



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLÁN

TESIS

Que para obtener el título de
Licenciado en Diseño Gráfico

Antecedentes y recursos técnicos de la ingeniería de
papel. Obtención de relieves y mecanismos de acción.

PRESENTA

Tránsito Leal César Aníbal

Asesor: Maestro Alfonso de Lucas Tron



V-1

junio de 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción _____ **1**

I. La ingeniería de papel. _____ **1**

Objetivo particular: *Investigar los antecedentes históricos de la ingeniería de papel e identificar sus principales aplicaciones.*

A. Historia y desarrollo _____ **2**

B. La ingeniería de papel y los libros ilustrados. _____ **14**

C. Aplicaciones, posibilidades y futuro de la ingeniería de papel. **20**

II. Materiales y técnicas de la ingeniería de papel. _____ **24**

Objetivo particular: *Analizar objetos que apliquen las técnicas de la ingeniería de papel, así como obtener los materiales y herramientas más adecuadas para su elaboración.*

A. Los papeles. _____ **25**

B. Métodos básicos para obtener volumen en el papel. _____ **35**

C. Análisis de libros con ingeniería de papel. _____ **41**

III. Relieves directos. _____ **48**

Objetivo particular: *Elaborar una guía que muestre el proceso de obtención de volumen en un plano de papel, clasificándola por su nivel de complejidad.*

A. Principios básicos. _____ **51**

B. Relieves directos. _____ **55**

IV. Relieves compuestos. _____ **94**

A. Construcción de un relieve compuesto. _____ **95**

B. Relieve a cuerpos geométricos. _____ **125**

V. Mecanismos de acción.	144
Conclusiones.	166
Fuentes de consulta.	171
Bibliografía.	171
Hemerografía.	173
Direcciones electrónicas y tesis.	175
Libros con ingeniería de papel.	176

Introducción

La función básica del Diseño Gráfico es transmitir un mensaje por medios gráficos y auditivos con un objetivo determinado; debe partir de la premisa de una constante evolución, desafiar hasta cierto punto lo establecido y proponer ideas innovadoras teniendo como base conceptos preexistentes.

Diseñar implica un acto social y adquiere relevancia cuando permite una mejor comunicación con un mayor número de personas; sin embargo, la actividad del diseño se enfrenta constantemente al poco reconocimiento que se le brinda como actividad profesional, cuando en realidad juega un papel muy importante, pues a través de las imágenes conocemos y reconocemos nuestro entorno; aprendemos por la acción de ver, observar, analizar e interpretar. El diseño gráfico se encarga entonces de conformar una coherencia gráfica, creando conceptos que nos transmitan mensajes, experiencias y conocimientos.

Actualmente vivimos una revolución en el diseño gráfico: aparecen nuevos códigos y vocabularios; constantemente cambian y se superan los conceptos convencionales. La aparición de las nuevas tecnologías y formas de comunicación representan un reto cada vez mayor. Tal parece que el uso de la tecnología ha traído como consecuencia el conformismo y la apatía del diseñador gráfico.

Debemos tomar en cuenta que estos avances tecnológicos no resuelven los problemas de comunicación, detrás de ellos se debe encontrar la capacidad de análisis y el estudio teórico, asumiendo una actitud madura y desarrollando, a la vez, la capacidad de intuir e imaginar.

El auge de la tecnología no ha evitado que disminuya la actividad editorial. Por el contrario, ha fomentado nuevas ediciones impresas y la creación de libros poco convencionales, en los que destacan los ejemplares con ingeniería de papel, o libros animados, como también se les conoce.

Partiendo de estos planteamientos y por medio de un análisis a este tipo de libros, se pretende alcanzar en este proyecto el siguiente objetivo: investigar los antecedentes y recursos técnicos de la ingeniería de papel a fin de elaborar una guía ilustrada que muestre los procedimientos de obtención de relieves y mecanismos de acción en varios planos de papel.

Para la elaboración de este proyecto se ha aplicado el método proyectual de Bruno Munari, enriquecido con metodologías de investigación documental y métodos personales de trabajo con base en la experiencia profesional. Se ha seguido un proceso de documentación general e integral para cada uno de los temas aquí abordados, además de un análisis específico a objetos que aplican esta técnica como libros y tarjetas tridimensionales; aplicando, como proceso de diseño, un proceso de experimentación, dando como resultado un principio básico del cual se han derivado una serie de relieves. Se ha tratado, por medio de un seguimiento claro e ilustrativo, explicar la obtención de cada relieve desde los modelos más sencillos hasta los más elaborados y complejos. En los primeros dos capítulos se abordarán los antecedentes históricos de la ingeniería de papel, su desarrollo, sus principales aplicaciones y se hará una descripción de materiales y técnicas básicas.

Hemos mencionado la necesidad de encontrar en la disciplina del diseño la esencia humana que le caracteriza. La ingeniería de papel y la elaboración e ilustración de libros animados no es necesariamente la única respuesta, pero se puede constituir como una alternativa más a nuestros problemas de diseño y comunicación.

Capítulo I

La ingeniería de papel

A. Historia y desarrollo

Los libros: evolución y diseño

La elaboración de un libro trae consigo el trabajo de un equipo de profesionales que intervienen en su proceso: los autores o creadores de los textos o idea literaria, los editores, los diseñadores e ilustradores, mercadólogos y distribuidores; todos aportan experiencia y trabajo para posicionar un objeto que se ha caracterizado por ser siempre atractivo y revolucionario.

Por medio de los libros se han podido transmitir ideas, conocimientos, sentimientos y formas de pensar. Algo que los ha distinguido a lo largo del tiempo ha sido su fácil manejo, transportación y difusión.

En esta tarea, el diseño gráfico cumple una labor importante y esencial, en donde el uso de la tecnología y los actuales medios a su alcance han contribuido a una verdadera transformación de lo que conocemos como medios impresos.

Los libros no pueden ser considerados sólo como parte de una industria cuyo fin sea el comercio. "Como documento escrito, el libro es todo eso; pero como libro, es algo muy diferente. Por encerrar en reducido espacio un contenido intelectual y formal de gran densidad, porque puede pasar tan fácilmente de unas a otras manos, porque puede copiarse y multiplicarse... es el medio más sencillo de los instrumentos que... puede liberar innumerables sonidos, imágenes, sentimientos, ideas y elementos de información, abriéndoles las puertas del tiempo y del espacio..."¹, sumado a la innovación y creación de nuevas ideas y mejores técnicas, hacen del libro un elemento fundamental de nuestro desarrollo y nuestra concepción del mundo.

Cuando pensamos en libros, generalmente los imaginamos como objetos de pastas duras y hojas de papel; pero también pueden ser utilizados con un enfoque distinto, se puede jugar con ellos, se pueden ver como objetos, pueden comunicar y transmitir información no solamente con textos. El diseño y la ilustración ofrecen la posibilidad de

¹ Robert Scarpit. *La revolución del libro*, p.18.

mostrar que el talento, la creatividad y todos los conceptos básicos como la forma, la luz, el color, entre otros, nos permiten realizar libros atractivos y diferentes de los que conocemos.

Aunque podemos encontrar que el concepto de ingeniería de papel se aplica también a trabajos como la escultura en papel y el *origami* (técnica japonesa de doblez de papel), en el caso específico de los libros lo reconoceremos como la elaboración de relieves y mecanismos por medio de cortes y dobleces en el papel dentro de una página editorial. "Yo creo que es el nombre más adecuado puesto que la ingeniería da soluciones a problemas de carácter estructural, arreglo o disposición de las diversas partes de un todo con diversos materiales y en este caso la materia prima es el papel."²

Antes de conocer cuáles fueron los primeros libros con ingeniería de papel, repasaremos brevemente la historia del libro en general; pues debemos reconocer que fue precisamente la creación de los primeros libros y el deseo de un conocimiento cada vez más amplio y especializado como aparecieron en el horizonte histórico los primeros libros con relieves.

La historia nos lleva, por ejemplo, a cuando los hindúes elaboraban sus escritos en hojas de palmera. Los que hacían los babilonios y los asirios sobre arcilla, o los libros esculpidos en piedra o escritos sobre las pieles de algunos animales que elaboraban algunas tribus, hasta que los chinos introdujeron el uso del papel en su elaboración.

Pueden considerarse como los primeros ejemplares a los elaborados en la antigüedad. Ya hemos mencionado que algo que ha caracterizado al libro es su fácil manejo; pero no siempre ha sido así. La escritura ha sido desarrollada no solamente en hojas, sino también en materiales duros y difíciles de transportar como las piedras. Fueron los chinos quienes comenzaron a elaborar los primeros documentos impresos, aunque arcaicos, por medio de tallas en piedra o madera, en donde bordeaban imágenes dejándolas en relieve y que, posteriormente, entintaban y transferían a un soporte.



Estela Budista tallada en piedra.

² Beatriz López Huerta. *La ingeniería de papel en el diseño*, p. 1.

Fueron también los chinos quienes inventaron el tipo móvil moldeado en arcilla alrededor del año 1023 y 1063 D.C., pero su utilización y difusión no se generalizó pues su alfabeto constaba de miles de caracteres, lo cual dificultaba una mecanización que permitiera realizar impresos; sin embargo, el invento sirvió como una referencia importante para el desarrollo de la imprenta en Europa.

Los primeros libros se hacían en rollos de papiro hechos por verdaderas editoriales humanas. Copistas griegos, y después romanos, elaboraron los primeros ejemplares dirigidos a una minoría rica e instruida.

Posteriormente se utilizó el pergamino como un material menos costoso y más durable aproximadamente en el siglo IV de nuestra era. Estos libros, conocidos como "*codex*", consistían en hojas cosidas por un extremo y por lo tanto tenían ya una apariencia semejante a los libros tal y como los conocemos actualmente.

No se tienen ejemplares de manuscritos hechos por los griegos y romanos, pues la mayoría de ellos se hallaban en la famosa biblioteca griega de Alejandría, que albergaba aproximadamente 700 mil rollos y que fue destruida por el fuego durante la época del emperador Julio César.

Hasta casi los siglos IX y X, los libros consistían, generalmente, en hojas engomadas por sus extremos para ser enrolladas después. Posteriormente, surgieron los libros con hojas dobladas en donde una tira de hojas también engomadas se doblaban en forma de acordeón.³



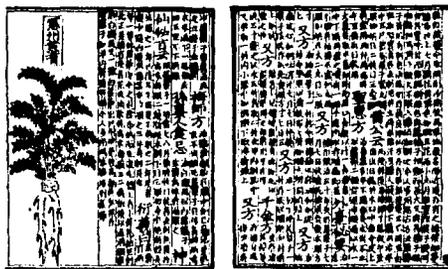
Tipos móviles inventados por los chinos.



Los griegos y romanos elaboraban sus libros en hojas de papiro engomadas en sus extremos y conformaban los libros en forma de rollos.

³ Philip B. Meggs. *Historia del diseño gráfico*, p.p. 44 y 45.

En China, durante los siglos X y XI se comenzaron a elaborar los primeros libros cosidos, e introdujeron las primeras impresiones por pliegos de dos páginas. Cuando se tenían varios pliegos impresos, se doblaban por la mitad, se juntaban como cuadernillos y se cosían para hacer el libro. Estos ejemplares tenían también en sus páginas encabezados, ilustraciones y caligrafía.



Pliegos de dos páginas elaborados por los chinos.

Durante la Edad Media (siglos V al XV) la elaboración de libros estuvo limitada a los que se hacían en los monasterios religiosos, único lugar en donde se preservaba la cultura y el conocimiento.

Los libros elaborados en esa época fueron conocidos como *Manuscritos Ilustrados*, llamados así porque se utilizaron elementos e ilustraciones hechas en láminas de oro y plata que se adherían a estos manuscritos. Las tapas de los libros eran de madera forrada con piel y su elaboración era muy costosa y complicada pues requería de un gran trabajo que iba desde preparar la tinta para la escritura, obtener los pigmentos para las ilustraciones que se incluirían dentro del ejemplar, hasta el trabajo de los copistas, o *copisti* como eran llamados, quienes elaboraban los manuscritos y dedicaban mucho tiempo y esfuerzo.

En esa época empiezan a establecerse los primeros roles de la edición, pues los llamados copistas eran solamente los que se encargaban de escribir las ideas que hacían los eruditos (*scrittori*). Además, formaban parte de este proceso de edición los *iluminadores* o ilustradores, que desempeñaban una labor muy importante, pues las imágenes que se incluían en los libros debían servir como un apoyo a la lectura y no como mero adorno.

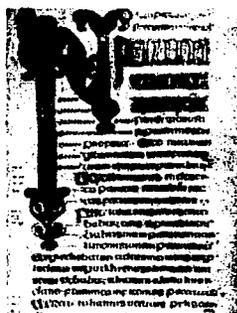


En los monasterios se elaboraban las copias de libros generalmente religiosos

Un ejemplo de los primeros libros fueron los elaborados por las tribus celtas de Europa que fueron evangelizadas, quienes durante los primeros siglos de la Edad Media impusieron un nuevo concepto en la elaboración de libros, pues su cultura iconográfica se caracterizaba por una rica complejidad abstracta y geométrica con vivos colores, y que fue utilizada en los manuscritos de los monasterios. Son característicos de esta época cuatro libros del nuevo testamento, uno de ellos conocido como *Libro de Durrow* (680 d. de C.) y otro llamado *Libro de Kells*.⁴

Poco antes de la época de Carlomagno (768 a 814 d. de C.), la elaboración de manuscritos ilustrados había entrado en franca decadencia, excepto por los ejemplares celtas de Irlanda, pues la mayoría de los libros realizados en ese tiempo eran casi ilegibles e ilustrados con serias deficiencias técnicas.

Con Carlomagno la cultura obtuvo un nuevo auge, se impuso un reordenamiento en los estilos de escritura e ilustración con la intención de crear un sistema uniforme por toda Europa. Muchos escribas fueron llamados por el emperador y se dieron a la tarea de elaborar copias de textos religiosos importantes con las nuevas ordenanzas. Surgió entonces un nuevo modelo de escritura llamado *Carolingea Minúscula*, que retomaba a las cursivas romanas y los estilos célticos, cuya característica principal eran los caracteres separados.



Libro de Durrow.



Libro de Kells.

caroline minuscules

⁴ Philip B. Meggs. *Op.cit.* p.p. 65-71.

Dos sucesos muy importantes impactaron en el desarrollo del libro: la invención del papel y la impresión con tipos móviles. Aunque en China el papel era ya muy conocido, llegó a Europa hasta aproximadamente el siglo XIII. "Se comenzó a importar papel a Italia en el siglo XII. Venía de Oriente, traído por los árabes. Comenzó a fabricarse en Italia a principios del siglo XIV, pero ya en el siglo XIII, a pesar de haberlo prohibido algunas cancillerías, se empleaba corrientemente en Francia y Suiza."⁵

La consolidación de la imprenta se realizó en poco tiempo y repercutió en una reproducción de muchas más copias de un mismo ejemplar, aunque esto no significó, en un principio, un incremento en la calidad de su contenido, pues los primeros impresores vieron en la imprenta un negocio e hicieron principalmente obras religiosas, novelas, anecdotarios, manuales y libros de recetas. Hacia el año de 1530 la primera imprenta de América llegó a la Nueva España.



La invención de la imprenta revolucionó la forma de hacer libros.

La aparición de los libros con ingeniería de papel.

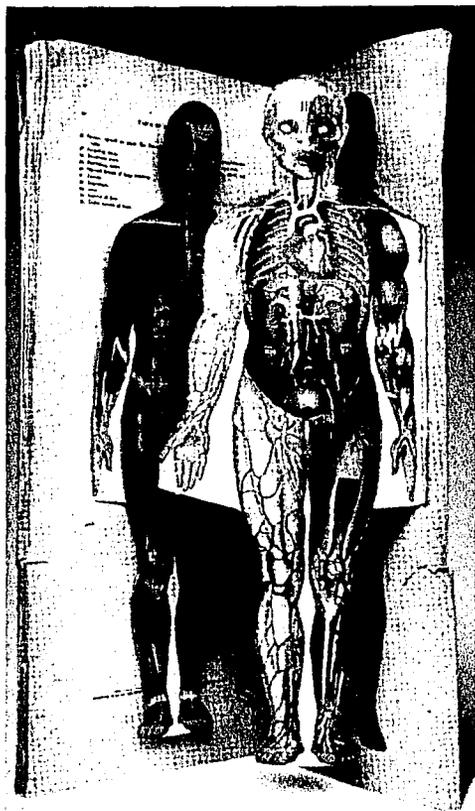
Los grandes cambios en la forma de pensar y concebir al mundo en la época del Renacimiento trajo consigo también un interés cada vez mayor por comprender y dominar las distintas áreas del conocimiento. Fue necesario el empleo de modelos convincentes que explicaran las nuevas teorías y formas de pensar. Se inició una era de renovación y generación de la cultura como no se había vivido en muchos siglos.

La imprenta trajo consigo una mayor democratización del conocimiento que se tradujo en importantes avances en áreas desconocidas años atrás. En este contexto aparecen los primeros ejemplares de los libros con ingeniería de papel. Los libros que aplican la técnica de la ingeniería de papel se caracterizan por contener en sus páginas complejos relieves y mecanismos. Esto, en combinación con las imágenes, ilustraciones y textos, hacen todo un concepto diferente de concebir el libro.

⁵ Robert Scarpit. *Op.cit* p. 198.

El primer dato sobre la ingeniería de papel se encuentra en el s. XIII, en un documento dibujado por Ramón Lull de Mallorca, un filósofo y polígrafo catalán, que utilizó discos giratorios llamados "volvelles" para predecir el futuro. Estos mecanismos se anunciaban como "la feliz invención de la misteriosa aguja de marear o, cuando menos, de la primera y más interesante divulgación de su fácil uso y maravillosas propiedades".* Un antiguo ejemplo del uso de estos discos giratorios fue el astrológico, encontrado en un manuscrito en latín alrededor de 1428, en el cual predice el movimiento de los planetas entre los años 1428 a 1808. La aplicación de estos mecanismos dentro de libros impresos tuvo su aparición en el *Calendarium* (1474) por Johann Müller, un matemático y astrónomo alemán, más conocido por Regiomontano o *Regiomontanus*. En 1543, André Vesalio o *Andreas Vesalius*, un anatomista belga, imprimió *La anatomía humana*, mostrando la caja torácica, abdomen e intestinos en varias hojas móviles, sujetadas en un punto del cuello del modelo en donde se podía levantar cada hoja para mostrar estas partes anatómicas. Los discos giratorios fueron usados para hacer cálculos matemáticos en el *Ophera Matemática* (1551) por el profesor Johannes Schoner. Aquí fueron impresos círculos básicos que al colocarlos entre sí se subdividían, haciendo las operaciones matemáticas. En el siglo XVII, los libros con partes móviles fueron comúnmente usados en atlas y guías por los marineros.

Peter Bienewitz un matemático y astrónomo alemán, mejor conocido como *Petrus Apianus* construyó diversos aparatos de observación y su obra *Astronomicum Caesareum* (1540), dedicada a Carlos V, fue uno de los primeros ejemplos de libros con mecanismos; tal libro contenía 37 cuadernos plegables pintados a mano, algunos de



La anatomía humana fue uno de los primeros temas en los libros con ingeniería de papel.

* Esta información se tradujo de páginas de Internet. En la bibliografía se incluyen las direcciones electrónicas de las páginas en donde se puede cotejar la información original aquí descrita.

ellos en seis planos, que utilizaban toda la información conocida de la ciencia en el periodo precopérnico, cuando fue publicado por primera vez.

Catoptrum Microcosmicum, fue un libro escrito en 1660 por Johann Remmelin, un físico de Ulm; era un libro con ilustraciones del rostro humano, las cuales se combinaban con varias capas de elementos anatómicos con referencias alegóricas y textos bíblicos. Dichos diagramas mecánicos se continuaron usando durante varios siglos en el estudio de la anatomía, además de que se constituyeron con el tiempo en objetos populares.

En el siglo XVII, se implementó el uso de ventanas y solapas para ilustrar paisajes y estudios de ingeniería. También en esta época fueron desarrollados libros con mecanismos para niños, que contenían historias bíblicas. A mediados del siglo XVIII fueron desarrolladas versiones en miniatura que conmemoraban algún evento de la época y se elaboraron también escenas tomadas de la naturaleza.

La idea de crear libros para entretenimiento surgió a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, con los grandes avances en la producción de impresos y de la ilustración en ese tiempo.

Entre 1725 y 1765, Robert Sayer, un pintor y editor de Londres, produjo libros para niños utilizando ingeniería en papel. Sayer experimentó con la idea de un libro delgado, de cuatro secciones con lengüetas que al ser accionadas hacían que se levantara la mitad de la hoja y cambiara de escenario, en un libro llamado *Las aventuras de Arlequín*, también conocidos como *Harlequinades*. Esta serie fue impresa en blanco y negro y posteriormente era pintada a mano. También en 1765 se imprimió en relieve la representación de Adán y Eva en un libro inglés.

El siglo XIX vio la creación de *El libro de muñecas de papel* por la editorial londinense *S. and J. Fuller*. Estos libros aparecieron en 1810 e incorporaron unas muñecas de papel cuyas cabezas se introducían en una ranura en la parte posterior de unos vestidos de papel pintados a mano.

William Grimaldi, un pintor de miniaturas del siglo XIX, publicó el recurso de los libros con solapas, en la primera década de ese siglo. Dentro de los libros "*arreglados*", como fueron llamados, destacaron los de Grimaldi. En la década de 1830, F. C. Westley, otro editor de Londres, aumentó el principio del libro de muñecas, ideó y elaboró un libro con ranuras llamado *The Paignon*. Contenía 12 escenas de la vida cotidiana de ese

entonces y 67 figuras independientes que conformaban un gran número de escenarios.

Los libros con mecanismos se extendieron en su estilo y las ilustraciones se hicieron de manera que, cuando eran vistas a través de un pequeño orificio daban un efecto tridimensional. Para el año de 1860, la casa editorial de Londres, *Dean and Son* fue la primera en editar y vender libros para niños. Los artistas y diseñadores de la *Dean* utilizaron el principio de cortar escenas alineadas una detrás de la otra. Cada plano era encajado a una cinta, la cual, cuando era accionada, aparecía una escena en perspectiva. Otra técnica utilizada por los libros animados de esta editorial fue el de los planos transformables, basados en el principio de las ventanas venecianas: cuando una lengüeta era accionada, una imagen se transformaba en otra a través de una serie de hendiduras horizontales o verticales.

En 1870 Rafael Tuck publicó una serie de libros muy llamativos para la *Dean and Son* en la línea de libros con ingeniería de papel, con la publicación de *Father Tuck's Mechanicals Series*, que incluían elementos que se levantaban, así como partes móviles. Para producirlos, crearon una editorial y estudios en Londres, pero los llevaron a imprimir a Alemania.

En 1880 los alemanes comenzaron a perfeccionar la piedra litográfica con 12 colores. Ernest Nister y Lothar Meggendorfer surgieron como los pioneros de la edad de oro de libros con mecanismos quienes los introdujeron desde Alemania al mercado de Europa y América. En ese tiempo entró una nueva corriente de juguetes europeos al mercado americano y las librerías se transformaron con los ejemplares animados.



Escenas alineadas creando efecto de perspectiva. Libro con ingeniería de papel "La Virgen de Guadalupe".

Para la segunda mitad del siglo XIX, Alemania fue el centro de control de la impresión a color y en 1877 el negocio de imprenta de Ernest Nister fue capaz de producir trabajos con el mejor proceso de la época. La diferencia entre los libros con partes móviles de Nister y sus contemporáneos fue que sus ilustraciones se levantaban automáticamente al ser accionadas por un hilo. Establecido en Alemania, Nister fue capaz de imaginar las diferencias y los gustos que existían entre los niños alemanes e ingleses, y en consecuencia, creó una oficina en Londres, con personal que revisara los títulos, preparara las traducciones y creara nuevos textos e ilustraciones si era necesario. Además produjo libros con partes móviles utilizando discos giratorios y escenas que se transformaban al tirar de listones. Estos libros se vendieron mayoritariamente en Inglaterra y se autorizó a E.P. Dutton de Nueva York para venderlos en América.

En la segunda mitad del siglo XIX se implementaron mecanismos cada vez más complejos como discos giratorios. Libro "La Bella y La Bestia".



El mayor competidor de Ernest Nister en el Reino Unido fue Rafael Tuk. Los hermanos McLaughlin de Nueva York fueron también de los más exitosos productores de libros en los Estados Unidos.

Pero las escenas ilustradas de libros con mecanismos más originales del siglo XIX fueron realizadas en Munich por Lothar Meggendorfer. Él produjo libros con mecanismos en E.U., al publicar el "*Little Showman's Series*" en 1880. Éstos contenían escenas en tercera dimensión, con páginas llenas de color en donde se desplegaban muchas capas. Entre 1887 y 1889 publicó un libro llamado "*International Circus*" que es el trabajo más buscado en el mundo de los libros animados antiguos, el cual fue de los mejores dentro de la misma línea de libros producidos por la editorial *Braun y Schniefer* de Munich y *J. F. Schreiber* de Esslingen, Alemania. Muchos de los libros de Meggendorfer fueron publicados y vendidos en el Reino Unido y los Estados Unidos bajo la firma de *H. Grevel y Compañía*.

Durante el siglo XIX, editores de libros con partes móviles establecieron departamentos de artistas especializados quienes planeaban nuevos mecanismos, cada vez más complejos. La manufactura de libros con inge-

nería de papel fue una intensa labor, pero la producción se vio reducida con el inicio de la Primera Guerra Mundial, el mercado nunca llegó a recuperarse durante la posguerra, la depresión económica y la Segunda Guerra Mundial.

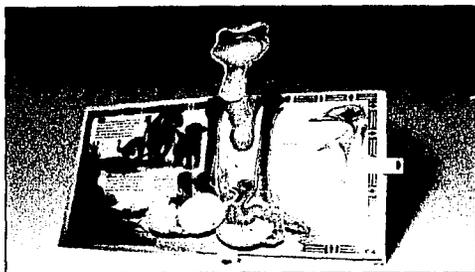
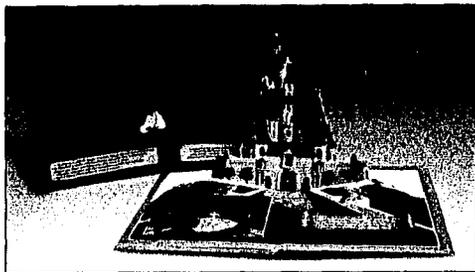
A pesar de ello, de 1920 a 1940 se produjeron cientos de nuevos títulos en Inglaterra y E.U. *Strand Publications* inició una serie llamada *Book and Fairy Tale Book* en los años veinte, creada por el editor británico S. Louis Gerard, presentando figuras animadas que mostraban los bosques simulando paseos a caballo, conforme se abrían o cerraban las páginas. Pero la impresión y la ilustración fueron de una calidad deficiente. Aunque en 1929 diseñó una nueva serie de libros con relieves conocidas como *Modelos Vivientes*. Las ilustraciones cubrían una página doble extendida y se levantaban cuando el libro era abierto así que la imagen podía ser vista desde cualquier lado. Giraud montó un modesto centro de producción, el cual se vino abajo pues usó mecanismos muy simples en papel tosco y absorbente, con una mala calidad en impresión y cubiertas muy económicas las cuales no resistían el paso del tiempo.

La depresión se profundizó con los años, pero editores de E.U. buscaron reanimar el interés por la compra de los libros. En los años 30 *Blue Ribbon Publishing* de Nueva York hizo libros con mecanismos de los dibujos animados de *Walt Disney* y con cuentos de hadas. En la década de los cuarenta un nuevo grupo de artistas y editores se internaron dentro del negocio de los libros con relieves. Una notable serie de este tiempo fue el destacado trabajo de Julian Werh quien diseñó mecanismos parcialmente ocultos, con lengüetas que al ser accionadas por el lector permitían mover las cabezas, brazos, piernas u otras partes de los personajes que sobresalían de aberturas en las páginas.

Después de la Segunda Guerra Mundial, una novedosa serie de libros desplegables destacaron por las ilustraciones de Voitech Kubasta, quien produjo y editó su trabajo en Artia, Praga, en Checoslovaquia, distribuyéndolos en Londres en los años sesenta por medio de *Bancroft and Co.* Estos libros contuvieron con frecuencia páginas grandes, dobles con textos impresos.

La publicación de libros tridimensionales comenzó su expansión a partir de 1960 con las contribuciones significativas de *Random House* y *Hallmark Cards*.

En 1976 un coleccionista de libros tridimensionales y bibliófilo, Waldo H. Hunt, fundó *Intervisual Communications, Inc.* Hunt calcula que no más de diez millones de libros elaborados con las técnicas de la ingeniería de papel fueron producidos en el mundo entre 1850 y 1965. Hoy, más de 25 millones son producidos cada año, y gran parte de ellos por *Intervisual Communications, Inc.*

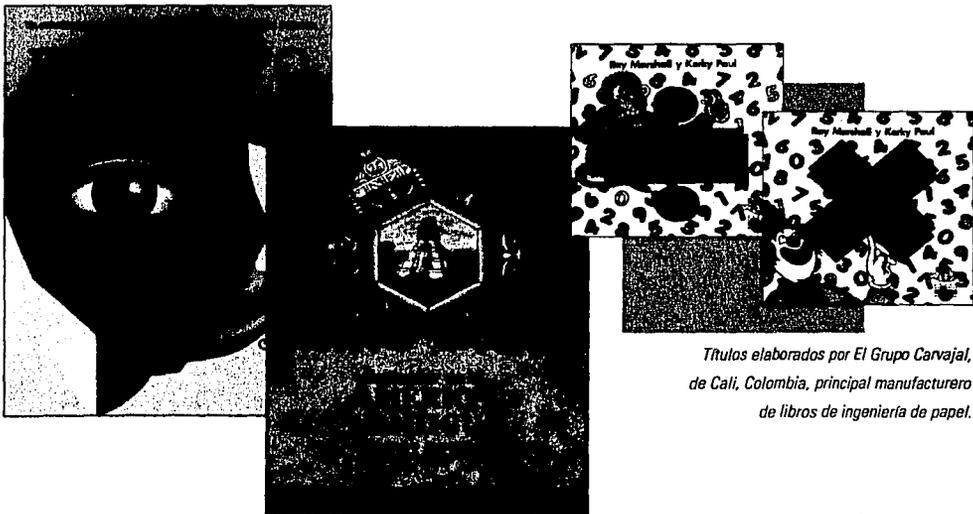


En las primeras décadas del siglo XX, se implementaron mecanismos que utilizaron lengüetas para generar movimiento en los personajes de los libros.

En 1960, Waldo H. Hunt y Elgin Davis, de Los Ángeles, fundaron *Graphics International*, una firma que ha creado y producido libros y productos tridimensionales como artículos publicitarios. En 1964, *Graphics* se trasladó a Nueva York y comienza un moderno renacimiento de los libros con partes móviles para niños bajo la firma *Random House Publishing Co.*, Nueva York y *Hallmark Cards*, en la Ciudad de Kansas. La ingeniería de papel se hacía en Nueva York, el arte en *Elgin Davis Studios* en Los Ángeles y por su calidad de impresión y bajo costo son ensamblados en Japón, Colombia, América del Sur y Singapur. Los libros de *Graphics* poco después establecieron estándares nuevos. En 1975 Waldo Hunt regresó a Los Ángeles y establece *International Books*. Desde entonces, ha creado y producido en el extranjero casi mil libros interactivos y con ingeniería de papel que encabeza las publicaciones para niños en los Estados Unidos y en el mundo.

Intervisual ha diseñado, producido y vendido internacionalmente reproducciones de cerca de 27 títulos de Nister y seis de Meggendorfer desde 1979. *Philomel Books* en los E. U. y *Harper Collins* en el Reino Unido son las principales editoriales que reproducen el trabajo de Nister. *Viking-Penguin* y el Museo Metropolitano de Arte reintrodujeron los libros de Meggendorfer. Keith Moseley de *Compass Productions* ha rediseñado y vendido exitosamente algunos originales de Nister.

Los libros con partes móviles de las dos décadas pasadas comenzaron a implementar mecanismos más complejos con ilustraciones también más sofisticadas. En América Latina, los libros animados son una división importante de Cargraphics S.A., una compañía del Grupo Carvajal de Colombia que ha sido una de las empresas editoriales que durante los últimos 30 años han producido este tipo de libros. Sus plantas de impresión y ensamblaje se localizan en Colombia y Ecuador y, entre sus



Títulos elaborados por El Grupo Carvajal, de Cali, Colombia, principal fabricante de libros de ingeniería de papel.

clientes más importantes destacan *National Geographic* (E.U.), *Intervisual Books* (E.U.), *Brown, Wells and Jacobs* (Reino Unido), *Ottenheimer Publishers* (E.U.), *Harper Collins* (Reino Unido), *Random House* (E.U. y Reino Unido), *Sadie Fields* (Reino Unido), *Kukurudz* (Francia), *Albin Michel* (Francia), *ARS Edition* (Alemania), *J.F. Schreiber* (Alemania), *Van der Meer Publ.* (Reino Unido), *Hedgehog Books* (Reino Unido), *Walker Books* (Reino Unido), *Simon & Schuster* (E.U.), *The Watts Group* (Reino Unido), *Hyperion/Disney* (E.U.), *Editions Chouette* (Canadá) , y al menos para 300 editores más. Además de haber exportado libros a 45 países en 32 idiomas.

