

## xeometría da forma arquitectónica

*departamento* de expresión gráfica arquitectónica

profesor: *pablo costa buján*

**BLOQUE 1:** superficies poliedrales

**BLOQUE 2:** superficies curvas

**BLOQUE 3:** ampliación de teoría de sombras



Estudio y montaje realizado con fines exclusivamente docentes por el profesor Pablo Costa Buján para la asignatura de “Xeometría da Forma Arquitectónica” de la ETSA de A Coruña, Galicia.

Exposición de carácter gráfico, plástico y sonoro que pretende potenciar, con pequeños fragmentos de obras ajenas aisladas, ya divulgadas, análisis, comentarios o juicios críticos de diversos autores y su obra; también ilustrando las distintas actividades educativas del aula.

Su reproducción, distribución y comunicación se enmarca en los parámetros legales redactados según Ley 23/2006, de 7 de julio, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, aprobado por el RD 1/1996, de 12 de abril; por ello se establecen las referencias de autoría de su contenido, atendiendo a los esquemas, conceptos, imágenes y videos que se muestran. Su visualización, reproducción, grabación en soporte informático o impresión se concibe, específicamente, como material didáctico. En ningún caso se permite el uso lucrativo, comercial, del presente documento. Los derechos de reproducción serán los establecidos por los titulares de la propiedad intelectual referenciada en los créditos o fichas técnicas adjuntos al final del presente documento, según está regulado en la normativa legal de aplicación

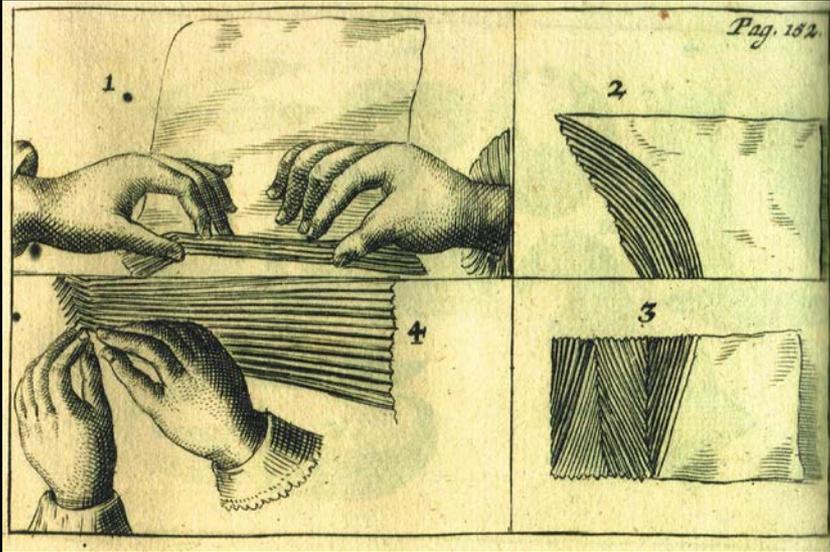
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros. **Sistemas Plegables**



Los SISTEMAS PLEGABLES pueden considerarse como un caso particular de las PLEGADURAS en las que estas pueden plegarse sobre ellas mismas de una forma compacta y ocupando un mínimo espacio, siendo además desarrollables sobre un plano

- 1- PLEGADURAS
- 2- **SISTEMAS PLEGABLES**
- 3- ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS
- 4- ESTRUCTURAS RETICULADAS ESPACIALES. CÚPULAS GEODÉSICAS

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: plegaduras

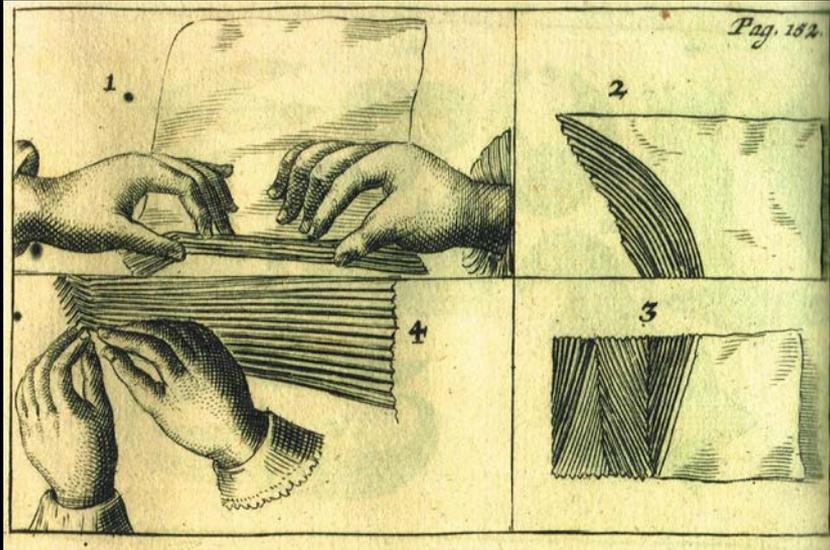


### CONCEPTO BÁSICO DE PLEGADO:

- Las palabras “plegado, pliegue y plegar” proceden del griego **plectos** y del latín **pli, plicare o plex**, que significan “PLIEGUE” que nos conducen a su significado directo, más físico, de PLEGAR-DESPLEGAR.
- Por lo anterior, podemos considerar que un “plegado” es una lámina plana, de este o aquel material, doblada adelante y atrás compuesta por unos pliegues “valle” y otros “montaña”.
- Su desarrollo básico atiende al concepto de “rigidización” de su lámina soporte, a los efectos de suministrarle una cierta estabilidad “estructural”.
- Los plegados pueden ser rectos o curvados: todo depende del fin concreto que se persigue para convertir un plegado en un objeto diseñado o en una arquitectura con cierta espacialidad.

Grabado de los ejercicios de plegado de servilletas de papel, publicado por Andreas Klet (Nuremberg, 1724) Biblioteca y Archivos de la Sociedad para la Documentación e Investigación del Plegado de Papel (PADORE), Friburgo

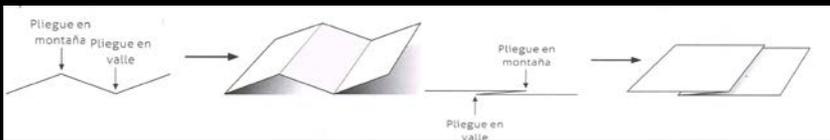
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: plegaduras



### CONCEPTO BÁSICO DE PLEGADO:

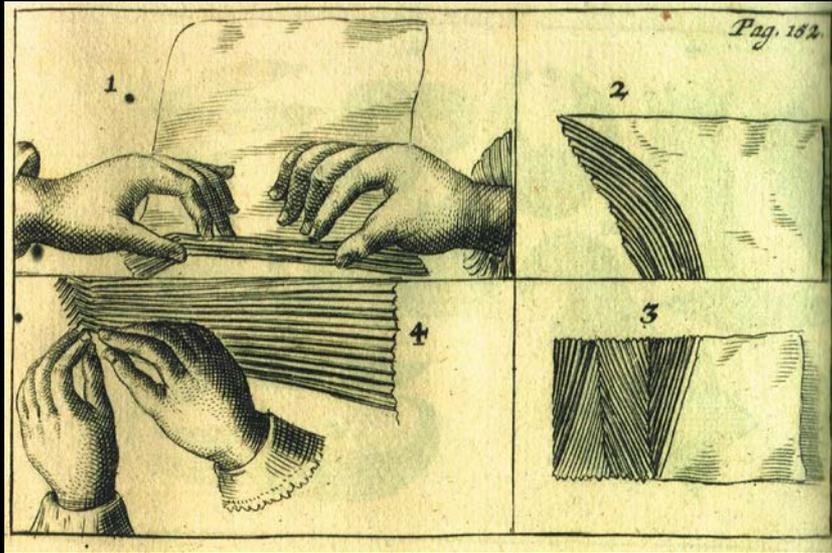
- Las palabras “plegado, pliegue, plegar proceden del griego *plectos* y del latín *pli, plicare* o *plex*, que significan “PLIEGUE” que nos conducen a su significado más físico de PLEGAR o DESPLEGAR.
- Por lo anterior, podemos considerar que un “plegado” es una lámina plana, de este o aquel material, doblada adelante y atrás compuesta por unos pliegues “valle” y otros “montaña”.
- Su desarrollo básico atiende al concepto de “rigidización” de su lámina soporte, a los efectos de suministrarle una cierta estabilidad “estructural”.
- Los plegados pueden ser rectos o curvados: todo depende del fin concreto que se persigue para convertir un plegado en un objeto diseñado o en una arquitectura con cierta espacialidad.

Grabado de los ejercicios de plegado de servilletas de papel, publicado por Andreas Klet (Nuremberg, 1724) Biblioteca y Archivos de la Sociedad para la Documentación e Investigación del Plegado de Papel (PADORE), Friburgo



Pliegues básicos siguiendo la tipología de “montaña” o “valle”, abiertos y cerrados

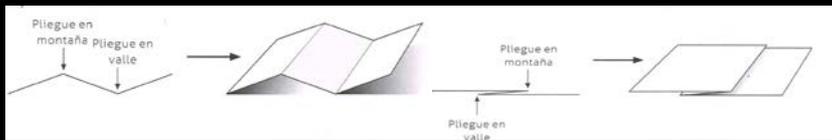
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: plegaduras



### CONCEPTO BÁSICO DE PLEGADO:

- Las palabras “plegado, pliegue, plegar proceden del griego *plectos* y del latín *pli, plicare* o *plex*, que significan “PLIEGUE” que nos conducen a su significado más físico de PLEGAR o DESPLEGAR.
- Por lo anterior, podemos considerar que un “plegado” es una lámina plana, de este o aquel material, doblada adelante y atrás compuesta por unos pliegues “valle” y otros “montaña”.
- Su desarrollo básico atiende al concepto de “rigidización” de su lámina soporte, a los efectos de suministrarle una cierta estabilidad “estructural”.
- Los plegados pueden ser rectos o curvados: todo depende del fin concreto que se persigue para convertir un plegado en un objeto diseñado o en una arquitectura con cierta espacialidad.

Grabado de los ejercicios de plegado de servilletas de papel, publicado por Andreas Klet (Nuremberg, 1724) Biblioteca y Archivos de la Sociedad para la Documentación e Investigación del Plegado de Papel (PADORE), Friburgo



Pliegues básicos abiertos y cerrados utilizando una simple cartulina



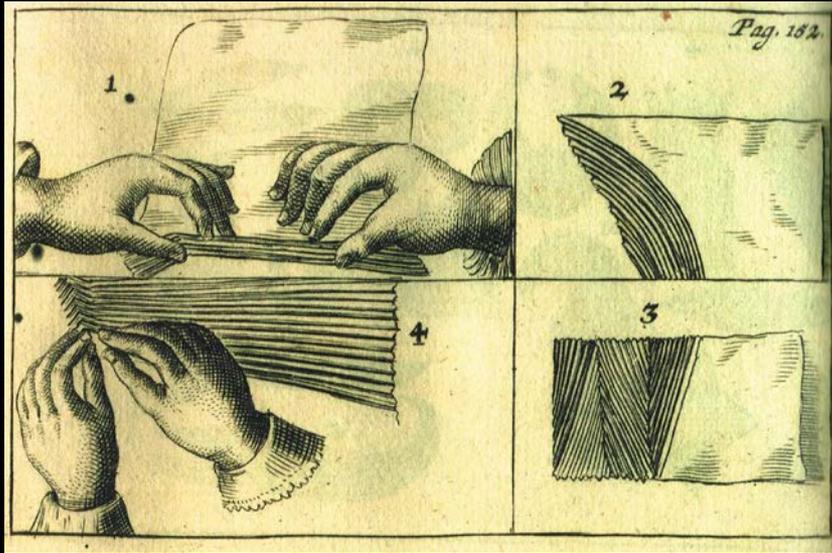
Desarrollos básicos de pliegues lineales de valle alargado y montaña



Desarrollos básicos de pliegues básicos lineales abiertos y cerrados



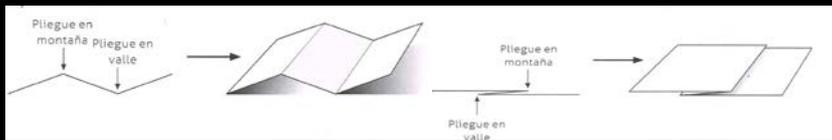
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: plegaduras



### CONCEPTO BÁSICO DE PLEGADO:

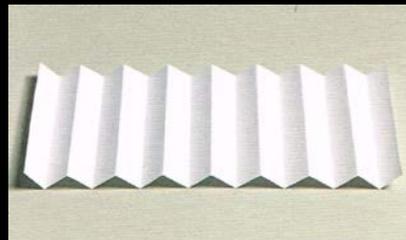
- Las palabras “plegado, pliegue, plegar proceden del griego *plectos* y del latín *pli, plicare* o *plex*, que significan “PLIEGUE” que nos conducen a su significado más físico de PLEGAR o DESPLEGAR.
- Por lo anterior, podemos considerar que un “plegado” es una lámina plana, de este o aquel material, doblada adelante y atrás compuesta por unos pliegues “valle” y otros “montaña”.
- Su desarrollo básico atiende al concepto de “rigidización” de su lámina soporte, a los efectos de suministrarle una cierta estabilidad “estructural”.
- Los plegados pueden ser rectos o curvados: todo depende del fin concreto que se persigue para convertir un plegado en un objeto diseñado o en una arquitectura con cierta espacialidad.

Grabado de los ejercicios de plegado de servilletas de papel, publicado por Andreas Klet (Nuremberg, 1724) Biblioteca y Archivos de la Sociedad para la Documentación e Investigación del Plegado de Papel (PADORE), Friburgo

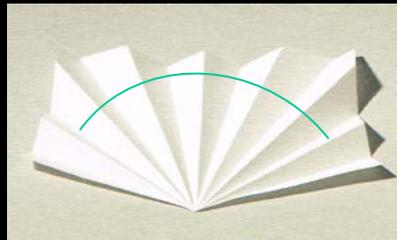


Pliegues básicos abiertos y cerrados

Desarrollo lineal - recto



Desarrollo circular - curvado



Desarrollos básicos de pliegue de valle alargado y montaña



Desarrollos básicos de pliegues básicos abiertos y cerrados



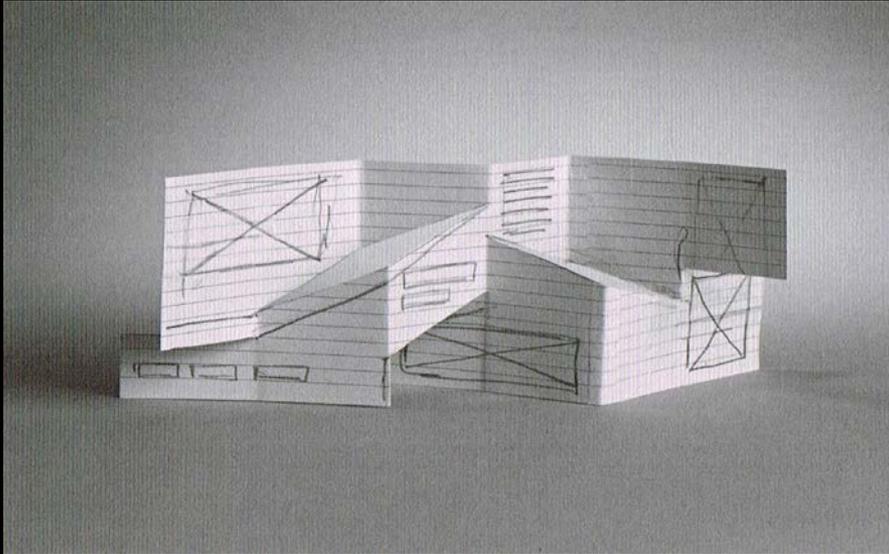
# XFA tema 2.C.2

profesor : pablo costa buján

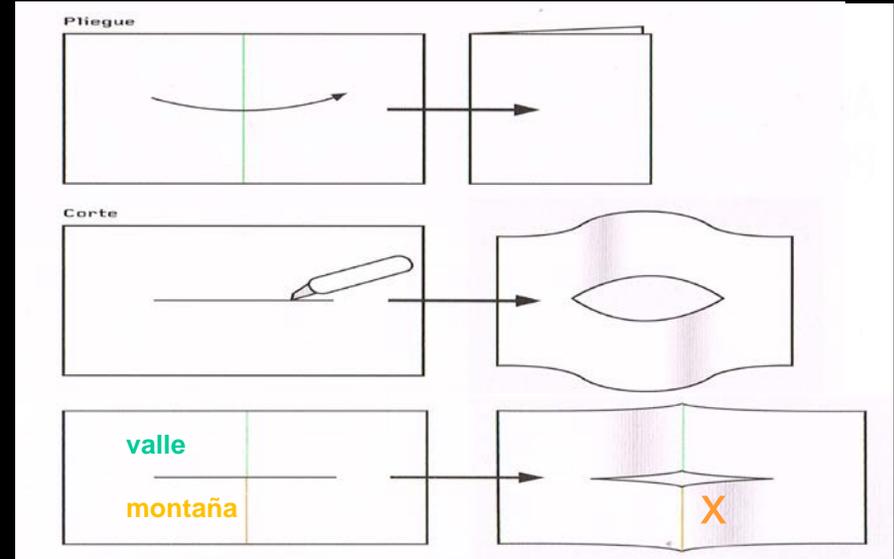
# 01

parte primera, teoría de superficies

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: referencia al diseño "POP UP"



