte Living Pod de David Greene, 1970.

(Fuente: <http://espaciosenconstruccion.blogspot.cl/2014/07/the-living-pod.html>.)

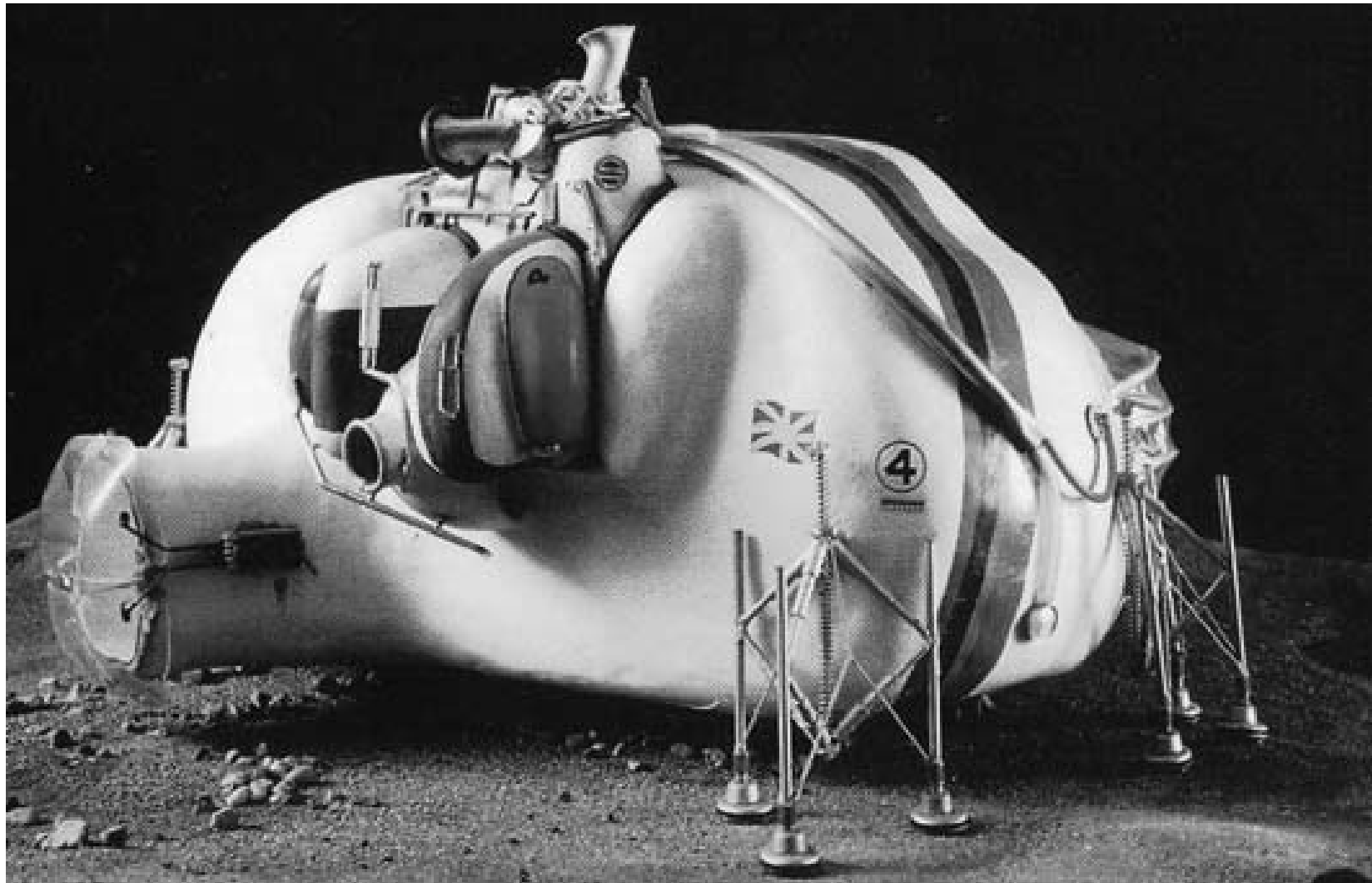


Fig.55- Maqueta de Living Pod de David Greene, 1970  
(Fuente: <http://espaciosenconstruccion.blogspot.cl/2014/07/the-living-pod.html>.)