Los libros novedosos son una parte importante de las publicaciones modernas, existe una clasificación com-

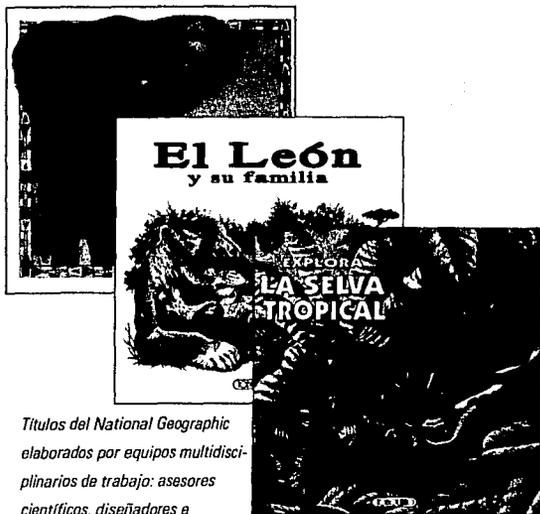
pletamente asombrosa, y se pueden encontrar, por ejemplo, libros con chips electrónicos que tocan una melodía cuando se acciona algún mecanismo.

Los libros con ingeniería de papel son ensamblados a mano, requiriendo a veces el trabajo de hasta 100 personas. Su creación comienza con el concepto básico, tema y las imágenes que va a contener, posteriormente viene la ingeniería en papel, la cual debe ser creativa y práctica para que pueda existir el movimiento y las acciones que proponen los autores e ilustradores. El paso final es hacer un bosquejo con la ingeniería de papel en donde se empalmen las páginas y piezas en su tamaño normal para que queden como van a ser impresos.

B. La ingeniería de papel y los libros ilustrados.

A lo largo de este recorrido hemos observado que la elaboración de libros tridimensionales goza de un rico antecedente histórico. Se han utilizado a lo largo del tiempo para diversos fines y son un claro ejemplo de inventiva y creatividad. En la actualidad se combinan no sólo mecanismos, sino también sonidos e ilustraciones.

Estos libros requieren una enorme inversión, en su diseño trabaja un equipo interdisciplinario que incluye al encargado de concebir los mecanismos, llamado ingeniero en papel, el diseñador, el ilustrador y, dependiendo la temática, al especialista que proporcione la información.



Titulos del National Geographic elaborados por equipos multidisciplinares de trabajo: asesores científicos, diseñadores e ilustradores.

Después interviene el proceso de reproducción, que incluye la impresión y el ensamblaje, que se realiza en lugares en donde los costos disminuyan, como países de Asia o América del Sur.

Un libro con ingeniería de papel es un objeto complejo. En donde lo más importante, quizá sea lograr una estructuración adecuada entre la tridimensionalidad del libro y la fuerza de las imágenes que lo complementan.

Aquí sobresalen las ilustraciones del libro: las imágenes dentro de un trabajo con ingeniería de papel son fundamentales para que el trabajo sobresalga, pues de nada valen los mecanismos más complejos y elaborados si no cuenta con el apoyo visual que los respalde.

Ilustrar un libro requiere, por otra parte, de mucho esfuerzo y dedicación. El resultado es un trabajo complejo sujeto a tiempos de entrega limitados, que obliga al ilustrador a trabajar bajo presión. La ingeniería de papel comparte una historia común, casi cualquier trabajo editorial con relieves estará acompañado de ilustraciones también de calidad para cumplir con sus objetivos.



Ejemplos notables de ingeniería de papel e ilustración. Libros "Explora la selva tropical" y "En el zoo".



Una de las áreas en donde ha incursionado con mayor éxito el trabajo conjunto de ingeniería de papel e ilustración ha sido el universo infantil. La creación de libros con imágenes ha formado parte de nuestro desarrollo y nuestros primeros encuentros con la lectura.

Ha sido en estos últimos años, a pesar de los inmensos problemas económicos que podemos apreciar que la imaginación y la creatividad han jugado un papel muy importante para la creación de más y mejores ejemplares de libros con mecanismos. Y la ilustración de libros y revistas ha sido una de las disciplinas que más han apostado por una calidad y experimentación crecientes, innovando y proponiendo nuevos cauces para el desarrollo de una profesión, el diseño, que ha empezado a ocupar un lugar destacado en la historia del libro.

El ilustrador se ha convertido en un personaje importante y trascendente, cuyas metas difieren poco con las del diseñador: las de comunicar. La ilustración en general es una disciplina que nos permite una mejor comunicación con el mayor número de gente utilizando medios que no son ni la televisión ni el radio. En este sentido, el ilustrador debe tener plena conciencia de su responsabilidad. "Necesitamos una nueva definición universal y omnicompreensiva del diseño en sus relaciones con los individuos. Una nueva concepción que corresponda a nuestra civilización de la información (y ya no de la producción). Que sobre todo esté sentada en el ser humano, no en los objetos, en la técnica ni en el consumo. Que no se base en la cultura material, sino en la información como producción del conocimiento. Que contenga valores de autodidaxia para fomentar la creatividad individual y colectiva, la participación y el descubrimiento en la experiencia de vida de cada persona."⁶ Ya que si bien la historia del diseño está íntimamente ligada con la industria y el comercio, nuestra disciplina puede constituirse también como un acto social.

⁶ Joan Costa. "Manifiesto por el diseño del siglo XXI". *Revista Dx, estudio y experimentación del diseño*, sep.-oct. de 1998, p. 23.

Síntesis de la evolución de los libros ilustrados.

Hemos mencionado que los libros con mecanismos no se explican sin el apoyo de la imagen, y que una de las características principales ha sido explicar de una forma diferente y creativa distintas áreas del saber humano.

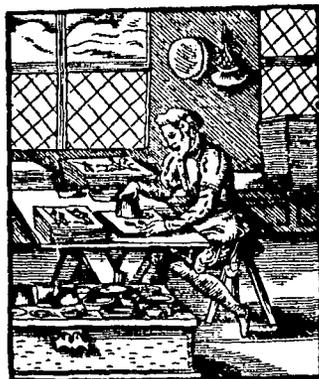
La ilustración de libros ha tenido también una evolución y como antecedentes históricos tenemos a las ilustraciones que realizaron culturas como la egipcia sobre papiro, en escritos funerarios llamados también *Libros de los Muertos*. Estas primeras ilustraciones narraban los sucesos que supuestamente ocurrían después de la muerte, así como pasajes y hechizos relacionados con la mitología de ese tiempo.

Aunque solamente tenemos referencia escrita de ellos, se dice que los griegos y romanos ya realizaban también libros ilustrados que hablaban sobre temas del conocimiento, como Botánica y Zoología.

Se utilizaron ilustraciones con fines decorativos y explicativos en la época medieval, además de que se hacían viñetas, capitulares y adornos en los libros grabados en madera.

Un antecedente notable sobre la importancia que cobró la ilustración fue la famosa *Enciclopedia* de Diderot y D'Alambert, conocido también como *Diccionario Razonado de las Artes, las Ciencias y los Oficios*, que contenía alrededor de 3000 imágenes.

Aquí en México tenemos como ejemplo a los famosos códices, que consistían en largas tiras de aproximadamente 20 a 25 cm. de ancho por 100 a 125



En esta gráfica se muestra a un "iluminador", el artista encargado de ilustrar los libros.

cm. de largo (aunque los hay de hasta 100 metros). En estos códices, elaborados sobre papel amate o en pieles de venado, se relataba la historia de los pueblos así como el conocimiento de esa época y utilizaban además colores y escritura ideográfica.⁷

La ilustración, junto con la literatura, se está constituyendo como puerta de acceso a la lectura y a nuestra concepción del mundo. Es a través de las imágenes como vamos conociendo y reconociendo nuestro entorno. Aprendemos desde un principio por nuestra capacidad de observar y de dar posteriormente significados a lo que vemos. Aunque por sí sola la imagen carece de significado, la ilustración ya es un concepto elaborado que nos transmite un mensaje pues tiene una intención y una emotividad, y constituye nuestro primer registro de experiencias.

⁷ Raúl Renán. *Los otros libros*, p.p. 18 y 19.

Debemos reconocer, sin embargo, que mucha de nuestra formación y nuestro acercamiento a los libros se ha caracterizado por serias deficiencias. Se nos ha inculcado la acción de leer como una disciplina para memorizar e indagar lo que quiso decir el autor, hacer un resumen y después contestar un examen. Este hecho va íntimamente ligado con nuestra apatía para leer negándonos la capacidad de imaginar.⁹

De ahí la importancia de ofrecer métodos innovadores, darle un toque más emotivo y distintivo que supere no solamente las expectativas de los clientes sino de aquéllos a quienes van dirigidos los proyectos gráficos.

Una de las áreas donde ha tenido más desarrollo la elaboración de libros con ingeniería de papel e ilustrados ha sido el infantil. Es cada vez más notorio el auge de nuevas ediciones dedicadas a este público muy selectivo y ávido de conocimiento y que constituye para nosotros, los diseñadores, todo un reto crear imágenes para los niños.

En México ha habido una revalorización de la tradición oral mexicana. Se han tratado de rescatar los relatos que contaban nuestros abuelos para ponerlos en el papel. Aunque los libros ilustrados para niños han existido casi desde mediados del siglo pasado, los temas que abordaron fueron en su mayoría educativos y de carácter religioso, y no rebasaban los veinte títulos con tirajes muy cortos y circulación limitada.

A pesar de contar con ejemplos notables de libros ilustrados a lo largo de nuestra historia, la ilustración como disciplina profesional tiene relativamente poco de



Libros infantiles editados por CONAFE.

⁹ Daniel Goldin. "Aprender a leer", *Espacios para la lectura*, invierno de 1995, p.p. 2 y 3.

haberse establecido. Actualmente las colecciones de libros ilustrados para niños ocupan, por ejemplo, casi el 40% de la producción editorial de la Dirección de Publicaciones del CNCA.⁹ Han participado también diversas instituciones y editoriales como la UNAM, Conaculta, Sitesa, FCE, sólo por mencionar algunas.

Asimismo se han organizado año con año eventos de fomento a la lectura en donde los libros ilustrados juegan un papel fundamental como la *Feria Internacional del Libro Infantil y Juvenil* (FILIJ), en el que sobresale el *Catálogo de Ilustradores Infantiles y Juveniles*, premios a lo más destacado en libros de ese tipo y diversas actividades culturales, con el único fin de fomentar el hábito de la lectura.



Catálogos de ilustradores infantiles y juveniles de la Feria Intenacional del Libro Infantil y Juvenil.

⁹ "Los libros para niños y el hábito de la lectura, las colecciones del CNCA". *Tierra Adentro*, abril-mayo de 1997, p. 28.

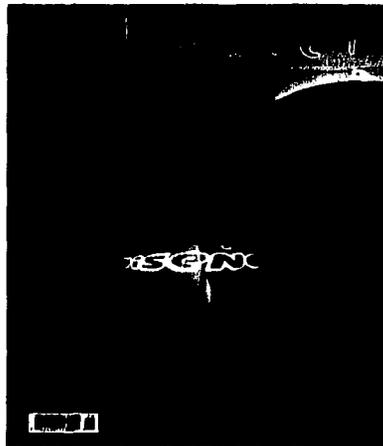
C. Aplicaciones, posibilidades y futuro de la ingeniería de papel.

El diseño ha enfrentado muchos obstáculos para ser reconocido como actividad profesional. Aún se observa que el concepto de diseño se confunde con el de técnico "dibujante" o artista. El desarrollo tecnológico y la oportunidad a que tienen acceso sectores cada vez más amplios a los medios informáticos, ha propiciado el que se identifique al diseñador como mero operador de computadoras y programas.

Vivimos una revolución de los medios de comunicación y de las artes gráficas en el sentido estricto de la palabra, cambios que se aplican también al diseño, en donde lo que hoy funciona mañana puede aparecer obsoleto.

La computadora se ha constituido como un elemento innovador que cambió totalmente los dictados y los estilos del diseño. Están desapareciendo los viejos oficios que caracterizaban a las artes gráficas, los cálculos tipográficos manuales, entre otros. La tecnología aparece como un arma de dos filos, pues solamente quien la domine tendrá llaves de entrada a las demandas cada vez más exigentes de un mercado también más competitivo.

Es necesario revisar nuestro quehacer, revalorizar aspectos tan importantes como la comunicación humana. Es innegable que la tecnología ha traído consigo el rompimiento de nuestros tradicionales esquemas



Los avances tecnológicos han modificado la forma de hacer Diseño Gráfico. Imágenes de la revista de arte "Poliaster".

de comunicación. Ahora es posible consultar ediciones enteras de libros, periódicos o enciclopedias en una computadora. La red de redes ha cambiado la forma tradicional de acceso a la información.

Tal parece que los medios impresos van perdiendo terreno ante el arribo de la tecnología. Aunque, gracias a ella, se ha revolucionado la forma de hacer medios impresos en papel y los métodos tradicionales de reproducción e impresión no habían sufrido cambios tan significativos desde la invención de la imprenta.

Ante esta situación, la función del diseñador gráfico debe consistir en un conocimiento crítico de las herramientas que están a su alcance, utilizar su capacidad de síntesis, su creatividad e imaginación. El diseñador "debe comprometerse contra la banalidad, la redundancia, la copia de modelos que no corresponden con su identidad cultural... Y buscar las fuentes de su trabajo en la observación directa y solidaria de las necesidades cotidianas de la gente, en el respeto a sus raíces étnicas y a las generaciones futuras. Pero permaneciendo abierto y crítico para integrar otras razones étnicas, culturales y tecnológicas, y otras ideas y valores que vienen de fuera".¹⁰

Así pues, la ingeniería de papel y la ilustración de un libro se puede constituir en una disciplina en donde coparticipen otras, que enriquezcan nuestro conocimiento. Como lo menciona Hugo S. Herreras, pionero del diseño gráfico en México: "La cultura es básica... Es una fuente de ideas y un apoyo indispensable. El diseñador gráfico debe interesarse por todas las actividades humanas, por todos los eventos, descubrimientos y avances del hombre. Por la historia del arte, la zoología, la botánica. Por la música culta y popular, por los deportes, la política y el acontecer mundial. Todo se convertirá en creatividad. Aunque no se denominen estas disciplinas hay que saber un poquito de muchas cosas y se deberá saber dónde encontrar la información".¹¹

Para lograr que un diseño sea exitoso, será necesario comprender y aplicar correctamente la relación que exista entre texto e imagen, generando

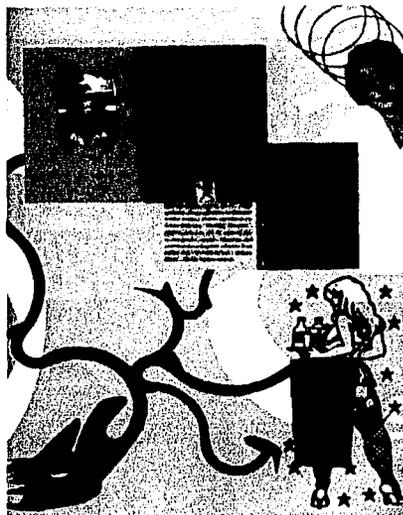
¹⁰ Joan Costa. "Manifiesto por el diseño del siglo XXI". *Revista Dx, estudio y experimentación del diseño*, sep.-oct. de 1998, p. 24.

¹¹ Domingo N. Martínez. "Experiencias de un precursor: conversación con Hugo S. Herreras", *Matiz gráfico del diseño internacional*, 1998, p. 15.

un impacto en el lector-receptor. El libro con ingeniería de papel puede lograr esas expectativas e incluso superarlas. A pesar de que son libros que implican altos costos en su producción, no necesariamente deben tener el ideal de la difusión masiva. Su importancia radica en que puede ser una importante fuente generadora de ideas, tanto de quien elabora los relieves, como de quien los lee.

En este contexto encontramos que México se ha caracterizado por tener una tradición en la elaboración de libros poco convencionales que Raúl Renán, uno de los pioneros y creador de "otros libros", ha descrito como alternativos y ajenos a los complejos procesos de elaboración, edición y distribución. "Hallaremos los más diversos ejemplos: hojas sujetadas en uno de sus ángulos superiores con un cordón textil. Hojas sueltas, ... que a modo de colección hallan su anaquel en una bolsa de mandado. Hojas sueltas en una caja plegada. Un acordeón de impresión irregular. Fragmentos de periódicos recortados y reimpressos con tinta de color... Libros hechos con hojas de maíz. Libros-carpetas, que en sus páginas o cubiertas incluyen botones o abanicos pegados. Pliegos impresos con miembros del cuerpo humano."¹²

Tenemos entonces que no necesariamente debemos contar con una gran infraestructura. Si bien es cierto que existen limitaciones muy visibles, los libros con ingeniería de papel son medios magníficos para transmitir conocimientos y formas de pensar, o simplemente como elementos lúdicos.



Un ejemplo notable de las publicaciones poco convencionales es la revista-objeto "Fakir" de los diseñadores Diana Patricia González, Rafael Benítez y Javier Caballero, elaborada de "deshechos": gráficos, dibujos de revistas viejas y collages.

¹² Raúl Renán. *Op.cit.*, p.p. 15-17.

Ver los libros como objetos aburridos ha sido una constante en nuestra formación educativa. No imaginamos al libro como un objeto con el que podamos interactuar, jugar o manipular. La elaboración de libros con mecanismos tendrán como barreras las que nosotros mismos le imponemos.

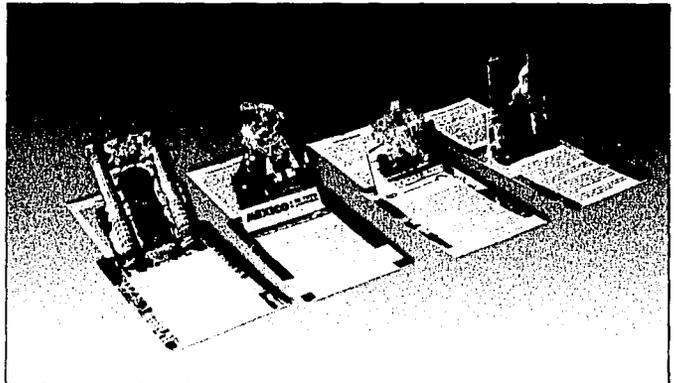
Un ejemplo notable de la ingeniería de papel a través de la historia ha sido su utilización en la ilustración médica, a pesar de que requiere de un conocimiento especializado de quien realiza las ilustraciones. A base de plegados en papel se ha podido explicar el funcionamiento de nuestro cuerpo.

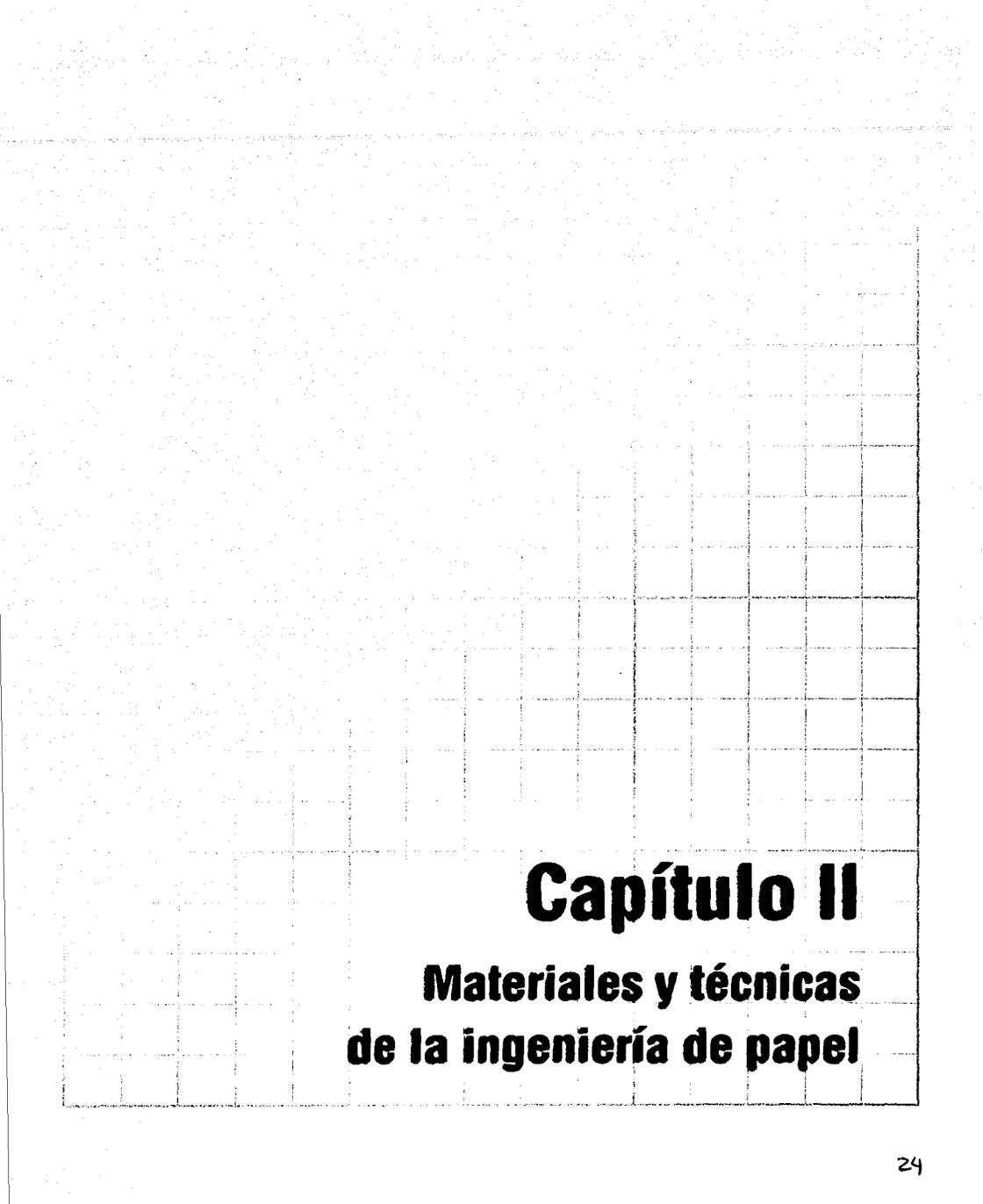
También es común encontrar libros que muestran en una misma página, por medio de capas, cómo está constituido un avión, por ejemplo, o escenas de animales en sus respectivos hábitats, temas educativos que enseñan a los niños a sumar, restar y multiplicar. Libros con escenas tridimensionales de la Navidad o nacimientos, entre otros.

La ingeniería de papel se aplica también a calendarios, tarjetas de felicitación y de presentación, artículos promocionales, *displays*, es decir, lo que seamos capaces de concebir e imaginar.

Hemos mencionado que los avances tecnológicos afectan directamente a nuestra área de trabajo. El diseño gráfico se ha uniformado y un porcentaje considerable de diseñadores ha dejado en la improvisación y la intuición soluciones a problemas de comunicación. Aunque la ingeniería de papel no resolverá todos nuestros problemas y proyectos, puede constituirse como una alternativa más, pues nos permite combinar los avances tecnológicos y un concepto básico de la actividad del diseño: nuestra creatividad.

Tajetas tridimensionales de la Secretaría de Turismo.





Capítulo II

Materiales y técnicas de la ingeniería de papel

A. Los papeles

El objetivo de los siguientes capítulos es mostrar por medio de una guía las técnicas, herramientas y procedimientos para lograr un objeto tridimensional de papel a partir de un plano bidimensional. Para ello tenemos que considerar varios aspectos importantes que contribuirán a lograr este objetivo. Uno de ellos es el conocimiento de los papeles, que se abordará en los siguientes renglones y otro de ellos consistirá en un análisis de los libros y objetos elaborados con las técnicas de la ingeniería de papel, esto nos permitirá reconocer sus características constitutivas, es decir, observaremos con detenimiento el tipo de papel con el que están elaborados, conocer sus gramajes y espesores, además de verificar si son papeles de fácil obtención en las papeleras. Esto nos va a permitir conocer a detalle técnicas y materiales, además de determinar que están hechos con determinados papeles y manufacturados en otros países, también puede ser posible que la materia prima sea difícil de conseguir, pero existirá la posibilidad de encontrar materiales similares.

Esta tarea nos ahorrará tiempo al momento de elaborar nuestros modelos, pues será más sencillo comenzar a trabajar con el papel que utilizaremos para familiarizarnos con sus propiedades particulares, que si lo hacemos basándonos en nuestra intuición, desconociendo características de impresión sobre los papeles, por ejemplo. Aunque en una fase de experimentación de materiales podamos encontrar algunos que quizá se adapten mejor u ofrezcan mayor resistencia y mejores acabados.

Historia y proceso de elaboración de los papeles.

Mencionamos ya los alcances que puede llegar a tener un trabajo con ingeniería de papel, que requerimos además de una búsqueda constante de información y retroalimentación con nuestro entorno. Desarrollando nuestra capacidad de observación para poder plasmar nuestras ideas en objetos concretos que cumplan con nuestra misión de comunicar.

Antes de abordar los aspectos técnicos de la ingeniería de papel, repasaremos brevemente los procesos de obtención y elaboración de los papeles para conocer a detalle sus características más importantes, pues es al fin y al cabo la materia prima con la que trabajaremos.

Generalmente minimizamos o dejamos para el final de nuestros proyectos la elección de los papeles. Lo consideramos únicamente como el soporte en donde se va a realizar nuestro trabajo sin prestarle más atención, no obstante que el papel goza de una personalidad propia, ha sido un medio de expresión plástica por sí mismo y muchas veces no necesita ningún impreso para transmitir un mensaje o una emoción.

Existe una gran cantidad de papeles para diversos usos, por ejemplo los papeles para envolver, los que van a ser impresos, los que utilizan artistas y diseñadores, los que se usan para las artesanías, entre otras muchas aplicaciones más. Sin embargo, los papeles han tenido que pasar por una serie de cambios y evoluciones a través del tiempo para llegar a ser el material tal y como lo conocemos en la actualidad.

Es difícil establecer con precisión una fecha de la invención del papel, aunque en los registros que se tienen de las dinastías chinas, se menciona que *Ts'ai Lun*, un alto funcionario del gobierno, inventó el papel y lo llevó al emperador *Ho* alrededor del año 105 d. de C.¹ Pero materiales como la piedra, la madera, cortezas de árbol, tablillas de cera, papiro, pergamino, seda y pieles de algunos animales pueden considerarse como los antecedentes de los papeles.

Los papeles y sus procesos de elaboración fueron conocidos en occidente hasta muchos siglos después. Los árabes, quienes estaban en constantes guerras con los chinos, conocieron este material y lo introdujeron por la zona del Mediterráneo, primero por el sur de España y posteriormente por Italia, en donde Fabriano fue de los primeros en elaborar papel alrededor del año 1276. En Alemania comenzaron a funcionar las primeras fábricas de papel en el siglo XIV.

En un principio el papel fue utilizado como sustituto de la seda para la escritura, pero por su economía y versatilidad fue implementándose para un mayor número de usos como envoltura, servilletas y tapices, llegándose a consolidar definitivamente con la invención de la imprenta aunque en un principio fue rechazado por considerarse un material pagano.



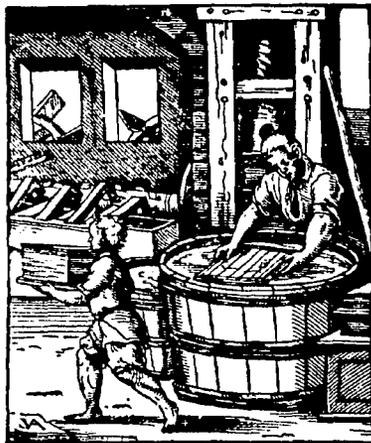
Estampilla china de 1962 que conmemora el aniversario de Ts'ai Lun, el inventor del papel.

¹ Philip B. Meggs. *Historia del diseño gráfico*, p. 39.

Los primeros papeles se hacían completamente de trapos y con rudimentarios mecanismos operados a mano. "En un tanque con agua se remojaban las fibras naturales, tales como la corteza de mora, redes de pescar de cáñamo, así como retazos de tela y se convertían en pulpa, machacándolas con mortero. Posteriormente el encargado del tanque sumergía dentro de la solución de pulpa, un armazón de molde con fondo de criba, tomando sólo la cantidad suficiente para producir una hoja de papel. Sacaba el molde del tanque con pericia y rapidez, oscilando y sacudiéndolo a fin de cruzar y enredar las fibras, mientras el agua drenaba por el fondo del molde. Luego el papel se aplastaba y comprimía contra una tela de lana, a la cual se adhería mientras se secaba y el molde quedaba listo para volverse a usar. Las hojas comprimidas se apilaban, planchaban y se colgaban a secar." ²

Este proceso manual de fabricación de papel no sufrió cambios significativos hasta que en el siglo XIX comenzó a fabricarse en forma industrial en Inglaterra con la llamada *Revolución Industrial*. Mientras que esto ocurría los fabricantes de papel a mano estaban considerados como artistas y, aún hoy, la fabricación manual de papel es una labor muy apreciada.

Para comenzar a fabricar el papel es necesario primero la producción de la pulpa y la materia prima es casi siempre la madera, por su relativa facilidad de obtención y bajo costo, en comparación de otros materiales como el cáñamo, algodón, lino, yute y otras fibras. Aunque en algunos lugares en donde la madera es



Grabado de Jost Amman del Libro de Oficios de 1568 que muestra a un fabricante de papel.

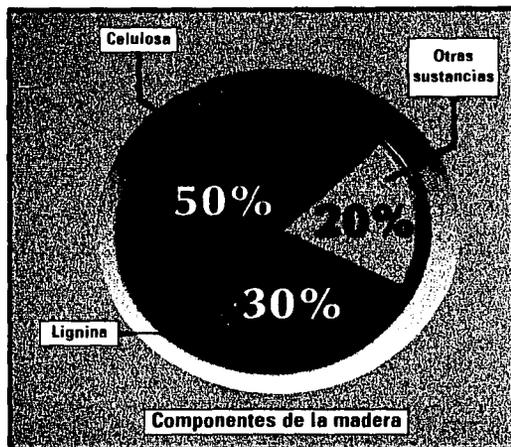
² Philip B. Meggs. *Op.cit.*, p. 40.

escasa, se han desarrollado métodos para producir materiales fibrosos que crezcan muy rápido.

La madera contiene un promedio de 50% de celulosa, que es el componente básico del papel, 30% es una sustancia llamada lignina, un aglutinante natural que mantiene unidas las fibras de la madera, y el 20% restante lo constituyen otras sustancias. Un papel base está compuesto por las fibras de la celulosa, rellenos o cargas, colorantes y agentes aglutinantes. Dependiendo de la calidad del papel de que se trate, varían en cantidad y calidad sus componentes, por ejemplo, caolín y carbonato de calcio son agregados al papel para dotarle de opacidad, blancura y lisura. Colorantes para lograr tonalidades en el papel, y agentes encoladores para la resistencia a los líquidos.

La fabricación de papel con pulpa de madera fue inventada en 1840 y fue perfeccionada por métodos químicos en 1854. Para obtener la pulpa de celulosa, se cuecen las astillas de la madera en contenedores a alta presión junto con algunos disolventes para eliminar las impurezas. Existen cuatro procesos básicos para obtener la pulpa: *el mecánico, el químico, el semiquímico y el termomecánico.*

La pulpa mecánica es la más económica y fácil de obtener, pues utiliza toda la madera sin corteza y se tritura; pero todavía contiene restos de polvo e impurezas que causan decoloración y debilitamiento en el papel. La pulpa química se obtiene eliminando las impurezas de la madera como la lignina, gomas, resinas y otros componentes por medio de un proceso de cocción dejando una pulpa hecha con puras fibras de celulosa dando como resultado un papel más resistente.