Boceto de Pop-Up donde se incluyen secciones, bocetos y correcciones



Definición de pliegues valle-montaña

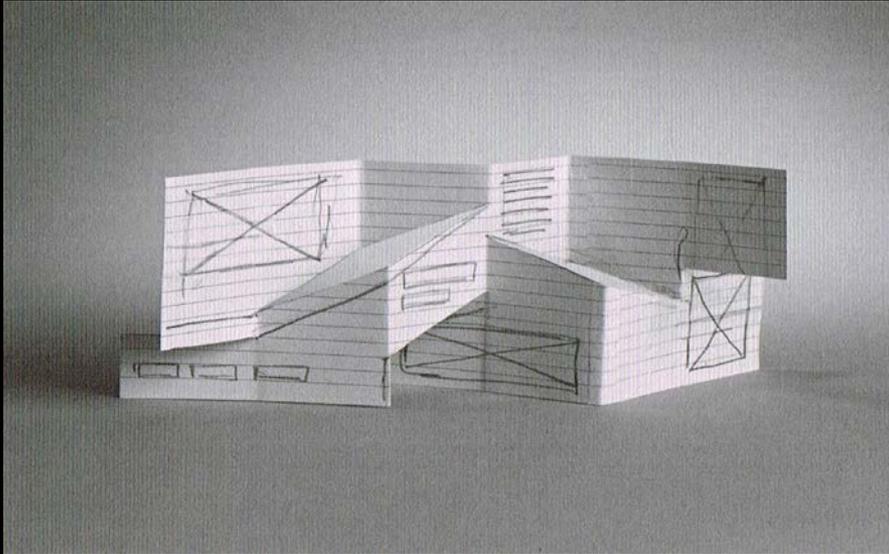
# XFA tema 2.C.2

profesor : pablo costa buján

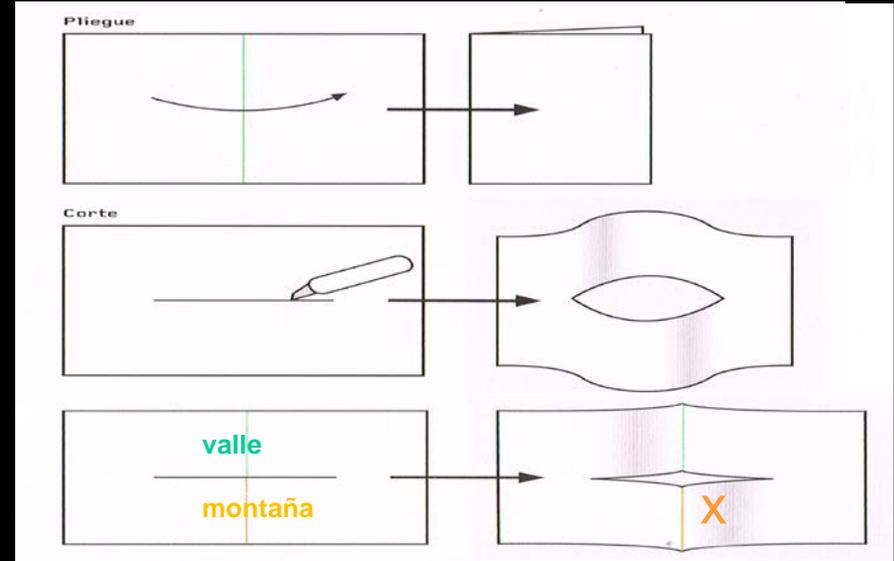
# 01

parte primera, teoría de superficies

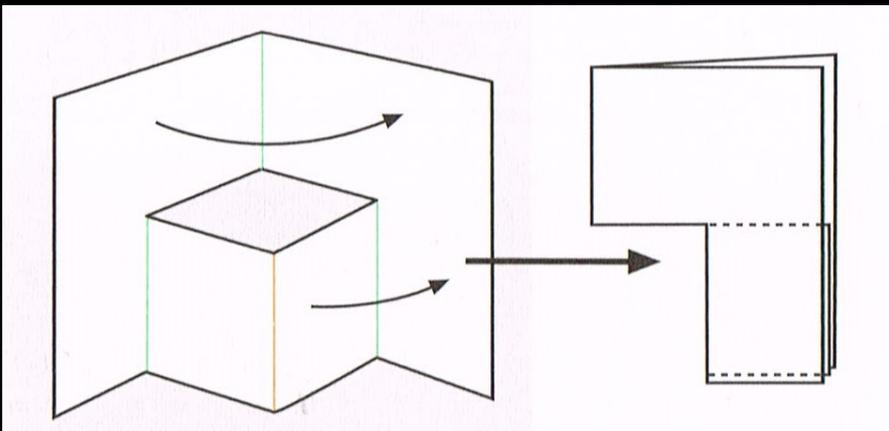
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: referencia al diseño "POP UP"



Boceto de Pop-Up donde se incluyen secciones, bocetos y correcciones

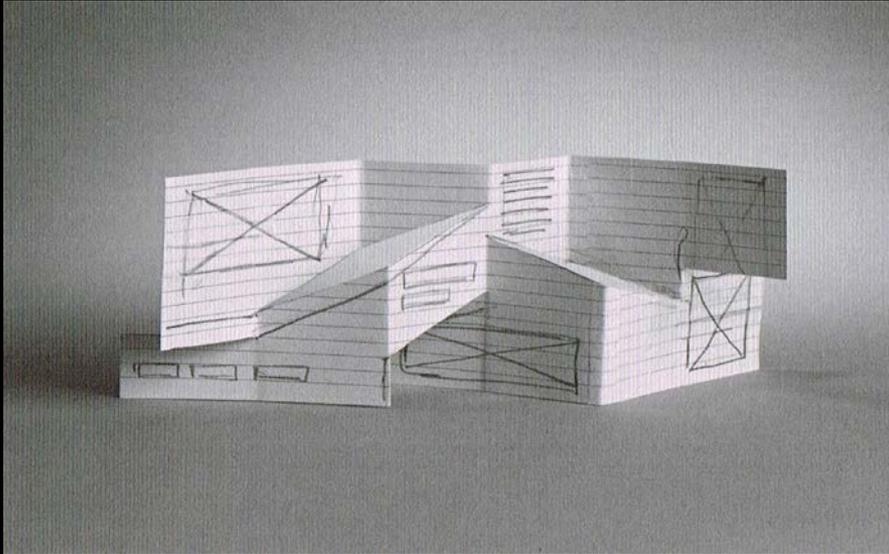


Definición de pliegues valle-montaña

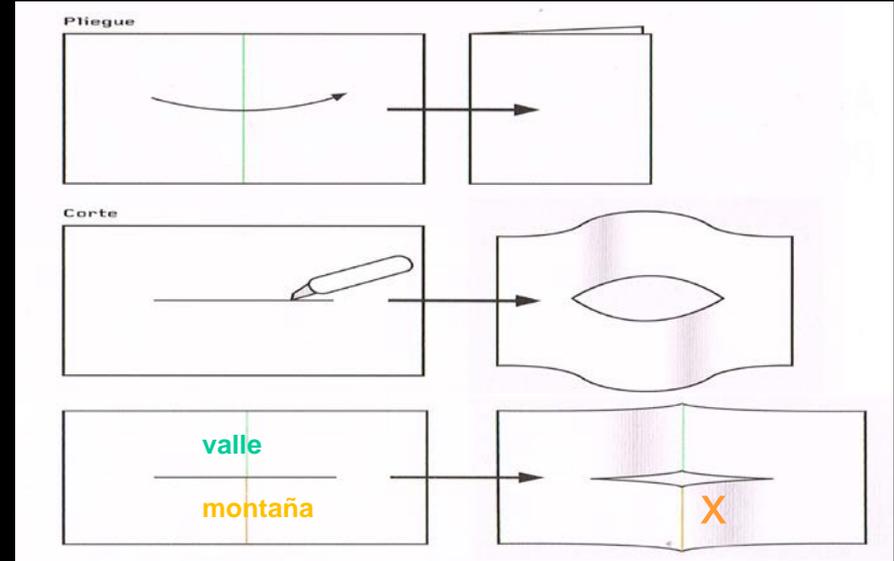


Acción de pliegue exterior (3 valle y 1 montaña)

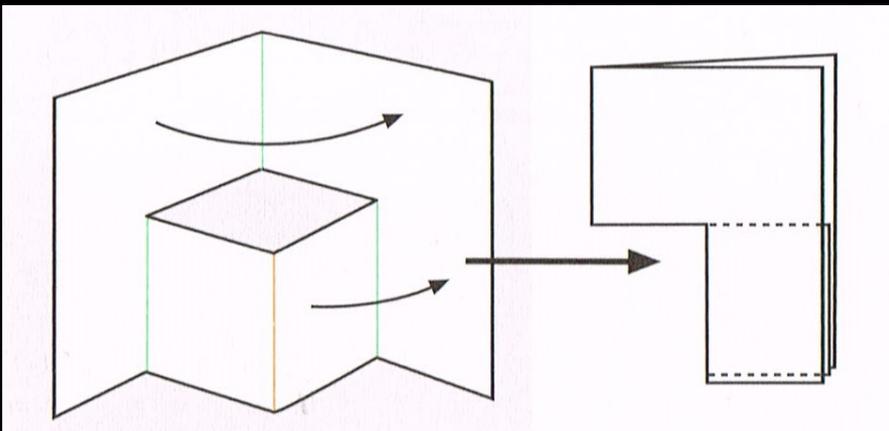
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: referencia al diseño "POP UP"



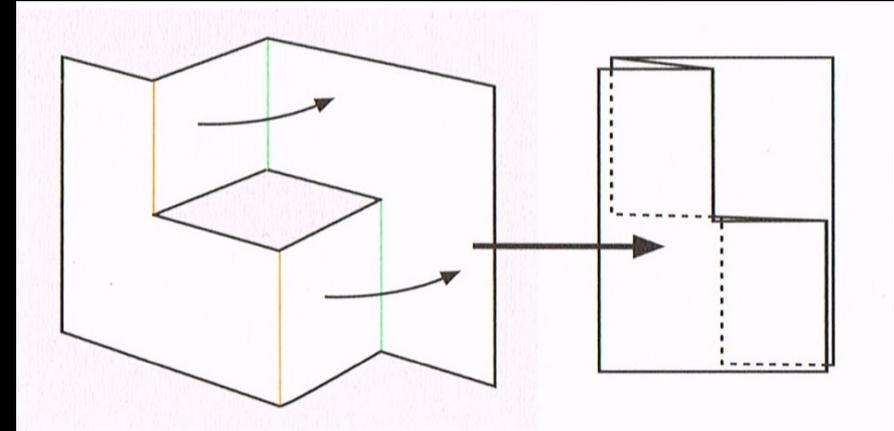
Boceto de Pop-Up donde se incluyen secciones, bocetos y correcciones



Definición de pliegues valle-montaña

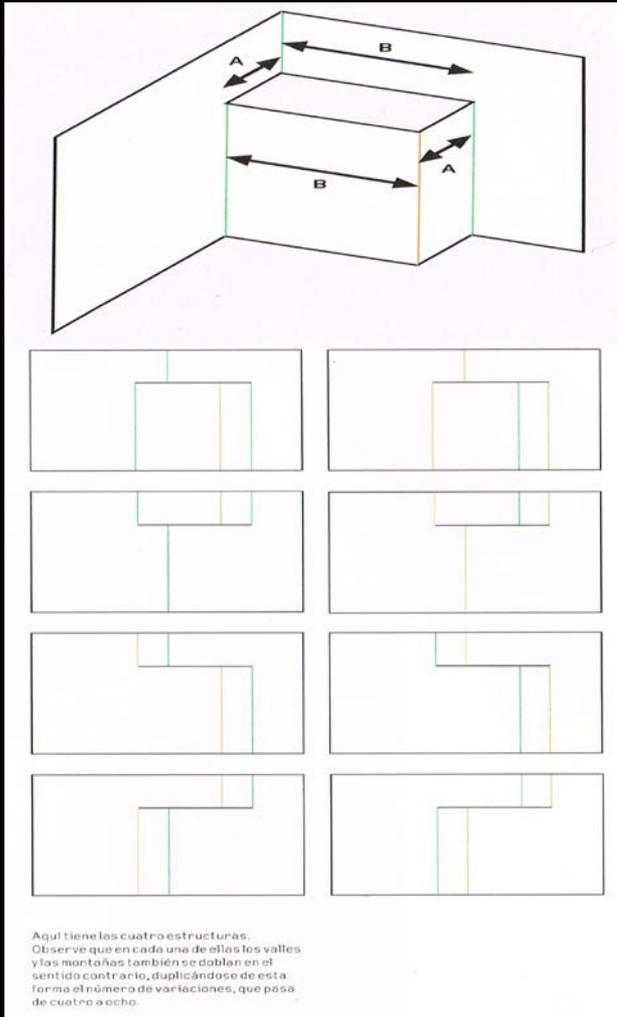


Acción de pliegue exterior (3 valle y 1 montaña)

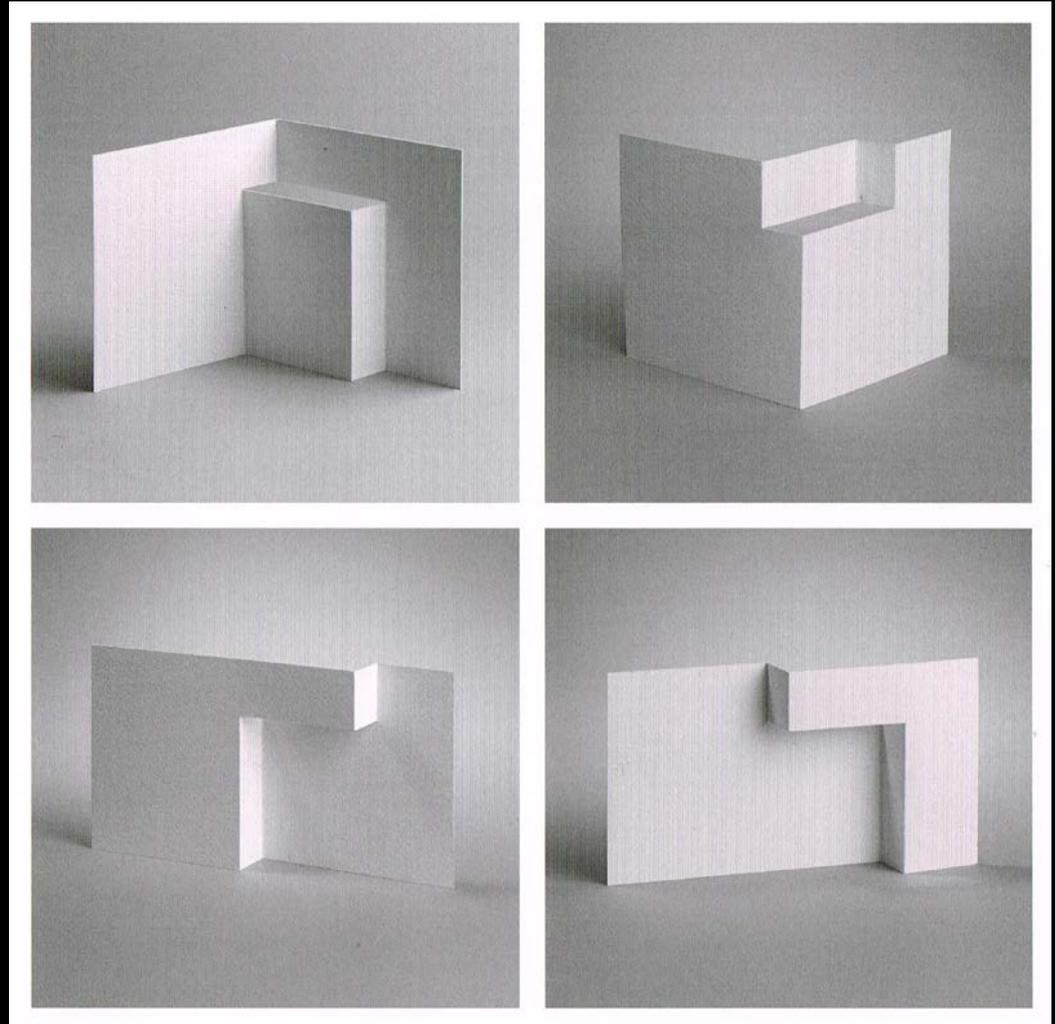


Combinación de pliegues de dos y dos (2 valle y 2 montaña)

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: referencia al diseño "POP UP"