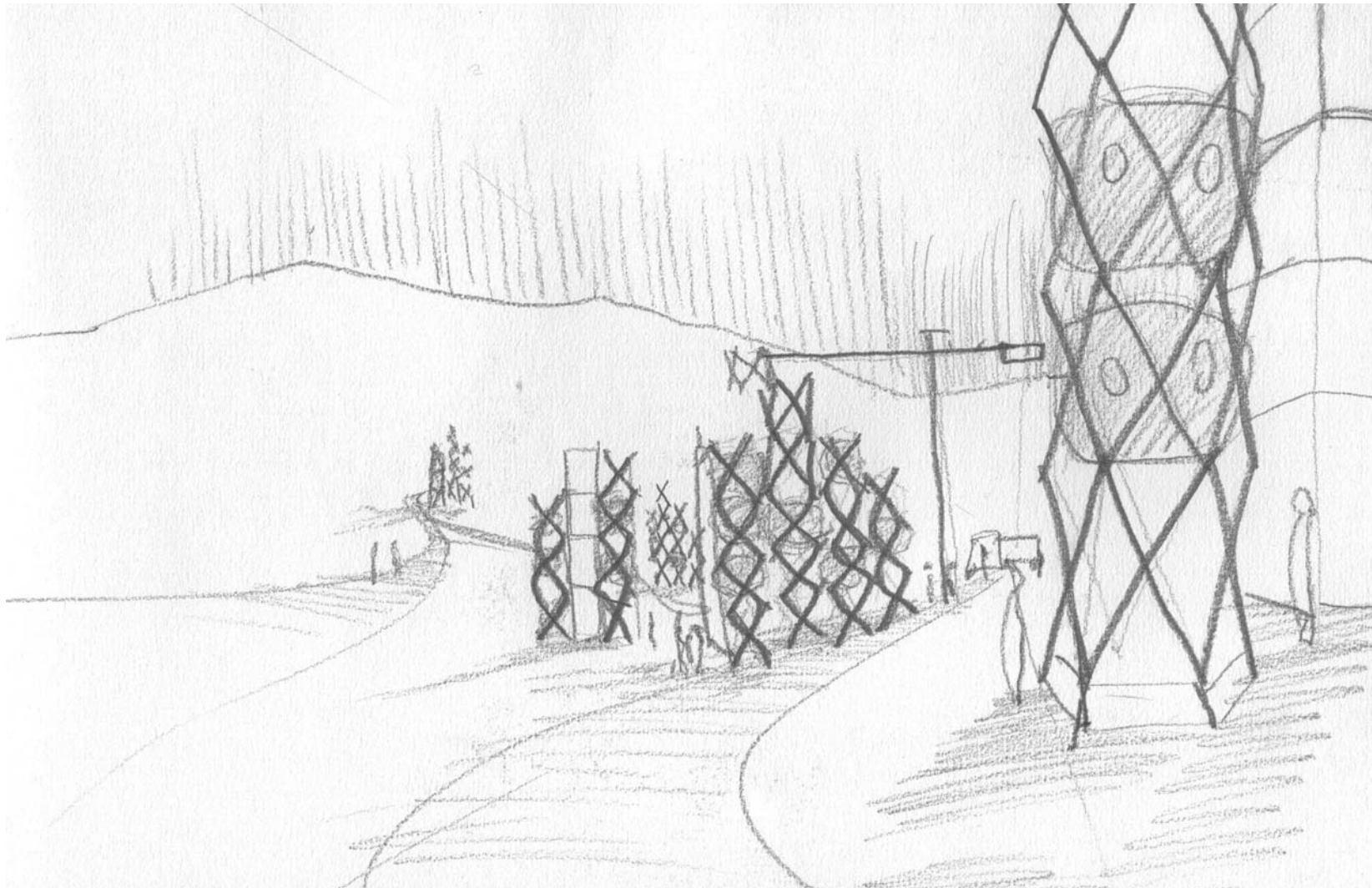


Fig.56-Croquis de Imagen Objetivo del Campamento Minero Desplegable  
(Fuente: Elaboración Propia. Año 2015.)