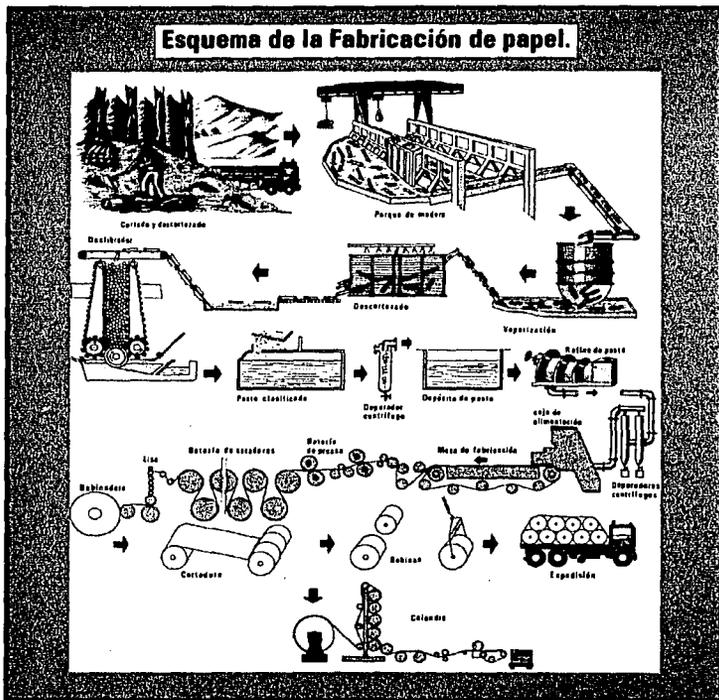
La obtención de la pulpa semiquímica es una combinación de procesos mecánicos y químicos usado solamente para las maderas más duras. La producción de pulpa termomecánica es un proceso derivado del proceso mecánico, sólo que es a base de calor y por medio de una refinadora en donde la madera entra a presión dando como resultado una pulpa más resistente y de mejor calidad. Algunos fabricantes de papel utilizan pulpa reciclada obtenida de los residuos de sus procesos de fabricación.

A pesar de que la pulpa de celulosa es blanca, existen todavía residuos colorantes e impurezas que se eliminan por procesos de blanqueado con sustancias químicas como el cloro, dióxido de cloro, hipoclorito de sodio o la combinación de todas, además de enjuagues constantes de agua. Enseguida esta pasta se bate con otros componentes que varían de acuerdo al tipo de papel que se

vaya a fabricar como pigmentos o colorantes. Después se almacena en tanques con-
tenedores quedando lista para pasar al siguiente proceso.

En la actualidad existen métodos modernos y muy complejos para la fabricación de
papel pero consiste básicamente en tres etapas. La primera es *la sección húmeda*, que
es donde se le da forma al papel base; la segunda es *la sección de extracción de agua
y prensado*; y, finalmente, la tercera sección es *la de secado*, en donde se determina la
humedad que se le deja al papel.

En la primera sección, la pulpa de celulosa se diluye con bastante agua de tal mane-
ra que las fibras se encuentran suspendidas en casi un 99% de agua, se bate constan-
tamente para evitar la formación de grumos y se vierte entonces sobre una malla sin-
tética que corre a lo largo de toda la máquina que fabrica el papel. El peso, grosor y
volumen de la pasta se controla de acuerdo a la velocidad en que corre la malla. Esta
malla o tela es un tejido sintético que corre por medio de rodillos o cilindros en donde



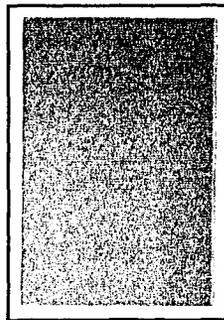
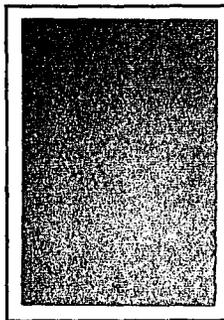
la pulpa se va conformando como un tejido en el que las fibras comienzan a unirse, mientras que es extraído por succión el excedente de agua. Algunas máquinas modernas contienen dos mallas por donde corre el tejido que se está formando por la pulpa y el agua también es suctionada por la parte superior. Enseguida el tejido pasa por un rodillo de alambre que distribuye aún más las fibras y algunas veces este rodillo contiene en las orillas unas marcas de alambre que realizan los sellos de agua del papel.

Cuando el tejido del papel deja la malla sintética el porcentaje de agua que contiene queda reducido a un 75% u 85%. Pasa entonces a la sección de prensado en donde la cinta de papel se sostiene en otra banda de felpa hecha de fibras sintéticas que pasa a través de unos rodillos que se encargan de exprimir el papel a la vez que lo uniforman y emparejan. Después el papel pasa al siguiente proceso que es la sección de secado térmico que consta de unos cilindros de hierro calentados por vapor de agua donde el papel se sostiene en una banda de felpa. En este proceso se determina la mayor o menor humedad de acuerdo a las características finales del papel, que generalmente queda reducida a sólo 5% de humedad.

Características de los papeles.

Las caras del papel

Algo que caracteriza a los papeles es que tiene dos caras, en donde un lado se hace un mejor cruce de las fibras y es más cerrado que el otro. Esto se debe principalmente a que cuando la pasta de celulosa llega a la máquina, entra en contacto con la malla sintética en la



Aquí podemos observar las dos caras que tiene un mismo papel.

primera sección. A este lado se le llama precisamente el lado de la malla y es el menos fino, al otro lado se le conoce como lado de la felpa o lado de fieltro. Esta característica varía dependiendo del tipo de papel, pero en un papel para técnicas de expresión, por ejemplo, se identifica el lado correcto si buscamos el sello o marca de agua.

Porosidad

La porosidad del papel depende de su proceso de elaboración. Un papel muy poroso está constituido por fibras más largas. Un papel hecho con fibras cortas hará que éstas se compacten más estrechamente haciendo un papel con grado de porosidad menor. Esta característica será determinante en procesos como la impresión, pues un papel muy poroso hará que el atrape de tinta sea mayor, logrando que aumente el consumo de tinta y que la carrera de la máquina de impresión sea más lenta para que permita el secado, pues existe el riesgo de que la

tinta fresca repinte al papel generando desperdicio y aumento en los costos.

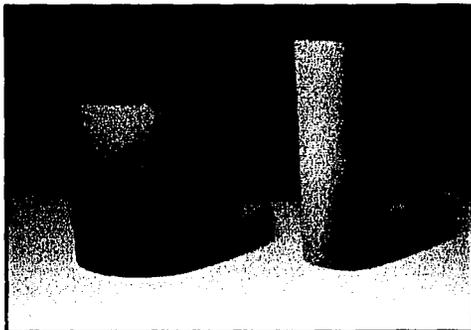
El sentido de la fibra

Es la dirección en que se orientan las fibras del papel. Es muy importante tomar en cuenta esta característica pues va a determinar cómo se va a imprimir, a doblar o encuadernar el papel. El sentido que toman las fibras del papel es paralelo a cómo corre la máquina que lo fabrica, se le conoce también como la dirección de la fibra, dirección de formación, sentido de la fabricación, hilo o grano largo. El caso contrario se conoce como dirección transversal, cruzada, contra la fibra, contrahilo o grano corto.

Aunque para dobleces en papel ayudan el remarcado que se hace con suaves o de manera manual con punzones, debemos reconocer que la dirección de la fibra facilita o dificulta el doblado de un papel. Para averiguar qué sentido tienen las fibras se cuentan con varios métodos: cortar con la mano un pliego de papel por su lado largo y su lado corto, en donde se logre un corte más fácil y recto esa será la dirección de la fibra. Otro método es enrollar al papel, cuando se haga un rollo más fácil y sin ondulaciones, ese será también la dirección de la fibra. Por lo general, cuando el papel se vende en pliegos el sentido de la fibra corresponde al lado más largo del pliego, aunque esto no es una regla.

Encolado del papel

Un papel tendrá una mayor o menor capacidad de aceptar la humedad pues se le añaden agentes encoladores que permiten una mejor resistencia a los líquidos.



Comprobación del sentido de las fibras del papel. En el sentido correcto de la fibra, el papel no se ondula.

El sello o marca de agua

Ya mencionamos que durante la primera etapa de elaboración de papel generalmente hay un rodillo de alambre que distribuye las fibras de la pulpa y que en sus extremos contiene otro alambre que hace una marca en el papel. Se utiliza más en los papeles artísticos e indica además de la cara adecuada para su uso, la calidad y la marca de la fábrica.



Espesor del papel

El espesor del papel, llamado también calibre, es la distancia promedio entre las dos caras del papel o cartulina y se mide en milésimas de pulgada en el sistema inglés, y en milésimas de milímetro en el sistema métrico.

Resistencia

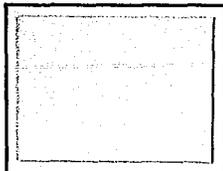
Es la capacidad que tiene el papel para evitar ser rasgado. Depende más de la naturaleza de las fibras que de su espesor, pues un mejor entrecruce de las fibras durante el proceso de elaboración proporciona mejor resistencia.

Superficie y acabados.

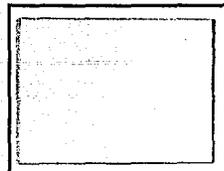
Existen diversas superficies del papel y por lo general tiene que ver con los procesos de terminado. El papel puede tener un acabado recién salido de los rodillos de secado sin estar recubiertos por aglutinantes y aditivos, puede pasar por un proceso de abrillantado o satinado llamado calandrado o supercalandrado, y varían en apariencia y brillantez por lo que pueden tener un acabado mate, semimate, brillante y al alto brillo.

Toma el nombre de calandrado o supercalandrado de los rodillos de acero fundido y pulido en la superficie llamados calandrias. La tira de papel pasa por una serie de estos rodillos colocados en forma vertical en un proceso similar a un planchado. El calandrado se puede hacer en la máquina donde se hace el papel después de la tercera fase, en las máquinas de recubrimiento o en máquinas independientes.

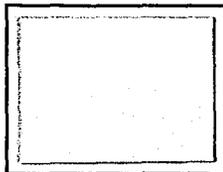
Los recubrimientos en los papeles se utilizan para lograr superficies más blancas y lisas que ayudan a tener una mayor opacidad y atrape de tinta cuando el papel se



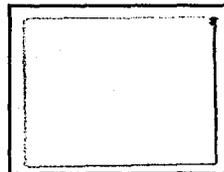
Papel de 8 puntos



Papel de 10 puntos



Papel de 12 puntos

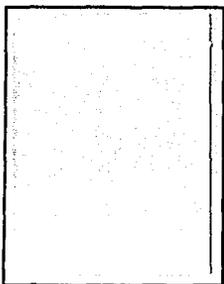
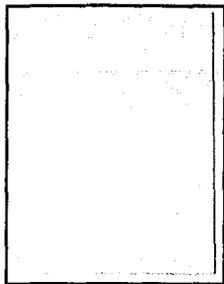


Papel de 14 puntos

utiliza para impresión. Los recubrimientos se componen por pigmentos blancos como el caolín, carbonato de calcio y dióxido de titanio en un 85%; aglutinantes en un 12% ó 15% y por aditivos adicionales.

Los pigmentos como el caolín contienen partículas más pequeñas que las fibras lo cual hace que cubran los espacios entre ellas formando una superficie uniforme. Los aglutinantes se usan para adherir los pigmentos al papel base además de que ayudan a regular el brillo, el atrape de la tinta, el brillo de la tinta impresa, resistencia de la superficie, porosidad y flexibilidad. Los aditivos se incluyen para darle al papel mayor fluidez en la máquina de impresión, y al igual que los procesos de calandrado, los recubrimientos se realizan en línea, es decir, en la misma máquina donde se fabrica el papel, o en máquinas y procesos independientes.

Dependiendo de las cantidades de recubrimiento de los papeles, se encontrará que éstos varían en un mayor o menor brillo dando como resultado diferentes aparien-



Papeles mate y brillante.

cias de las superficies. Así, un papel mate será aquel en donde el recubrimiento es apenas el necesario para cubrir las fibras del papel y tiene un proceso de calandrado también mínimo. La superficie de un papel mate es por tanto rugosa y de menor brillo.

Un papel semimate tiene un mayor recubrimiento y un proceso de calandrado mayor, la superficie de los papeles semimates es más lisa y tersa pero de bajo brillo y cuando se imprime en ellos da una sensación de sedosidad al tacto. Los papeles brillantes y al alto brillo son totalmente recubiertos y supercalandrados dando como resultado una superficie de gran brillo y lisura.

Un papel recubierto se puede caracterizar también por el brillo de la tinta cuando es impreso. El brillo de la tinta se puede observar por el nivel de pigmento en la superficie y la capacidad de absorción de las resinas de las tintas. Un bajo brillo de la tinta es cuando pigmentos y resinas son absorbidos por el papel; por el contrario, un papel con brillo excesivo, demasiado liso y encolado impedirá que los pigmentos y resinas de la tinta de impresión sean absorbidos.

Algunos acabados texturizados se obtienen por medio de repujados después de que el papel sale de la máquina. Pasan a través de unos cilindros repujadores a alta velocidad en seco y con mucha presión siendo los más comunes aquéllos que imitan telas o lienzos.

Pesos.

Es un aspecto muy importante a tomar en cuenta para elaborar las técnicas de la ingeniería de papel. Se obtiene por el peso básico del papel. En E.U. se expresa en libras por resma de papel—500 hojas— cortado a un tamaño básico. En el sistema métrico, utilizado en nuestro país, se expresa en gramos por metro cuadrado de papel—grs./m.²—, esto es, el peso en gramos de un metro cuadrado de papel.

Un método sencillo para averiguar el gramaje es pesar en una báscula un decímetro cuadrado de papel—10 cm.²— y el peso que se registre multiplicarlo por 100, así nos dará el peso en grs./m.² También podemos encontrar que el peso del papel viene expresado en kilogramos—kg.—, y se refiere al peso de un millar de hojas.

Dependiendo de su peso, encontramos la siguiente denominación: papeles, cartones y cartoncillos o cartulinas. Serán papeles los que tengan un peso entre 10 y 190 grs./m.²; cartones a partir de los 190 grs./m.². Un rango de 150 a 189 grs./m.² será para

los cartoncillos o cartulinas. Los cartones están conformados generalmente por varias capas, algunas veces de distintos papeles, y por estas características podrían resultar inadecuados para la ingeniería de papel.

Si queremos determinar el peso o gramaje de un papel, podemos hacerlo conociendo algunos datos básicos y aplicando las siguientes fórmulas:

Para obtener el peso de un determinado número de hojas expresado en kilogramos (kg.), tenemos que:

$$\text{Peso} = \frac{\text{Longitud de la hoja (metros)} \times \text{Ancho de la hoja (metros)} \times \text{grs./m}^2 \times \text{no. de hojas}}{1000}$$

Para obtener el gramaje de una hoja de papel en grs./m²:

$$\text{Grs./m}^2 = \frac{\text{Peso en kg.} \times 1000}{\text{Longitud de la hoja (metros)} \times \text{Ancho de la hoja}}$$

Formatos.

Existen tamaños estándar que varían de acuerdo a cada región o país, y son comunes los formatos o tamaños mínimos como las hojas carta u oficio que son obtenidos de acuerdo al tamaño de los pliegos. Es importante conocer los tamaños en pliegos, o los anchos de una bobina al momento de iniciar un proyecto de diseño que vaya a imprimirse, pues un trabajo que no tome en cuenta estos datos, correrá el peligro de que no cubra la superficie total de un pliego de papel y exista desperdicio. El caso contrario ocasionará que tengamos que hacer adaptaciones en tamaños a nuestros diseños que implican varios riesgos como reducción de textos e imágenes y cambios no contemplados ni autorizados por los clientes.

Otros usos y aplicaciones.

En la actualidad existen muchos talleres que fabrican papeles hechos a mano o papeles artesanales que se utilizan para manualidades o técnicas artísticas. Su característica es que son 100% hechos a mano y pueden utilizar materiales reciclados y de desperdicio como papeles de oficinas, escuelas, así como desperdicios naturales como hojas de maíz y flores entre otros.

B. Métodos básicos para obtener volumen en el papel.

En este inciso, abordaremos algunos procesos prácticos para comenzar a trabajar las técnicas de la ingeniería de papel. Ya hemos analizado algunas características importantes de los papeles, que es la materia prima con la que trabajaremos, ahora conoceremos brevemente algunas herramientas de trabajo y materiales adicionales.

Papeles adecuados para la ingeniería de papel.

Un aspecto importante que hay que tomar en cuenta es conocer la característica del papel. Como sabemos, es un material muy flexible y debemos, en un proceso de experimentación, familiarizarnos con él, jugar con él, doblarlo, rasgarlo, cortarlo, conocerlo en pocas palabras.

Lo más importante para trabajar las técnicas de la ingeniería de papel es que éste sea lo más resistente posible para soportar los cortes y dobleces, pero no demasiado grueso para que se ondule o resquebraje al elaborar los relieves. Quizá para bocetos rápidos, que permitan dar una idea aproximada de lo que queremos lograr sea suficiente un papel bond, aunque no es recomendable para trabajos finales. Las cartulinas bristol u opalinas brindan una mejor resistencia y son económicas, lo que nos permitirá realizar modelos complejos, que se aproximen a nuestro trabajo final, sin gastar mucho.

Es la creatividad y la experimentación del diseñador lo que permitirá escoger dentro de un universo de papeles, siempre en función de sus objetivos y del proyecto de que se trate. Dependiendo de los mecanismos a utilizar, determinaremos también el tamaño y calibre del papel, tomando en cuenta que un tamaño muy grande con un papel muy delgado tendrá problemas para un manejo eficaz. Asimismo, se recomienda que si el diseño de los relieves va a ser en un formato pequeño, se utilice un papel mucho más flexible; si el diseño es complejo, quizá sea necesario emplear un papel más resistente que ofrezca mayor estabilidad a las estructuras que se hagan con el papel.

Materiales y herramientas.

Es la composición, estructuración y necesidades del diseño de los mecanismos lo que nos va a sugerir las herramientas más adecuadas, entendiéndolas como los elementos que nos van a ayudar a proyectar nuestras ideas.

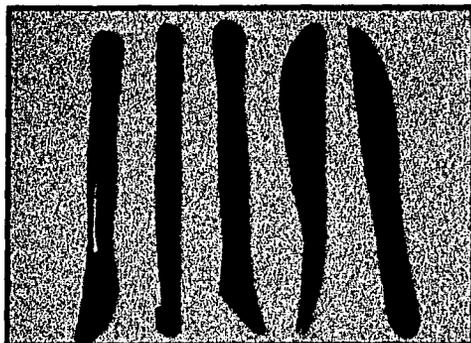
El soporte principal es el papel, y los instrumentos que utilizaremos para trabajar las técnicas de la ingeniería de papel son de uso común y fáciles de conseguir. Aquí sugerimos algunas herramientas a utilizar aclarando que es la experimentación y los métodos personales de trabajo lo que nos indicará finalmente las mejores herramientas.

Para comenzar, necesitaremos una tabla o cartón grueso que nos sirva de soporte para cortar los papeles con cuchillas, así como una superficie blanda, como un rectángulo de corcho de base para marcar los dobleces en el papel.

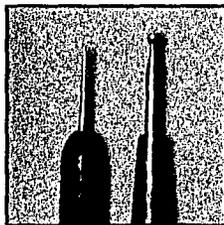
Las demás herramientas las clasificaremos de la siguiente manera:

Instrumentos de mano alzada:

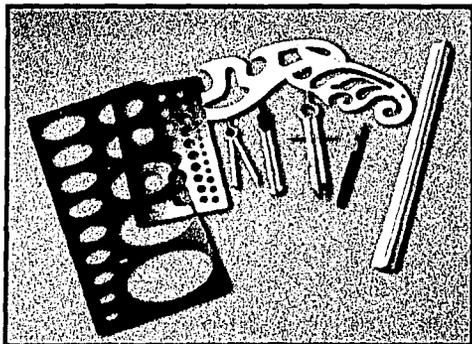
- Estiques de madera o plástico para remarcar el doblez
- Goma de migajón
- Lápices o portaminas de grafito de calidad dura (3H, 4H, 5H, etc.)
- Navajas cutter y exacto
- Pinceles y espátulas para aplicar pegamento
- Punzones para marcar el papel



Estiques de madera, nos ayudarán a doblar el papel.



Punzones metálicos para repujado, nos ayudarán a remarcar los dobleces en el papel.

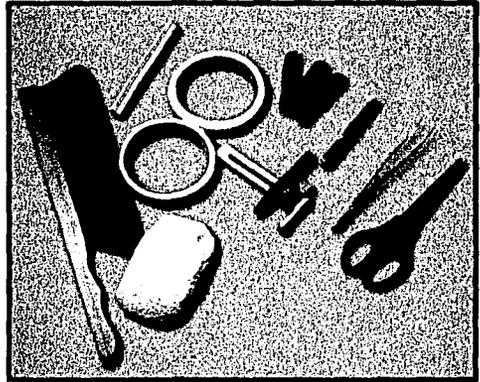


Instrumentos de precisión:

- Juego de compás
- Juego de escuadras
- Plantillas de círculos y elipses
- Pistolas de curvas
- Regla o escalímetro graduados
- Regla metálica
- Tiralíneas

Instrumentos y materiales complementarios:

- Cepillo de pelo para sacudir
- Cintas adhesivas masking, diurex y cinta mágica
- Cojín limpiador
- Engrapadora y perforadora
- Estilógrafos, marcadores y plumas
- Lima de uñas para lijar bordes irregulares de papel
- Navaja cutter para cortar círculos
- Pegamentos
- Pinzas y clips para sujetar papeles
- Tijeras
- Trapo semihúmedo para limpiar nuestras manos



El pegamento

Para que un plegado o relieve sea funcional, se debe elegir cuidadosamente el tipo de pegamento a utilizar, así como los métodos para adherir los papeles. La condición básica es que las superficies a pegar deben quedar limpias y sin residuos, además que no se desprendan con facilidad.

Las operaciones para pegar los papeles son muy sencillas, pues las áreas que requieren ser pegadas son pequeñas. Tenemos que cuidar que el pegamento no contenga agua, pues esto ocasionaría que el papel se ondulara, aunque podría funcionar el pegamento blanco; pero un pegamento a base de solvente sería más eficaz. Un lápiz adhesivo resulta muy práctico para realizar los primeros modelos, pues permite un fácil manejo.



Pegamentos a base de solvente, agua y lápiz adhesivo.

Primeras operaciones.

Comenzaremos nuestro proceso del manejo de las técnicas de la ingeniería de papel con procedimientos

muy básicos con la finalidad de conocer el comportamiento de los papeles y familiarizarnos con el manejo de las herramientas hasta conocer la técnica básica.

Cortar el papel

Para realizar cortes rectos podemos utilizar tijeras o navajas cutter guiada por una regla para mayor precisión. Procuraremos que la navaja quede perpendicular a la superficie para que el corte sea preciso y limpio. El procedimiento a seguir tanto para papeles gruesos como delgados es marcar ligeramente el corte con la finalidad de hacer una guía e ir aumentando la presión en sucesivas pasadas de la cuchilla.

Para cortes irregulares pueden servir las tijeras o cuchillas exacto, pues su acabado en punta permite un manejo más fácil que el cutter convencional ofreciendo cortes más precisos. Para cortar círculos se pueden adaptar cuchillas a un compás o utilizar cutter para cortar circunferencias. Para círculos más pequeños podemos utilizar también una perforadora de oficina.

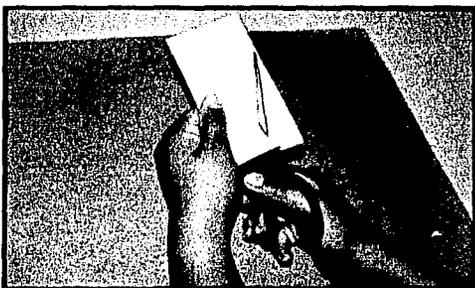
Doblar el papel

Existen varias técnicas para doblar el papel, una puede ser simplemente a mano, pero el doblez que se obtiene no es preciso ni uniforme pues influye el que vayamos contra la dirección de la fibra del papel. Para lograr dobleces limpios podemos realizar un ligero corte con el cutter en la superficie del papel, sólo hay que tener mucho cuidado para no sobrepasar la superficie y cortarlo.

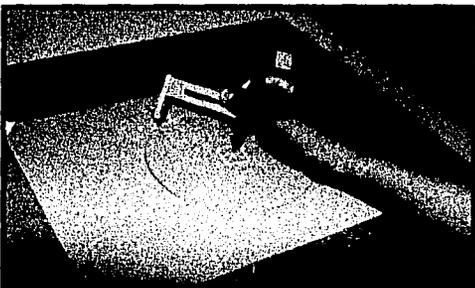
Una forma precisa y eficaz es marcar el papel con un punzón metálico o de plástico. Si el doblez es recto, se pueden utilizar reglas o escuadras para guiar el punzón; si son dobleces curvos o irregulares, podemos ayudarnos



La navaja debe ser perpendicular a la superficie a cortar. Para un corte preciso y recto, podemos ayudarnos de una regla.



Para cortes irregulares podemos utilizar las tijeras.



Para cortes circulares, podemos adaptar una navaja a un compás. Existen también cuchillas especiales para cortar circunferencias.

de un compás, pistolas de curvas o plantillas circulares y elípticas. Cualquier instrumento de punta redonda que no maltrate el papel como plumillas o plumas sin tinta sustituyen eficazmente al punzón. Se recomienda tener una base blanda de cartón o corcho para que la marca del doblado se haga con suavidad pero con firmeza y exactitud.

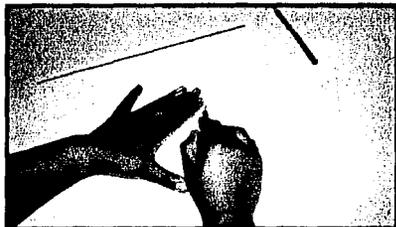
Enrollar, curvar y dar forma de espiral al papel

Para realizar cada una de estas operaciones es importante que reconozcamos el sentido de las fibras y trabajar paralelamente a ellas.

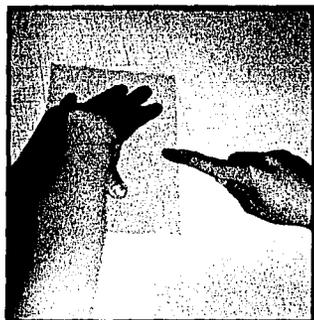
Para curvar el papel debemos sujetarlo firmemente, presionarlo y tirar de él en un borde de una mesa o sobre la esquina de un escálmetro. Con repetir sucesivamente esta operación lograremos una curva mayor.

Para enrollar el papel, necesitamos de un objeto cilíndrico y comenzar a envolverlo.

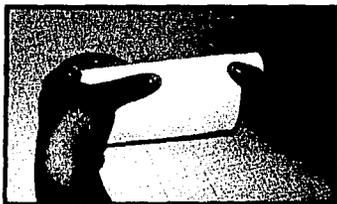
Para formar espirales, necesitamos de una espátula y tiras angostas de papel, tirar de ellas a través del canto de las espátulas.



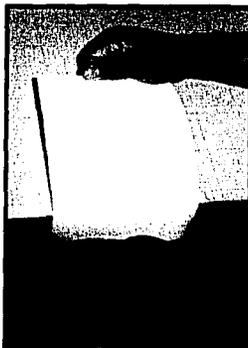
Es recomendable marcar el papel en el lugar donde va el doblado con un punzón o un objeto de punta redonda.



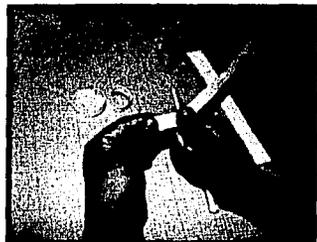
Con un estique de madera, podemos doblar con mayor firmeza el papel.



Con ayuda de un objeto cilíndrico, podremos curvar más fácilmente el papel.



Se puede curvar el papel al tirar de él en el borde de una mesa.



Con ayuda de una espátula, podemos conseguir espirales de tiras de papel.

Se han abordado ya algunos aspectos prácticos que nos van a ayudar a elaborar las técnicas de la ingeniería de papel y que consisten en conocer cuáles serán nuestros materiales y herramientas elementales. Es nuestro objetivo, dentro de este desarrollo metodológico, ir abordando primero los procedimientos más sencillos y llegar a un nivel mayor de complejidad.

C. Análisis de libros con ingeniería de papel.

Es en esta parte de nuestro proyecto cuando comenzaremos el proceso netamente práctico de nuestro problema, que es elaborar una guía metodológica que nos indique paso a paso la obtención de relieves y mecanismos de acción en varios planos de papel.

Dentro de nuestro desarrollo metodológico hemos conocido ya los antecedentes teóricos de nuestro problema, y en este inciso se pretende describir brevemente el método proyectual que nos ha servido para resolver el proyecto.

Dentro de este proceso, se han detectado varios elementos importantes que se han tomado en cuenta. Uno de ellos, ya abordado en el primer y segundo capítulo, ha sido nuestra recopilación de la información, que nos ha servido para ubicar a nuestro problema dentro de un contexto bien definido.

Como siguiente paso, se ha hecho un análisis a objetos que aplican las técnicas de la ingeniería de papel, en donde más que observar los valores estéticos, se ha puesto un especial énfasis en los aspectos técnicos de los objetos analizados.

Para el análisis de los objetos con ingeniería de papel, se elaboraron fichas de trabajo que tomaron en cuenta estos aspectos.

Nombre del objeto	
Autor o autores	
Productor	Quién produce el objeto de diseño analizado.
Dimensión	Una buena dimensión de un objeto o diseño nos dice mucho de su manejabilidad.
Material	Análisis del comportamiento de los materiales como resistencia al uso.
Técnicas	Se analiza si el material se trabajó adecuadamente.
Costos	
Utilidad	¿Cumple con sus objetivos? ¿Sirve para lo que está planeado?
Funcionalidad	¿Funcionan bien? ¿Funcionan bien las partes mecánicas?
Ergonomía	
Acabados	Tipo de impresión, suajes, pegados.
Manejabilidad	
Estética	Análisis de la coherencia de cada una de sus partes.

Este tipo de libros, al igual que muchos otros, abordan una cantidad diversa de temas, aunque en su mayoría van dirigidos a un público infantil y juvenil. Uno de los objetivos centrales de un libro con ingeniería de papel es impactar al lector por medio de los relieves y la acción de los mecanismos, por lo que muchas veces, y al igual que la mayoría de los libros ilustrados, el texto sólo es un complemento de la imagen y, en este caso, de los ensamblajes, relieves y mecanismos. En algunos casos se aprovechan de forma muy creativa todos los espacios disponibles como, por ejemplo, las mismas lengüetas de los mecanismos o se agregan solapas adicionales para este fin.

Podemos encontrar temas que hablan de la naturaleza; temas arqueológicos; pedagógicos, como enseñar a dividir o multiplicar, o que muestran el funcionamiento de nuestro cuerpo; temas infantiles y religiosos.

Generalmente, todos los libros están ilustrados a color y muchas veces, en los relieves, la imagen se encuentra impresa por ambas caras del papel. En casos como solapas o ventanas, también llevan impresos por los dos lados. Las técnicas gráficas varían, no existen limitantes en este sentido. Podemos encontrar técnicas de acuarela, acrílicos, aerógrafo, gouache o fotografías; en una gran cantidad de estilos, desde los muy figurativos y complejos hasta los más sencillos o abstractos. En algunos casos, cuando el relieve así lo amerita, se hacen ilustraciones de los reversos, es decir, una ilustración para el frente de una figura, y otra distinta para la parte posterior. Aunque en algunos casos se utiliza la misma imagen.

En este ejemplo, se amplía el formato de la página doble al conformar una solapa que se aprovecha para colocar relieves.



En algunos casos, la impresión se ha hecho también por el reverso del relieve.

Las ilustraciones se trabajan a todo color y la técnica de impresión utilizada en la mayoría de los libros con ingeniería de papel es el offset en selección de color. Las páginas están impresas en un sólo lado y algunos relieves y desplegados están impresos por los dos lados del papel. Debido a los costos de producción y ensamblaje de este tipo de libros, todos son impresos y armados en países que ofrecen una producción económica y mano de obra barata.

Como en un libro con ingeniería de papel intervienen ilustradores, asesores y quienes elaboran los mecanismos, la producción debe ser cuidada al extremo, es decir, se tiene que poner especial atención a todos los detalles técnicos propios de pre prensa y prensa, como son los rebases, cortes y suajes, textos arriesgados con los márgenes, además de la correcta indicación para su engomado y ensamblado.

Así como la información del libro debe ser sólo la necesaria, las ilustraciones bien elaboradas e impactantes, la ingeniería de papel funcional y sencilla de manejar, el diseño de estos libros debe tomar en cuenta cada uno de estos aspectos; debe armonizar y encaminar cada elemento para hacer un objeto coherente y funcional, pues cada libro implica el trabajo de muchos técnicos especializados y debe ser cuidado en todos sus componentes.

Mencionamos que la elaboración de un libro con ingeniería de papel la realiza un equipo multidisciplinario. Podemos observar que en la mayoría de los casos, los créditos son compartidos generalmente entre quien escribe el libro, el que se encarga de ilustrarlo y quien se encarga de elaborar los relieves y mecanismos.

En algunos casos, cuando el tema así lo requiere, existen además asesores científicos que se encargan de apoyar, sugerir o corregir los contenidos y gráficos. Además, puede aparecer algún asesor pedagógico.