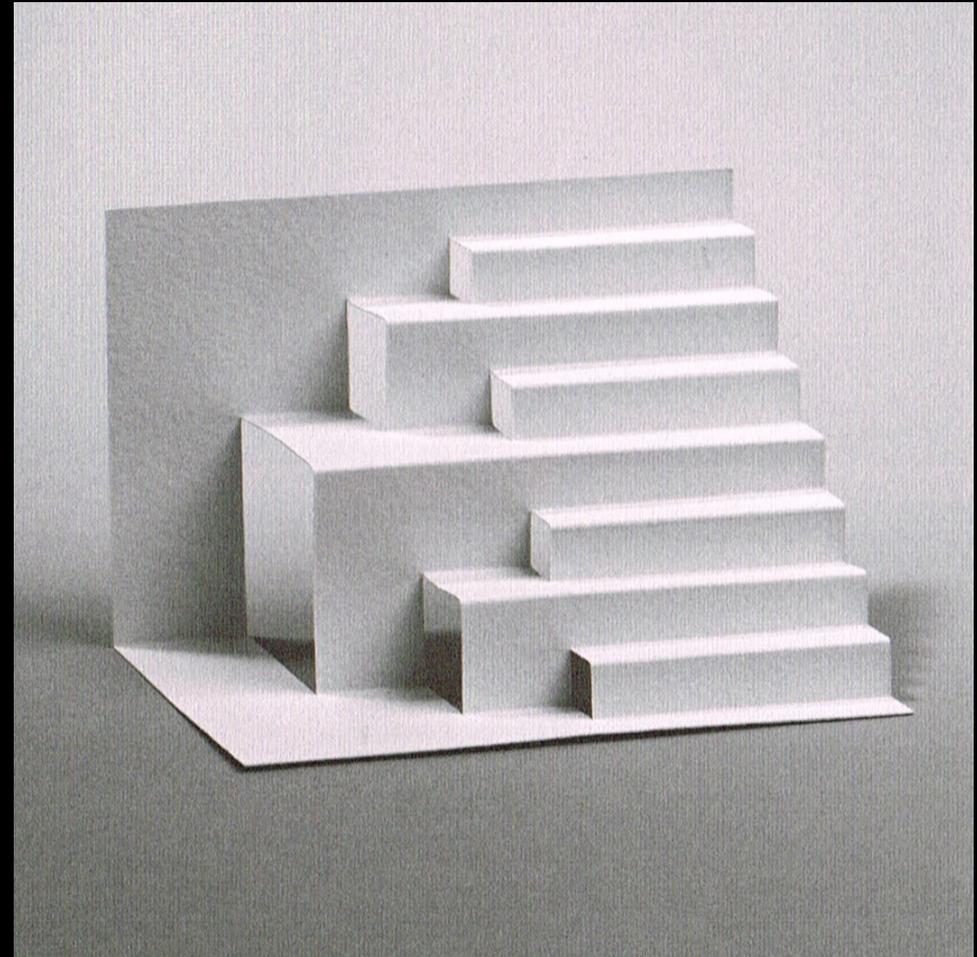
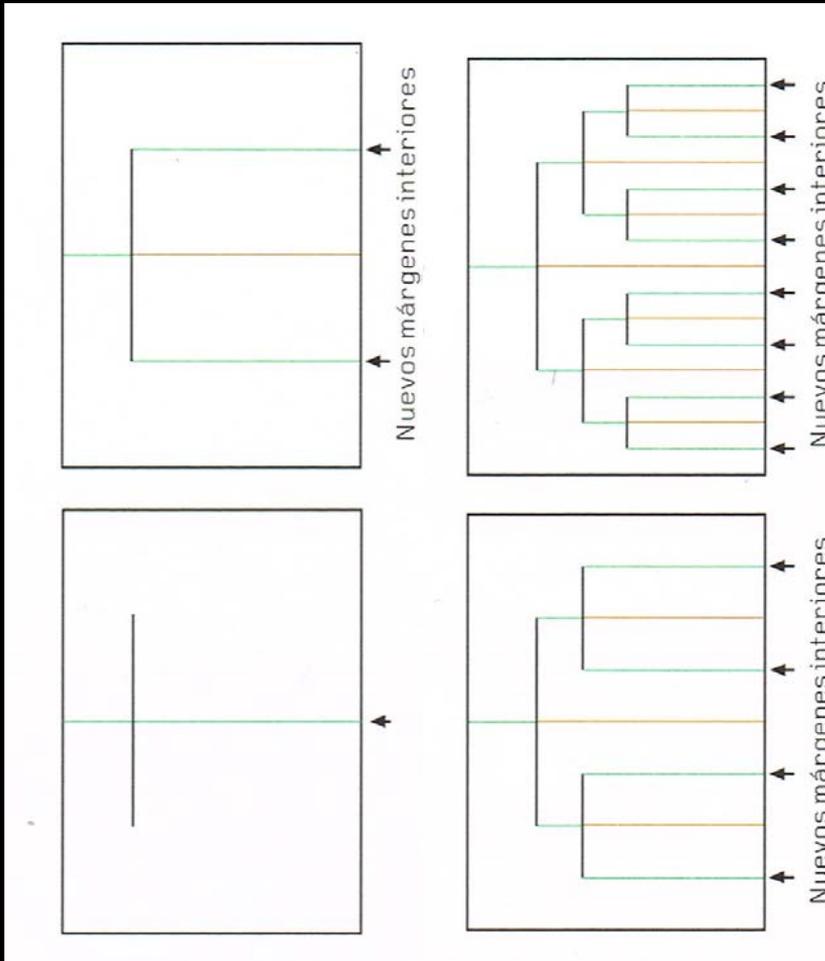


Diseño de un posible prototipo de combinación valle-montaña

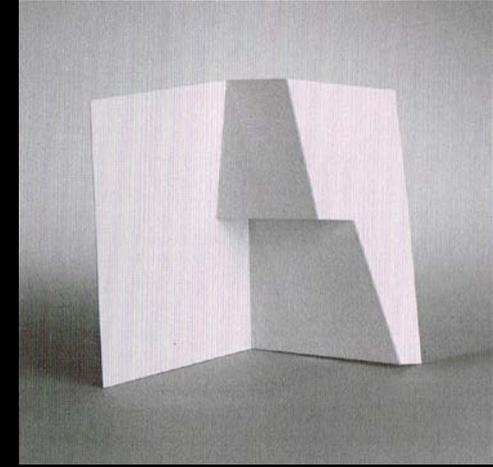
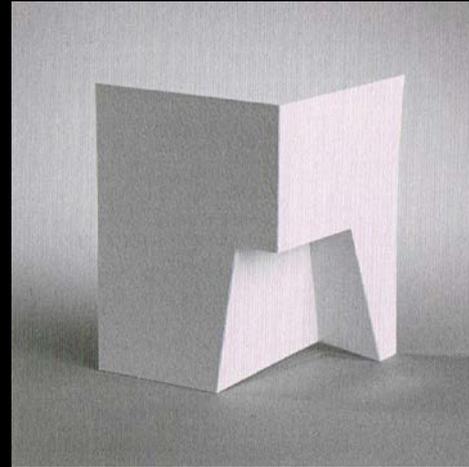
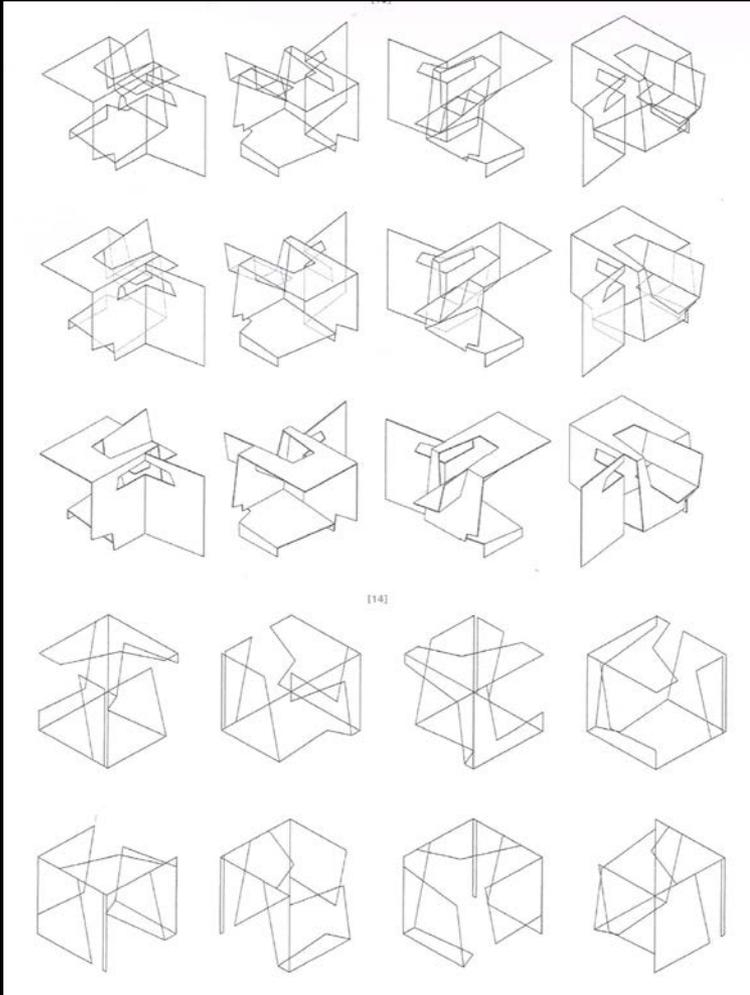


Diseños resultantes atendiendo a los distintos pliegues efectuados

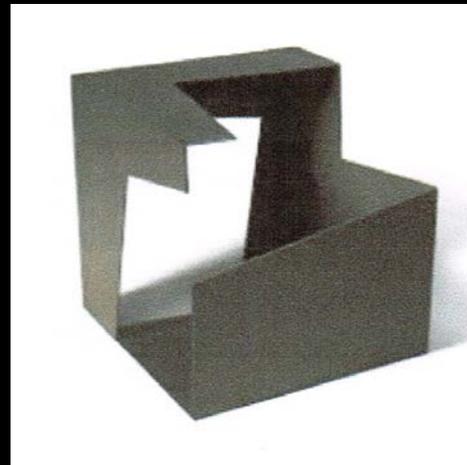
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: referencia al diseño "POP UP"



## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: plegaduras – sólidos y vacíos



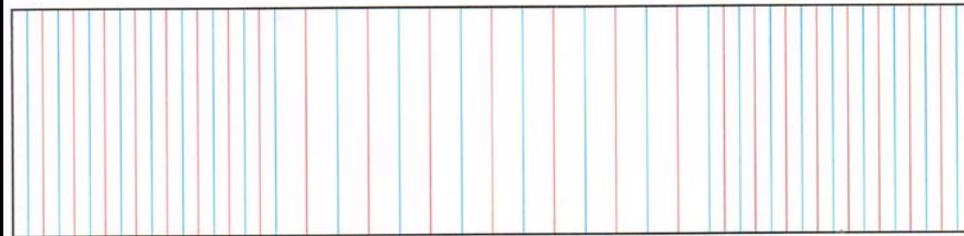
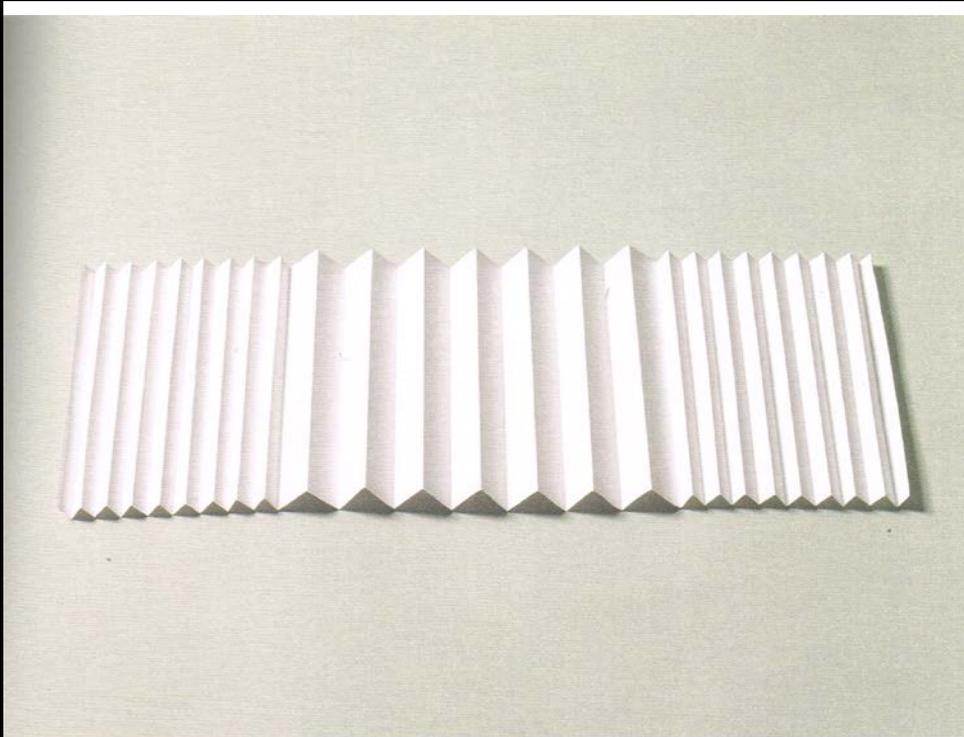
Bocetos realizados según modelización en Pop Up



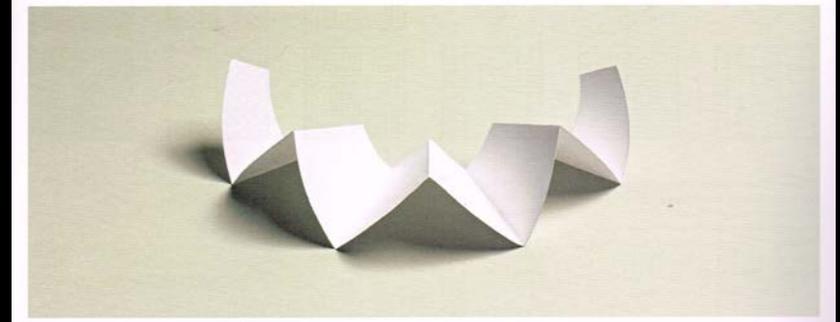
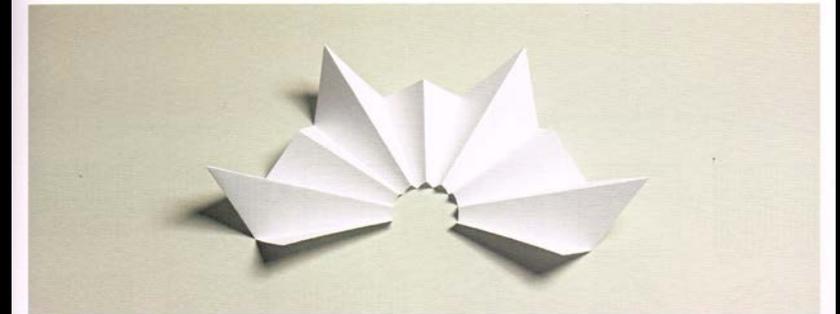
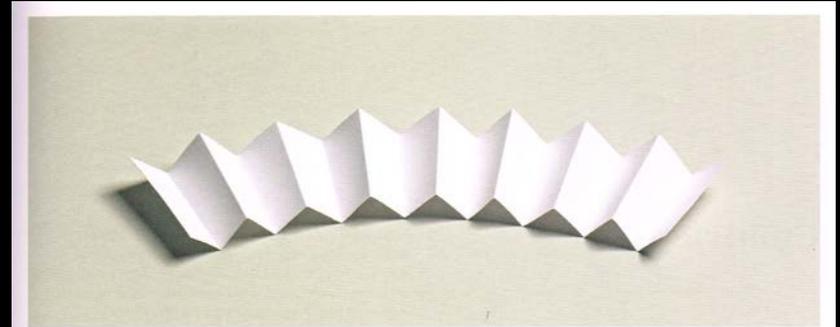
Combinaciones positivas-negativas: espacio vacío por relación de caras contenidas en elementos prismáticos, serie *Cajas Vacías* (1958). Fuente Jorge Ramos "Topografías, ventanas y ausencias". 2016

Piezas escultóricas

**Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros. ref. plegados simples-Sistemas Plegables**

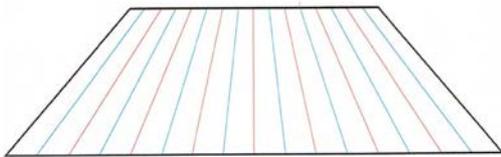
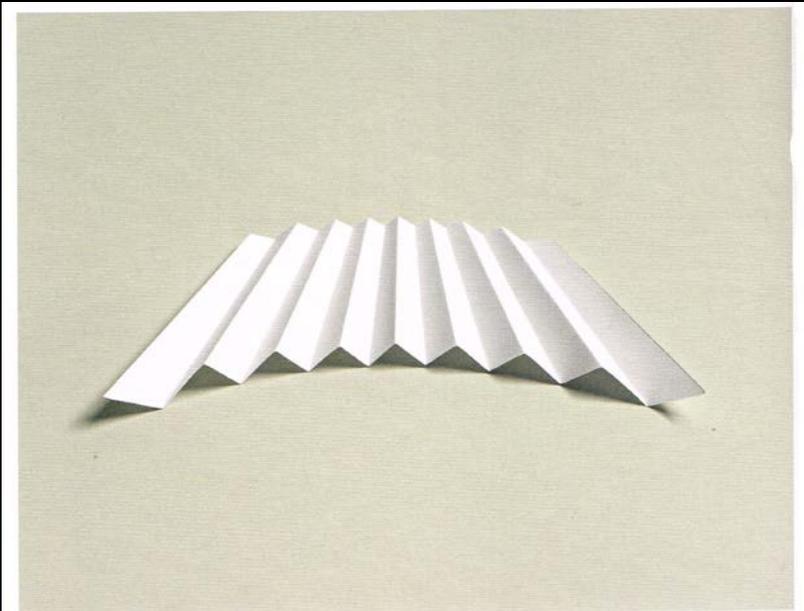


Sistema de plegado lineal de distinta intensidad

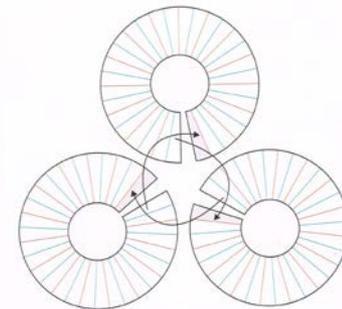
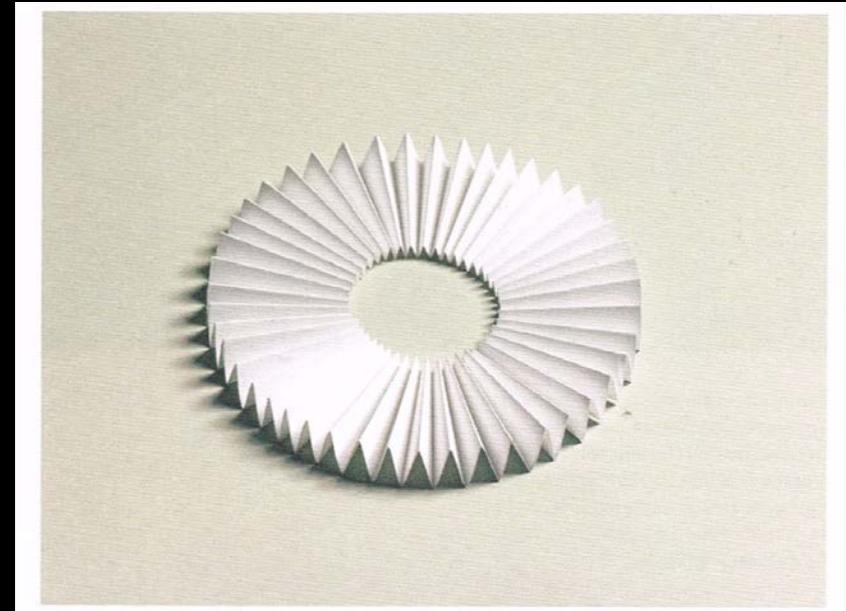