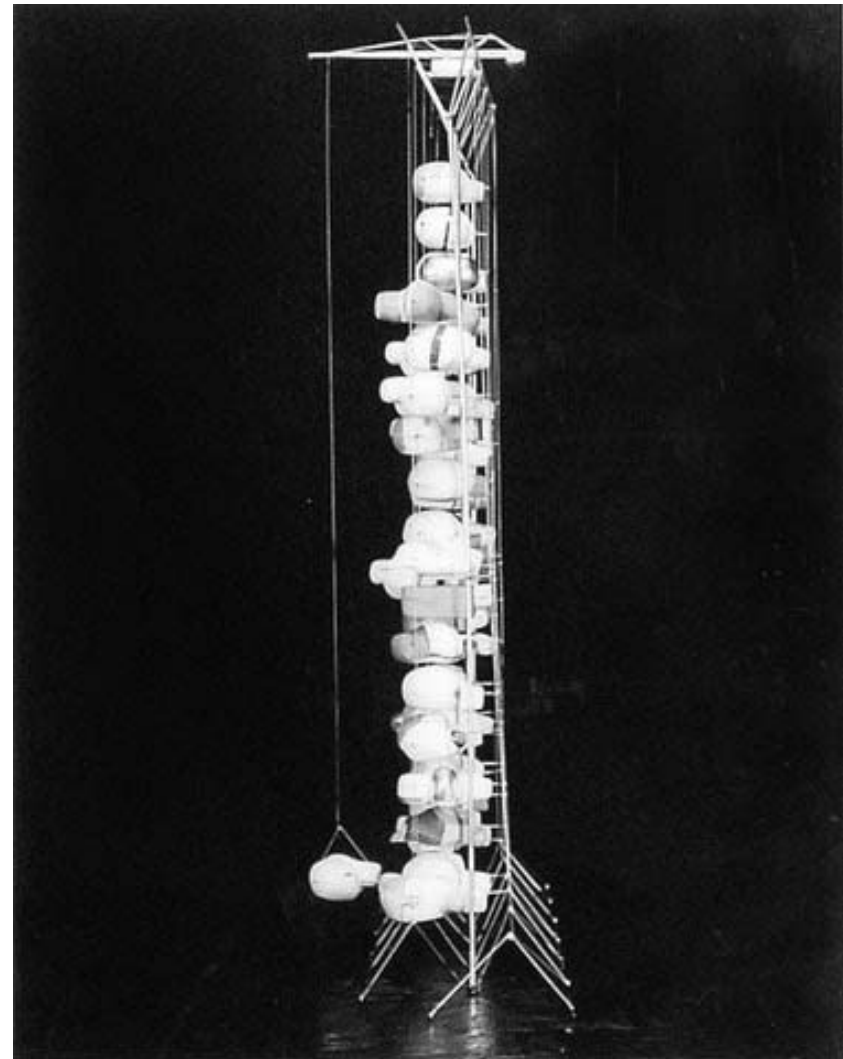
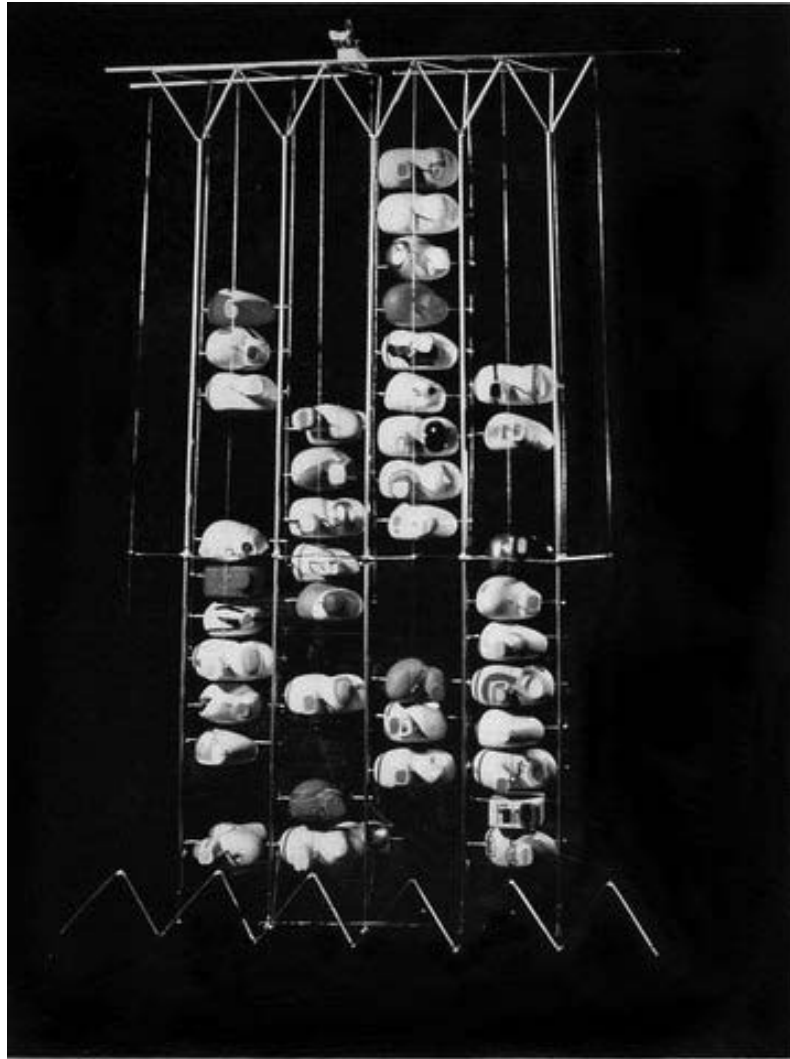