El papel que se utiliza comúnmente en casi todos los libros es la cartulina sulfatada de 12 puntos de espesor; aunque en algunas ocasiones se usa otro de menor calibre, ya sea de 10 puntos o un papel couché de 250 grs./m², que es más flexible. En su mayoría llevan cubiertas rígidas plastificadas, lo que permite soportar el peso de las páginas interiores, sus relieves y mecanismos.



Las cubiertas rígidas permiten soportar las páginas interiores de un libro con relieves, que, generalmente, se imprimen en cartulina sulfatada de 12 puntos.

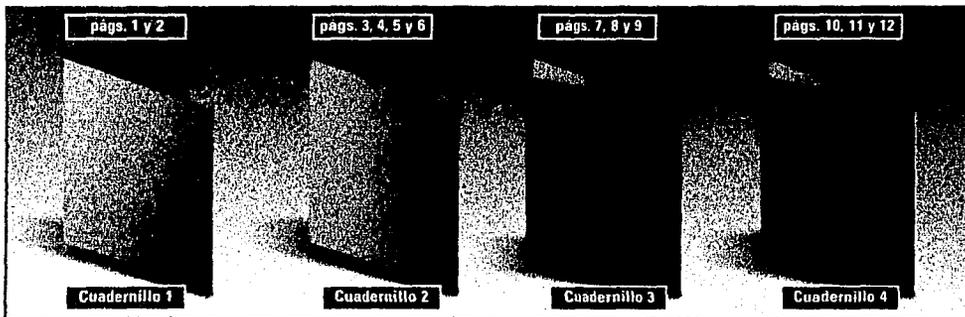
Los formatos pueden ser apaisados, verticales o cuadrados, y aunque los tamaños varían, siguen generalmente el estándar del tamaño carta u oficio. Sin embargo, sus encuadernados son poco convencionales y se adaptan a las características propias de sus relieves. El número de páginas muchas veces no coinciden con los pliegos de 4 páginas, pudiendo existir libros de 6, 8, 10, 12 y hasta 14 páginas. Debido al espesor del papel más el volumen de los relieves, un mayor número de páginas ocasionaría problemas técnicos para su encuadernado y su maniobrabilidad.

Para su impresión y armado existe un sistema modular de 4 y 2 páginas que al doblarse conforman cuadernillos, donde se pueden obtener libros con el número de páginas mencionadas anteriormente. Esto, aparte de ser muy funcional y permitir un manejo más fácil para su armado, pues se van uniendo cuadernillos de cuatro páginas, toma en cuenta también aspectos más técnicos como tamaños de pliego de papel y entrada a máquinas de impresión.

La ingeniería de papel se clasifica en *relieves directos*, *relieves compuestos* y los *mecanismos de acción*.



Esquema de un libro con diez páginas adheridas al tomo.



Cuadernillos que conforman 12 páginas.

Estas características encuentran en los libros su máxima aplicación, pues un sólo libro puede incluir en su interior estos tres componentes.

Aunque existen libros que sólo utilizan los relieves directos, con sus ventajas y desventajas: sus relieves se realizan en el mismo papel de las páginas, sin que le sean añadidos elementos extra, excepto los textos e imágenes. Los relieves logrados en estos libros son muy llamativos y exigen una planeación muy elaborada por parte del ingeniero de papel. Se logra el máximo relieve cuando se abren hasta 90°; además de que sus costos de producción se reducen sólo al encuadernado y a los suajes hechos en las páginas. Las desventajas a la vista es que al abrirlos más de 90° pierden el sentido de volumen, además de que los relieves "enseñan" la parte posterior del libro, por lo que se ven detalles de su encuadernado.

Otro tipo de libros son los que utilizan los relieves de 90°, es decir, aquéllos que no permiten abrir la página más allá del ángulo recto. Aquí se aprovecha muy bien esta característica para lograr un libro de 6 páginas que al abrirlo completamente, se forma un escenario. Además de que los ensamblajes permiten que se les añadan mecanismos de acción.

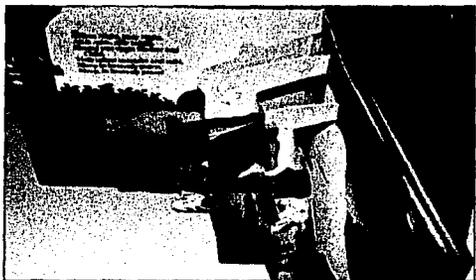
Quizá los libros más completos y complejos son aquéllos que permiten abrir sus páginas hasta un ángulo de 180°. Aquí encontramos aplicados los tres tipos de relieves: se combinan los relieves directos con los compuestos, además de existir ya sea en los mismos relieves o en las páginas los mecanismos de acción.



Libro The Shepherd's Christmas. Aquí se han obtenido los relieves directamente de los cuadernillos que conforman al libro.



Al abrir el libro a más de 90°, se pierde el sentido de volumen.



Los relieves "enseñan" la parte posterior del libro.

Los libros con ingeniería de papel son objetos complejos que implican un gran trabajo. Debido a sus procesos de planeación, producción y armado, se constituyen en objetos la mayoría de las veces caros.

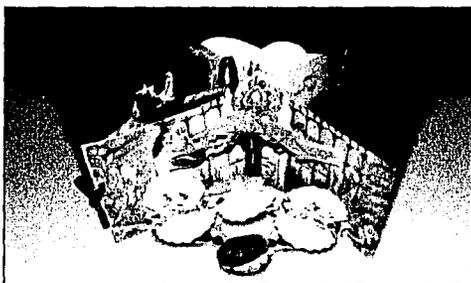
Es difícil encontrar algún libro con ingeniería de papel que no tenga un objetivo específico y que, por lo tanto, no cumpla con sus requisitos comunicativos e informativos. Cada uno de ellos cumple, de acuerdo a la temática abordada, con el objetivo de informar, agradar o entretener.

Una de sus ventajas es que puede abordar casi cualquier tema y exponerlo de forma creativa. Los relieves, los mecanismos y las ilustraciones involucran al lector no sólo a tomar la información, sino a interactuar con el libro.

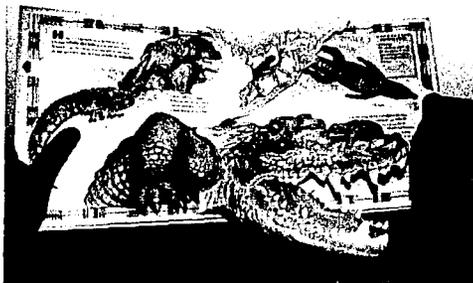
Es raro encontrar un libro tridimensional mal elaborado o planeado incorrectamente, pero pueden existir casos en que los mecanismos de acción llegan a fallar o no están lo suficientemente reforzados. Si bien hay que tener especial cuidado al momento de accionarlos, encontramos también que el papel no resiste e incluso, al momento de desplegarse algún relieve, el peso de éste llega a rasgar el papel.

Siempre hay que apoyar el libro sobre una mesa o un soporte horizontal, sobre todo al momento de accionar mecanismos de acción, pues resulta complicado el tomar el libro con una mano y accionar el mecanismo con la otra.

En la mayoría de los libros aquí analizados, se han cuidado muy bien todos los aspectos técnicos de impre-



Libro "The Little Mermaid", con relieves montados de tal manera que cada página pueda abrirse hasta 90°, creando un escenario.



Para una buena lectura de un libro con ingeniería de papel, debemos apoyarnos en una mesa.

sión, ensamblado, refinado y encuadernado. Se debe tener especial atención con la elección del papel, sobre todo de su gramaje, pues en algunos casos un papel muy delgado puede ocasionar un relieve o mecanismo débil, que puede rasgarse con facilidad, pero un papel muy grueso puede también traer problemas con el funcionamiento de los mecanismos.

Se ha explicado hasta el momento el proceso metodológico que se ha seguido para el análisis de objetos que aplican la ingeniería de papel. En los siguientes capítulos se explicará el proceso de elaboración de los relieves y mecanismos de acción producto de este análisis.



En algunas ocasiones, al utilizar un relieve demasiado complejo y pesado sobre un papel delgado, ocasiona que el soporte se rasgue.

Capítulo III

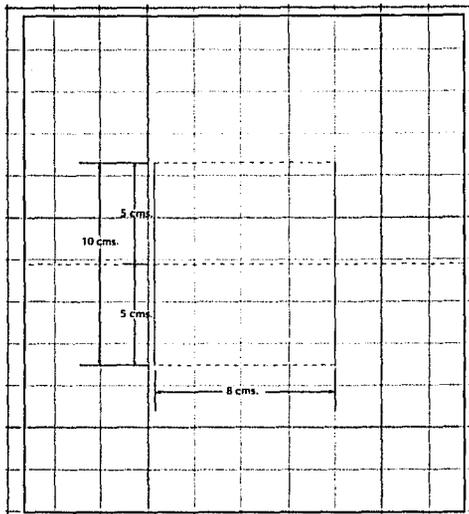
Relieves directos

Los siguientes tres capítulos conforman la parte práctica y gráfica del problema de diseño y es una presentación, por medio de una guía metodológica, de la obtención de relieves y mecanismos de acción resultado de la recopilación y análisis de datos descrita en el capítulo anterior.

Se han considerado varios elementos y varios procesos para resolver nuestra guía, desde cómo presentar los planos de elaboración y de construcción de los relieves y mecanismos, su clasificación de acuerdo al nivel de complejidad, el tipo de papel que se empleará, entre otros.

Al final de la tesis, como un anexo, se pondrán los planos de algunos relieves que podrán realizarse de manera práctica.

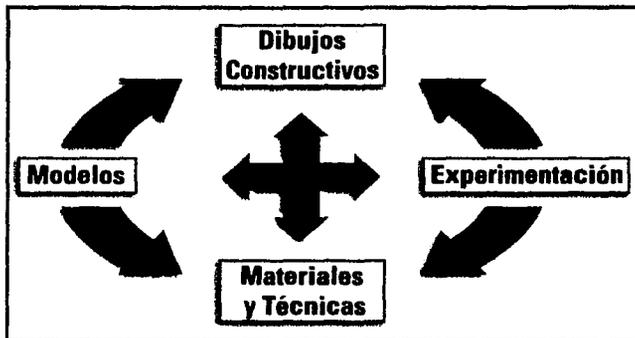
Se ha procurado hacer una presentación sencilla de cada relieve. El diseño editorial en esta etapa de la tesis, se colocará sobre una retícula cuadrículada a manera de cuaderno, para facilitar la elaboración del plano del relieve en escala.

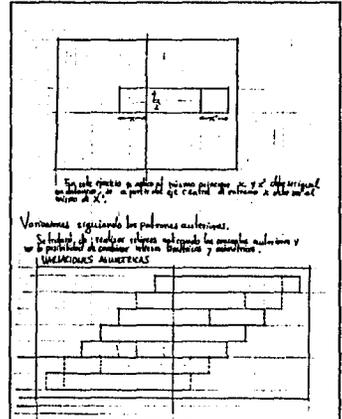
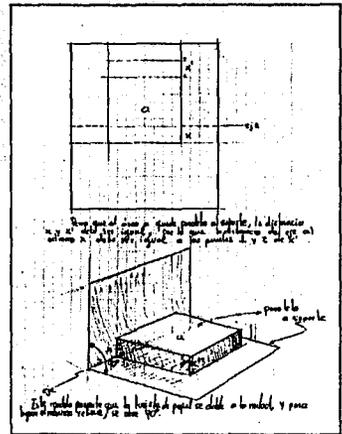
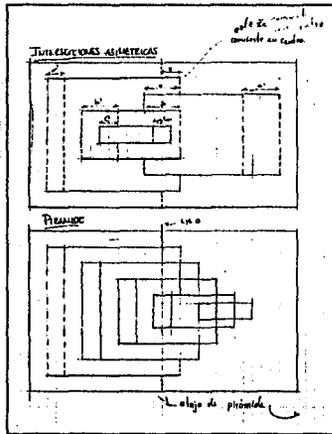


El diseño editorial de la guía con la cuadrícula de fondo, nos permitirá realizar a escala el plano del relieve.

El objetivo de esta tesis ha sido investigar los antecedentes y recursos técnicos de la ingeniería de papel para elaborar una guía ilustrada que muestre los procedimientos de obtención de relieves y mecanismos de acción en varios planos de papel.

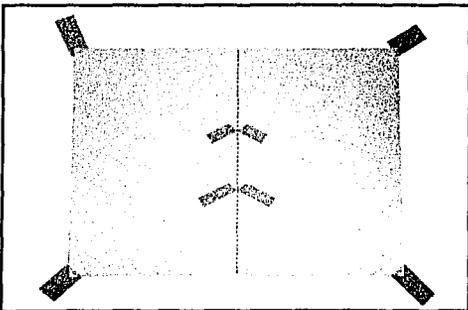
No fue una metodología lineal, pues los modelos se hicieron con base en dibujos de construcción, lo que nos permitió experimentar, a su vez, con técnicas y materiales, como pegamentos, soportes, técnicas de doblez, entre otros. Este procedimiento nos permitió llegar a dibujos de construcción cada vez más complejos y modelos igualmente más complicados.





Del análisis a los objetos con ingeniería de papel, se han obtenido principios básicos, hecho anotaciones y, dentro de un proceso de experimentación, llegado a relieves más complejos.

Se ha procurado colocar, cuando el relieve lo permite, medidas o acotaciones que compliquen la comprensión del proceso de elaboración del relieve; colocando sólo las distancias que se tienen que considerar. Además se proponen en cada modelo las herramientas que pueden utilizarse, así como un recuadro con una explicación detallada del proceso.

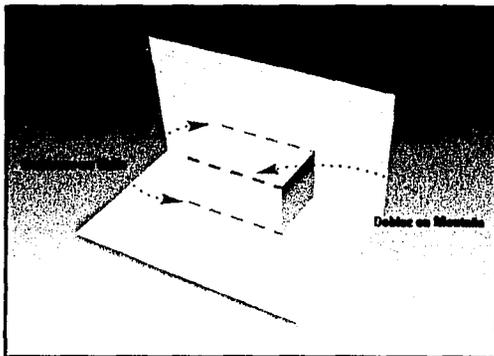


En algunos casos, se esquematiza cómo colocar el relieve sobre el soporte de papel.

A. Principios básicos.

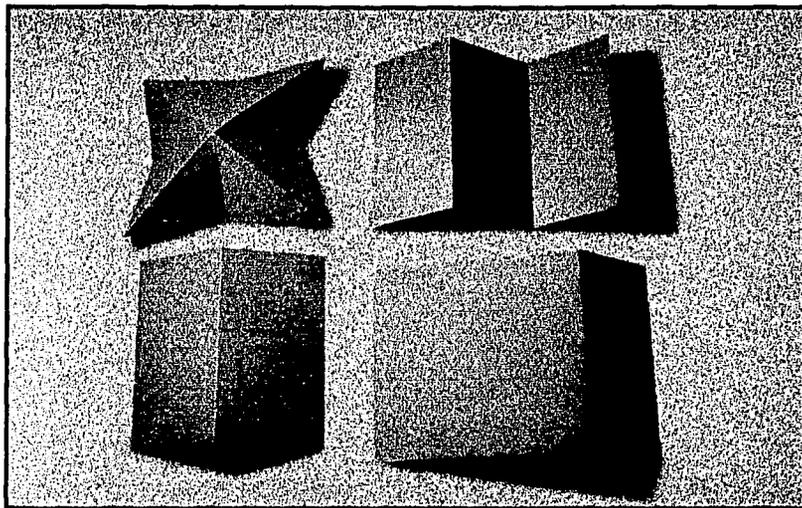
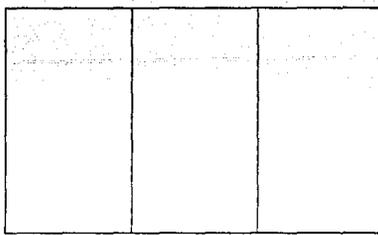
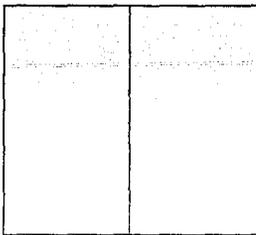
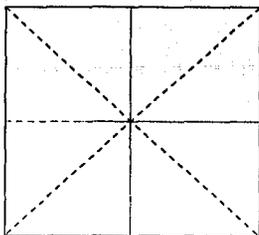
Para comenzar a trabajar con las técnicas de la ingeniería de papel, utilizaremos la siguiente simbología, que se empleará a partir de ahora en cada uno de los modelos y nos servirá para identificar los cortes, dobleces y áreas para pegado:

• Simbología	
---	Línea roja discontinua: doblez en montaña.
---	Línea azul discontinua: doblez en valle.
—	Línea continua negra: corte.
—	Línea gris: línea de trabajo.
■	Área gris: área para pegado



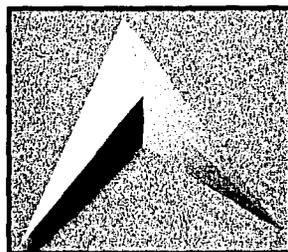
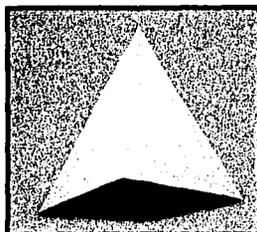
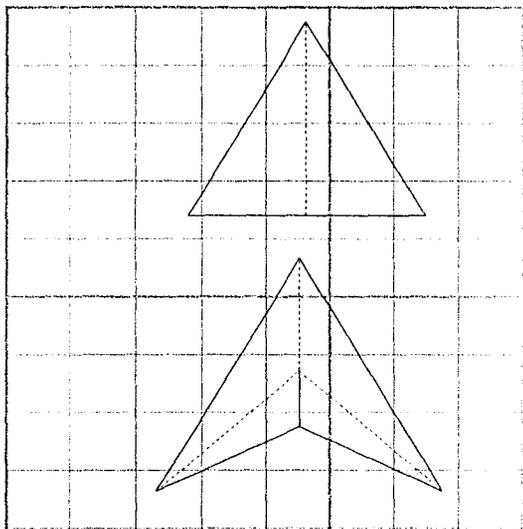
En algunos casos, podemos trazar directamente en el papel siguiendo las indicaciones anteriores, es decir, líneas para dobleces y cortes. Podemos trazar también nuestros planos sobre papel mantequilla o albanene de 110 grs./m² y cortar sobre él poniendo nuestro papel debajo, con el fin de no maltratarlo ni ensuciarlo con los trazos, conservando, por supuesto, un plano original por si tenemos que repetir un mismo trazo varias veces.

Recomendamos utilizar lápices de grafito de calidad dura (3H, 4H, 5H, etc.) para lograr un trazo fino y remarcado que nos sirva simultáneamente para doblar el papel.

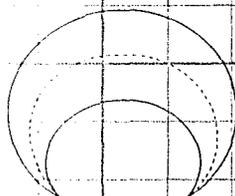
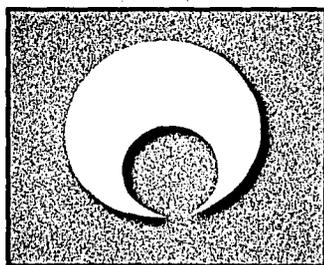


Podemos obtener volumen en el papel haciendo dobleces en los ejes simétricos de figuras geométricas como se muestra en las siguientes figuras:

Los relieves de formas triangulares son otro principio básico de la ingeniería de papel. Igualmente, el volumen se obtiene doblando al plano por sus ejes simétricos o como se muestra en la segunda forma triangular, que finalmente lleva el mismo principio.

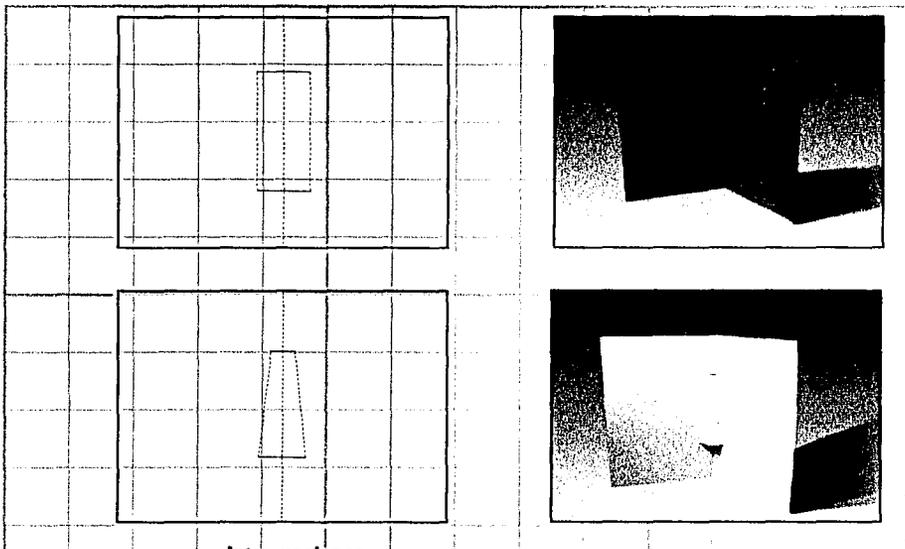


También se pueden obtener relieves en el papel en formas irregulares al momento de ondularlo por sus ejes simétricos:



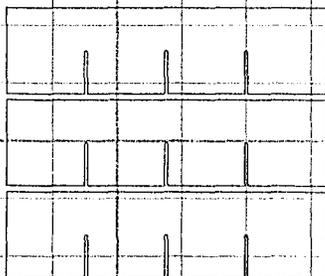
Hendidos

Otro de los principios básicos son los hendidos que pueden realizarse por medio de dobleces. Solamente se hacen cortes perpendiculares y se doblan en sentido contrario ayudándonos de un punzón.

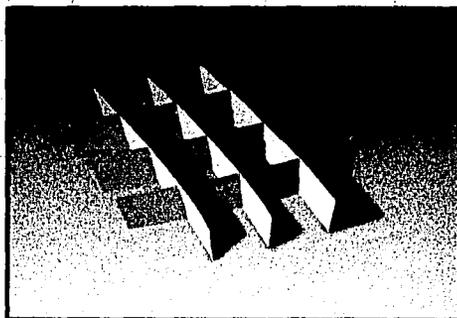


Intersecciones

Otro método básico es el que se logra uniendo dos planos de papel por medio de cortes o ranuras hechas a partir de sus centros. Estas ranuras deben hacerse ligeramente anchas, 1 ó 2 milímetros, para que el ensamblado no se dificulte.



Módulos básicos



Aunque podemos observar una gran cantidad de relieves que se pueden obtener por medio de las técnicas de la ingeniería de papel, los podemos clasificar en tres divisiones fácilmente identificables:

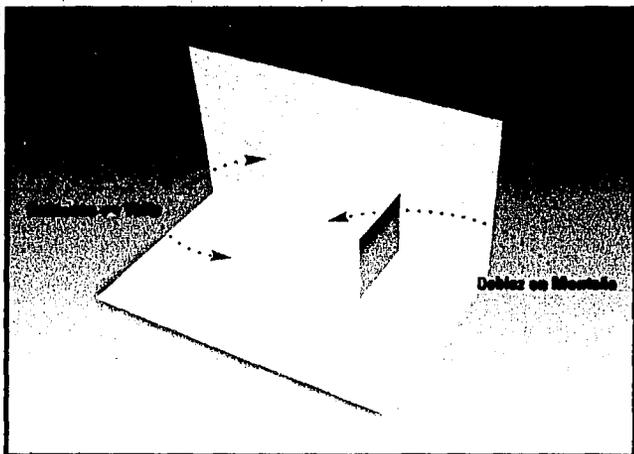
1.- *Los relieves directos.*

2.- *Los relieves compuestos.*

3.- *Los mecanismos de acción.*

B. Relieves Directos.

Los relieves directos son los que se obtienen directamente en el soporte de papel. Constan de tres dobleces básicos: dos dobleces externos en valle y un doblez central en montañ a.



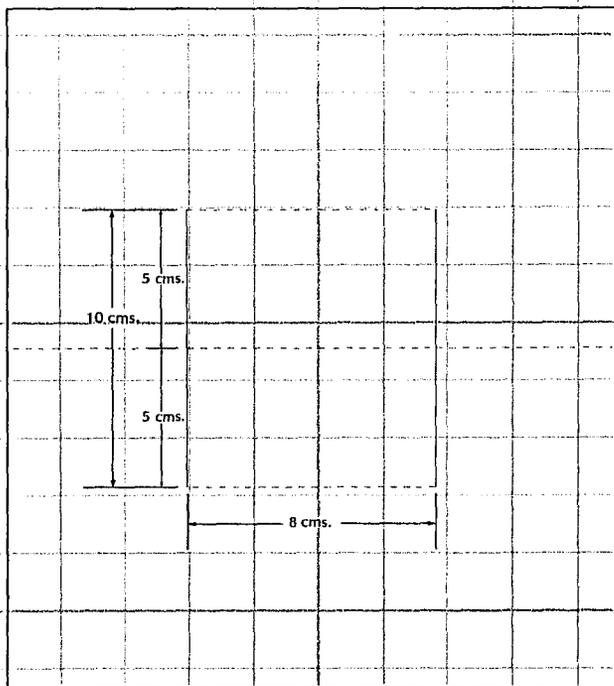
Otra característica importante de estos relieves es que se logra el máximo volumen cuando el soporte de papel se despliega a 90 grados; si se abre más, el relieve va perdiendo el volumen.

Asimismo, los relieves directos podemos clasificarlos en *Simétricos* y *Asimétricos*.

Relieves Directos Simétricos

Son *relieves directos simétricos* aquéllos donde sus dobleces en valle externos son equidistantes al dobléz central de la página, a su vez, el dobléz en monta a del relieve coincide con este dobléz central.

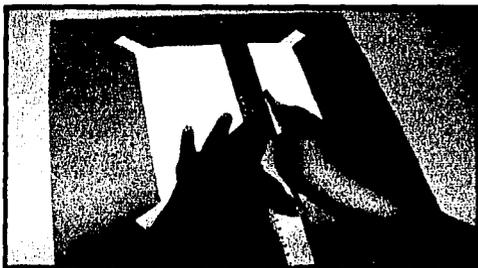
Obtención de un Relieve Directo Simétrico.



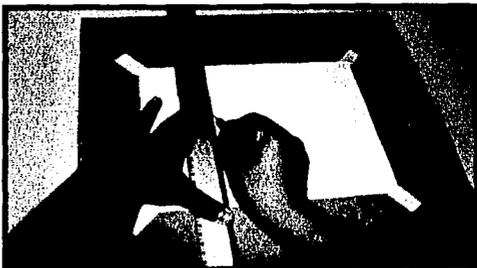
• Materiales y herramientas:

Cutter, juego de escuadras, lápiz y punzón metálico.

1. Trazamos, como se muestra en el plano, un rectángulo donde el dobléz de monta a coincida con el centro del soporte de papel.

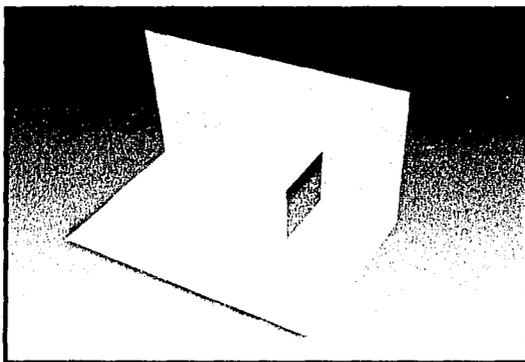


2. Cortamos arriba y abajo con un cutter.



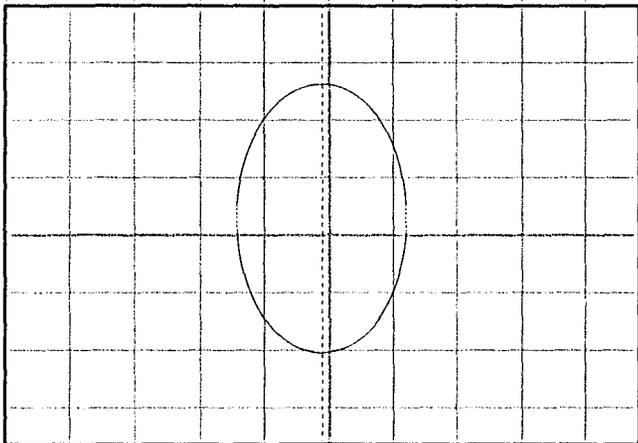
3. Marcamos los dobleces con un punzón.

4. Se forma el relieve.



Los siguientes ejemplos son relieves obtenidos siguiendo el principio de los relieves simétricos. Son principios básicos muy sencillos donde crearemos relieves a partir de figuras geométricas.

Elipse



• **Materiales y herramientas:**
Plantilla de elipses, lápiz, tijeras y punzón metálico.

• **Consideraciones**
La elipse debe colocarse justamente en el centro de nuestro soporte de papel, para que al doblarlo a la mitad, coincidan los dobleces de montaña con el doblez central.

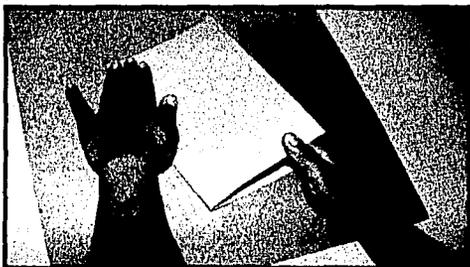
Proceso de elaboración:

1. Trazamos una elipse en nuestro soporte de papel como se muestra en el plano.

• **Simbología**

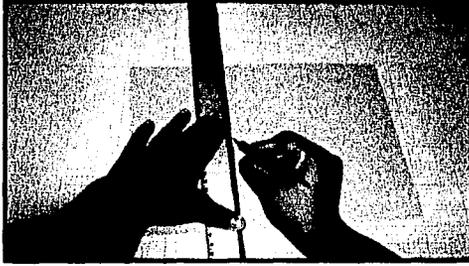
	Línea roja discontinua: doblez en montaña.
	Línea azul discontinua: doblez en valle.
	Línea continua negra: corte.

2. Marcamos el doblez central con el punzón. Doblamos a la mitad.

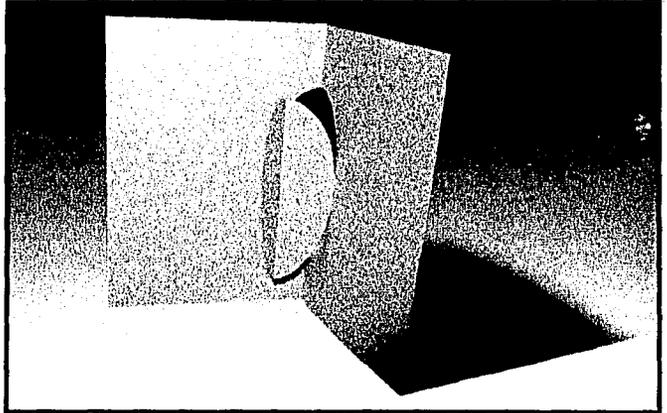


3. Con las tijeras cortamos la forma de la elipse hasta donde comienzan los dobleces externos.

4. Marcamos los dobleces externos con el punzón.



5. Realizamos el relieve.



..... **Elipses Intercaladas**

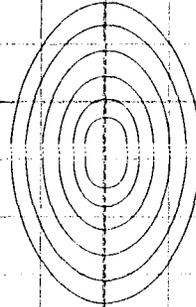
Seguimos el mismo principio de la elipse en relieve.

• **Materiales y herramientas:**

Plantilla de elipses, lápiz, tijeras y punzón; metálico.

• **Consideraciones**

Al igual que el ejemplo anterior, trazamos las series de elipses en el centro del soporte de papel.



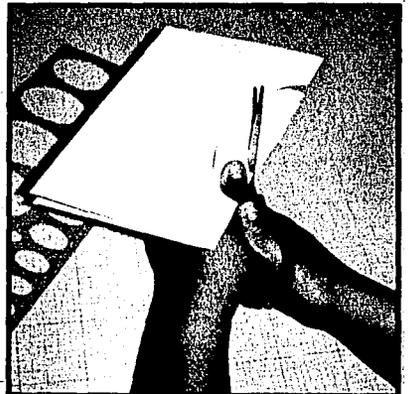
• **Simbología**

- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

Proceso de elaboración:

1. Trazamos en el soporte de papel series de elipses como se muestra en el plano. Marcamos el doblez central con el punzón.

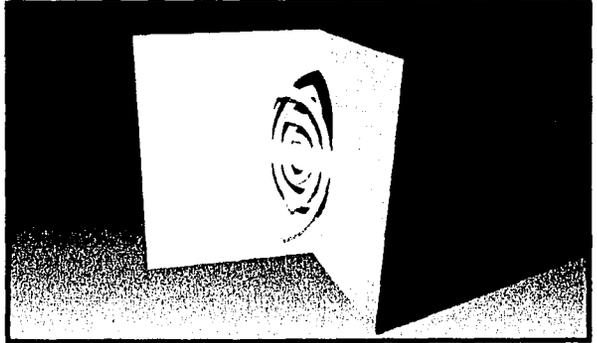
2. Doblamos a la mitad y recortamos las formas con las tijeras, respetando el área de los dobleces externos. Marcamos los dobleces con el punzón.