Distintos casos de otros doblados y corte de plegados radiales

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros. ref. plegados simples-Sistemas Plegables

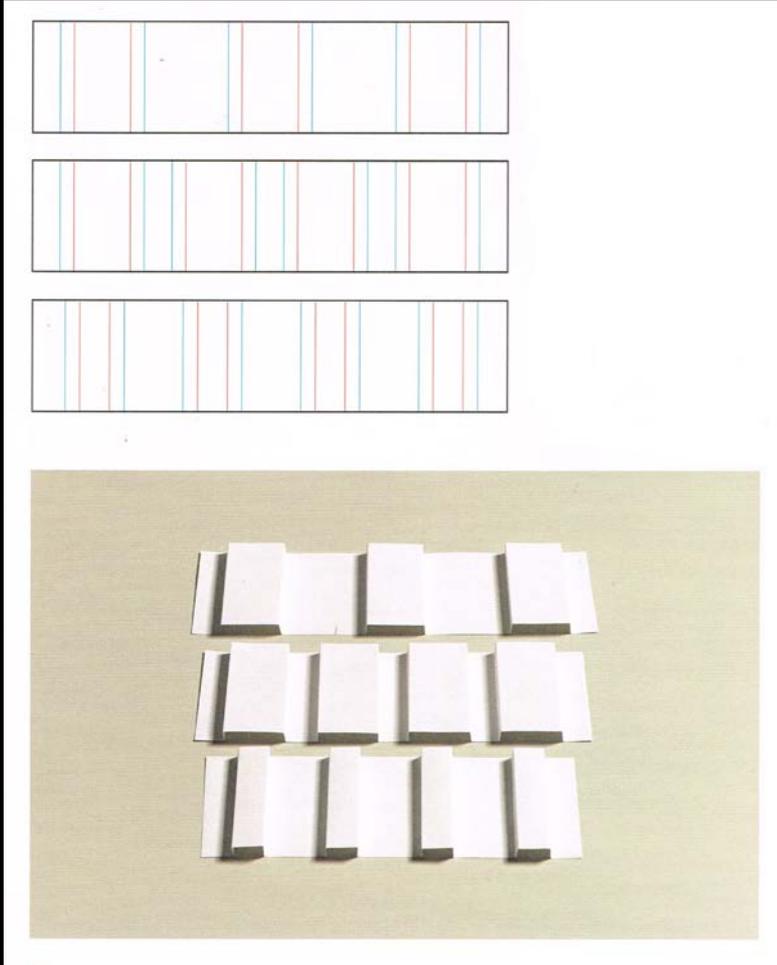


Plegado radial no cortado en forma de arco o círculo

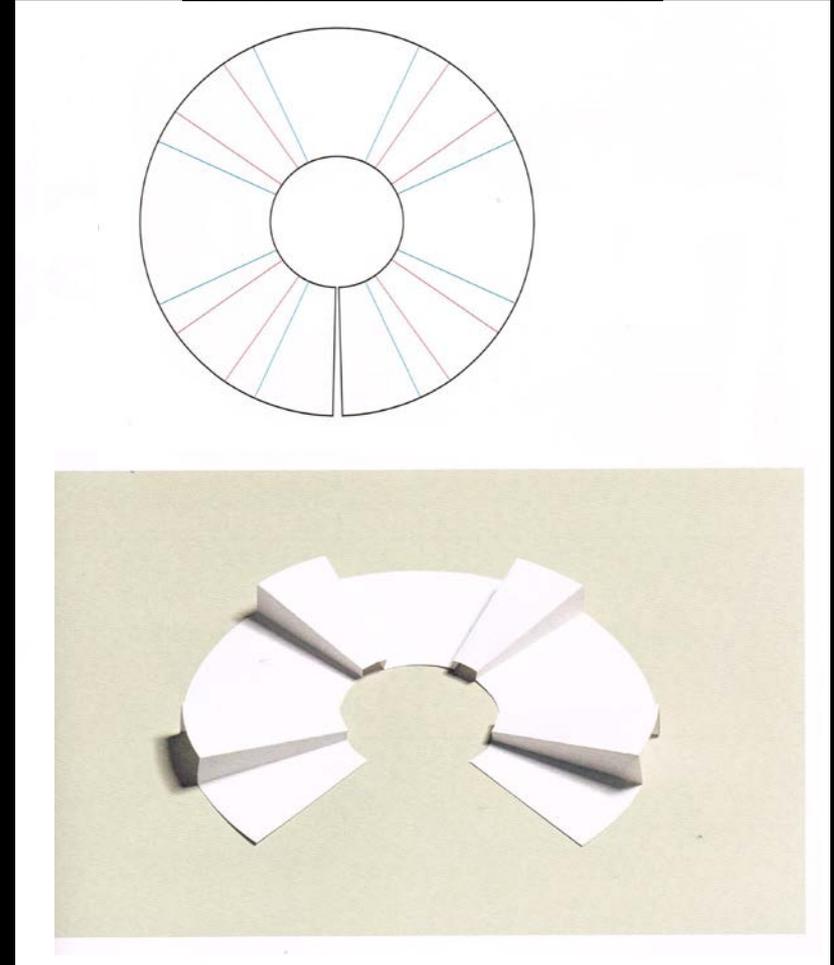


Plegados radiales no limitados a 360 grados, se pueden unir sucesivos círculos para generar una cubrición todo lo densa que sea deseable

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros. ref. plegados simples-Sistemas Plegables

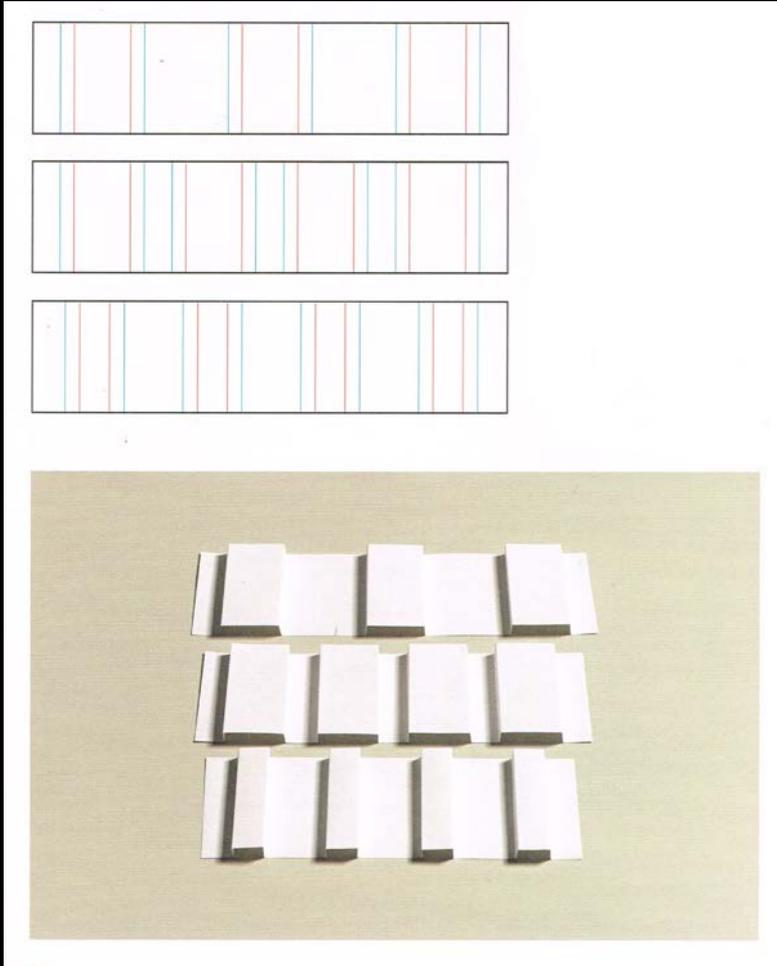


Plegado tipo en caja con variaciones rítmicas lineales

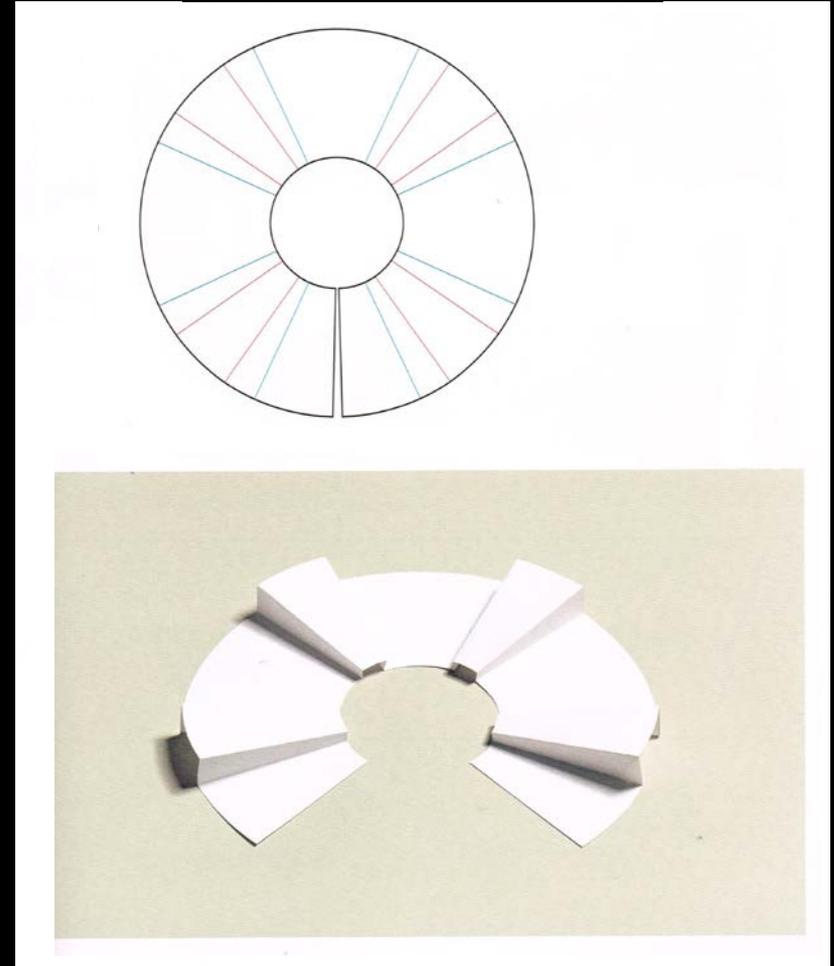


Plegados tipo en caja radial

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros. ref. plegados simples-Sistemas Plegables

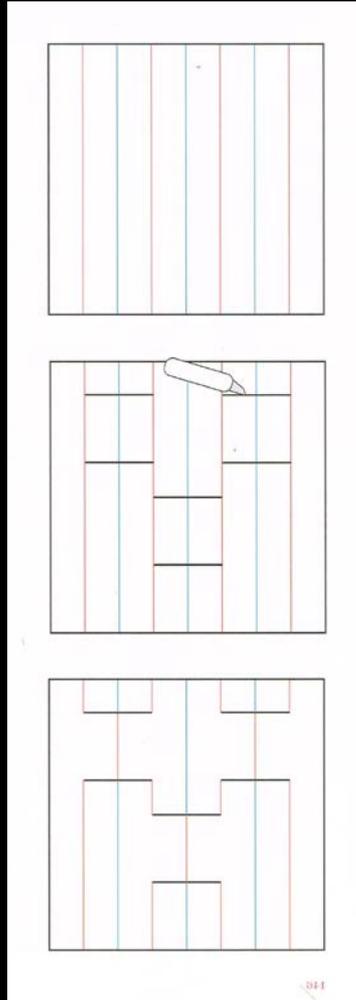


Plegado tipo en caja con variaciones rítmicas lineales



Plegados tipo en caja radial

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: ref. plegados - **Sistemas Plegables**

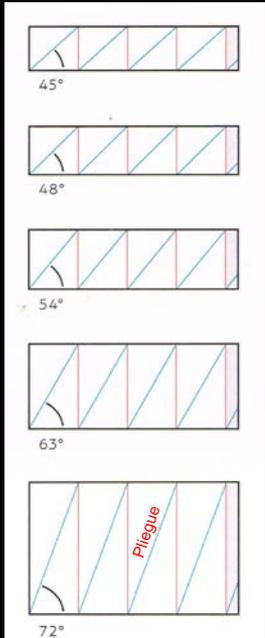


Cortes y pliegues tipo

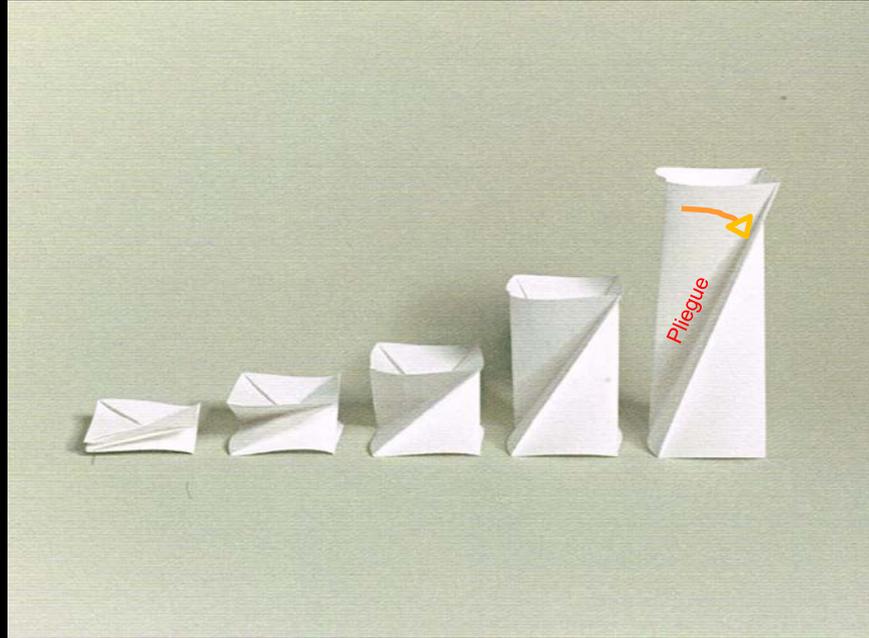


Resultado del sistema

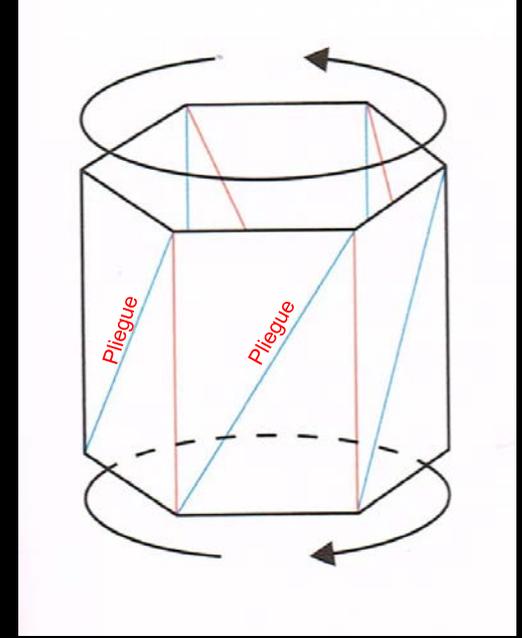
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: ref. plegados - **Sistemas Plegables**



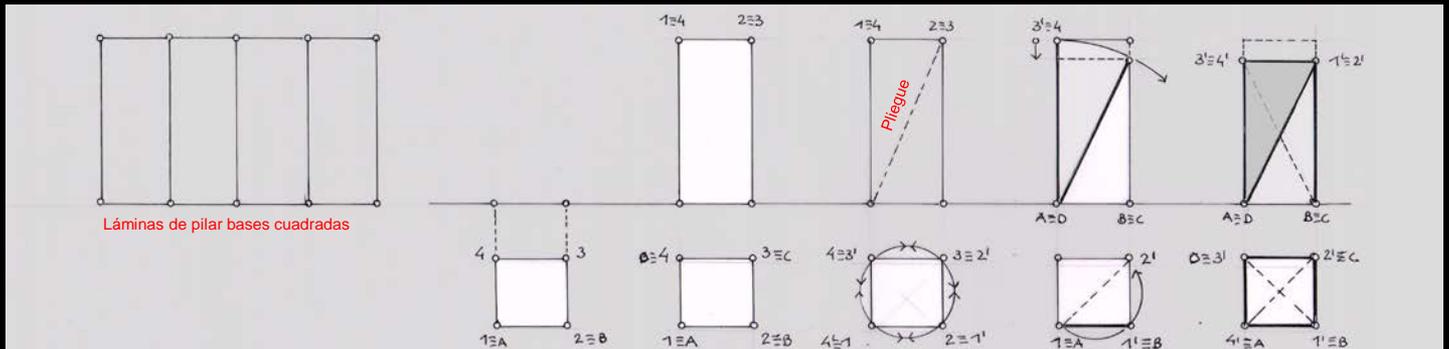
Plegues tipo según altura



Resultado de rosetones-columnas giradas de bases cuadradas en función de altura y giro



Ejemplo de giros en columna de base exagonal



Proceso de generación

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: **sistemas plegables - ejemplos**