Fig.57-Maqueta de acoplamiento de los Living Pod de David Greene, 1970  
(Fuente: <http://espaciosenconstruccion.blogspot.cl/2014/07/the-living-pod.html>.)

## Comparativa Final

A modo de conclusión, quería exponer las ventajas y desventajas del Sistema Constructivo Actual que se utiliza en la construcción de Campamentos Mineros, en contraposición con el Sistema Constructivo Desplegable Propuesto en el actual Proyecto de Titulación.

	Sistema Constructivo Desplegable Propuesto	Sistema Constructivo Actual
Transportabilidad y Almacenamiento	Ahorra hasta un 90% de espacio en almacenaje y transporte. Puede ser transportado en camiones pequeños a cualquier hora del día sin escolta policial.	No ahorra espacio. Necesitan escolta policial al ser transportados y solo en ciertos horarios de menos tráfico en carreteras.
Mano de Obra en el Lugar	Se requiere de menos personal ya que es un sistema de fijación de no más de 6 pernos por módulo.	Se requiere ligeramente más mano de obra, ya que es una estructura Pod que requiere más tiempo de fijación.
Tiempos de Prefabricación	Es un sistema repetitivo en serie, con piezas prefabricadas que solo necesitan apertado. El cerramiento Inflable se fabrica a parte y luego se ancla a la estructura.	En cuanto a los módulos, se arman como una unidad, igual es un sistema repetitivo y en serie.
Reciclable y Reutilizable	Todos sus componentes, la estructura, el cerramiento Inflable y los bloques del piso, son reciclables, reparables y reutilizables, al ser subunidades se repara la parte, y no el sistema completo.	Puede ser reutilizado pero su traslado y reparación es caro. .