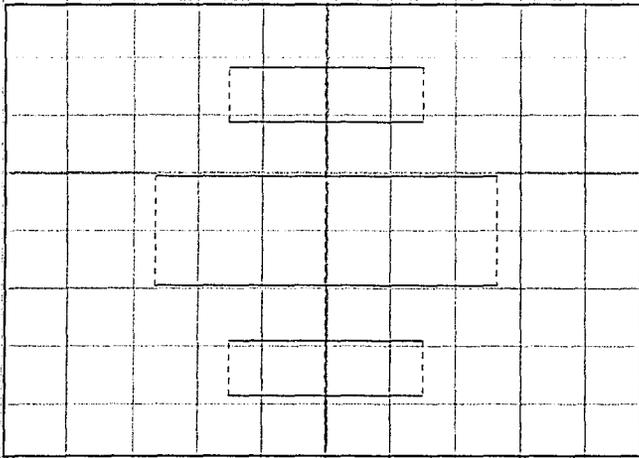
3. Realizamos los relieves comenzando primero por la elipse más grande. Vamos alternando los dobleces hacia afuera o hacia adentro.

4. Modelo terminado.



Rectángulos

En este modelo se sigue el principio básico de construcción de relieves simétricos.



• Materiales y herramientas:

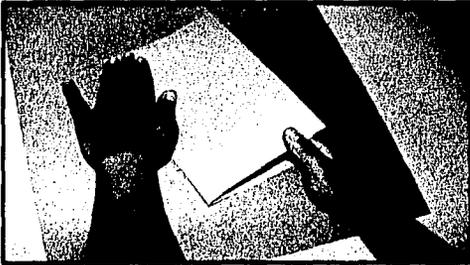
Juego de escuadras, lápiz, tijeras y punzón metálico.

• **Simbología**

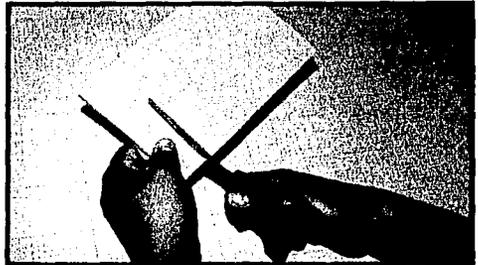
- Línea roja discontinua: doblez en monta a.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

Proceso de elaboración:

1. Trazamos unos rectángulos en el soporte de papel como los que se muestran en el plano.



2. Marcamos el doblez central. Doblamos a la mitad.

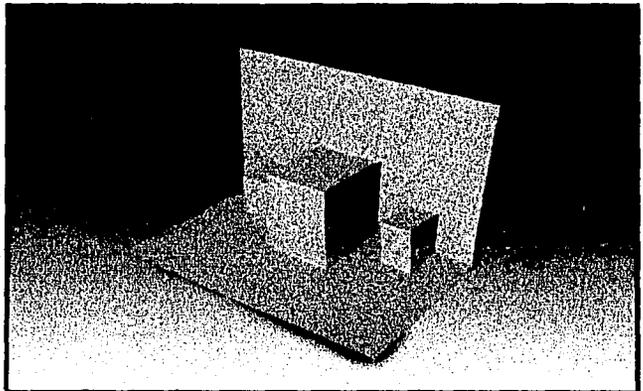


3. Con las tijeras, hacemos los cortes hasta donde comienzan los dobleces externos en valle.



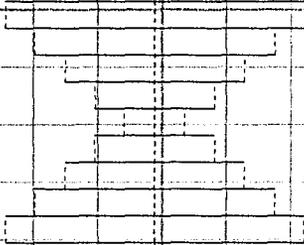
4. Marcamos los dobleces externos con el punzón y realizamos los relieves.

5. Modelo terminado.



Rectángulos Decrecientes

Este ejemplo es una derivación del anterior, demuestra los efectos que pueden obtenerse al momento de hacer variaciones del principio básico del relieve directo simétrico.



• Materiales y herramientas:

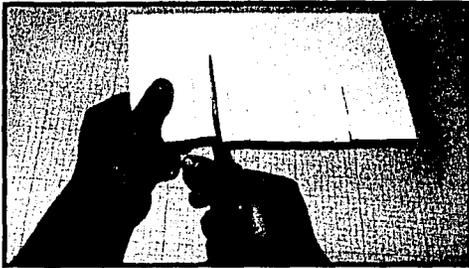
Juego de escuadras, lápiz, tijeras y punzón metálico.

Proceso de elaboración:

1. Trazamos una serie de rectángulos en el soporte de papel como se muestra en el plano. Marcamos el doblado central con el punzón.

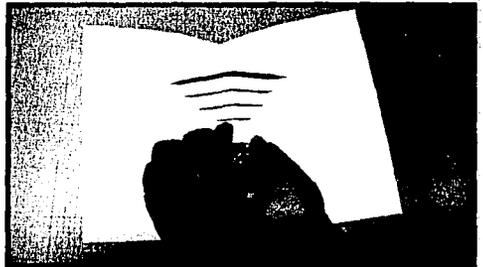
• Simbología

- — — — Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- — — — Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

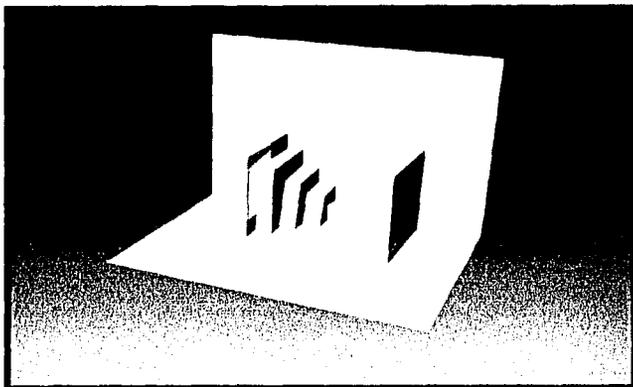


2. Doblamos a la mitad y cortamos con tijeras hasta donde comienzan los dobleces externos en valle.

3. Marcamos los dobleces externos y realizamos los relieves.



4: Modelo terminado.



Rectángulos Piramidales

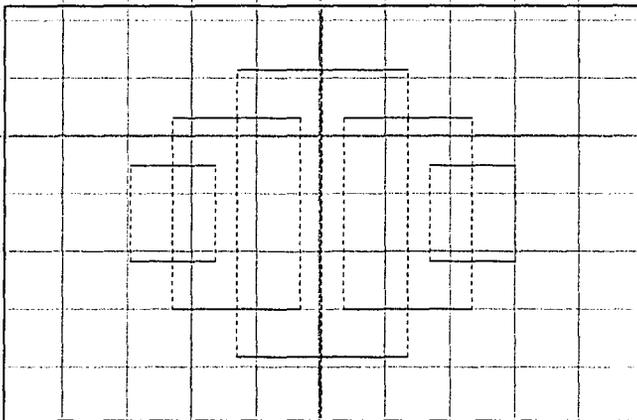
En este relieve simétrico se obtiene un efecto interesante, pues conforme se van realizando los cortes, formamos al mismo tiempo los relieves.

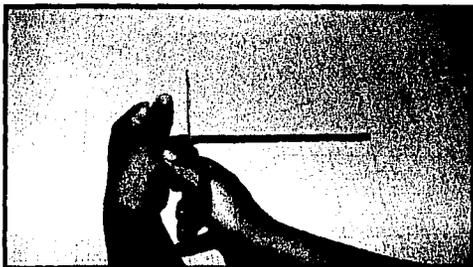
• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, tijeras y punzón metálico.

Proceso de elaboración:

1. Se traza una forma piramidal en el soporte de papel semejante al que se muestra en el plano. La base tiene que ser más alta que el siguiente nivel.

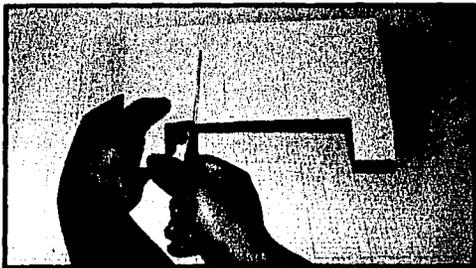
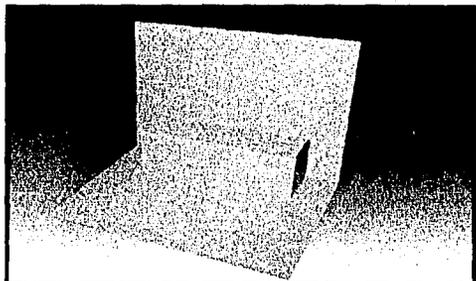




• Simbología	
---	Línea roja discontinua: doblez en montaña.
---	Línea azul discontinua: doblez en valle.
—	Línea continua negra: corte.

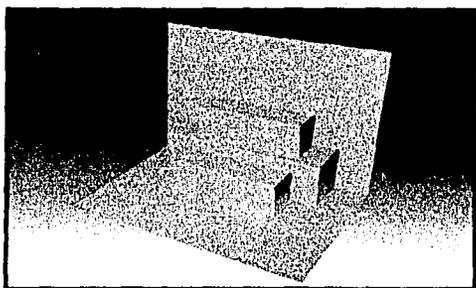
2. Marcamos el doblez central con el punzón. Doblamos a la mitad y realizamos los cortes del primer nivel hasta donde comienzan los dobleces.

3. Marcamos los dobleces con el punzón y realizamos un primer relieve simétrico, que será la base de la forma piramidal.



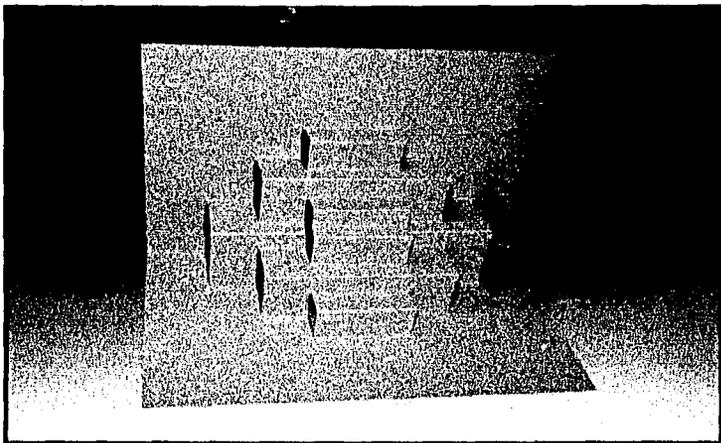
4. Volvemos a doblar a la mitad y cortamos el siguiente nivel.

5. Marcamos los dobleces externos de este nivel y formamos el relieve.



6. Doblamos nuevamente a la mitad y cortamos el último nivel.

7. Marcamos los dobleces externos y realizamos el relieve. Relieve terminado.



Cuadrados Alternados

Este modelo es más complejo, pero sigue el mismo principio de los ejemplos anteriores. Aquí se forman los relieves alternando los dobleces centrales en montaña y valle.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, cutter o exacto y punzón metálico.

• Consideraciones

Trazamos las series de cuadrados en el centro del soporte de papel.

• **Simbología**

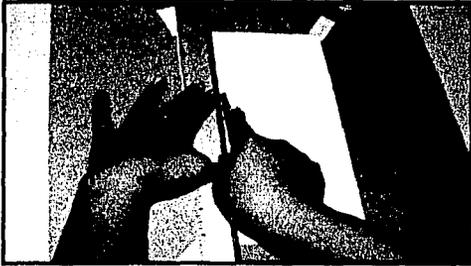
--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

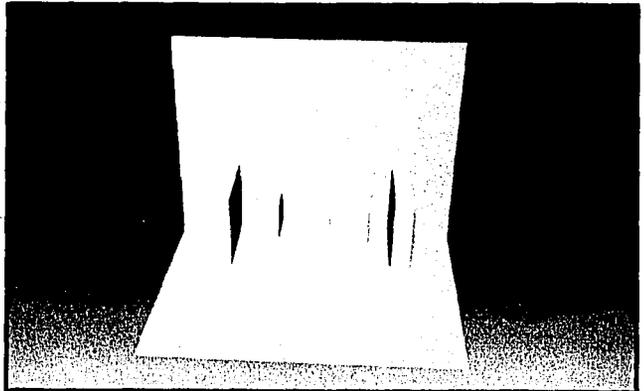
Proceso de elaboración:

1. Trazamos en el soporte de papel una serie de cuadrados como se muestra en el plano.



2. Cortamos con el cutter como se indica y marcamos los dobleces con el punzón. Realizamos los relieves, alternando los dobleces.

3. Modelo terminado.



Flor

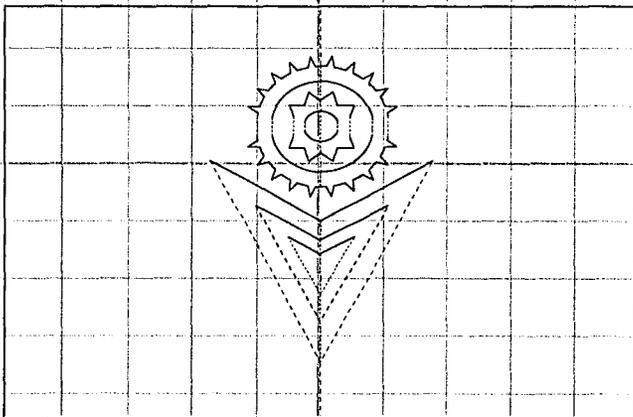
Una vez comprendidos estos primeros pasos, podemos realizar relieves simétricos más complejos.

• Materiales y herramientas:

Compás, juego de escuadras, lápiz, tijeras y punzón metálico.

• Consideraciones

Trazamos esta figura geométrica justo en el centro del soporte de papel.

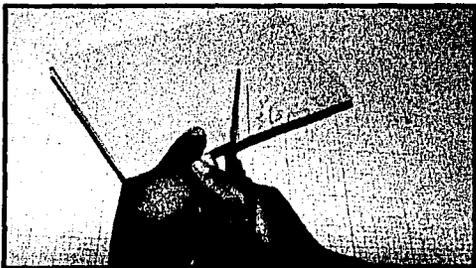


Proceso de elaboración:

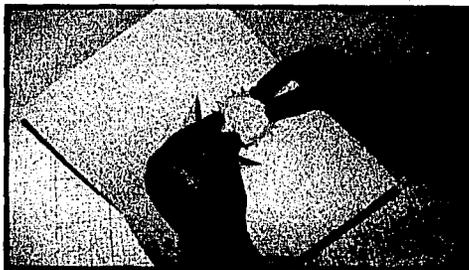
1. Trazamos en nuestro soporte de papel una figura semejante a la que se muestra en plano. Marcamos con el punzón el doblez central.

• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

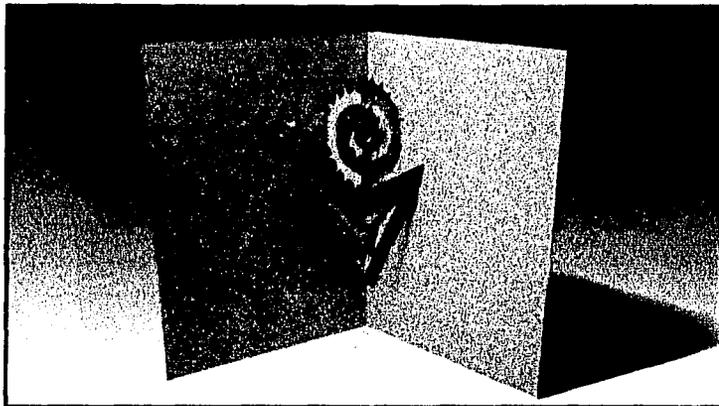


2. Doblamos a la mitad y cortamos con tijeras comenzando por la formas externas respetando el área de los dobleces externos.



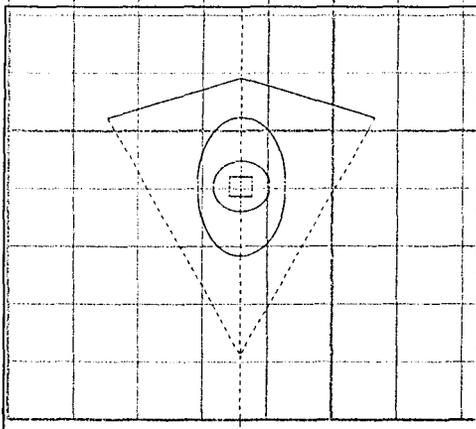
3. Marcamos con el punzón los dobleces externos y alter-
namos los relieves.

4. Modelo terminado.



Ejercicios con Hendidos

Los siguientes dos ejemplos son relieves simétricos obtenidos con el principio de los hendidos, en donde sobre una forma principal se realizan cortes perpendiculares al doblez central.



• **Materiales y herramientas:**

Plantilla de elipses, compás, juego de escuadras, lápiz, tijeras y punzón metálico.

• **Simbología**

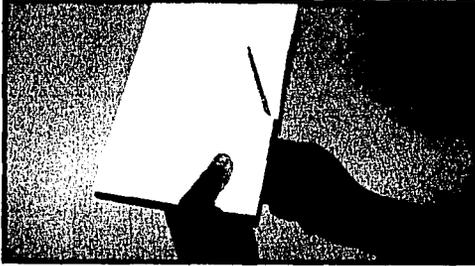
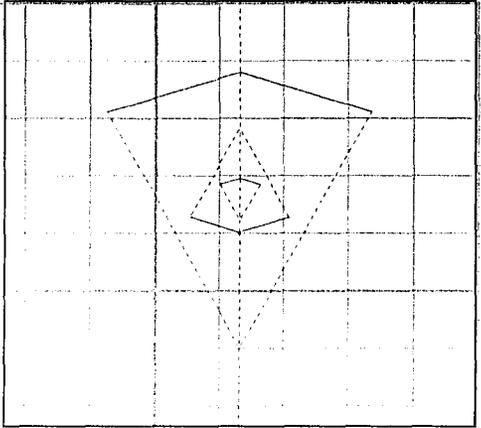
- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

• **Consideraciones**

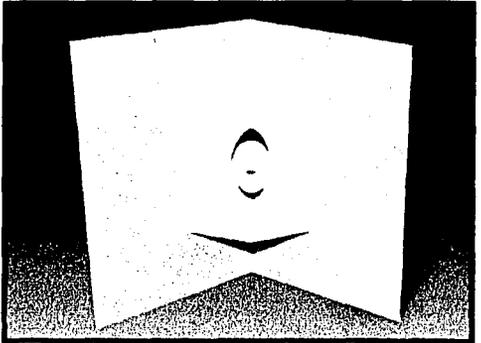
Nótese que los dobleces externos inclinados generan un movimiento interesante del relieve.

Proceso de elaboración:

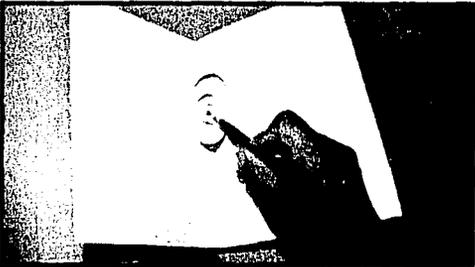
1. Trazamos en nuestro soporte de papel figuras semejantes a las que se muestran en el plano. Marcamos con un punzón el doblez central.



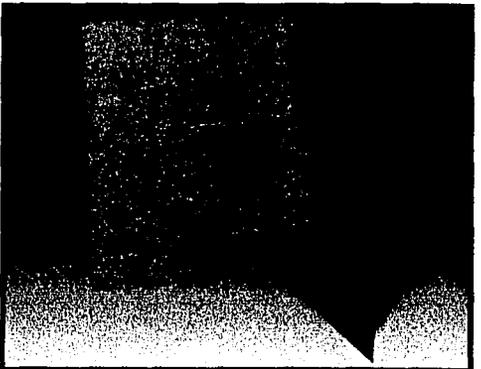
2. Doblamos a la mitad y realizamos los cortes con las tijeras.



3. Marcamos con el punzón los dobleces externos. Realizamos los hendidos ayudándonos del punzón, alternando los relieves en montaña o valle.



4. Modelos terminados.

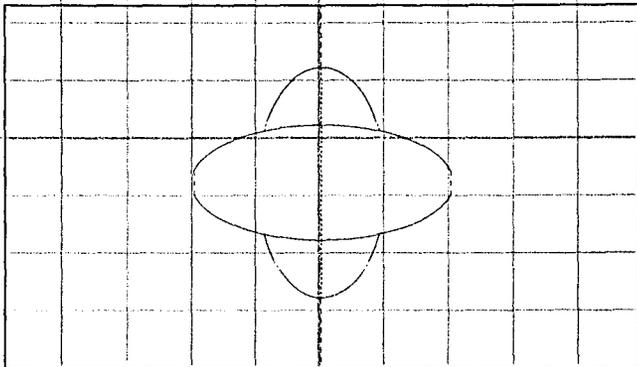


Intersección de Formas

En este ejemplo, aplicando el principio de los relieves simétricos, se pueden observar los resultados que se obtienen al trazar dos formas geométricas.

• Materiales y herramientas:

Plantilla de elipses, lápiz, cutter o exacto y punzón metálico.



Proceso de elaboración:

1. Trazamos dos elipses en el soporte de papel como las que se muestran en el plano.

2. Realizamos los cortes que se indican y marcamos con el punzón los dobleces externos y el doblez central.

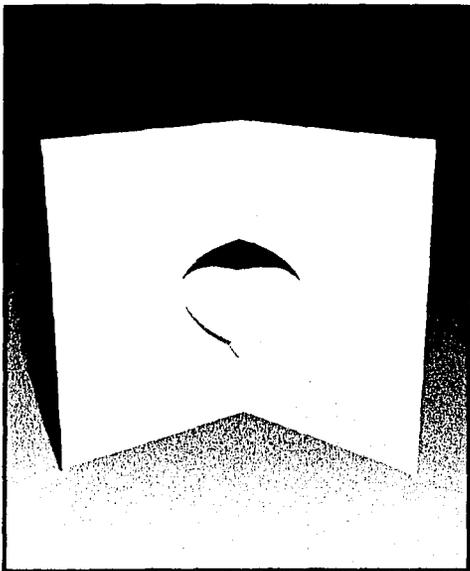
• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.



3. Formamos el relieve.

4. Modelo terminado.



• Consideraciones

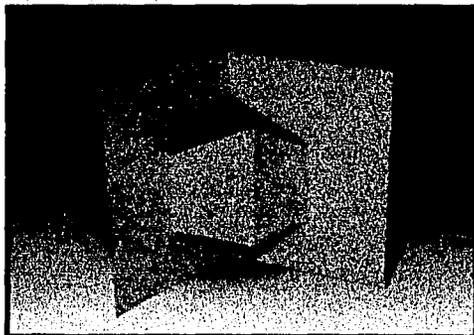
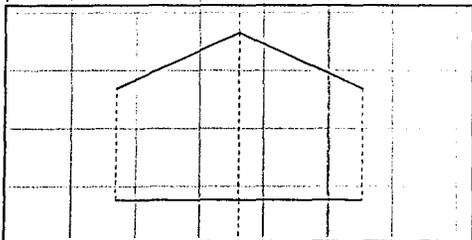
Nótese el movimiento que se genera en el relieve cuando se colocan los dobleces externos en distintos lugares.

Relieves Simétricos a Formas con Lados Irregulares

Aunque de alguna manera ya se han realizado en ejercicios anteriores, observaremos los resultados que se obtienen con estos relieves.

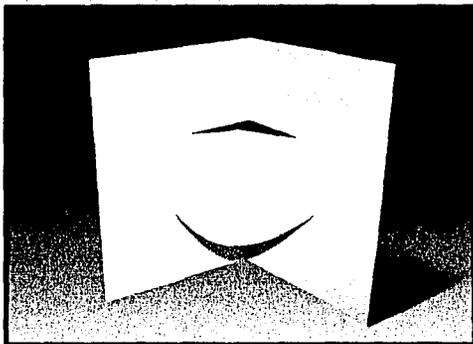
Simétrico con Lados Inclinados

Es el más sencillo, lleva el mismo proceso de elaboración del relieve directo simétrico.



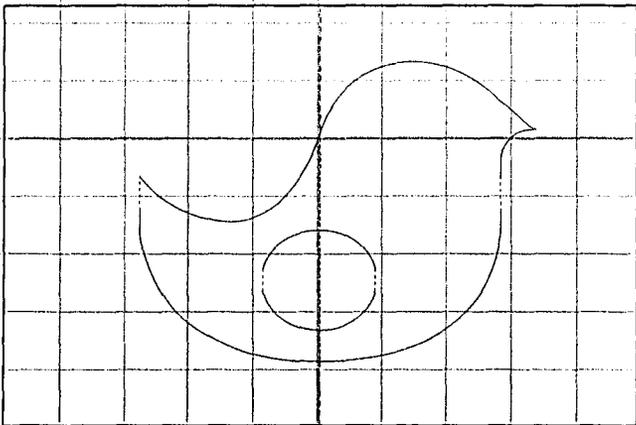
Simétrico con Lado Curvo y Dobleces Externos Inclinados

En este modelo, los relieves inclinados generan un movimiento adicional al relieve. Igualmente se sigue el mismo procedimiento de elaboración del relieve directo simétrico.



Formas Irregulares

En este modelo, los cortes son totalmente curvos, sin embargo, los dobleces externos en valle siguen siendo equidistantes del dobléz central, y el dobléz en montaña del relieve coincide también con el dobléz central del soporte de papel.



• Materiales y herramientas:

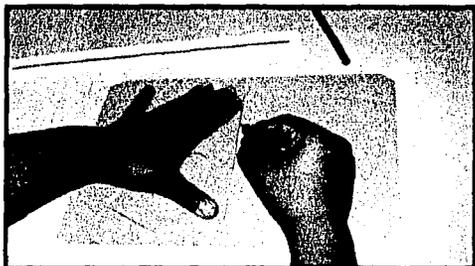
Pistolas de curvas, lápiz, cutter o exacto y punzón metálico.

Proceso de elaboración:

1. Trazamos en nuestro soporte de papel una figura semejante a este plano. Cortamos con el cutter o exacto según las indicaciones.

• Simbología

- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

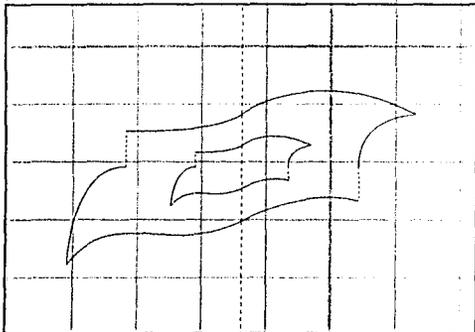


2. Marcamos con el punzón los dobleces y realizamos el relieve.

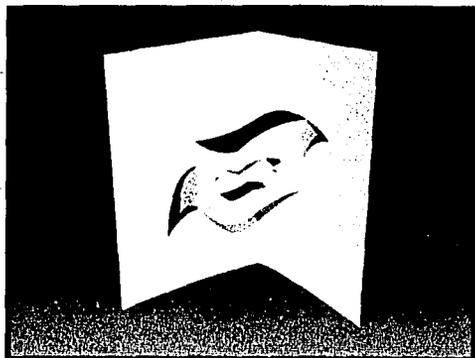
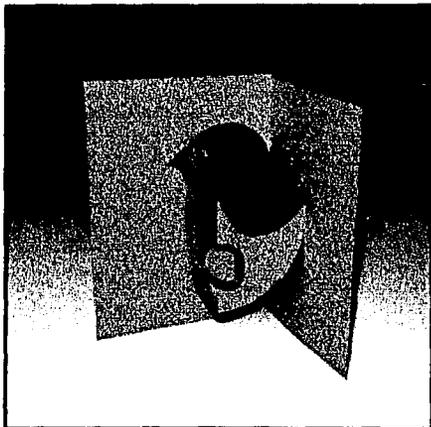
Formas Irregulares

con Vértices Rebasados . . .

En este modelo, el relieve contiene vértices que rebasan los dobleces externos en valle, logrando un efecto interesante. El proceso de elaboración es semejante a los anteriores, realizamos los corte y dobleces como se indica en el plano, hasta obtener el relieve.

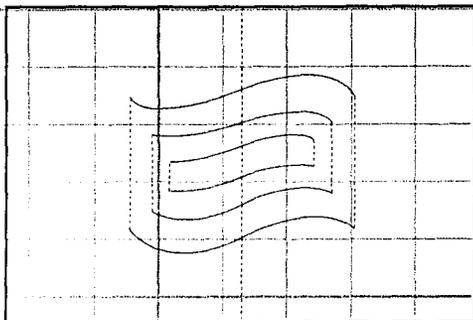
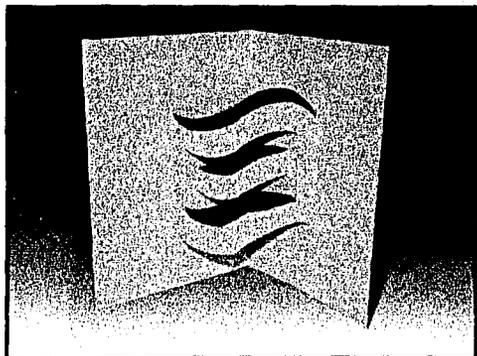


3. Modelo terminado.



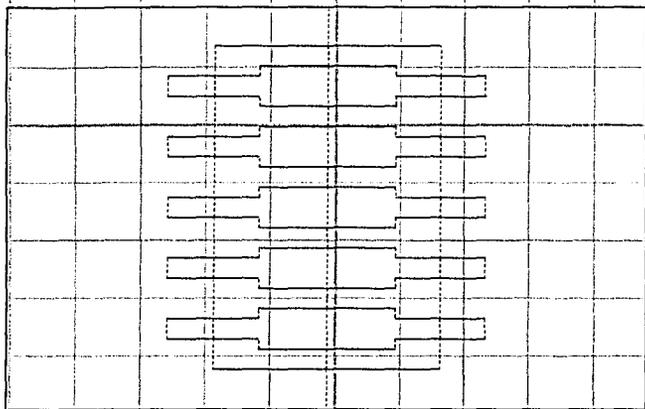
Cuadrados Irregulares

Ejemplo de formas irregulares simétricas.



Combinación Simétrica

Nuestro dominio y comprensión de los relieves directos simétricos; nos permitirá desarrollar modelos más complejos como el siguiente. Aquí se obtienen relieves e intersecciones simétricas.



• Materiales y herramientas:

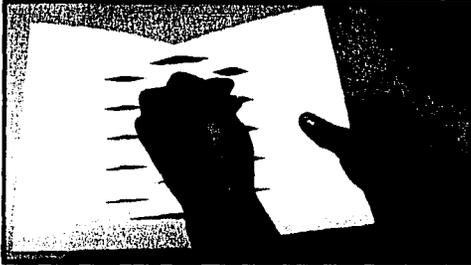
Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

• **Simbología**

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

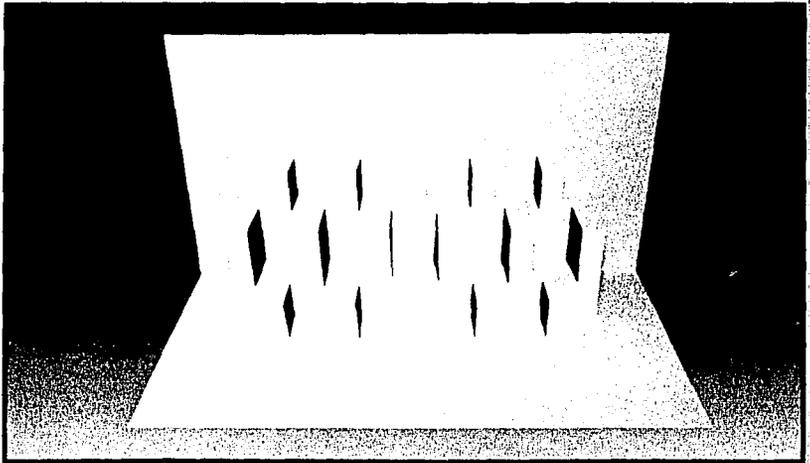


Proceso de elaboración:

1. Trazamos en nuestro soporte de papel una figura como la que se muestra en el plano. Hacemos los cortes y marcamos los dobleces con el punzón.

2. Realizamos los relieves doblando en montaña o valle, siguiendo las indicaciones del plano.

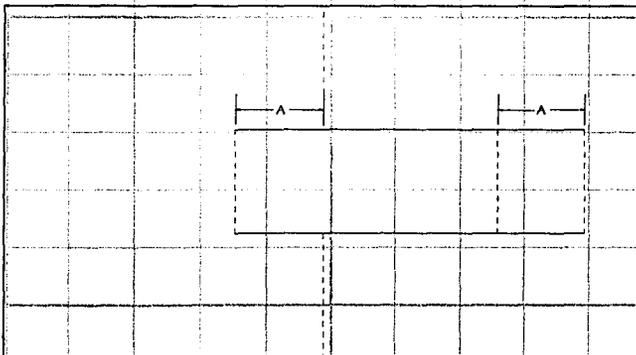
3. Modelo terminado.