Plegaduras, modelos iniciales

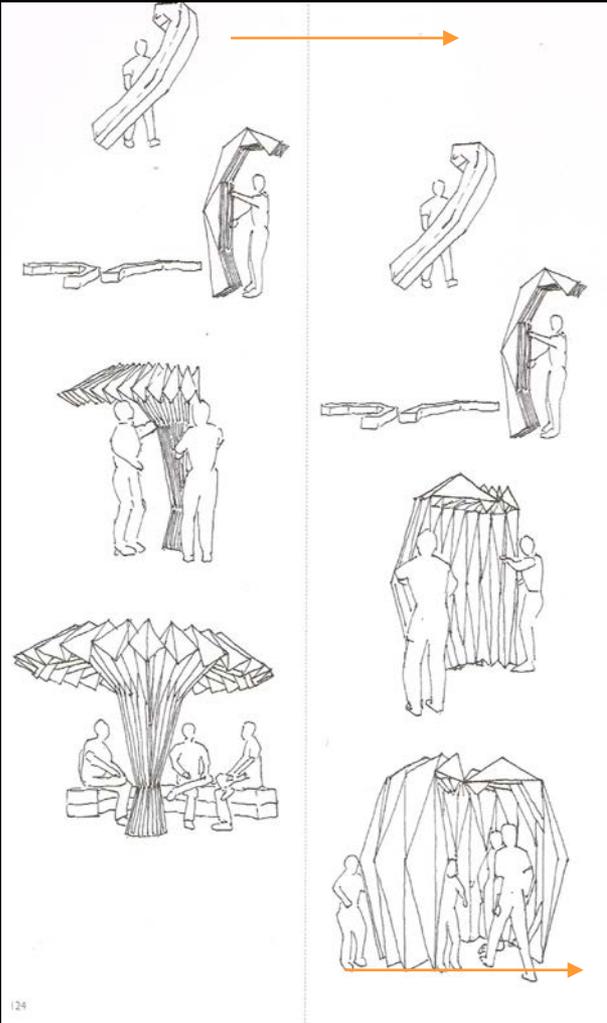
# XFA tema 2.C.2

profesor : pablo costa buján

# 01

parte primera, teoría de superficies

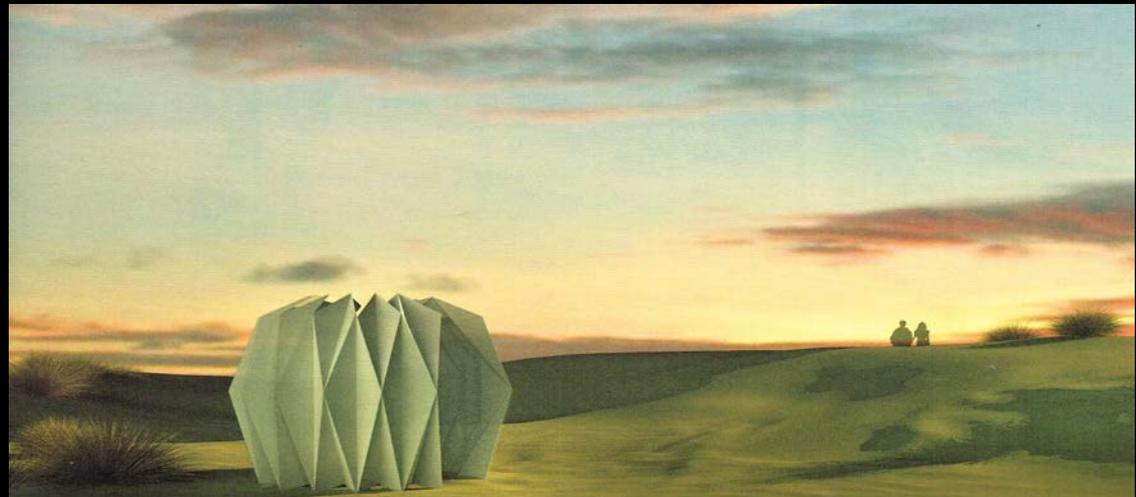
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: usos diversos de los sistemas plegables



124



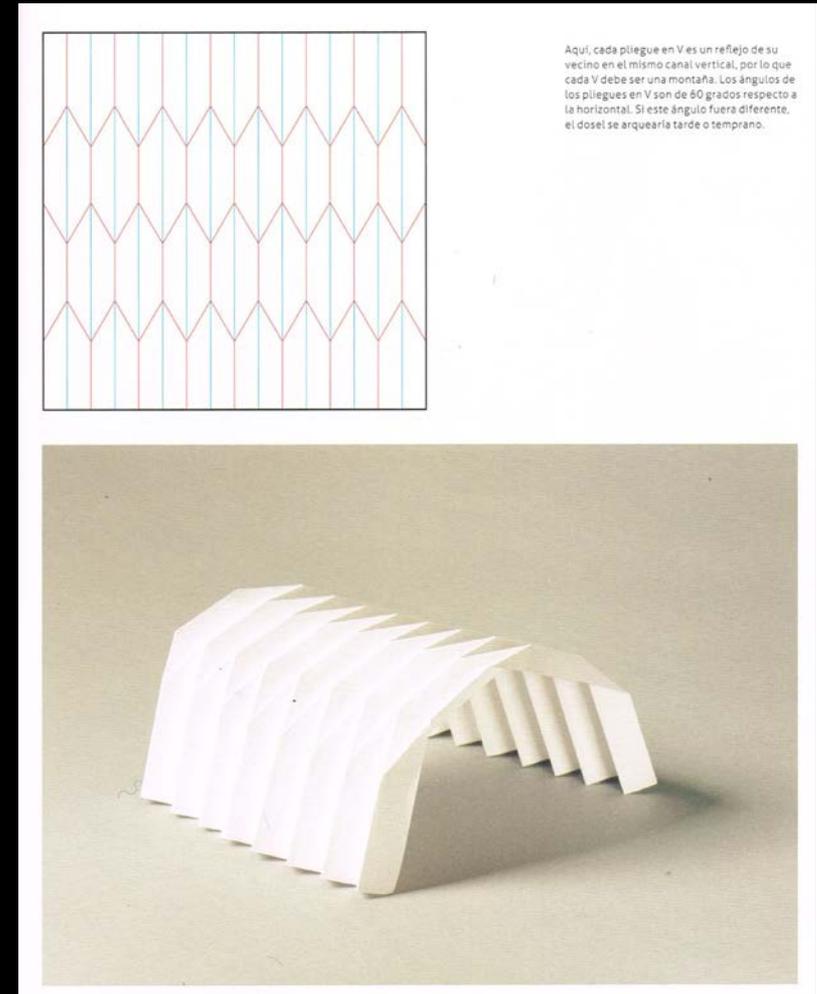
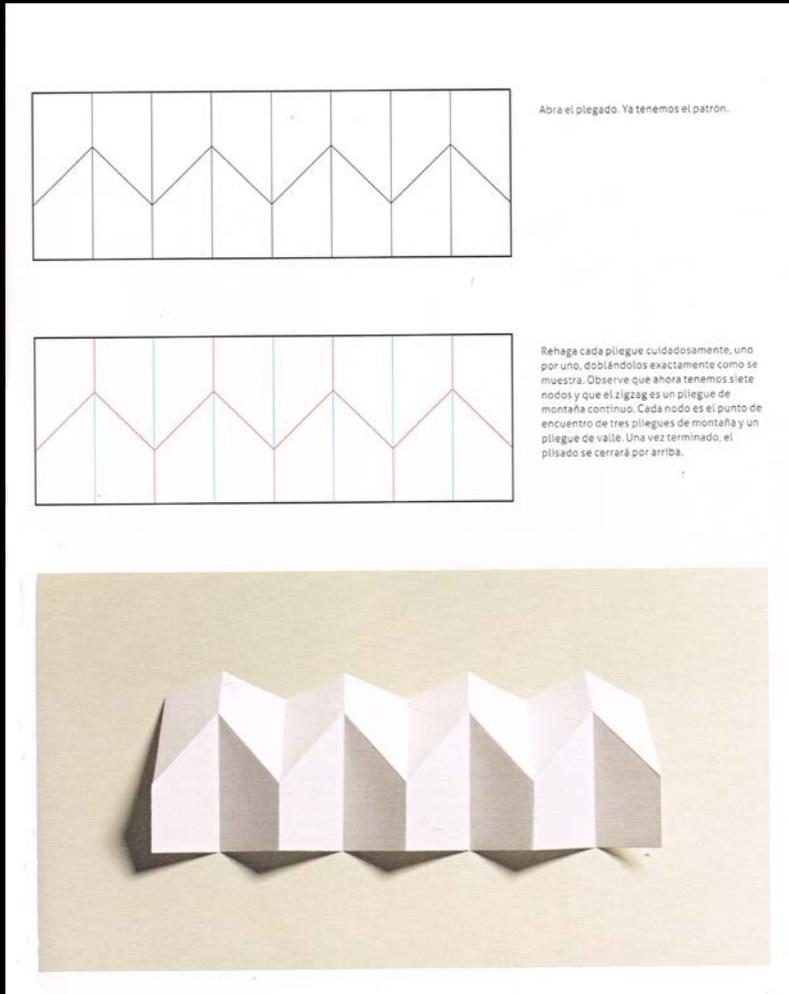
Distintas etapas del montaje del denominado "ParaPli" en versión parasol.



Caja POP UP – ParaPli diseñada por Ophélie Bertout y Marcus Kistner

Otra etapa-aplicación del montaje del denominado "ParaPli" en versión cortavientos.

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: sistemas plegables - ejemplos



Patrón de plegado y aplicación

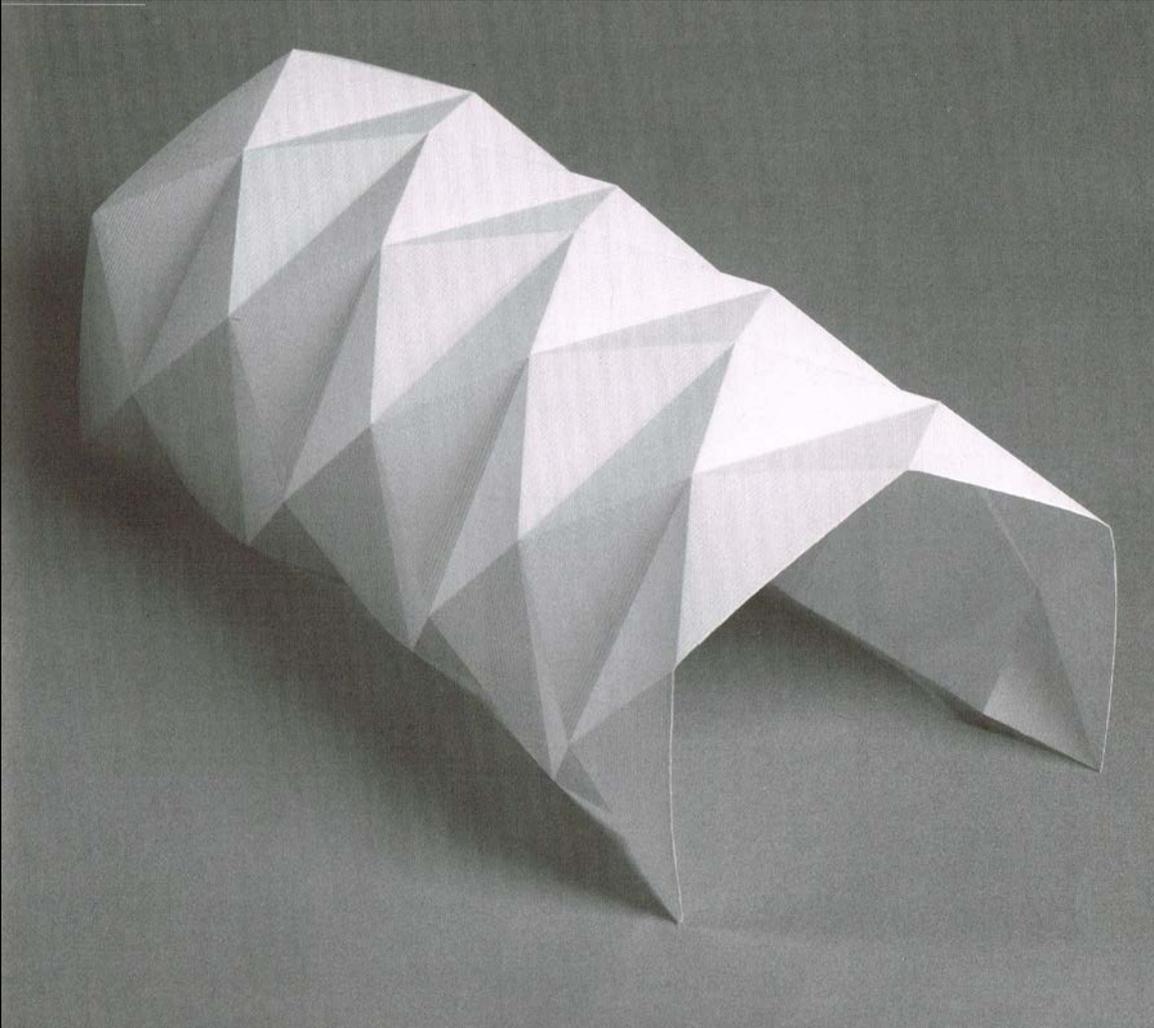
# XFA tema 2.C.2

profesor : pablo costa buján

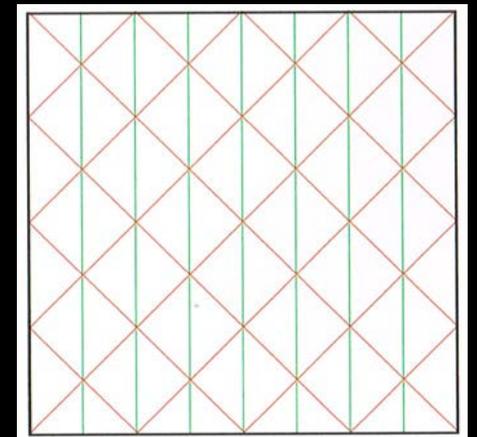
# 01

parte primera, teoría de superficies

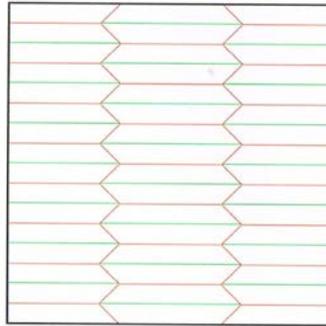
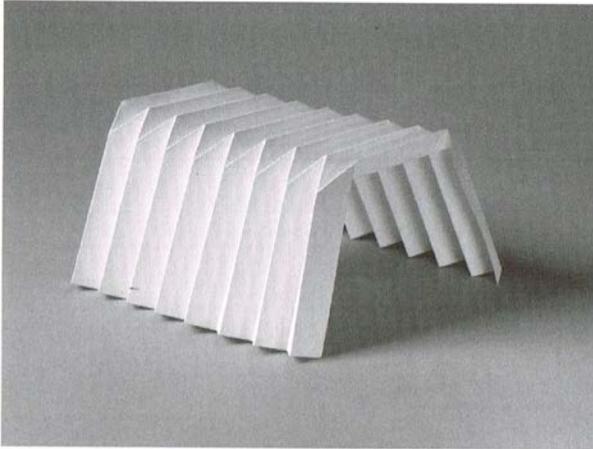
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: sistemas plegables - ejemplos



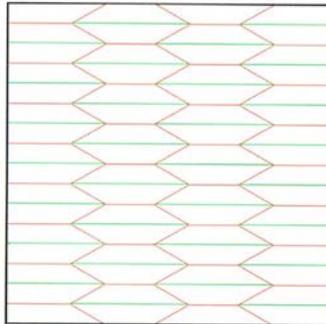
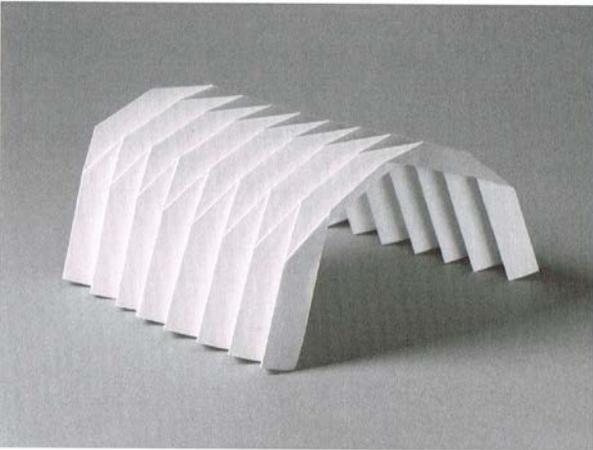
Patrón de plegado y aplicación



## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: sistemas plegables - ejemplos

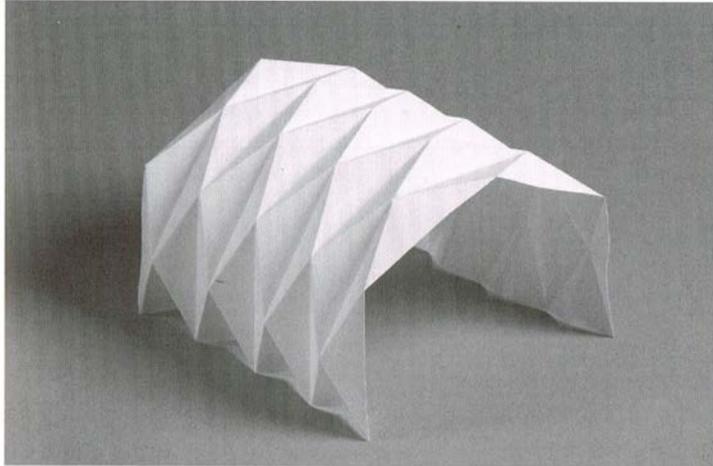


Con dos líneas de plegados en V se obtiene un techo plano. Observe que cada una de las dos líneas es un reflejo de la otra.

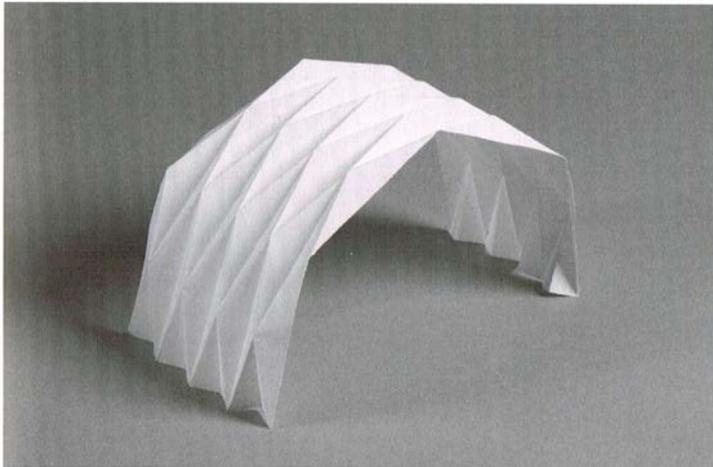


En este caso se han usado tres líneas de plegados en V. El ángulo entre los trazos de las V es de  $60^\circ$  y no de  $90^\circ$  como antes, por lo que la extensión se estira y queda más abierta. Esta estructura empieza a recordar las extensiones en X.