	Sistema Constructivo Desplegable Propuesto	Sistema Constructivo Actual
Confort Termico	Es mucho mas eficiente, debido al cerramiento Inflable, que al poseer una gran capa de aire estatica al interior, funciona de aislación. Además posee un pilar de ventilación central que regula la ventilación y temperatura interna de forma constante.	Necesita materiales como el aislapol o lana de vidrio para lograr una aislación termica adecuada. Si se quisiera regular de forma activa, seria a cada modulo de manera aislada, por medio de aparatos de aire acondicionado costosos.
Confort Acustico	La envolvente inflable posee una buena aislación acustica, sin embargo en casos cuando la lluvia tiene contacto con la envolvente, amplifica el sonido de la lluvia. Esto se podria solucionar colocando una barrera externa separada de la envolvente.	Tiene buena aislación contra la lluvia debido a que al ser cerramientos solidos no se amplifica el sonido de la lluvia.
Confort Luminico	Se pueden lograr ambientes totalmente luminosos durante el dia, ya que los materiales inflables pueden ser totalente translucidos como el ETFE, semitranslucidos u opacos como el PES/PVC. Incluso se pueden combinar ambos.	Debido a que los materiales de los cerramientos son totalmente opacos, la unica manera de controlar el confort luminico es por medio de ventanas y cortinas.
Espacialidad/Arquitectura	La espacialidad interior que se genera por la envolvente Inflable y la geometria hexagonal, sera una experiencia nueva para el usuario. Sera un espacio flexible que el pueda modificar.	La misma espacialidad interior de siempre. Y no provee flexibilidad de cambios.
Flexibilidad de Crecimiento	Modularmente tiene un crecimiento flexible, que provee resultados formales mas diversos, Se puede jugar con el lleno y el vacio de los modulos.	Posee una estructura rigida de crecimiento muchas veces lineal. El resultado formal es un volumen cerrado.
Baños, Cocina y Escaleras	Es mas complejo de solucionar estos recintos con este sistema.	Se solucionan de buena manera. Como elementos independientes o dependientes.
Resistencia al fuego	En el caso del PES/PVC es resistente al fuego segun la normativa. Dependera de la calidad del material a utilizar para la envolvente inflable.	Posee la resistencia al fuego segun las normativas actuales.

## Otras Posibles Aplicaciones

Como lo expliqué en el capítulo de "Gestión, Reciclaje y Transportabilidad", el Modulo Desplegable puede ser reutilizado en otras situaciones o problemáticas.

### 1. Emergencias

Actualmente cualquier país o ciudad es susceptible de encontrarse con diferentes situaciones de emergencia: situaciones derivadas de fenómenos meteorológicos extremos, de pandemias o momentos en los que intervienen factores de turbación de tipo político, militar o civil. En este sentido la arquitectura efímera tiene una importante labor por resolver para conseguir alojamientos y refugios provisionales para los damnificados de cualquier índole, mostrando su carácter más solidario. El Modulo Desplegable puede ser acondicionado como Vivienda, Hospital, Escuela, etc.

### 2. Investigaciones Científicas

Muchas veces los científicos necesitan investigar in-situ fenómenos naturales o artificiales. Sin embargo, estos lugares son de difícil acceso y muy alejados de la civilización. El Modulo Desplegable puede ser acondicionado como Vivienda, Laboratorio, etc.