Relieves Directos Asimétricos.

Los relieves directos asimétricos se caracterizan porque sus dobleces externos en valle no son, necesariamente, equidistantes del doblez central del soporte de papel; ni el doblez en montaña coincide con el doblez central. Son más complejos que los relieves directos simétricos.

Obtención de un Relieve Directo Asimétrico



• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras; lápiz, regla o escalímetro; cutter o exacto y punzón metálico.

• Consideraciones

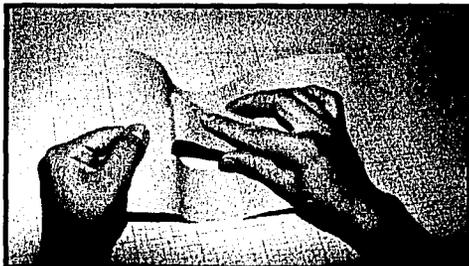
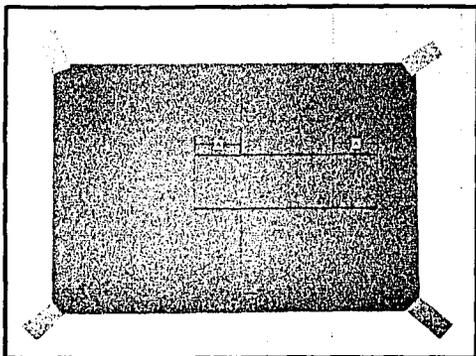
La distancia "A" que se indica en el plano, es la altura que tomará el relieve asimétrico. La distancia del doblez central hacia el relieve externo izquierdo debe ser la misma que "la" del "doblez" en "montaña" hacia "el" segundo doblez externo.

Proceso de elaboración:

1. Trazamos un rectángulo en nuestro soporte de papel como se muestra en el plano tomando en cuenta las distancias "A". Cortamos con el cutter como se indica.

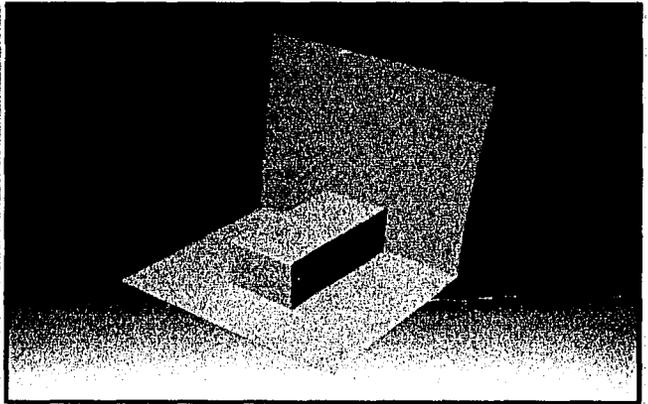
• Simbología

- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.



2. Marcamos con un punzón el doblez central, los dobleces externos y el doblez en montaña. Hacemos el relieve.

3. Modelo terminado.



Variaciones Asimétricas

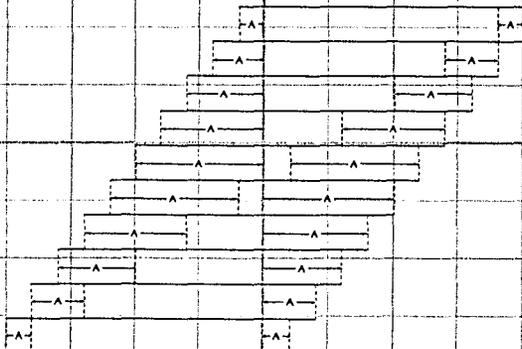
En este ejemplo, se hacen una serie de relieves rectangulares asimétricos, aplicando el principio básico anterior. Aunque complejo, nos ayuda a comprender el proceso de construcción de este tipo de relieves.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

• Consideraciones

Las distancias "A" de cada relieve rectangular deben ser iguales.



• **Simbología**

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

- - - Línea azul discontinua: doblez en valle.

—— Línea continua negra: corte.

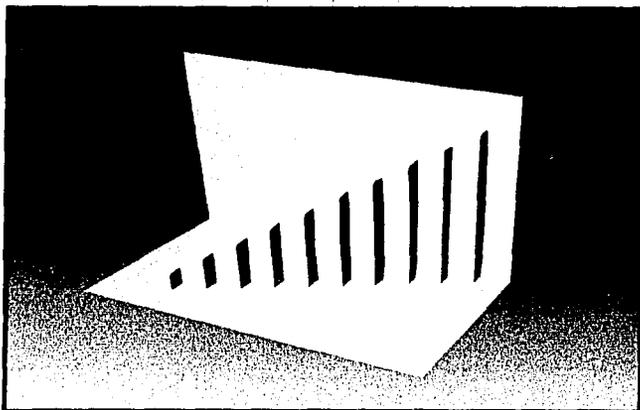
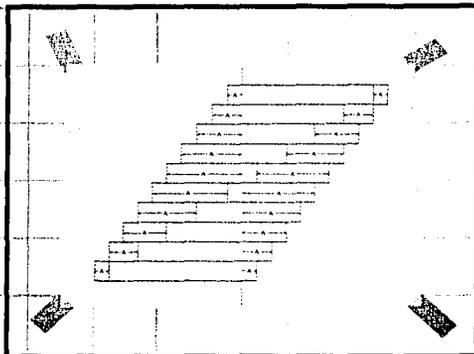
Proceso de elaboración:

1.- Trazamos en nuestro soporte de papel una serie de rectángulos como los que se muestran en el plano.

Procuraremos que las distancias del primer doblez externo en valle hacia el doblez central sea igual a la distancia del doblez en montaña hacia el segundo doblez externo (distancias "A"). Hacemos los cortes.

2.- Marcamos los dobleces en valle y montaña de los rectángulos, así como el doblez central del soporte.

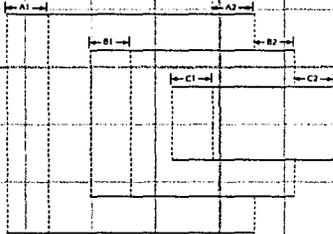
Formamos los relieves.



3. Modelo terminado.

Alternados Asimétricos

En este modelo, se aplica el principio básico de construcción de un relieve asimétrico para conformar relieves sucesivos escalonados.



• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

• Consideraciones

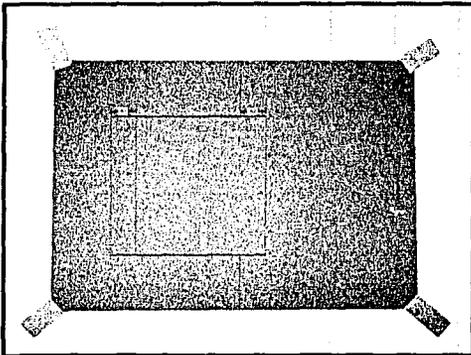
Distancia A1 = Distancia A2

Distancia B1 = Distancia B2

Distancia C1 = Distancia B2

• Simbología

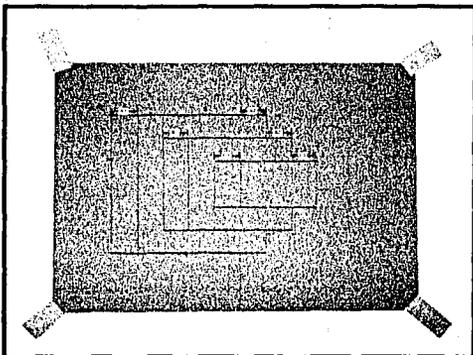
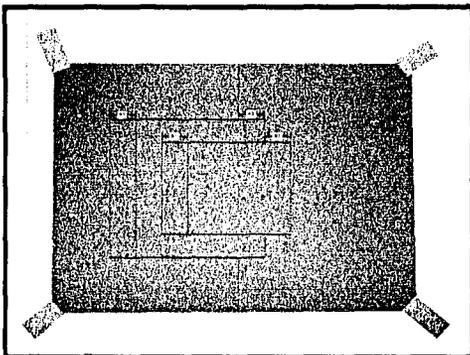
- - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.



Proceso de elaboración:

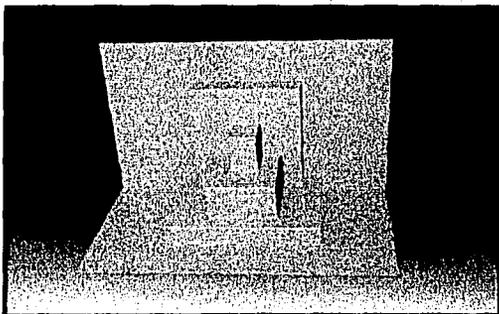
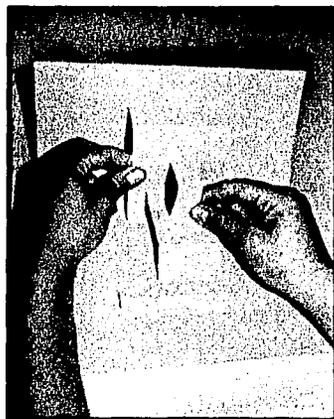
1. Primero trazamos un rectángulo asimétrico en el soporte de papel como se indica en la figura.

2. Trazamos un segundo rectángulo encima del primero considerando que el dobléz externo en valle del primer rectángulo (A1) se constituye en dobléz central del segundo rectángulo, por lo que la distancia de este dobléz hacia el dobléz en valle de ese segundo rectángulo (B1) debe ser igual a la distancia del otro dobléz en valle hacia el dobléz en montaña (B2).



3. Trazamos el siguiente rectángulo siguiendo las mismas indicaciones del paso anterior.

4. Realizamos los cortes, marcamos los relieves y conformamos los relieves.



5. Modelo terminado.

Pirámide

Este modelo sigue el mismo proceso que el anterior. Consideramos las distancias de los relieves sucesivos.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

• Consideraciones

Distancia A1 = Distancia A2

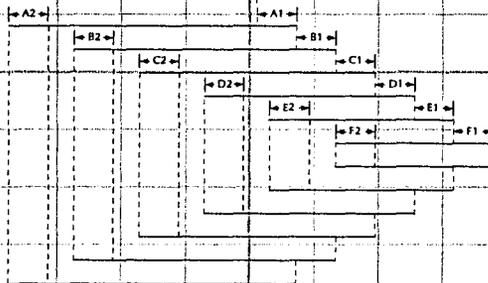
Distancia B1 = Distancia B2

Distancia C1 = Distancia C2

Distancia D1 = Distancia D2

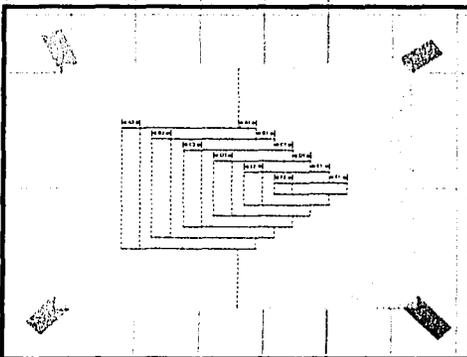
Distancia E1 = Distancia E2

Distancia F1 = Distancia F2



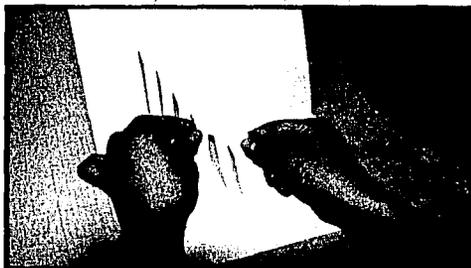
Proceso de elaboración:

1. Trazamos en nuestro soporte de papel la serie de rectángulos como se muestra en el plano. Consideramos las distancias de cada uno de ellos. Hacemos los cortes.



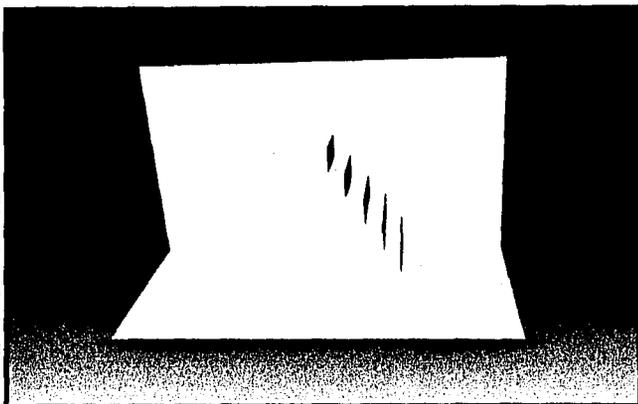
• Simbología

- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.



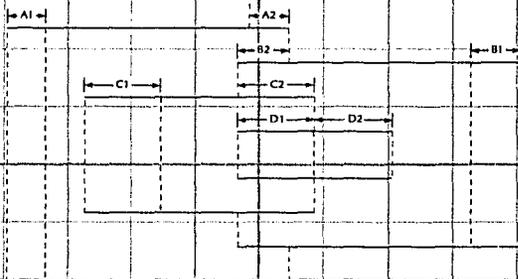
2. Marcamos con el punzón los dobleces en valle, montaña y el doblez central. Hacemos los relieves.

3. Modelo terminado.



Series Asimétricas

Este ejemplo es una serie de relieves asimétricos que siguen los mismos principios de los dos últimos modelos.



• **Materiales y herramientas:**

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

• **Consideraciones**

Distancia A1 = Distancia A2

Distancia B1 = Distancia B2

Distancia C1 = Distancia C2

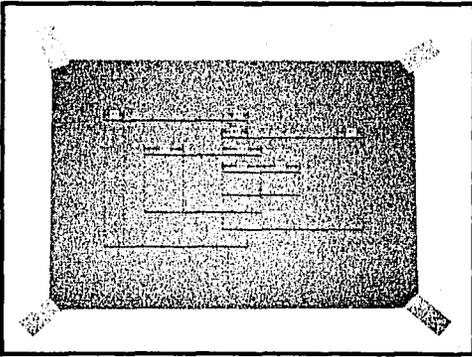
Distancia D1 = Distancia D2

• Simbología

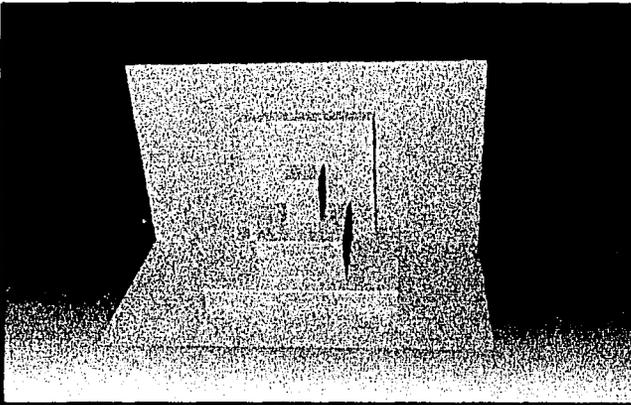
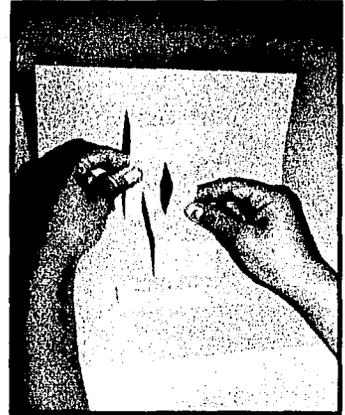
- — — — — Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- — — — — Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

Proceso de elaboración:

1. Trazamos sobre el soporte de papel una serie de rectángulos como los que se muestran en el plano. Consideramos las distancias de los dobleces. Hacemos los cortes.



2. Marcamos los dobleces en montaña, valle y doblez central. Hacemos los relieves central. Hacemos los relieves.



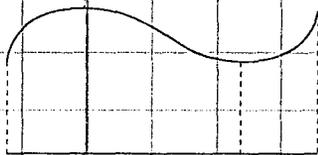
3. Modelo terminado.

Relieves Directos Asimétricos con Lados Irregulares

Los siguientes tres ejemplos llevan el mismo principio de construcción de los relieves directos asimétricos; sólo que los cortes que se hacen en sus lados son irregulares.

Irregular Asimétrico Básico

Seguimos el mismo principio básico:



• Materiales y herramientas:

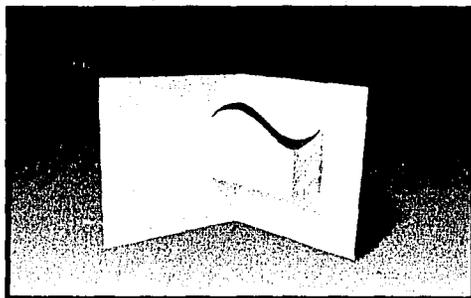
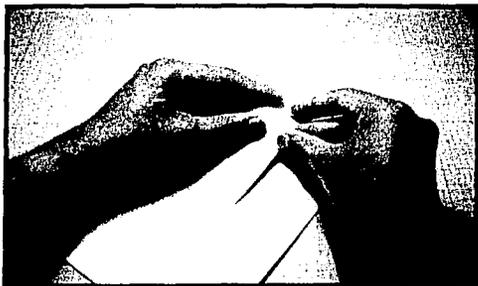
Pistolas de curvas, juegos de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

Proceso de elaboración:

1. Trazamos una forma similar como la que se muestra en el plano. Realizamos los cortes.
2. Marcamos con el punzón los dobleces y generamos los relieves.

• Simbología

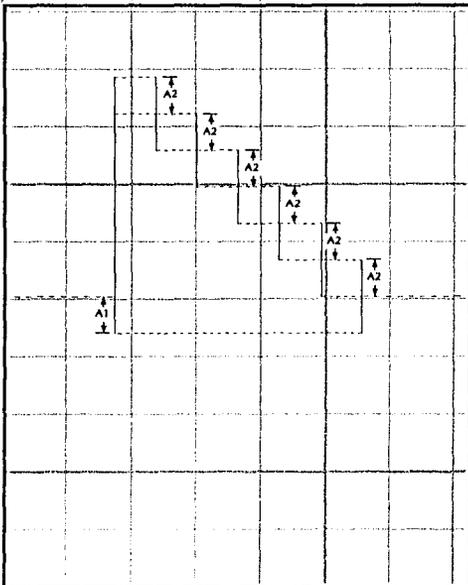
- — — — — Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- — — — — Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.



3. Modelo terminado.

Escalera . . .

Mismo principio de construcción de los relieves asimétricos.



• Materiales y herramientas:

Pistolas de curvas, juegos de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

• Simbología

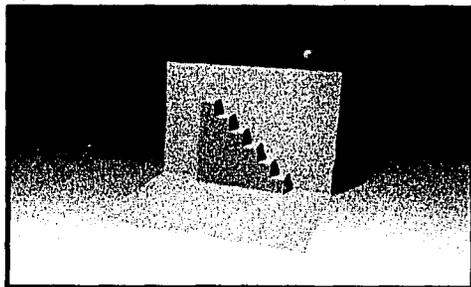
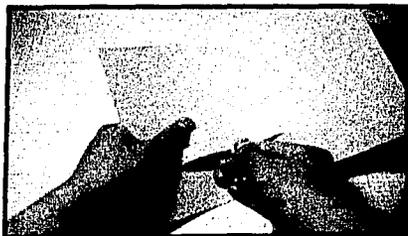
- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

• Consideraciones

Distancia A1 = Distancia A2

Proceso de elaboración:

1. Trazamos en el soporte de papel una figura como la que se muestra en el plano. Consideramos las distancias y realizamos los cortes que se indican.
2. Marcamos con un punzón los dobleces. Hacemos el relieve.



3. Modelo terminado.

Intersección de Relieves Asimétricos . . .

En estos dos ejemplos, las formas rectangulares se interceptan.

• Materiales y herramientas:

Juegos de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

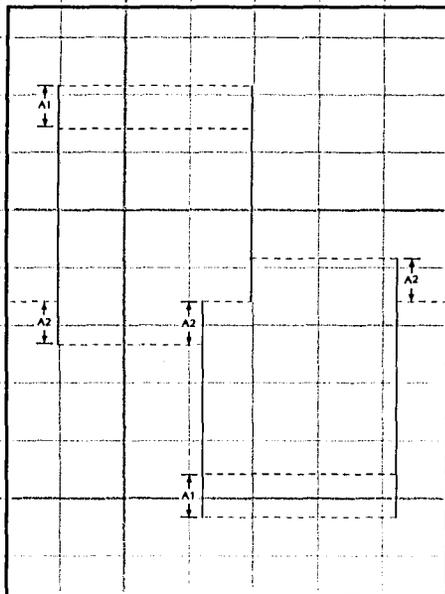
• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.

• Consideraciones

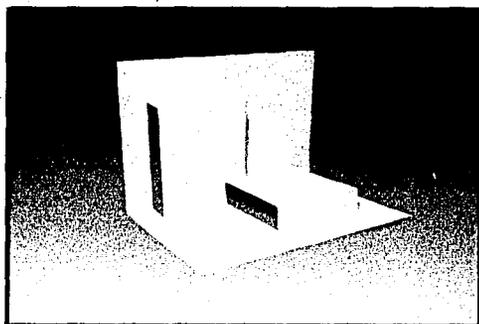
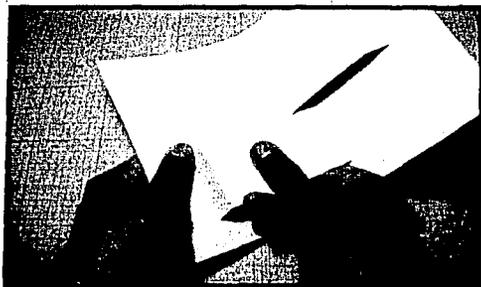
Distancia A1 = Distancias A2

Analizar bien los principios de este modelo para realizar el siguiente.



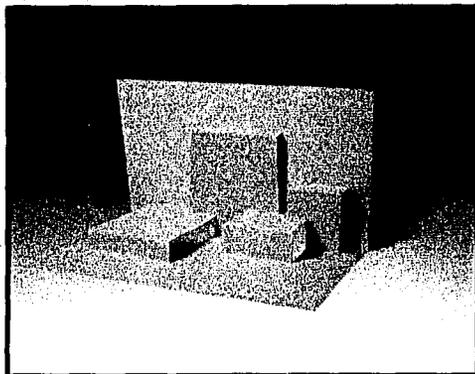
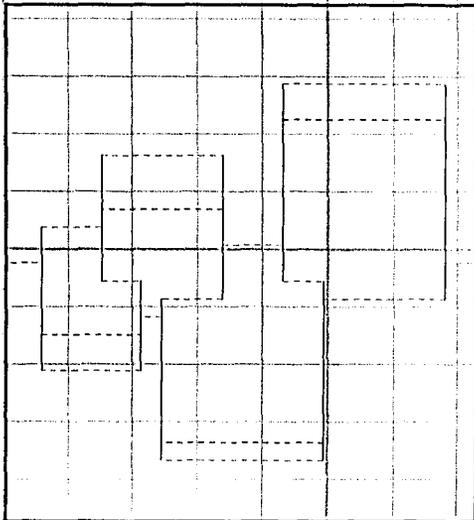
Proceso de elaboración:

1. Trazamos las figuras rectangulares como se muestran en el plano. Realizamos los cortes.
2. Marcamos con el punzón los dobles en montaña, valle y doblez central. Realizamos el relieve.



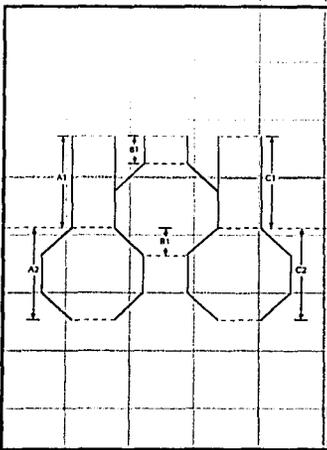
3. Modelo terminado.

Este ejemplo es una derivación del anterior y sigue el mismo principio



Modelo terminado.

Combinación de Relieves Simétricos y Asimétricos



Elevación de Polígonos

El objetivo de este ejemplo, es mostrar que podemos realizar relieves en distintas formas siguiendo los principios simétricos y asimétricos.

• **Materiales y herramientas:**

Juegos de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

• **Consideraciones**

Los rectángulos A1, B1 y C1 son los que generan el relieve de los polígonos.

Distancia A1 = Distancia A2

Distancia B1 = Distancia B2

Distancia C1 = Distancia C2

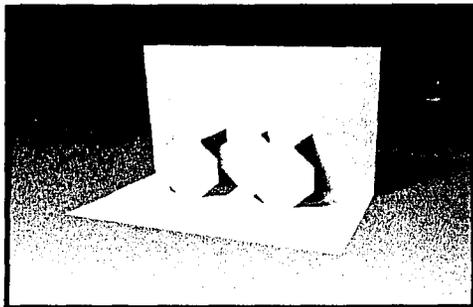
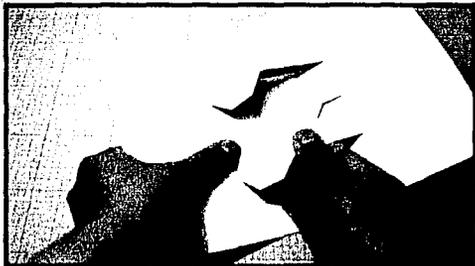
Proceso de elaboración:

1. Trazamos las figuras en nuestro soporte de papel como se muestran en el plano, considerando las distancias. Hacemos los cortes.

2. Marcamos con el punzón los dobleces. Realizamos los relieves.

• Simbología

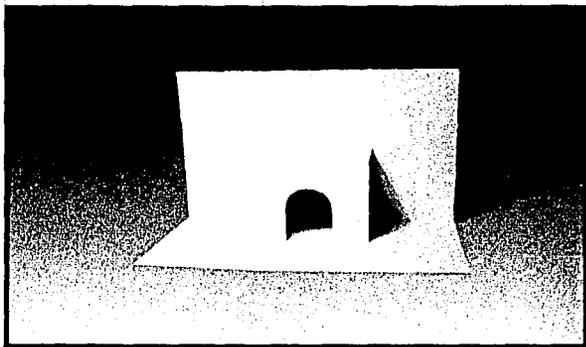
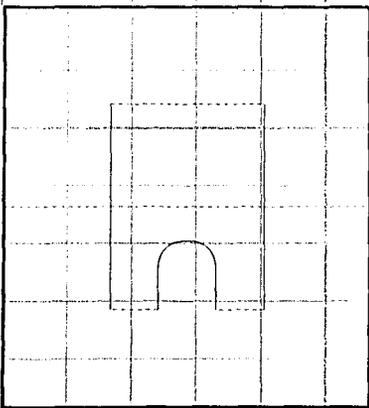
- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.



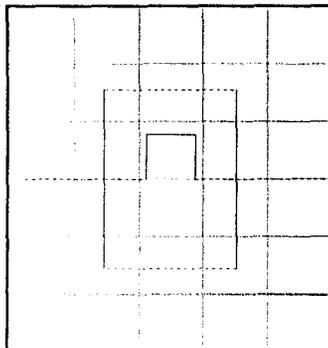
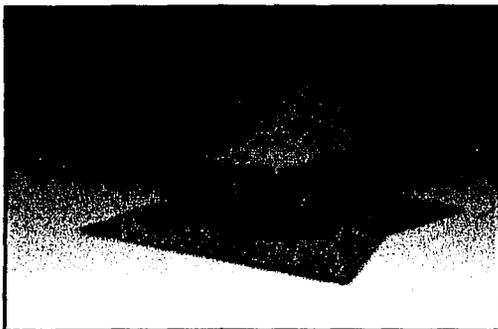
3. Modelo terminado.

Puertas y Ventanas

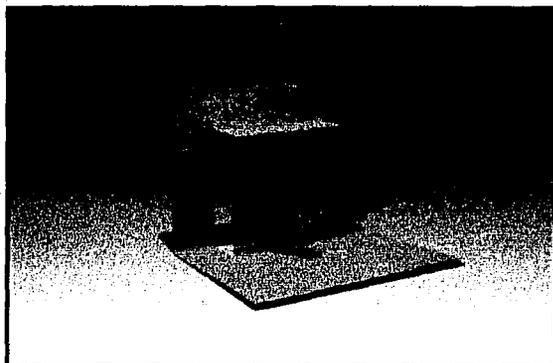
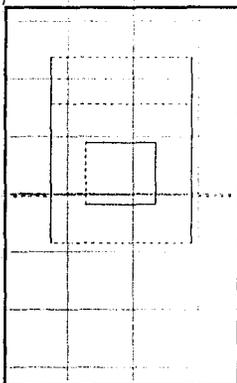
Tanto a los relieves directos simétricos como asimétricos, podemos hacerles cortes adicionales para crear elementos extras como "puertas", "ventanas" y "techos".



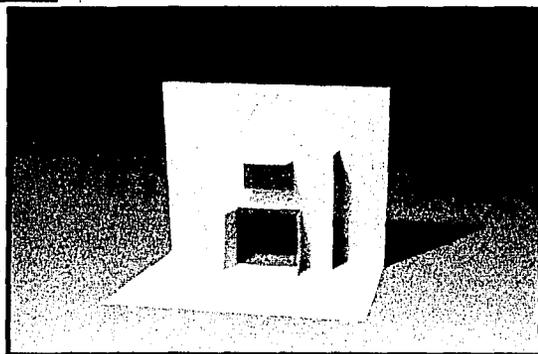
Modelo terminado.



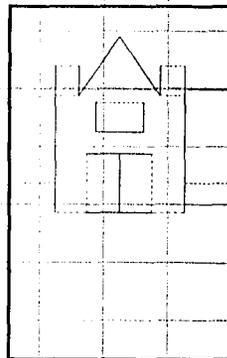
Modelo terminado.



Modelo terminado.



Modelo terminado.



Combinaciones y Construcciones

El ejemplo siguiente demuestra que una comprensión y dominio de los principios básicos de los relieves directos simétricos y asimétricos, combinados en un mismo relieve, nos dan modelos variados y atractivos.

• Materiales y herramientas:

Juegos de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto y punzón metálico.

• Consideraciones

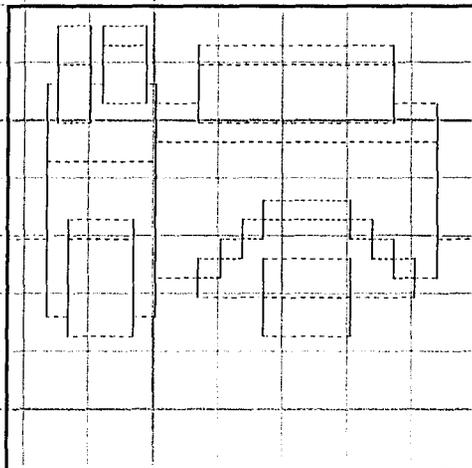
Analizar las distancias de los dobleces.

• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

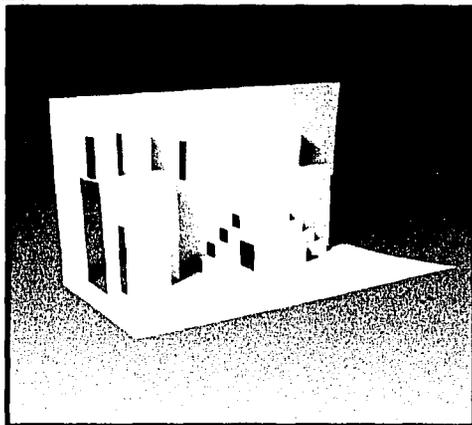
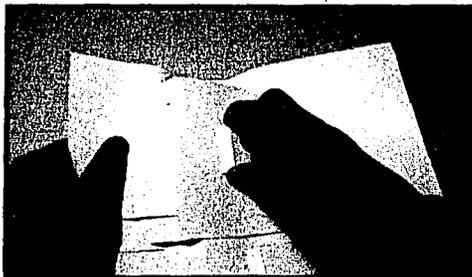
--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.



Proceso de elaboración:

1. Trazamos en nuestro soporte de papel los rectángulos que se muestran en el plano. Realizamos los cortes.
2. Marcamos con el punzón los dobleces. Hacemos los relieves.
3. Modelo terminado.



3. Modelo terminado.

Relieve Triangular y Circular

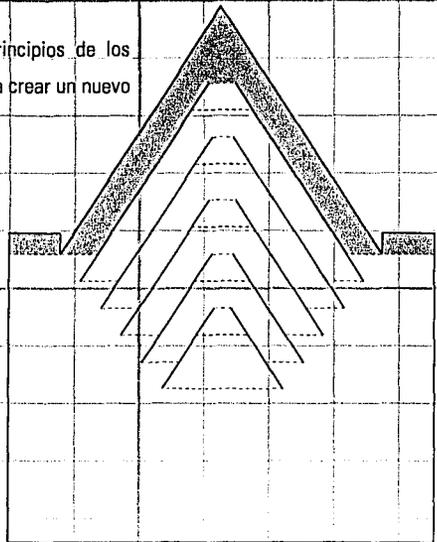
En los siguientes dos modelos se aplican los mismos principios de los relieves directos. Sólo que esta vez uniremos dos piezas para crear un nuevo tipo de relieve.