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: sistemas plegables - ejemplos

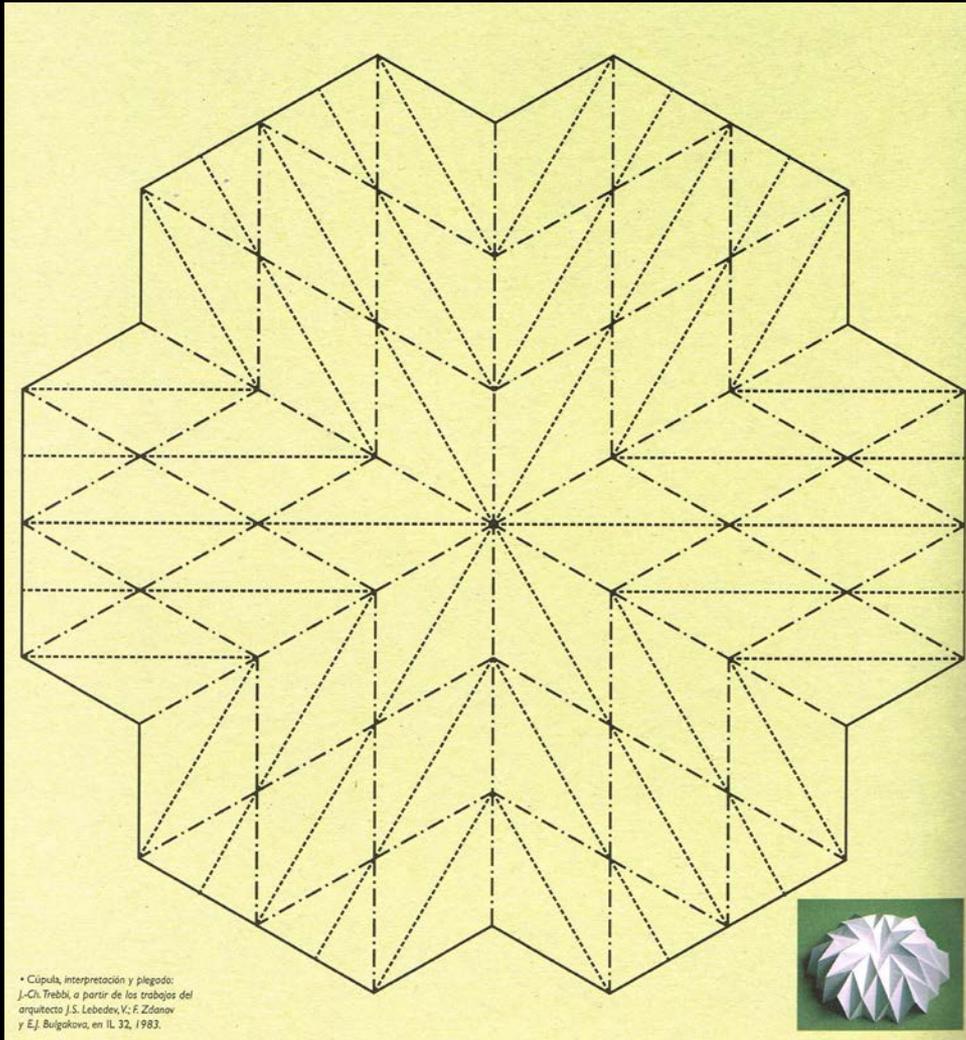


Al comprimir en vertical el patrón de plegado 5.1.1 para crear un ángulo de  $120^\circ$  entre los trazos de cada X, la expansión se hace mucho más abierta que la anterior. Ahora su abertura es suficiente para permitir que los pliegues puedan aplanarse en acordeón.

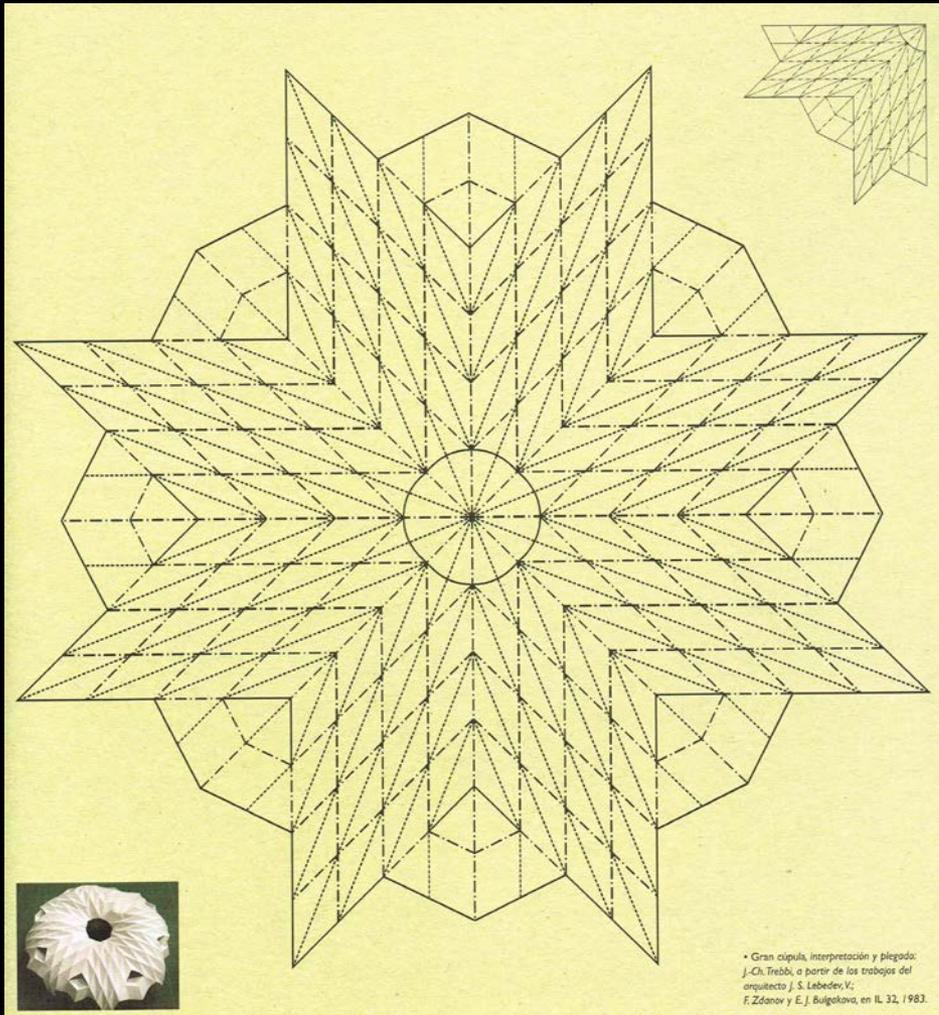


Si se estrechan aún más los pliegues verticales hasta crear un ángulo de unos  $130^\circ$  entre los trazos de cada X, la extensión se abre aún más. Como en el ejemplo anterior, los pliegues pueden comprimirse en acordeón.

## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: sistemas plegables - ejemplos

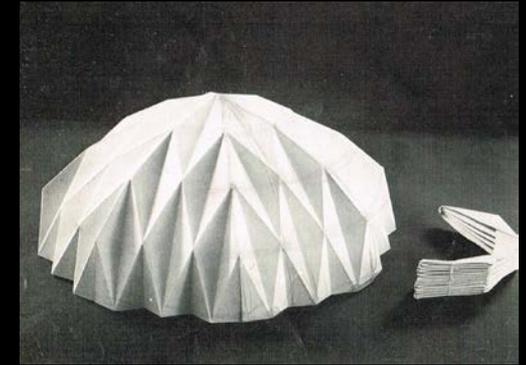
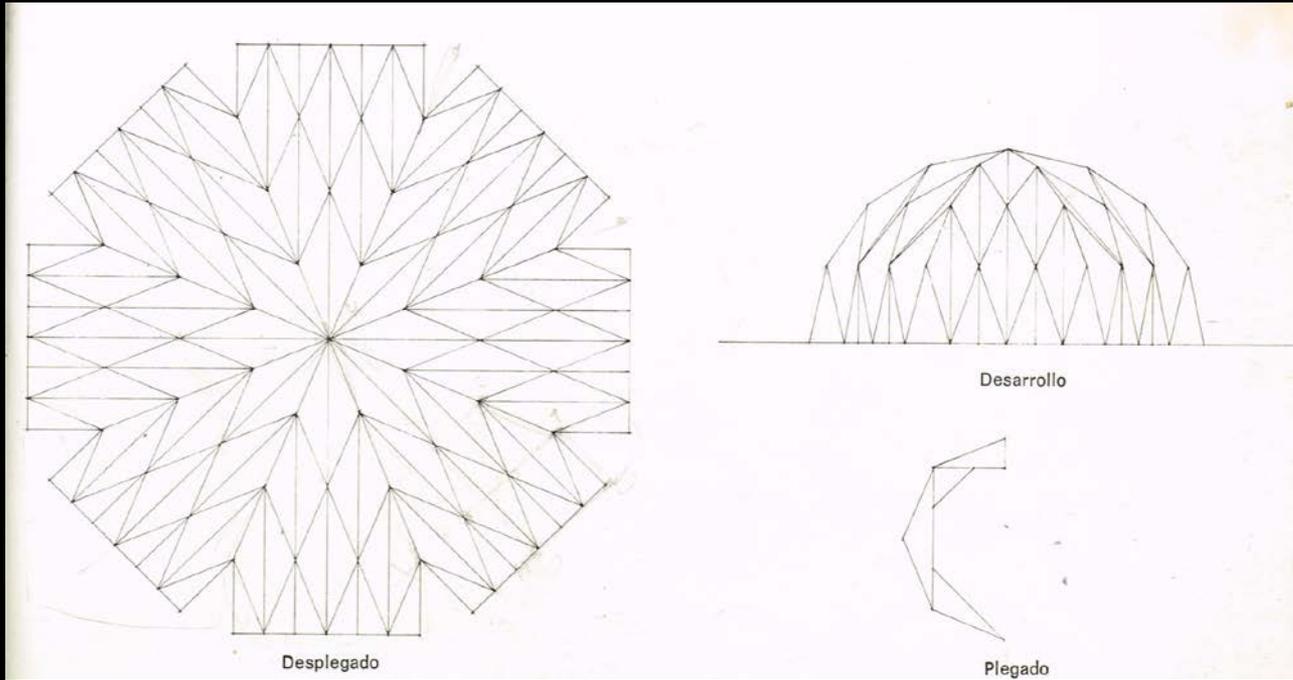


## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: sistemas plegables - ejemplos



Patrón de plegado y aplicación en desarrollo circular

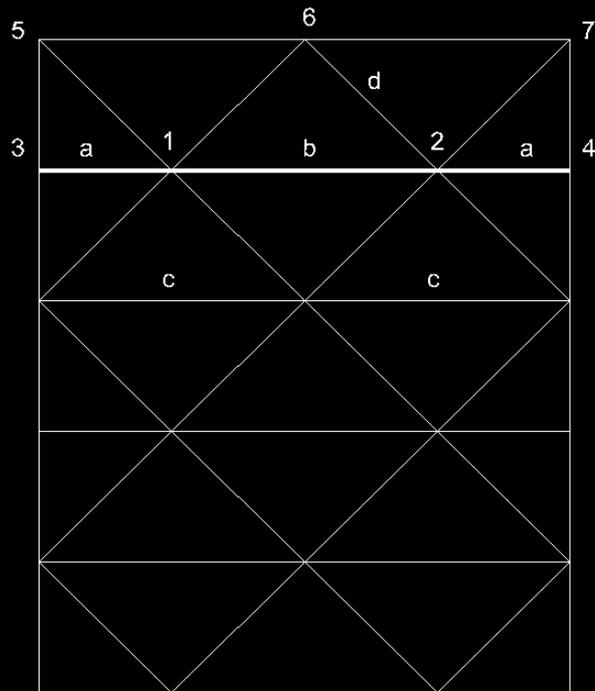
## Aplicaciones arquitectónicas de los poliedros: sistemas plegables y su representación



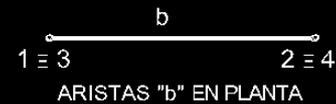
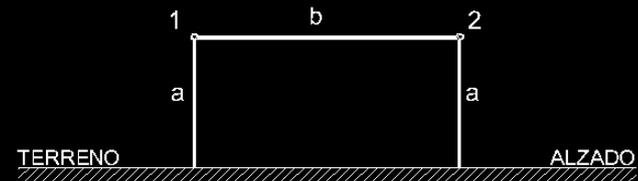
Patrón y aplicación de plegado

# ejemplo de sistema plegable 01

## Ejemplo de sistemas plegables\_01

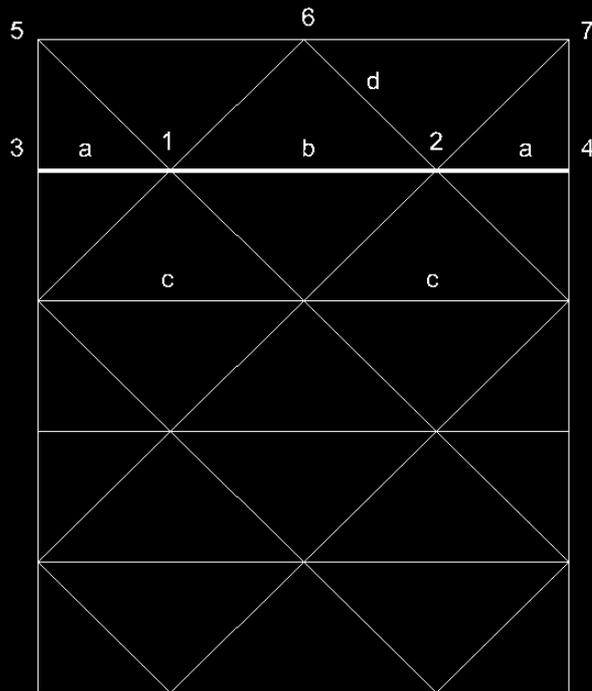


DATO INICIAL POSICIÓN DE ARISTAS "a y b" EN ALZADO  
RECTAS EN VERDADERA MAGNITUD

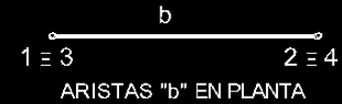
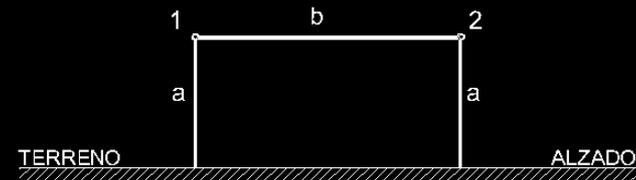


**Paso 1. Datos iniciales – LÁMINA**

## Ejemplo de sistemas plegables\_01

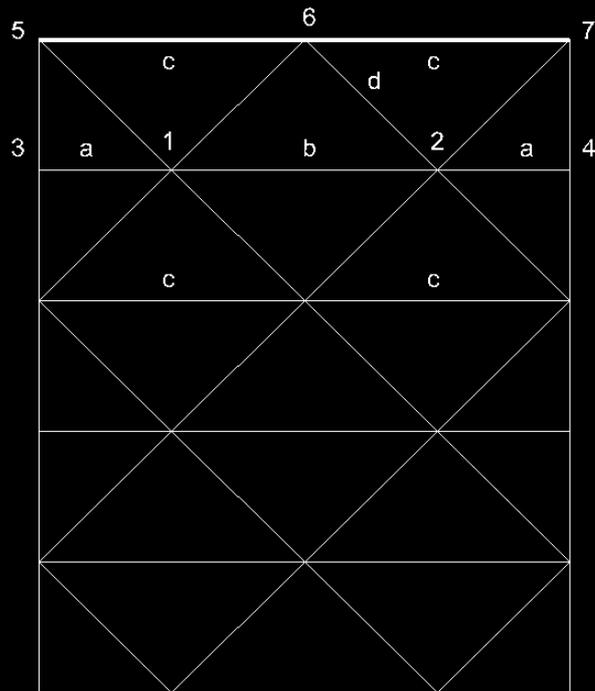


DATO INICIAL POSICIÓN DE ARISTAS "a y b" EN ALZADO  
RECTAS EN VERDADERA MAGNITUD

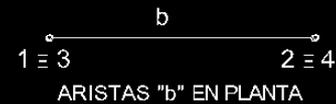
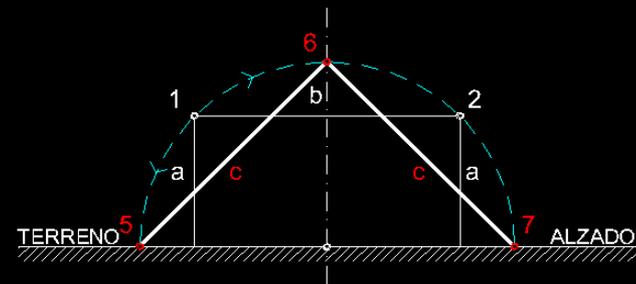