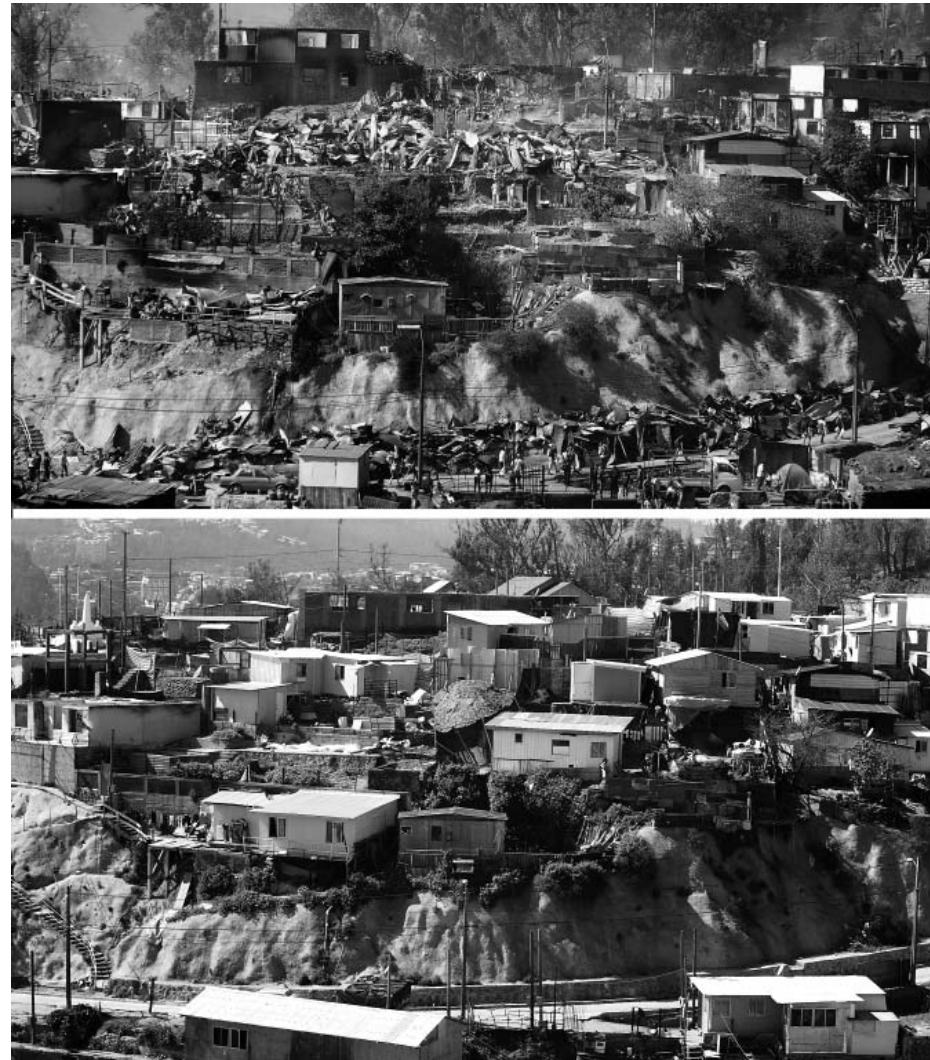


Fig.58- Comparativa del antes y el después del incendio de Valparaíso.  
(Fuente: [www.eldinamo.cl](http://www.eldinamo.cl). Año 2014)



# Bibliografía

Habitar

<http://es.wikipedia.org/wiki/Habitar>

Arquitectura Efímera

[http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_ef%C3%ADmera](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_ef%C3%ADmera)

Viviendas de Emergencia

<http://www.camara.cl/sala/verComunicacion.aspx?comuid=11627&formato=pdf> (normativa Chile)

<http://www.uchile.cl/noticias/102371/viviendas-de-emergencia-investigacion-uchile-clave-para-proyecto-ley>

<http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2014/04/RESUMEN-PROYECTO.pdf>

Arquitectura Textil

[http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_textil](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_textil)

Eficiencia del Hexágono

<http://hexnet.org/content/hexagonal-geometry>

<http://www.mathsinthecity.com/sites/efficiency-hexagons-bloomsbury-tour>

<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?>

<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artsep98/hexagon.html>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Hexagon>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Regular\\_polygon#Area](http://en.wikipedia.org/wiki/Regular_polygon#Area)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Conway\\_criterion](http://en.wikipedia.org/wiki/Conway_criterion)

Proyectos Hexagonales

[http://www.domusweb.it/en/architecture/2013/09/13/bc\\_studies\\_michael\\_lefeber\\_hexa\\_structures.html](http://www.domusweb.it/en/architecture/2013/09/13/bc_studies_michael_lefeber_hexa_structures.html)

Agrupaciones modulares

[http://en.wikipedia.org/wiki/Habitat\\_67](http://en.wikipedia.org/wiki/Habitat_67)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Archigram>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Metabolism\\_\(architecture\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Metabolism_(architecture))