• Materiales y herramientas:

Juegos de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado



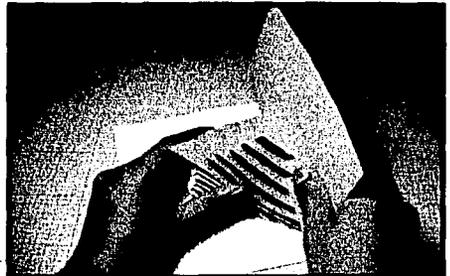
Proceso de elaboración:

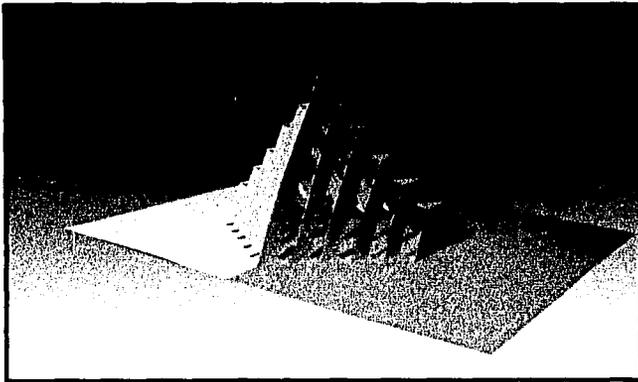
1. Trazamos dos veces en el soporte de papel la figura que se indica en el plano y realizamos los dobleces para crear el relieve.

2. Aplicamos pegamento a las pestañas y unimos ambas piezas.

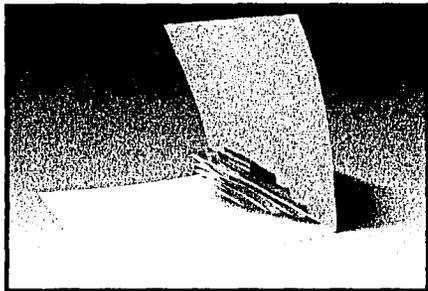


3-Desplegamos el modelo.

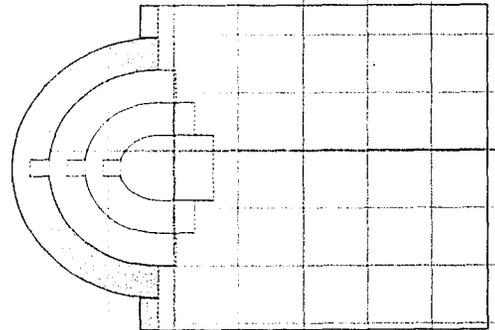
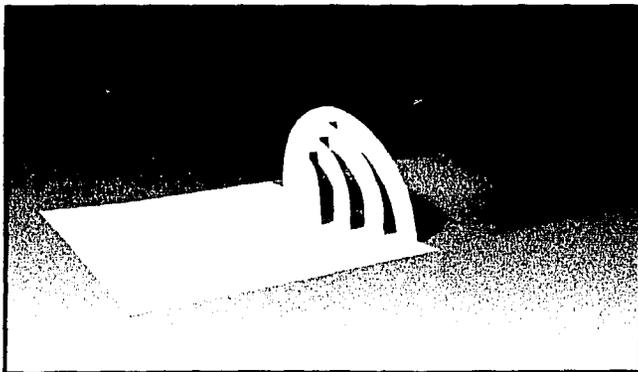




4. Obtenemos un soporte con un nuevo tipo de relieve.



Mismo principio a un relieve circular.



Capítulo IV

Relieves compuestos

Los relieves compuestos se logran pegando elementos sobre el soporte de papel. Para que un relieve compuesto sea estable, necesita pegarse al soporte por medio de pestañas que deben tener un mínimo de un centímetro de ancho. Cuando el relieve es más pesado, la anchura de la pestaña deberá aumentar en consecuencia.

Los relieves compuestos permiten que el soporte de papel se abra completamente hasta 180°.

El principio básico para la construcción de un relieve compuesto es el que llamaremos "V", pues la forma del relieve es semejante a esta letra.

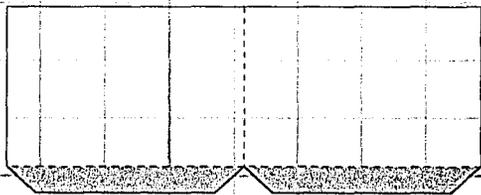
A. Construcción de un Relieve Compuesto

• Materiales y herramientas:

Juegos de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado



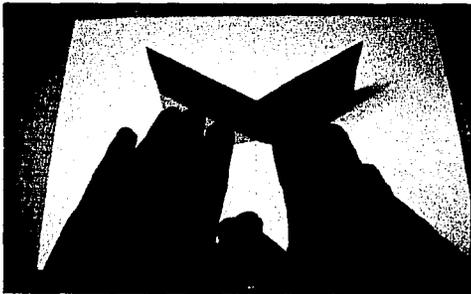
Proceso de elaboración:

1. Trazamos y cortamos una forma semejante a la que se muestra en el plano. Marcamos los dobles con el punzón.



2. Marcamos el doblez central de nuestro soporte de papel y trazamos dos líneas con la misma inclinación, que partan de la línea central del soporte.

3. Doblamos el relieve y aplicamos pegamento a las pestañas.

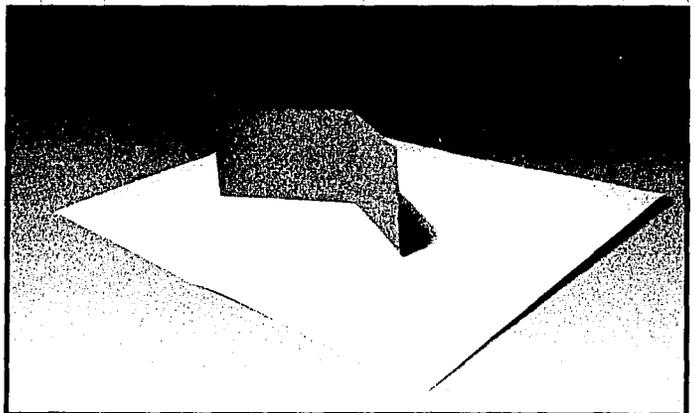


4. Pegamos el relieve haciendo coincidir su centro con el doblez central. Las líneas inclinadas dibujadas en el soporte sirven de guía para pegar el relieve.



5. Doblamos.

6. Modelo terminado.



Rectángulo Asimétrico Compuesto

Muchos de los principios de los relieves directos pueden aplicarse a los relieves compuestos. Aquí crearemos un relieve compuesto aplicando el principio de los relieves simétricos y asimétricos.



• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- — — Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

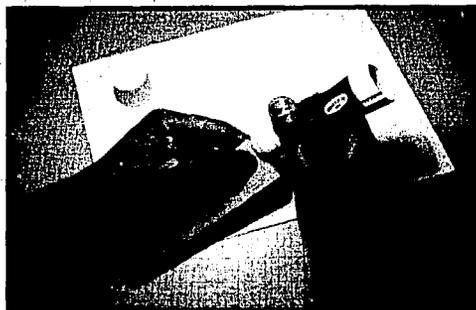
• Consideraciones

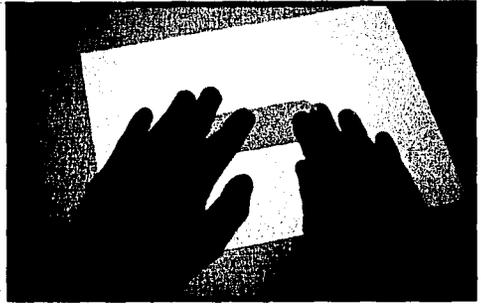
Al igual que los relieves directos asimétricos, consideramos las distancias.

Proceso de elaboración:

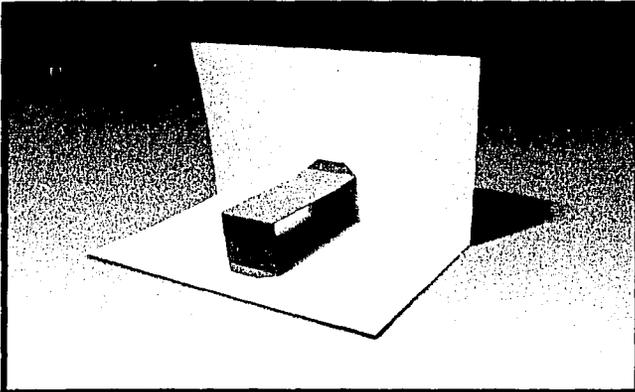
1. Cortamos un rectángulo como el que se muestra en el plano. Marcamos los dobleces.
2. En nuestro soporte de papel, trazamos una línea que lo divida a la mitad. De la mitad a la izquierda medimos la distancia "A". Trazamos una línea vertical.

3. Aplicamos pegamento a las pestañas del relieve.





4. Pegamos sobre la línea trazada.



5. Modelo terminado.

... Variaciones "V"

En estos modelos se muestra cómo se puede obtener el relieve de distintas formas aplicando el principio de "V".

• Simbología

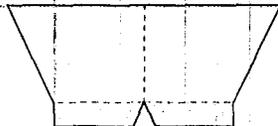
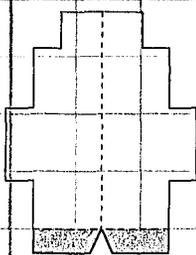
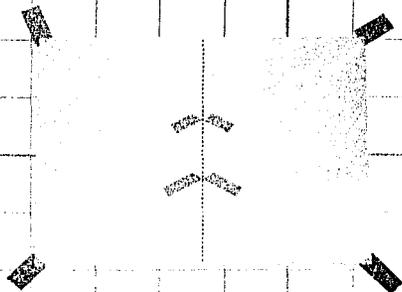
- — — — Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- — — — Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

Proceso de elaboración:

1. Obtenemos dos figuras como las que se muestran en el plano. Marcamos los dobleces.



2. Marcamos el doblez central en nuestro soporte e indicamos el lugar donde pegaremos los relieves.

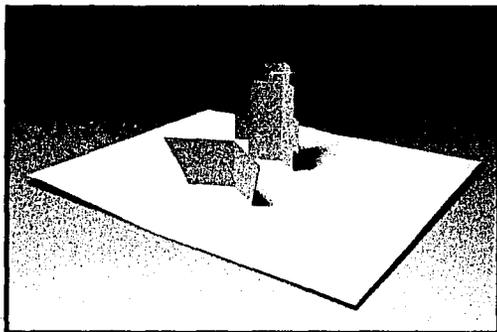


3. Doblamos el modelo.



4. Aplicamos el pegamento a las pestañas y pegamos sobre el soporte

5. Modelo terminado.



"V" Soporte ..

En este modelo se aprovecha el principio de la "V" inclinada para crear un soporte que sostendrá un elemento extra.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

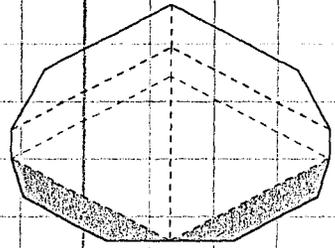
• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

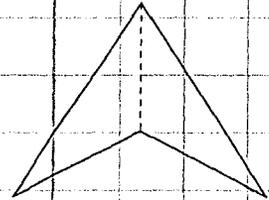
--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

■ Área gris: área para pegado



Pieza 1: soporte.



Pieza 2: elemento adicional.

Proceso de elaboración:

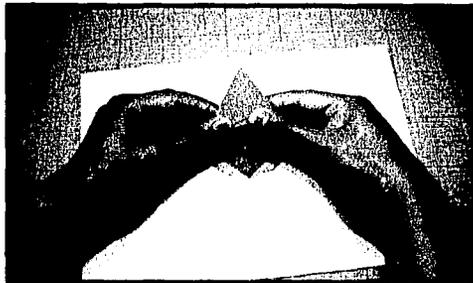
1. Obtenemos dos piezas como se muestra en el plano.
Doblamos como se indica.

2. Marcamos en nuestro soporte de papel el doblez central y la zona donde pegaremos nuestra pieza 1.

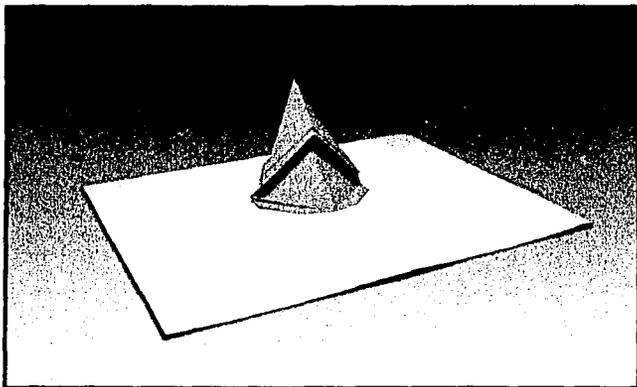
3. Aplicamos pegamento a la pieza 1 y la colocamos en el soporte de papel.



4. Pegamos la pieza 2 sobre la pieza 1.

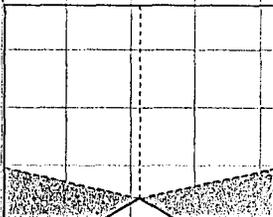
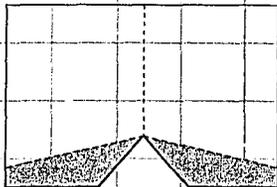


5. Modelo terminado.



Variaciones Inclíadas

Podemos obtener distintos grados de inclinación en nuestro relieve "V" al variar el ángulo del doblé de las pestañas.



• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• **Simbología**

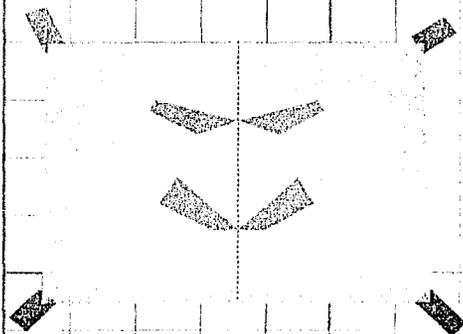
--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

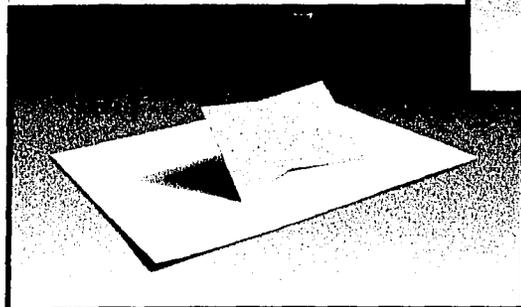
— Línea continua negra: corte.

■ Área gris: área para pegado

2. Marcamos el doblez central en el soporte de papel.
Señalamos el lugar donde pegaremos los relieves.



4. Modelos terminados.

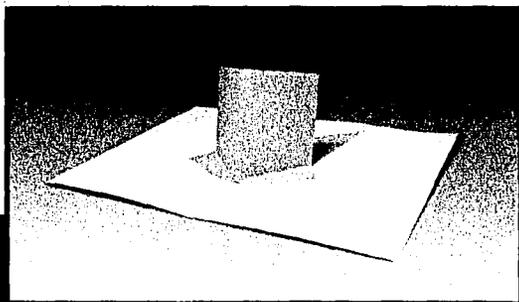


Proceso de elaboración:

1. Obtenemos dos piezas como las que se muestran en el plano. Marcamos con el punzón los dobleces.



3. Aplicamos el pegamento a las pestañas y pegamos los relieves.

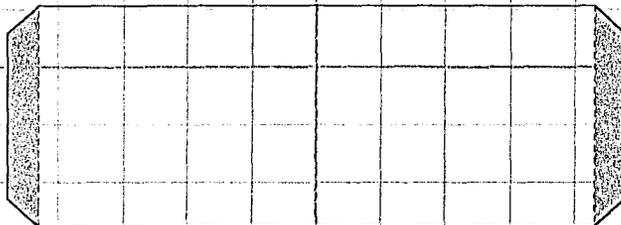
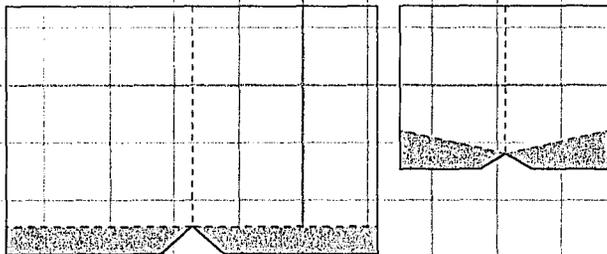


Relieves "V" que no se pegan al Centro . . .

En este modelo, existe un relieve compuesto que aplica los principios de un relieve directo simétrico que actúa como soporte a terno en donde se colocan relieves "V" que se encuentran en los dobleces externos.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.



Pieza 3: relieve simétrico

• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

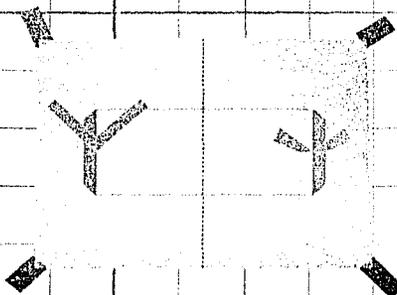
— Línea continua negra: corte.

■ Área gris: área para pegado

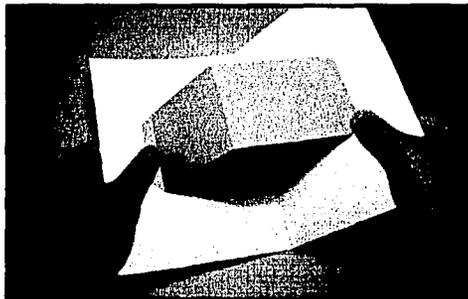
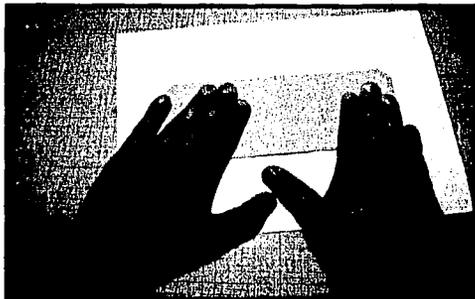
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las tres piezas que se muestran en el plano.

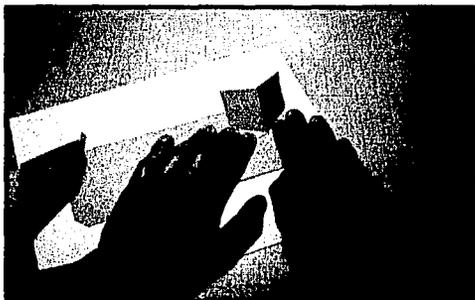
2. Marcamos el doblez central en nuestro soporte. Aplicamos pegamento a las pestañas de la pieza 3.



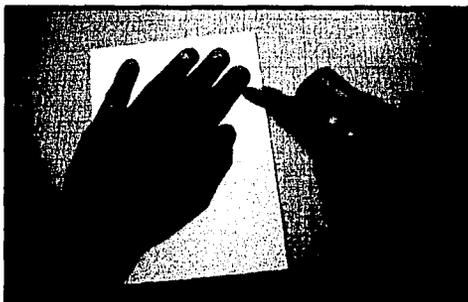
3. Pegamos la pieza 3 haciendo coincidir su doblez con el doblez central del soporte. Los dobleces externos de la pieza 3 actuarán ahora como centro de los relieves "V".



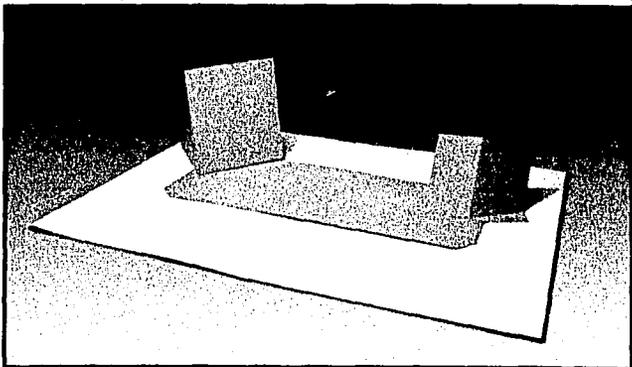
4. Aplicamos pegamento a las pestañas de los relieves. Las pegamos en el soporte.



5. Doblamos el relieve



6. Modelo terminado.



Relieve a un Plano Doblado

Este principio es muy sencillo: Solamente se realizan los dobleces en los ejes simétricos de un plano y se monta sobre el soporte de papel.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

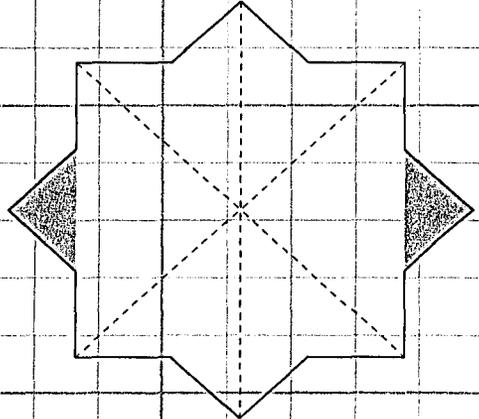
• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

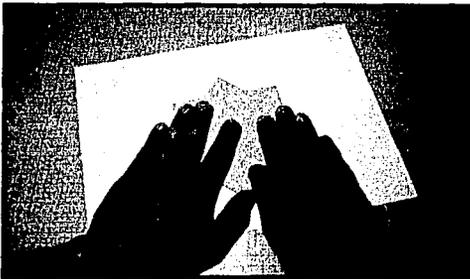
■ Área gris: área para pegado



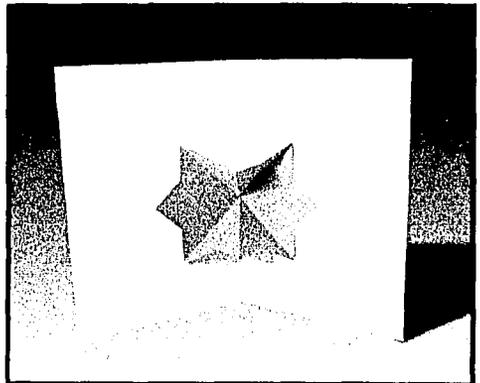
Pieza 1 : Plano con dobleces en sus ejes de simetría.

Proceso de elaboración:

1. Obtenemos una figura semejante a la mostrada en el plano. Marcamos los dobleces y plegamos como se indica.
2. Aplicamos el pegamento a la pieza y la colocamos al soporte haciendo coincidir los dobleces centrales.

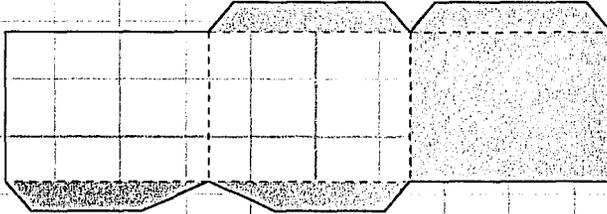


3. Modelo terminado.

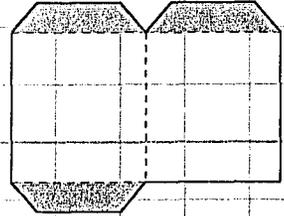


Elevación de un Segundo Plano Horizontal

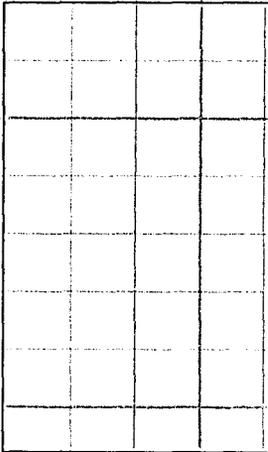
En este modelo, se aprovechan relieves "V" como soportes para elevar un segundo plano. Aquí se combinan varios elementos para generar relieves más complejos.



Pieza 1: relieve "V" que sirve como soporte. Misma altura que pieza 2.



Pieza 2: soporte independiente.
Misma altura que pieza 1.



Pieza 3: pieza en relieve.

• Simbología

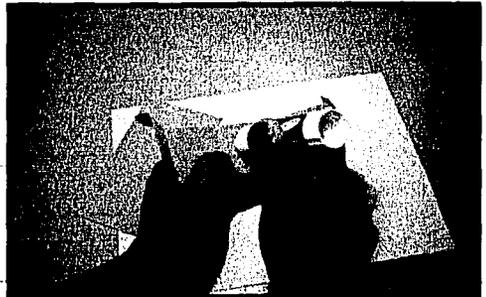
- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

Proceso de elaboración:

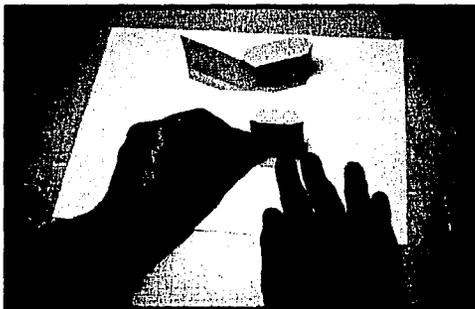
1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos los dobleces.
2. Aplicamos pegamento a la solapa extra de la pieza 1 y la pegamos. Sirve para soportar el peso del plano en relieve.

• Materiales y herramientas:

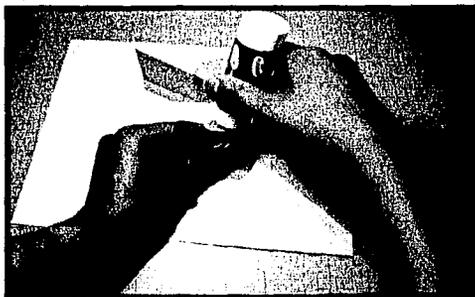
Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.



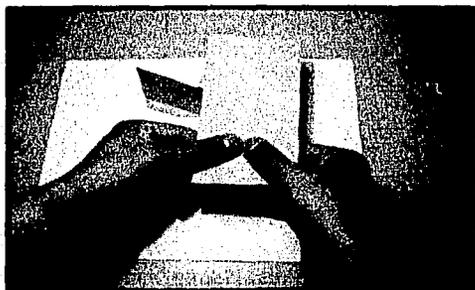
3. Pegamos la pieza 1 en el soporte de papel. Aplicamos pegamento a la pieza 2 y la colocamos a cierta distancia de la pieza 1 en el soporte de papel.



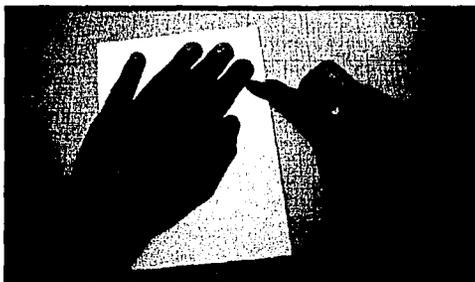
4. Aplicamos pegamento a las pestañas de las piezas 1 y 2.



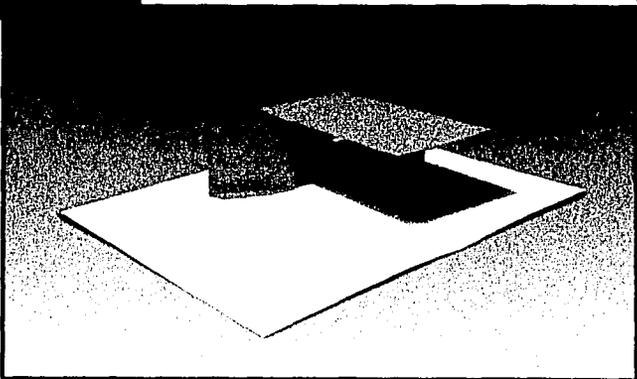
5. Colocamos el plano en relieve (pieza 3), procurando que las piezas 1 y 2 estén completamente verticales.



6. Doblamos el relieve.

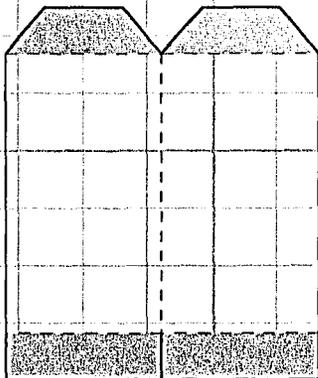


7. Modelo terminado.

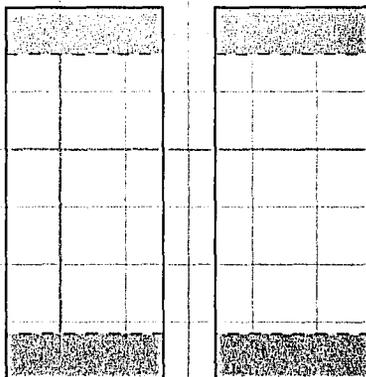


Elevación de un Segundo Plano Horizontal con Soportes Verticales

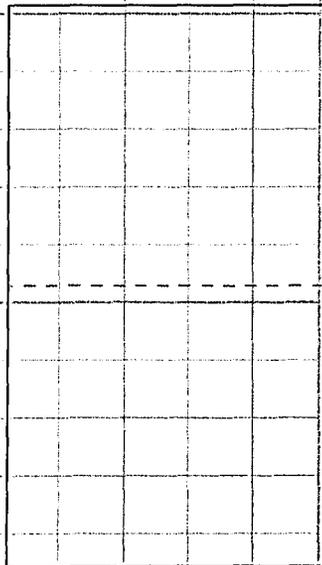
En este modelo, se aprovechan relieves "V" como soportes para elevar un segundo plano. Aquí se combinan varios elementos para generar relieves más complejos.



Pieza 1: soporte vertical central.



Pieza 2 y 3: soportes verticales laterales.



Pieza 4: pieza en relieve.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

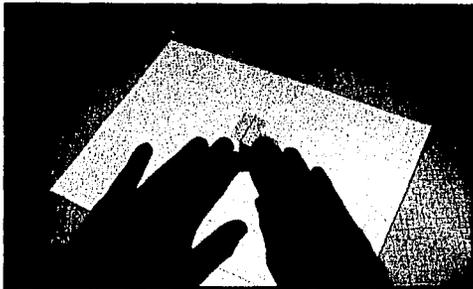
• Simbología

- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

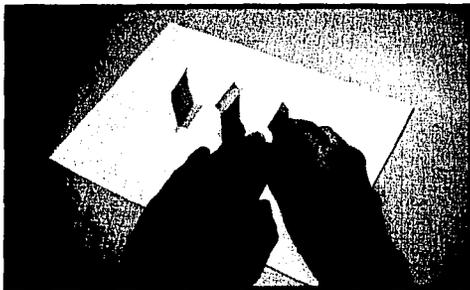
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos con el punzón los dobleces.

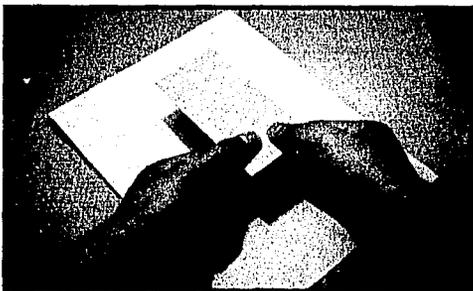
2. Doblamos a la mitad el soporte de papel. Aplicamos pegamento a las pestañas inferiores de la pieza 1 y la adherimos en el doblez central.



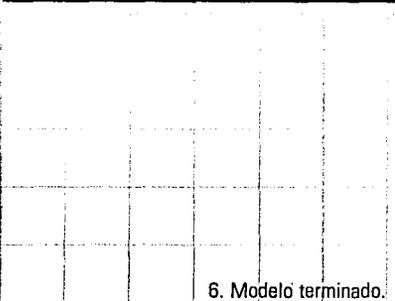
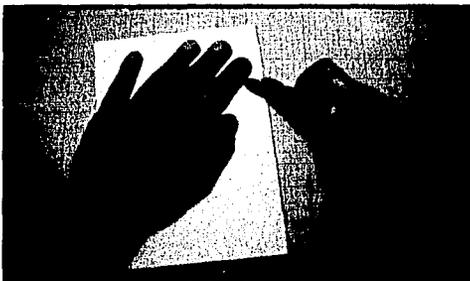
3. Pegamos las piezas 2 y 3 a ambos lados de la pieza 1.



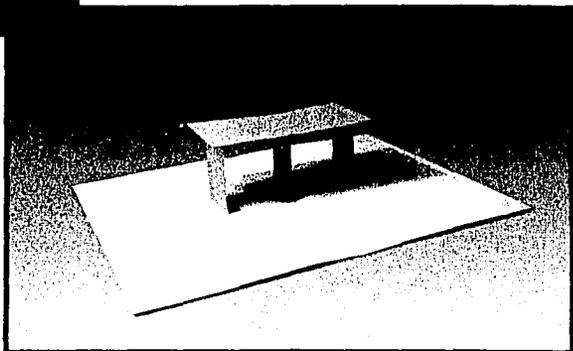
4. Colocamos la pieza 4 sobre los soportes verticales, haciendo coincidir el doblez central de esta pieza con la pieza 1. Las piezas 1, 2 y 3 deben estar totalmente verticales.