**Paso 1. Datos iniciales**

## Ejemplo de sistemas plegables\_01



GIRO Y POSICIÓN DE ARISTAS TIPO "c" VÉRTICE EN EL EJE RECTAS EN VERDADERA MAGNITUD

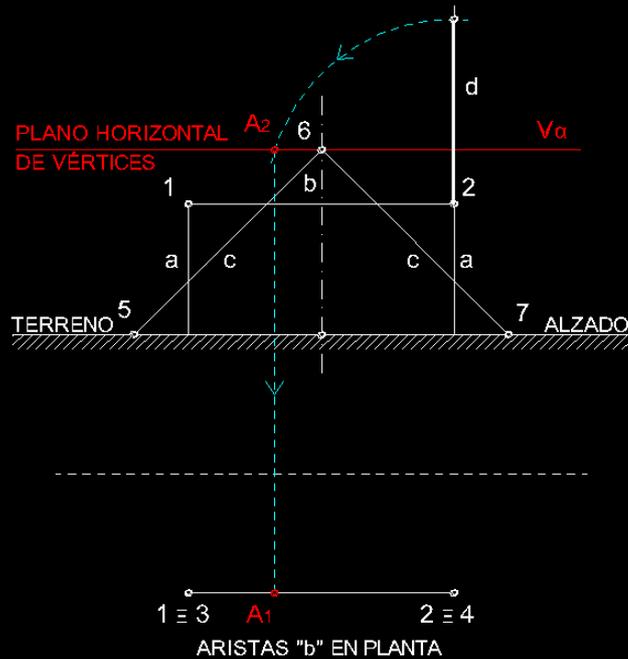


Paso 2



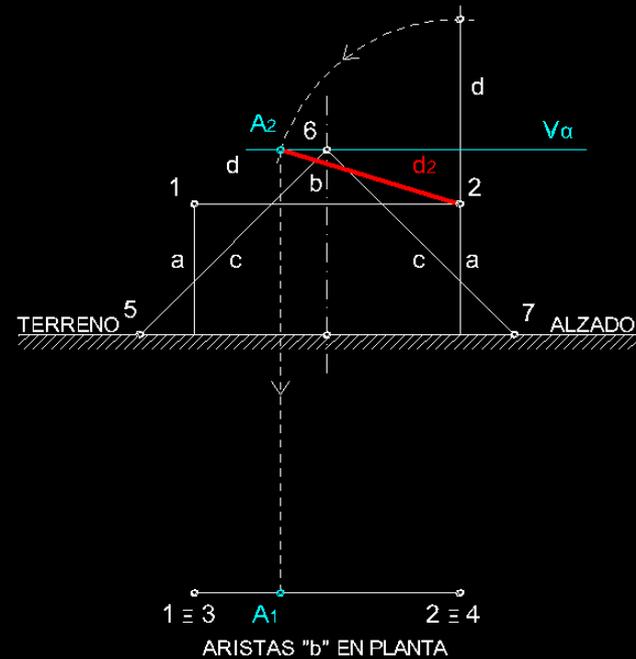
## Ejemplo de sistemas plegables\_01

GIRO DE "d" AL PLANO DE VÉRTICES SUPERIORES  
OBTENCIÓN DEL PUNTO A<sub>2</sub> EN PLANO HORIZONTAL



Paso 3.2

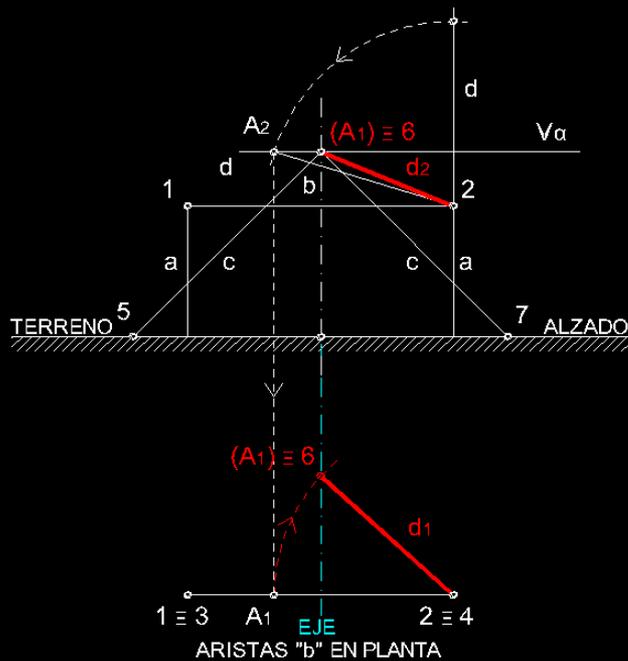
OBTENCIÓN DEL PUNTO A<sub>1</sub> PRIMERA PROYECCIÓN



Paso 3.3

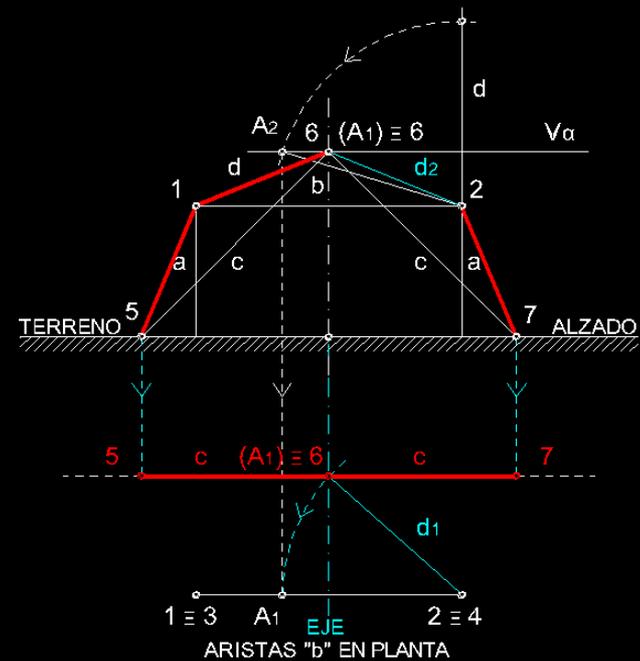
## Ejemplo de sistemas plegables\_01

POSICIÓN PROYECCIÓN "d 2" Y "d1" GIRADOS EN UNIÓN DE VÉRTICES SUPERIORES



Paso 3.3

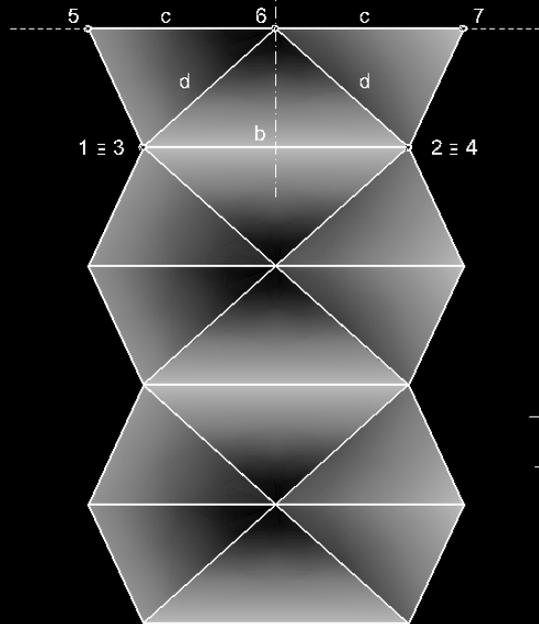
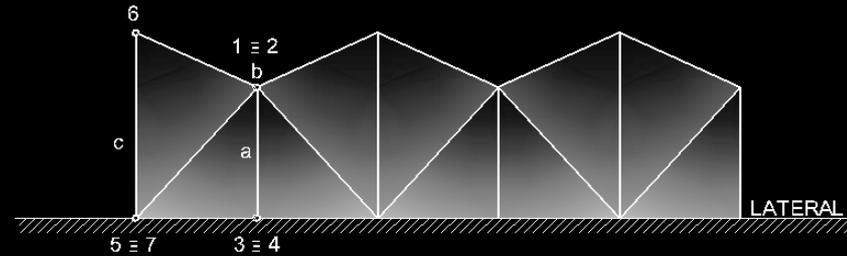
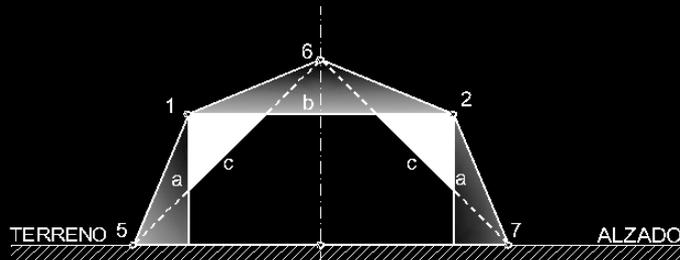
POSICIÓN DE NUEVO PÓRTICO PARALELO DE ARISTAS



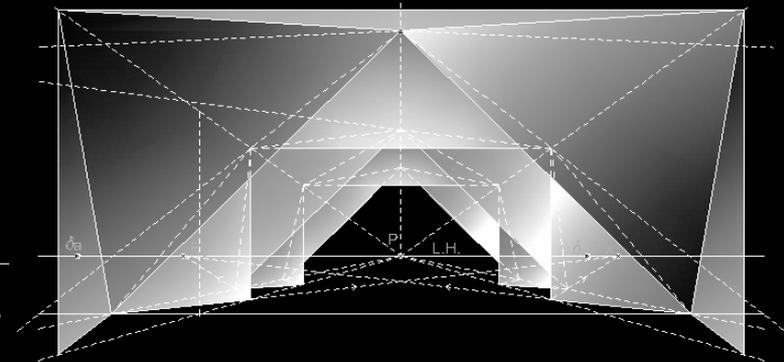
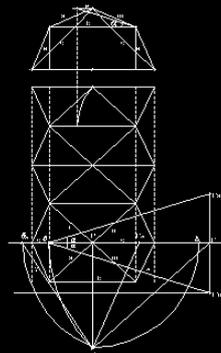
Paso 4



## Ejemplo de sistemas plegables\_01



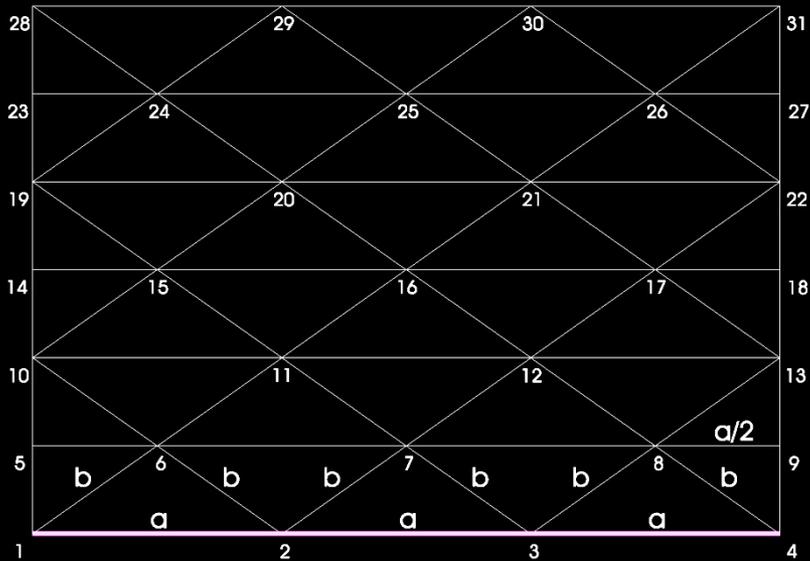
Resultado final



Perspectiva

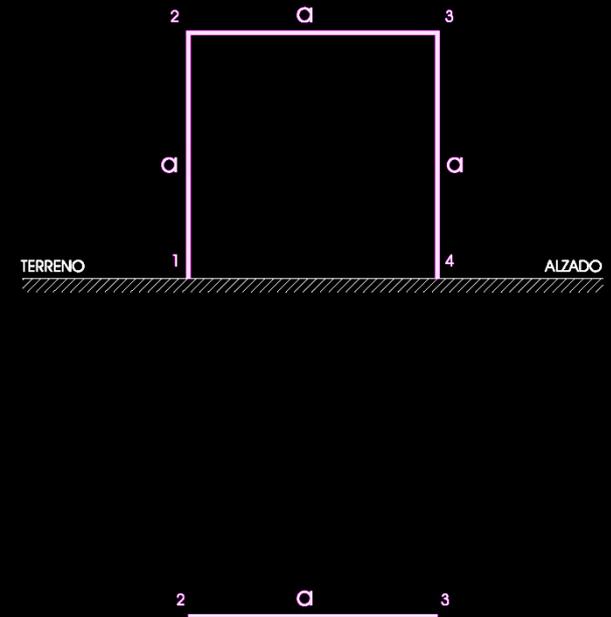
# ejemplo de sistema plegable 02

## Ejemplo de sistemas plegables\_02



**Paso 1. Datos iniciales**

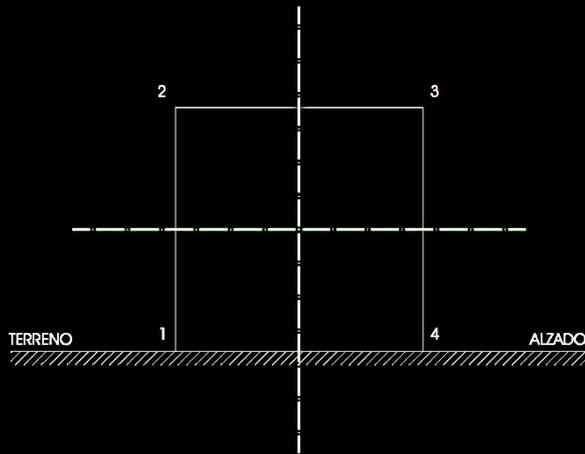
POSICIÓN DE ARISTAS "a" EN ALZADO  
RECTAS EN VERDADERA MAGNITUD



POSICIÓN DE ARISTAS "a" EN PLANTA

Ejemplo de sistemas plegables\_02

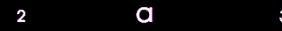
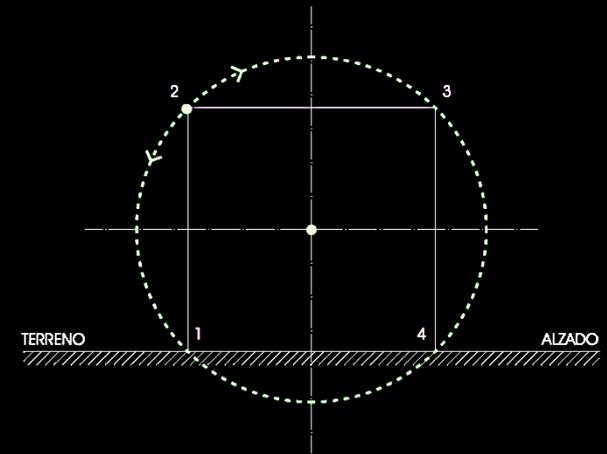
CENTRO DEL ALZADO DE ARISTAS



POSICIÓN DE ARISTAS "a" EN PLANTA

Paso 2.1

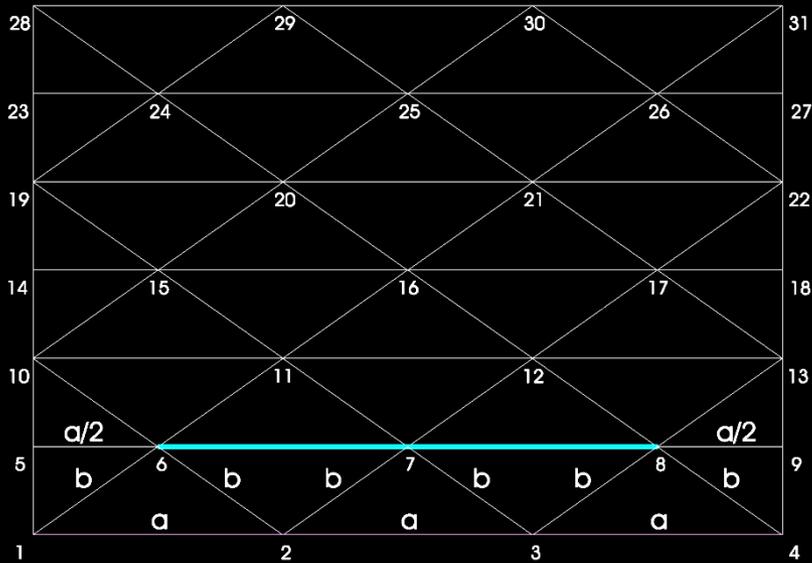
GIRO DE VÉRTICES DE ARISTAS



POSICIÓN DE ARISTAS "a" EN PLANTA

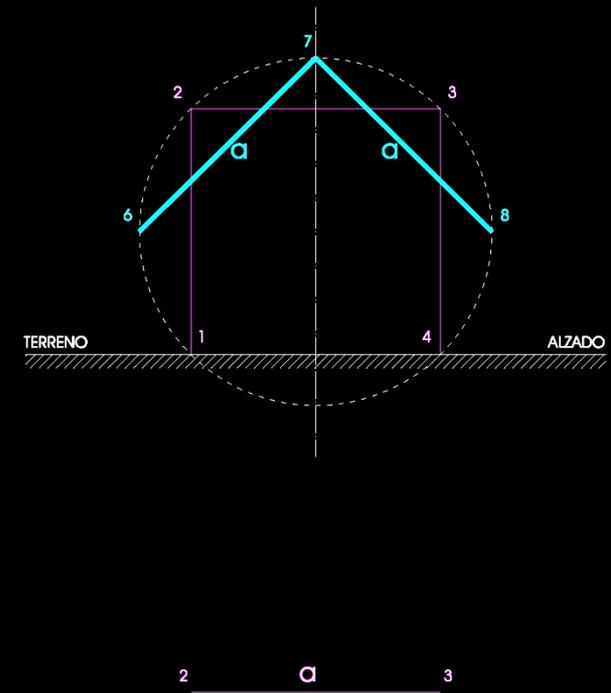
Paso 2.2

## Ejemplo de sistemas plegables\_02



### Paso 2.3

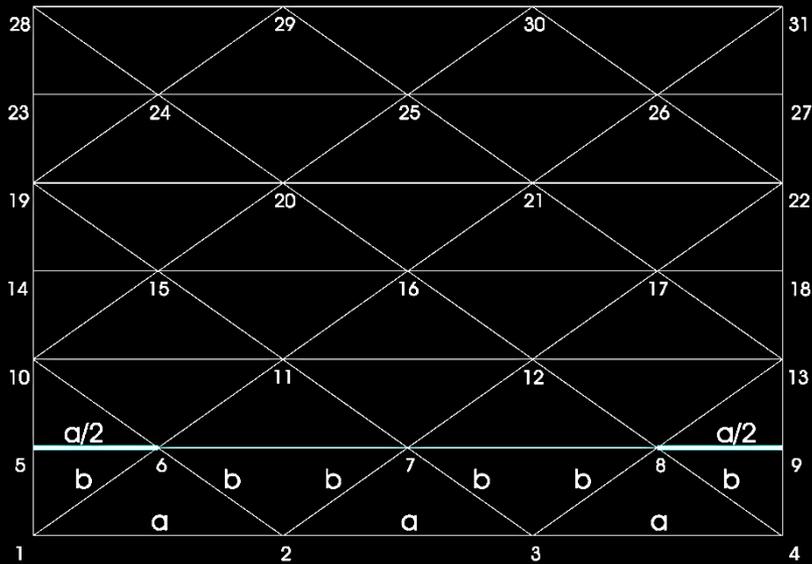
NUEVA POSICIÓN DE ARISTAS TIPO "a"  
VÉRTICE EN EL EJE  
RECTAS EN VERDADERA MAGNITUD