#### Estructuras Referentes (TensoEstructuras y Desplegables)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Tensegrity>

<http://tensegrity.wikispaces.com/>

<http://www.udc.gal/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Asignaturas/Estructuras-IV/Transformables.pdf>

[http://www.vedoque.net/emilio/?page\\_id=216](http://www.vedoque.net/emilio/?page_id=216)

<http://megaestructuras.tumblr.com/post/113350840362>

<http://www-classes.usc.edu/architecture/structures/Arch513/lectures/04-tensile.pdf>

#### Purificacion del Agua

[http://en.wikipedia.org/wiki/Treatment\\_pond](http://en.wikipedia.org/wiki/Treatment_pond)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Iris\\_pseudacorus](http://en.wikipedia.org/wiki/Iris_pseudacorus)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Sparganium>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Stratiotes\\_aloides](http://en.wikipedia.org/wiki/Stratiotes_aloides)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrocharis\\_morsus-ranae](http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrocharis_morsus-ranae)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Phragmites\\_australis](http://en.wikipedia.org/wiki/Phragmites_australis)

#### Mineria

<http://www.consejominero.cl/>

<http://www.cochilco.cl/>

<http://www.aminerals.cl/>

#### Teoria

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lar/garibay\\_m\\_g/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lar/garibay_m_g/capitulo2.pdf) (Arquitectura Transformable)

#### Catastrofes

<https://sarahgoldfarb.wordpress.com/> (impermanencia interesante)

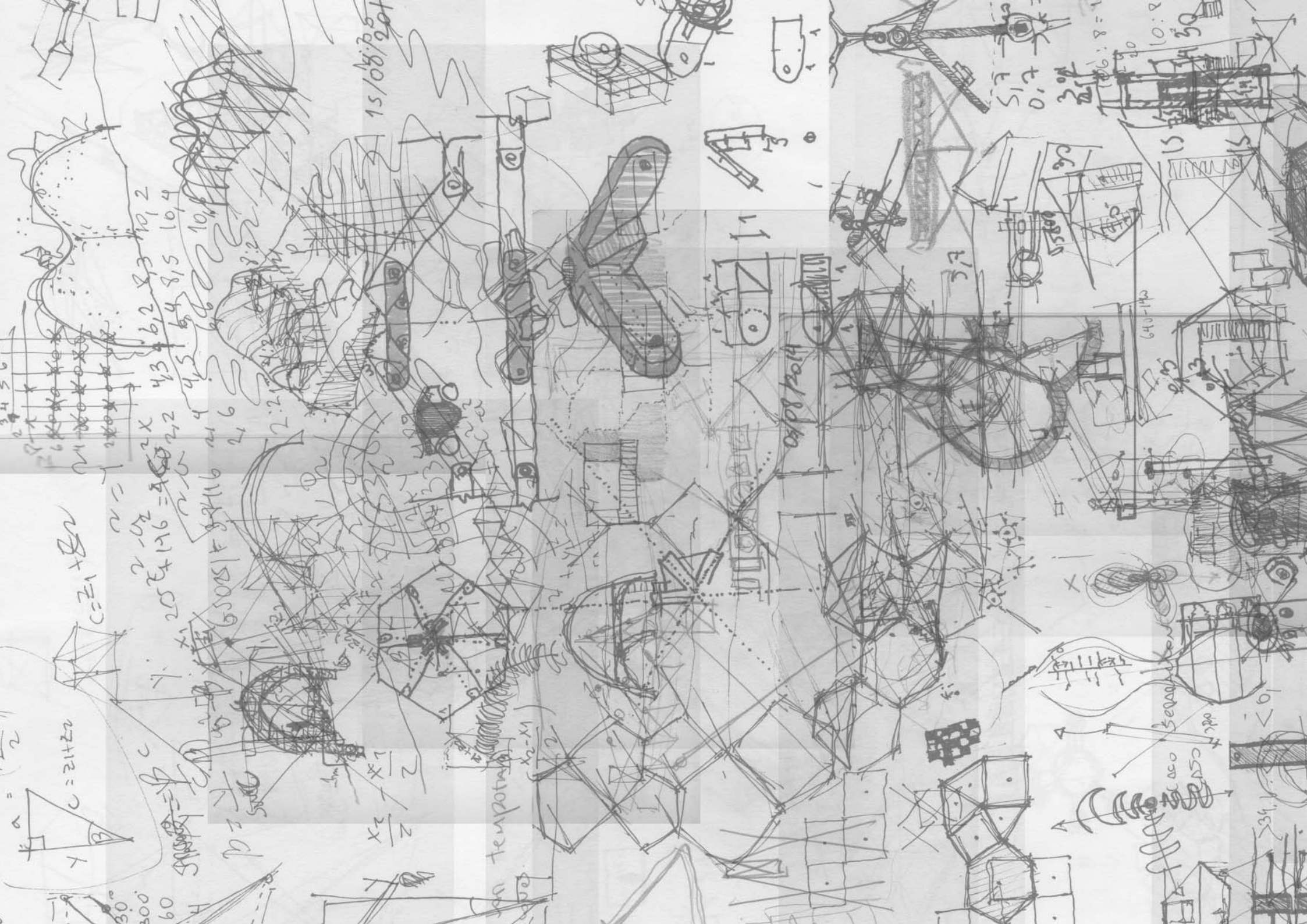
#### Estructuras Neumáticas

<http://www.scribd.com/doc/51947200/Pneumatic-Structures#scribd> (estudio pdf )

[https://iam.tugraz.at/studio/w09/blog/wp-content/uploads/2009/11/ER\\_IAM\\_DIFA\\_T1\\_NielsWouters\\_LowQ.pdf](https://iam.tugraz.at/studio/w09/blog/wp-content/uploads/2009/11/ER_IAM_DIFA_T1_NielsWouters_LowQ.pdf) (referentes)

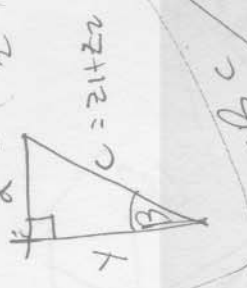
[http://www.technet-alliance.com/uploads/tx\\_caeworld/Pressure-Induced-Stability\\_Bionics2004\\_Tensairity.pdf](http://www.technet-alliance.com/uploads/tx_caeworld/Pressure-Induced-Stability_Bionics2004_Tensairity.pdf) (ejemplos)

[http://www.lmc.ep.usp.br/people/pauletti/Publicacoes\\_arquivos/Chi-and-Pauletti.Pdf](http://www.lmc.ep.usp.br/people/pauletti/Publicacoes_arquivos/Chi-and-Pauletti.Pdf) (evolucion)

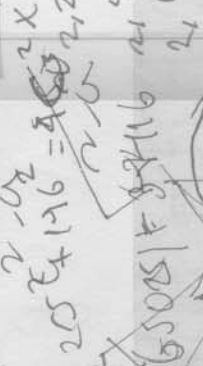


15/08/2014

2	3	4	5	6
2	3	4	5	6
2	3	4	5	6
2	3	4	5	6
2	3	4	5	6



$z - u_2$   
 $25 \times 1.16 = 29$   
 $z = 29$



- 40, 2
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50

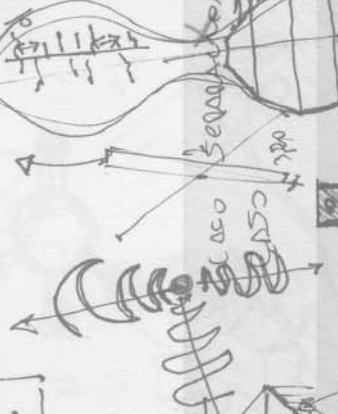


temperature  
 $x_2 - x_1$

$\frac{z}{2}$   
 $\frac{z}{2}$



3,7



640-142

10:0  
 10:8  
 10:9  
 10:10

$\frac{c}{50}$   
 $\frac{c}{150}$