POSICIÓN DE ARISTAS "a" EN PLANTA

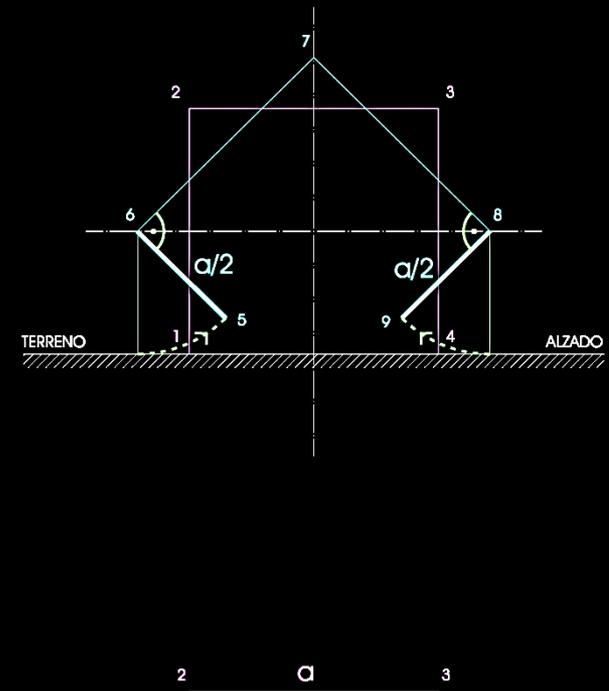


## Ejemplo de sistemas plegables\_02



### Paso 2.5

NUEVA POSICIÓN SEMIARISTAS TIPO "a"  
EN ALZADO

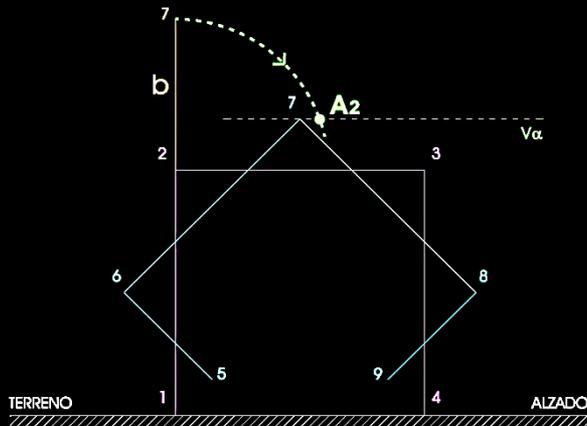


POSICIÓN DE ARISTAS "a" EN PLANTA



## Ejemplo de sistemas plegables\_02

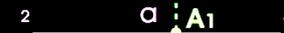
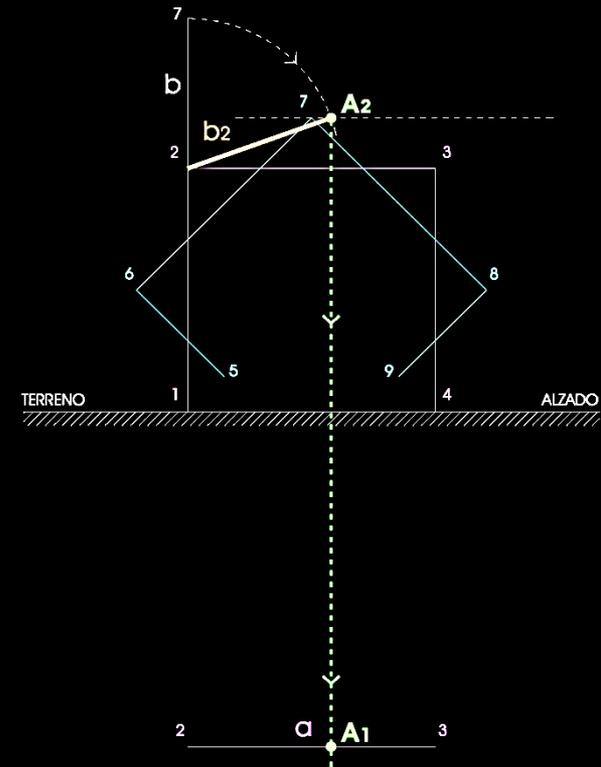
GIRO DE "b" AL PLANO DE VÉRTICES SUPERIORES  
OBTENCIÓN DEL PUNTO A2 EN PLANO HORIZONTAL



POSICIÓN DE ARISTAS "a" EN PLANTA

**Paso 3.2**

OBTENCIÓN DEL PUNTO A1  
PRIMERA PROYECCIÓN

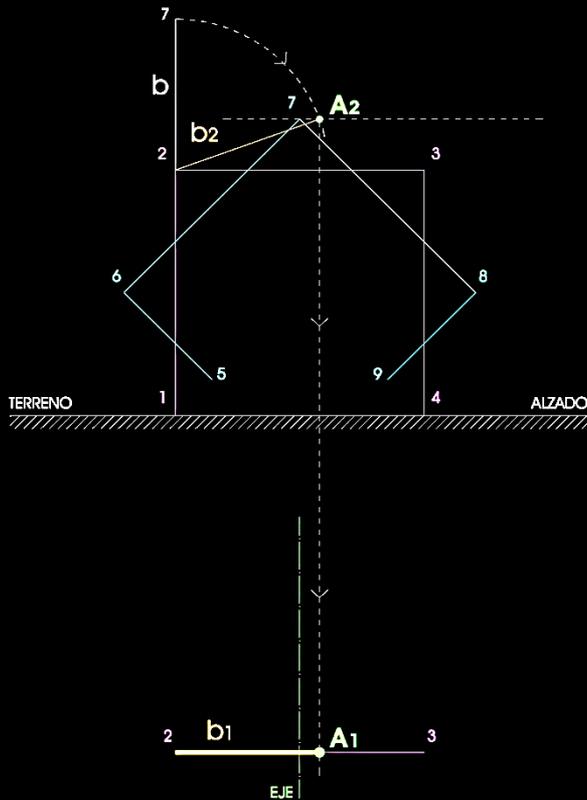


POSICIÓN DE ARISTAS "a" EN PLANTA

**Paso 3.3**

## Ejemplo de sistemas plegables\_02

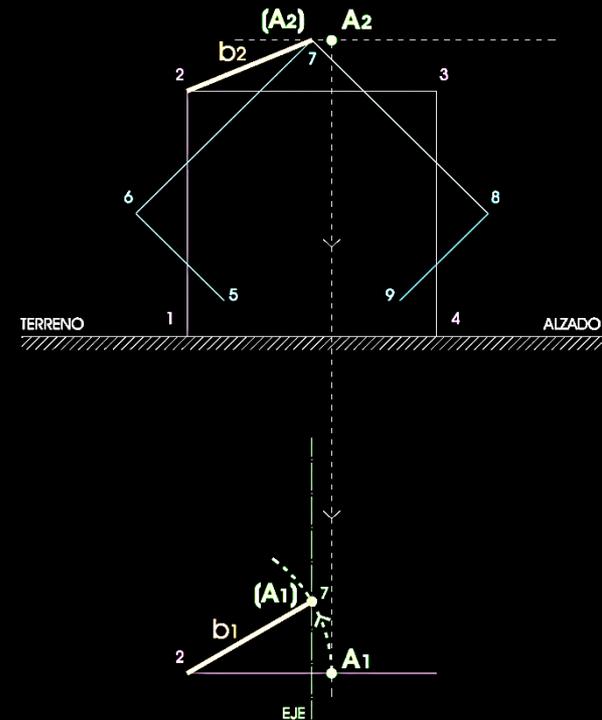
POSICIÓN RECTA DE PERFIL "b2" Y "b1"



POSICIÓN DE ARISTAS "α" EN PLANTA

**Paso 3.4**

POSICIÓN PROYECCIÓN "b2" Y "b1" GIRADOS EN UNIÓN DE VÉRTICES SUPERIORES



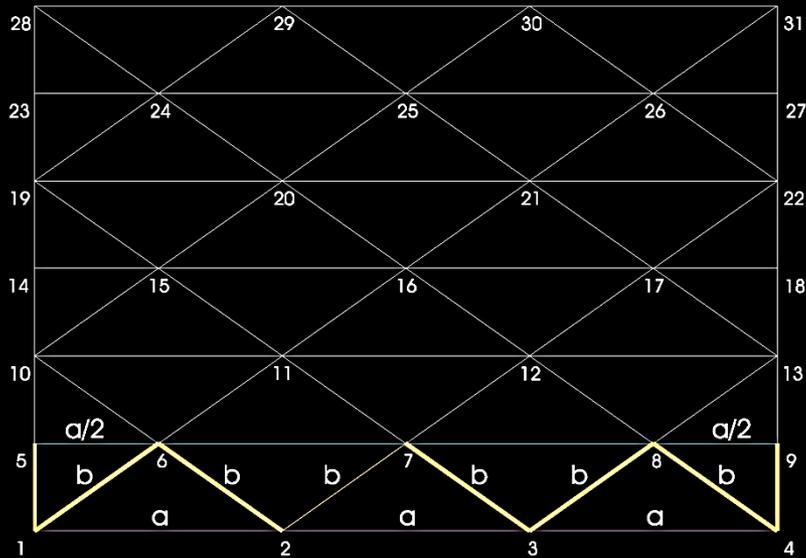
POSICIÓN DE ARISTAS "α" EN PLANTA

**Paso 3.5**

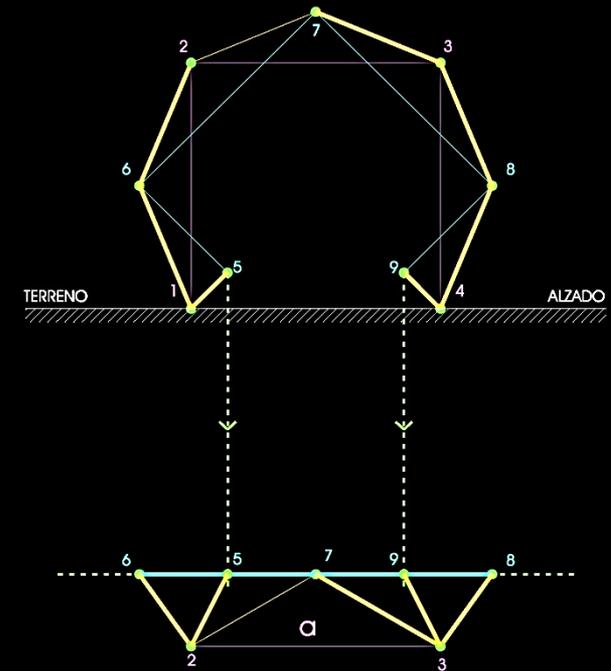


## Ejemplo de sistemas plegables\_02

### UNIÓN DE VÉRTICES

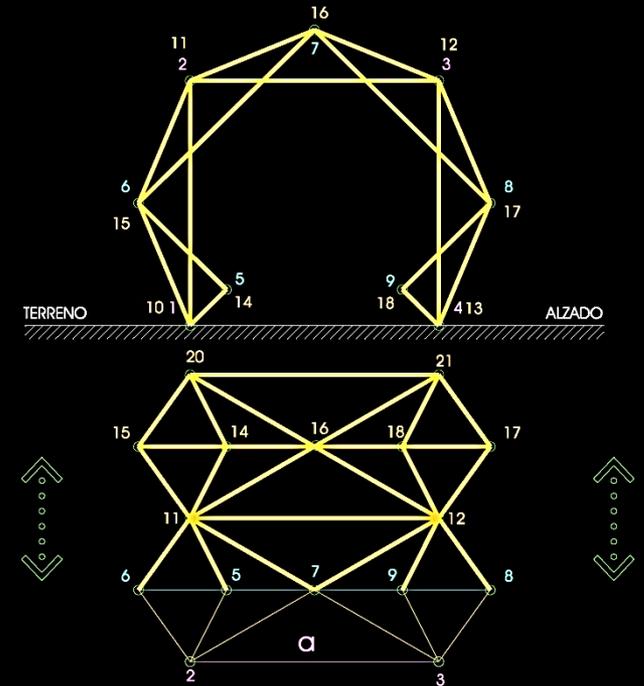
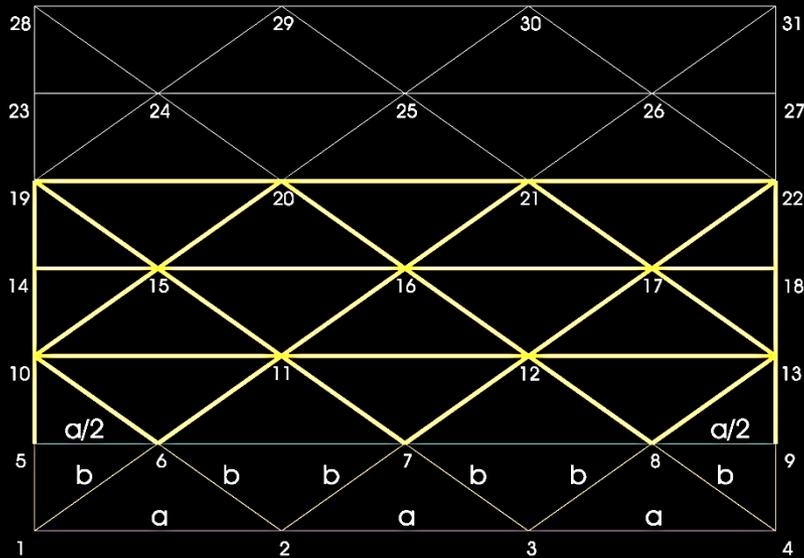


Paso 5



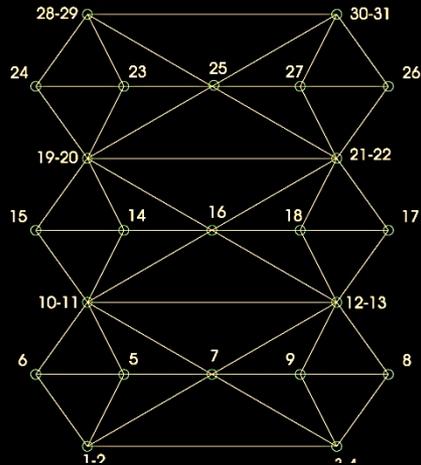
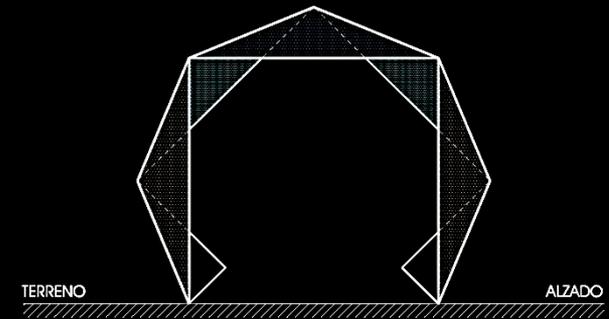
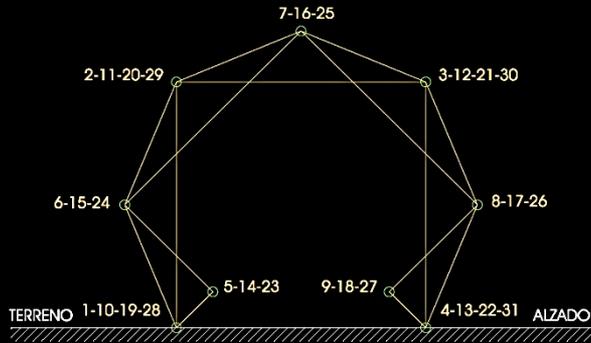
## Ejemplo de sistemas plegables\_02

### DESDOBLAMIENTO DE PÓRTICOS



Paso 6

## Ejemplo de sistemas plegables\_02



Resultado final

## Ejemplo de sistemas plegables

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA DE CONSULTA: libros y publicaciones web

**Costa Buján, Pablo**

*Geometrías básicas y formas arquitectónicas. Representaciones y modelos*, Andavira editora. 2015

Apuntes, esquemas e imágenes de la asignatura Xeometría da Forma Arquitectónica, Repositorio-UDC. ETSAC

**Engel, Heino**

*Sistemas de estructuras (Tragsysteme)*. Editorial Gustavo Gili, S.A., 2003

**Franco Taboada, José Antonio**

*Geometría descriptiva para la representación arquitectónica. Geometría de la forma arquitectónica., Volumen 2.*

Andavira Editorial. 2012.

**Jackson Paul**

*Técnicas de plegado para diseñadores y arquitectos*. Promopress. 2011

*La magia del papel: corte y plegado para diseños POP-UP*. Promopress. 2014

*El gran libro del plegado. Técnicas de plegado para diseñadores y arquitectos. Volumen 2*. Promopress. 2015.

**Quarmby. Arthur**

*Materiales plásticos y arquitectura experimental*. Editorial Gustavo Gili, S.A., 1976

**Plegaduras, modelos iniciales**

<http://redpathglass.blogspot.com.es/2013/01/deep-blue-folding.html>

***Ejemplo de sistemas plegables***

***Tipos de plegado***, publicado por Sarah Duffau  
<https://blogs.lt.vt.edu/sjduffau/2012/09/21/paper/>

**Trebbi, Jean-Charles**  
***El arte del plegado. Formas creativas en diseño y arquitectura. Promopress. 2012***