5. Doblamos a la mitad.

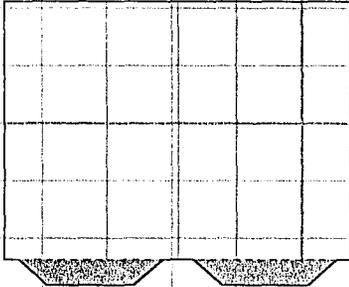


6. Modelo terminado.

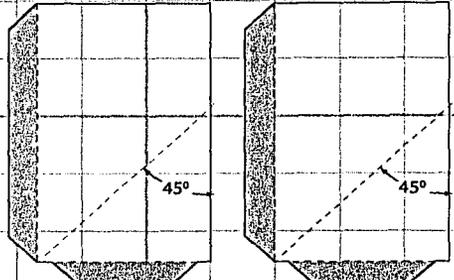


Levantamiento Vertical

En este modelo se sigue un principio similar al anterior: existe un soporte central que se levanta verticalmente y sostiene a dos planos perpendiculares a él.



Pieza 1: soporte central.



Pieza 2 y 3: planos perpendiculares al soporte central.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escálmetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

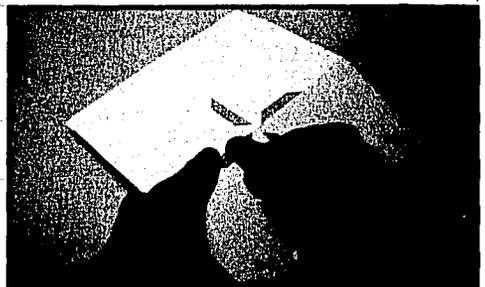
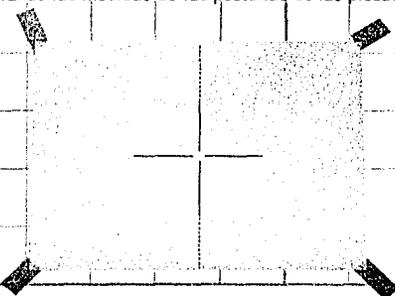
• Simbología

- — — — Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- — — — Línea azul discontinua: doblez en valle.
- — — — Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

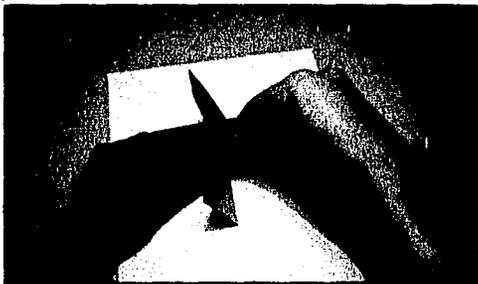
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos con el punzón los dobleces como se indica.
2. Hacemos 4 cortes en el soporte de papel: dos cortes en el doblez central y dos perpendiculares a éste, considerando las medidas de las pestañas de las piezas.

3. Colocamos la pieza 1 y adherimos las pestañas a la parte posterior del soporte. Adherimos también las piezas 2 y 3 al soporte de papel.



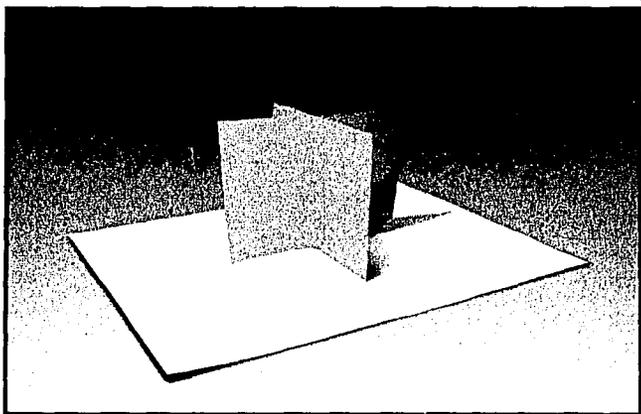
4. Fijamos las piezas 2 y 3 a la pieza 1, exactamente a la mitad de ésta.



5. Doblamos.



6. Modelo terminado.



Levantamiento de un Arco

Aquí se logra un relieve solamente con los dobles en las pestañas del plano.

• Materiales y herramientas:

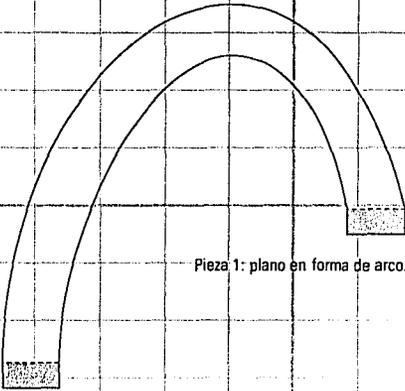
Pistolas de curvas, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

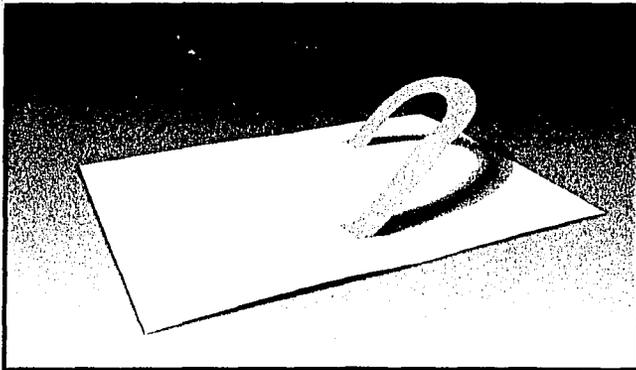
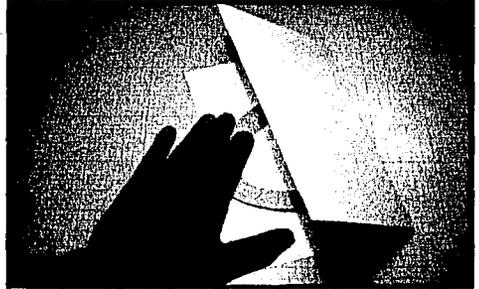
-  Línea roja discontinua: doblez en montaña.
-  Línea continua negra: corte.
-  Área gris: área para pegado

Proceso de elaboración:

1. Obtenemos una pieza como la que se muestra en el plano. Marcamos sus dobleces.
2. Aplicamos pegamento a las pestañas del arco. Lo colocamos en medio del soporte doblado. Presionamos para que la pieza quede bien adherida.



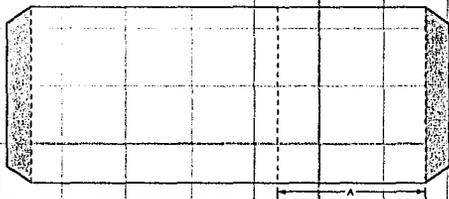
Pieza 1: plano en forma de arco.



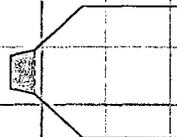
3. Modelo terminado.

Plano Oculto en Relieves . . .

En este modelo, un plano se oculta detrás de un relieve asimétrico compuesto y sobresale al momento de abrirse la página.



Pieza 1: relieve rectangular asimétrico.



Pieza 2: plano que se oculta

• Consideraciones

Las distancias "A" deben ser iguales (paso 2).

• Materiales y herramientas:

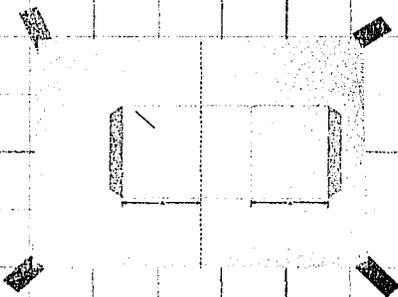
Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

Proceso de elaboración:

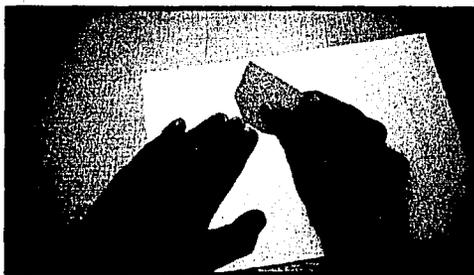
1. Obtenemos las dos piezas que se muestran en el plano. Marcamos los dobleces.
2. En el soporte de papel, hacemos un corte con una inclinación a 45 grados, el cual debe estar dentro del área de la distancia "A" del lado izquierdo del doblez central.

• Simbología

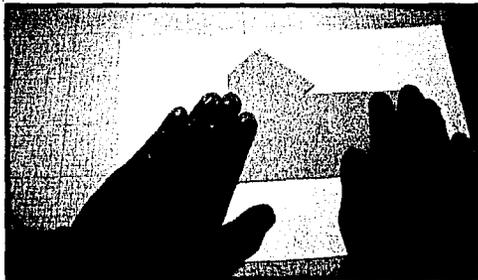
- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado



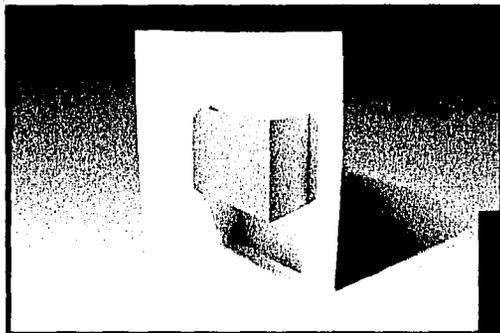
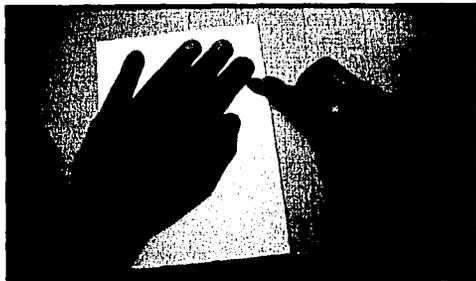
3. Aplicamos pegamento a la pestaña de la pieza 1 y la adherimos al soporte de papel.



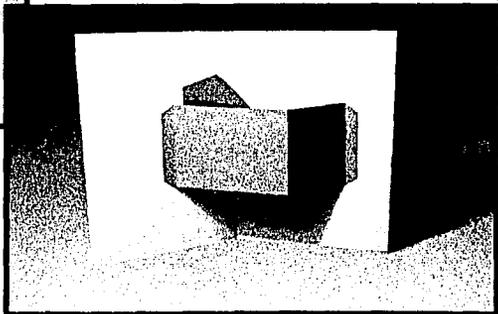
4. Aplicamos pegamento a las pestañas de la pieza 2. La pegamos al soporte para crear el relieve asimétrico. Este relieve ocultará a la pieza 1.



5. Doblamos el relieve.

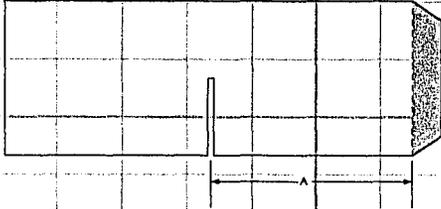


6. Modelo terminado.



Relieves con Intersecciones

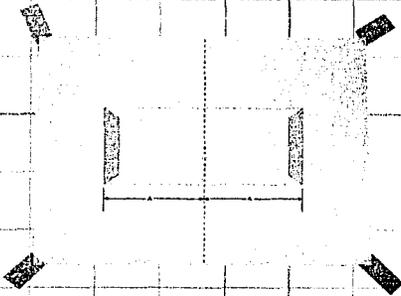
En los dos modelos siguientes, se logran los relieves con el principio de intersecciones a dos o más piezas.



Pieza 1: pieza en relieve con intersección.

Proceso de elaboración:

1. Obtenemos dos piezas como la que se muestra en el plano. Marcamos sus dobleces.
2. En el soporte del papel, marcamos la distancia "A" hacia ambos lados del dobléz central.



• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras; lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

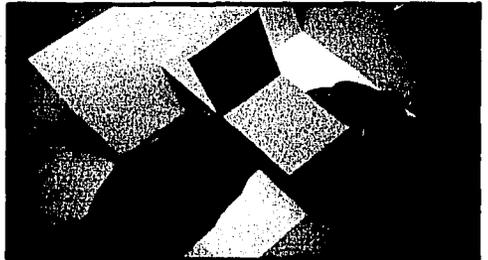
• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: dobléz en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: dobléz en valle.
- — — Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

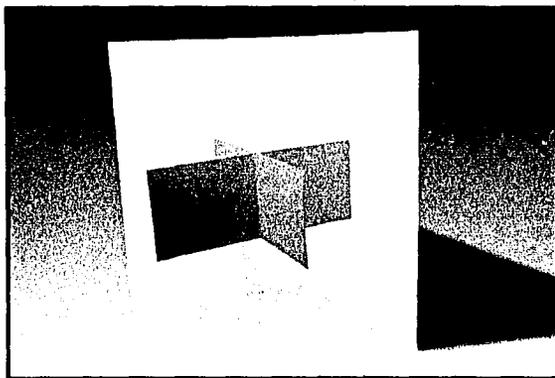
• Consideraciones:

"A" es la distancia en donde se ensamblarán las dos piezas; a su vez, es la altura que tomará el relieve; por lo que dichas distancias deben ser iguales. Para que las piezas se ensamblen sin dificultad, se recomienda una abertura de las intersecciones de 2 mm.

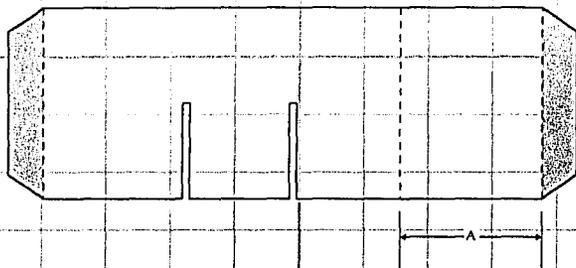
3. Aplicamos el pegamento a las pestañas de las piezas. Pegamos una al soporte. Ensamblamos la segunda y la pegamos al soporte.



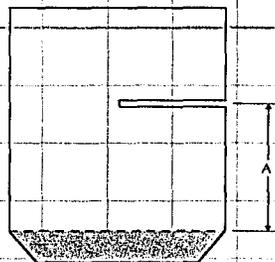
4. Modelo terminado.



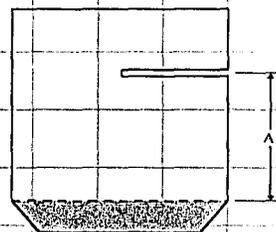
Intersecciones Paralelas



Pieza 1: relieve rectangular asimétrico.



Pieza 2: relieve con intersección.



Pieza 3: relieve con intersección.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

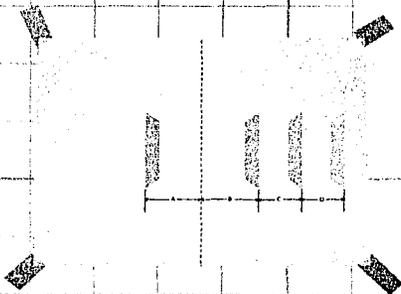
— Línea continua negra: corte.

■ Área gris: área para pegado

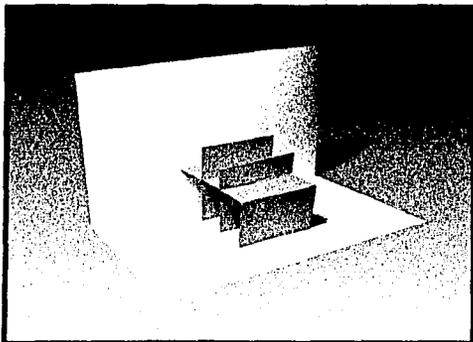
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos los dobleces.

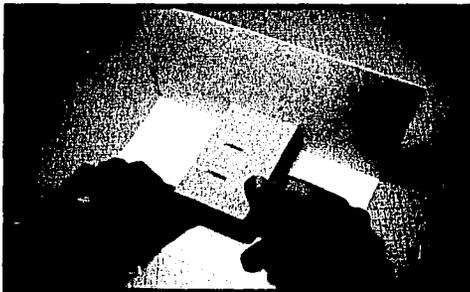
2. En el soporte de papel, marcamos la distancia "A" hacia la izquierda del doblez central del soporte de papel. Hacia la derecha, marcamos las distancias "B", "C" y "D".



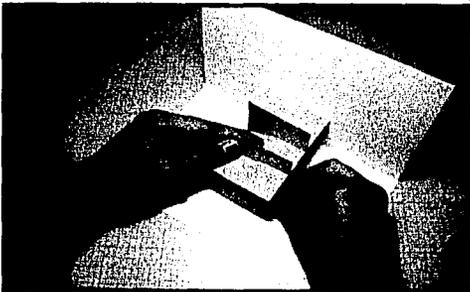
5. Modelo terminado.



3. Aplicamos pegamento a las pestañas de la pieza 1. Las colocamos de acuerdo a los señalamientos que hicimos en el paso anterior. Se obtiene un relieve rectangular asimétrico.

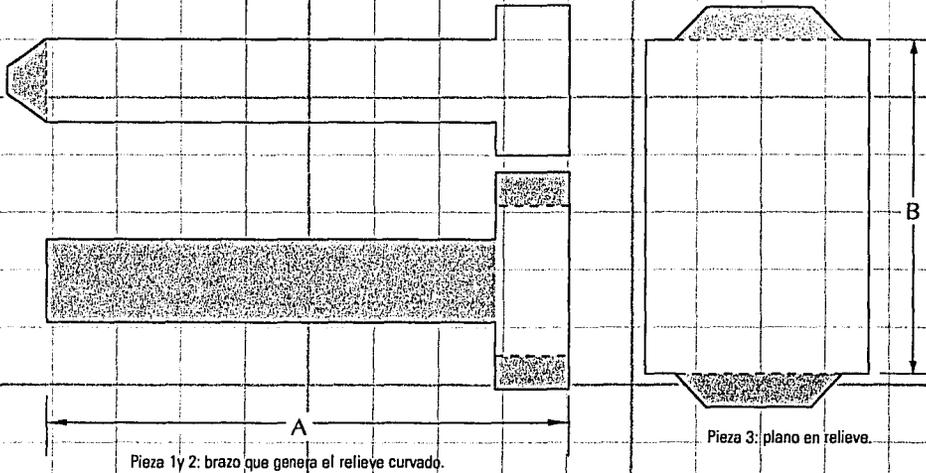


4. aplicamos pegamento a las piezas 2 y 3. Las colocamos en las distancias "B" y "C", ensamblándolas con la pieza 1.



Elevación de un Semicírculo

En este modelo, al momento de abrir el soporte, se forma un relieve curvado. Hay que comprender bien las distancias a que se deben pegar cada uno de los elementos que conforman este relieve.



Pieza 1 y 2: brazo que genera el relieve curvado.

Pieza 3: plano en relieve.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

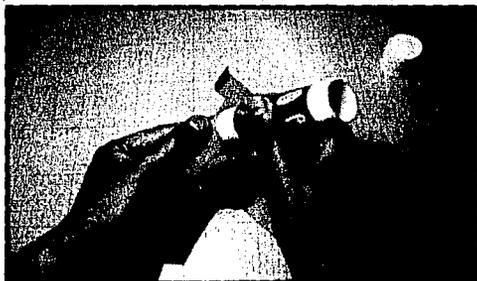
• Consideraciones

- "A" es el tamaño del brazo (piezas 1 y 2).
- "B" es el tamaño de la pieza en relieve (Pieza 3).
- "C" es la distancia donde se coloca un extremo del brazo (ver paso 3).
- "D" es la distancia del doblez central hacia donde se coloca un extremo de la pieza 3 (ver paso 3).
- Distancia "A" (brazo) + distancia "C" = "B" (plano en relieve) + distancia "D".

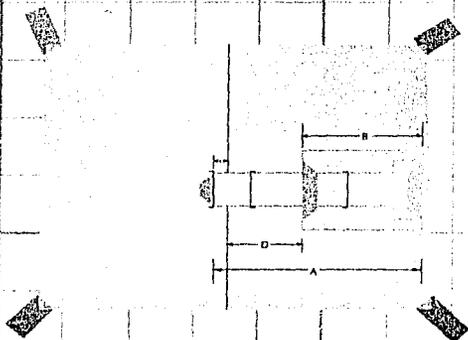
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en los planos. Marcamos con el punzón sus dobleces.

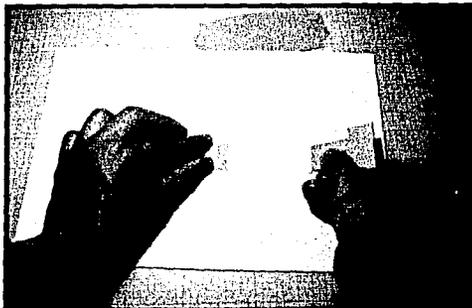
2. Aplicamos pegamento a la pieza 2 y la adherimos a la pieza 1.



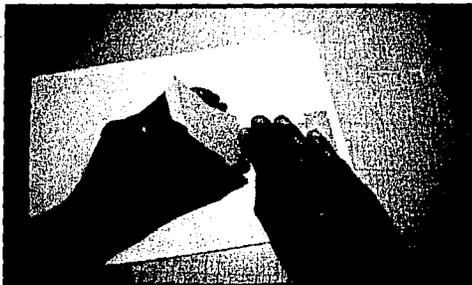
3. Marcamos el doblar central del soporte e indicamos las distancias "C" y "D". Como se muestra en este esquema, hacemos los cortes que se indican en el soporte de papel. Estos cortes deberán ser 2 ó 3 mm. más anchos que el brazo.



4. Insertamos el brazo por los cortes realizados en el soporte de papel, aplicamos pegamento en la pestaña y la adherimos al soporte de papel.



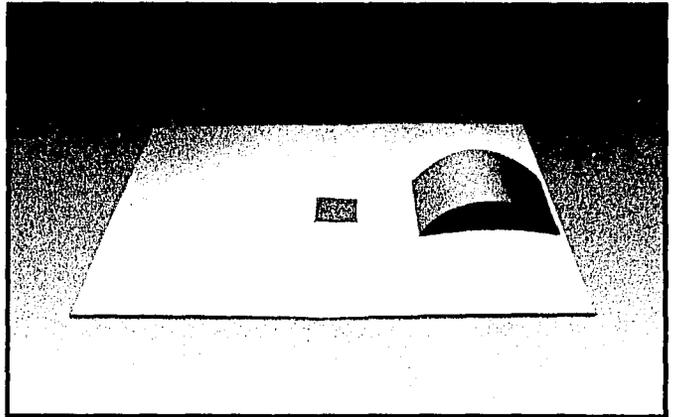
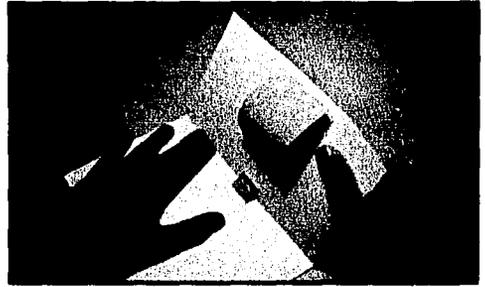
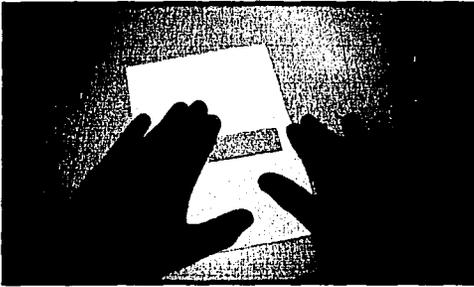
5. Aplicamos pegamento en las pestañas de la pieza 3. Colocamos un extremo en la distancia "D", centrado la pieza con el brazo.



6. Adherimos la pestaña del otro extremo de la pieza 3 al brazo.



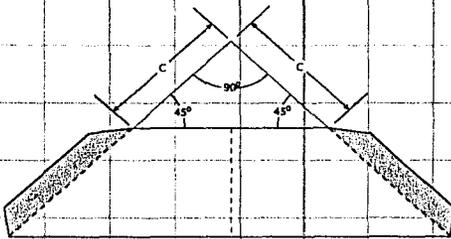
7. Doblamos.



8. Modelo terminado.

Relieves Horizontales a 90 Grados . . .

Mencionamos que los relieves compuestos se caracterizaban porque se puede extender el soporte de papel hasta 180 grados. Los dos ejemplos siguientes son excepciones en donde el soporte solamente puede abrirse hasta 90 grados, considerando que una abertura menor dificultaría una buena lectura, y una abertura mayor se perdería el sentido de volumen del relieve.



Pieza 1: relieve a 90 grados.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

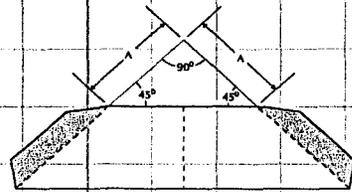
• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

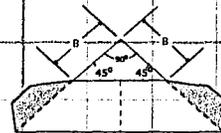
--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

■ Área gris: área para pegado



Pieza 2: relieve a 90 grados.



Pieza 3: relieve a 90 grados.

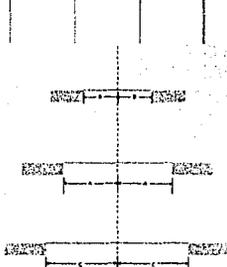
• Consideraciones

Para obtener las piezas, trazamos dos líneas en ángulos rectos. Definimos nuestras piezas, y, a partir de las distancias "A", "B" y "C", colocaremos los relieves en el soporte de papel.

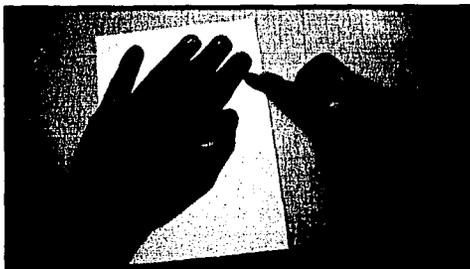
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en los planos. Marcamos los dobleces con el punzón.
2. En el soporte de papel, establecemos las distancias "A", "B" y "C" hacia ambos lados del doblez central.

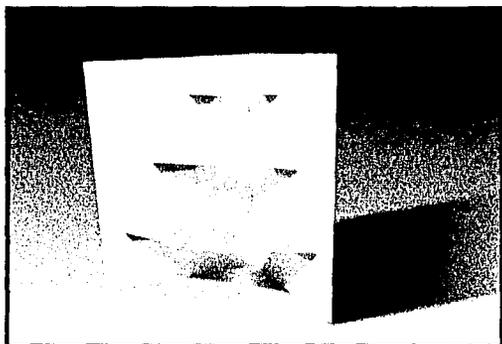
3. Aplicamos pegamento en las pestañas de las piezas. Las colocamos de acuerdo a las distancias establecidas en el paso anterior.



4. Doblamos.



5. Modelo terminado.



Relieve Vertical a 90 Grados

• **Materiales y herramientas:**

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

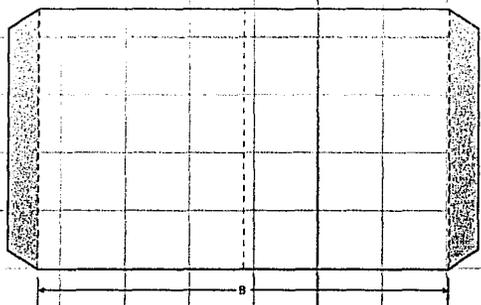
• **Simbología**

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

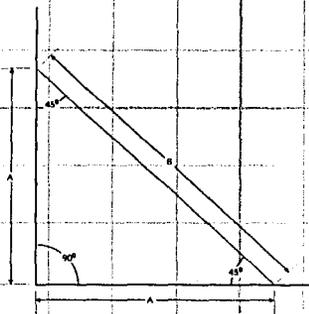
■ Área gris: área para pegado



Pieza-1: pieza en relieve vertical a 90 grados

• **Consideraciones**

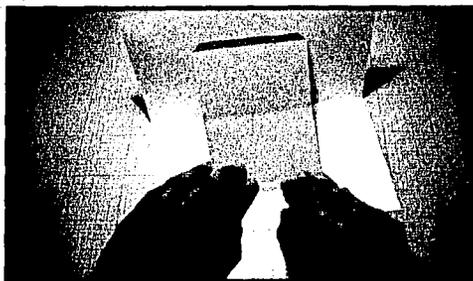
Para lograr este relieve, trazamos una vista superior de nuestro soporte de papel en un ángulo recto como se muestra en el esquema de abajo. Establecemos la distancia "A" y trazamos una línea a 45 grados. La medida de dicha línea será el largo de nuestra pieza en relieve ("B").



Proceso de elaboración:

1. Obtenemos una pieza como la que se muestra en el plano con largo "B". Marcamos sus dobleces.
2. Marcamos en nuestro soporte el doblez central y establecemos las distancias "A".

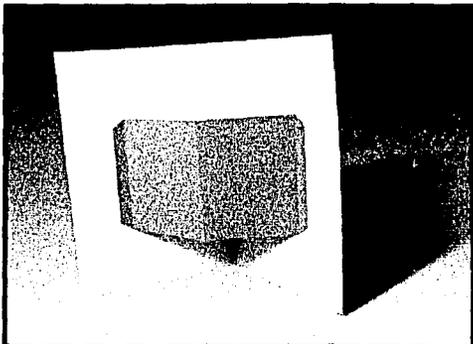
3. Aplicamos pegamento a las pestañas del relieve. Lo adherimos al soporte de papel de acuerdo a las distancias establecidas en el paso anterior.



4. Doblamos.



5. Modelo terminado.



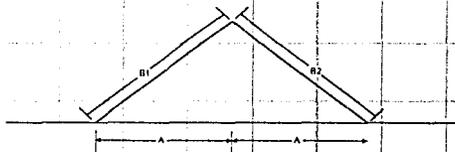
Relieve Simétrico a 180 Grados . . .

Este relieve sigue el principio de los relieves simétricos, sólo que el soporte de papel se puede abrir completamente hasta 180 grados. El modelo es un principio básico que se aplicará para obtener relieves a cuerpos geométricos.



• Consideraciones

Para crear este relieve, dibujamos una vista de frente, como se muestra en el esquema de abajo, para que podamos establecer la longitud del plano en relieve ("B") y las distancias donde debe pegarse ("A").



Proceso de elaboración:

1. Obtenemos una pieza como la que se muestra en el plano, tomando en cuenta la longitud "B". Marcamos con el punzón los dobleces:

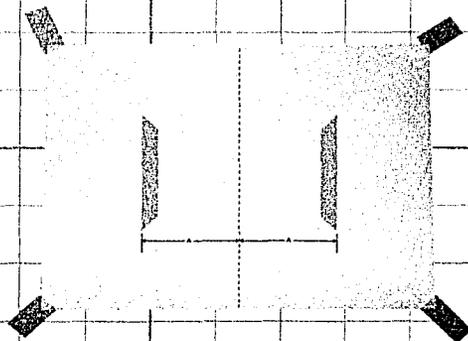
• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

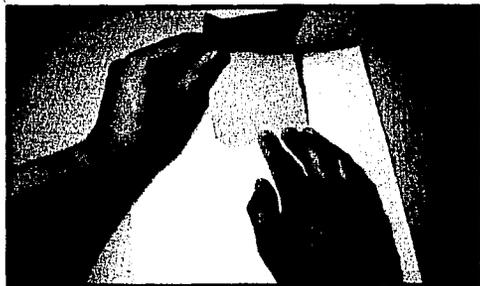
• Simbología

- — — Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- — — Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

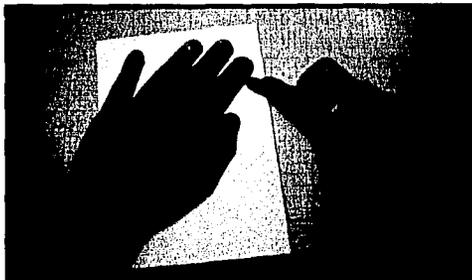
2. Marcamos el doblez central en el soporte de papel. Establecemos las distancias "A".



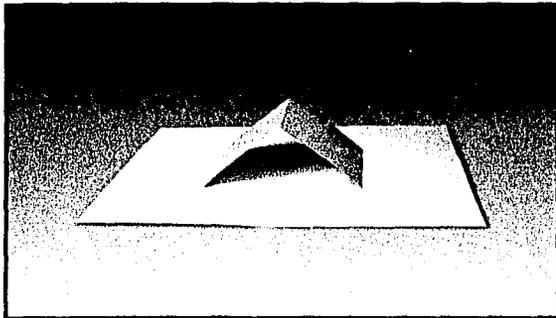
3. Aplicamos pegamento a las pestañas del relieve. Lo adherimos al soporte de acuerdo a las distancias "A" definidas en el paso anterior.



4. Doblamos.

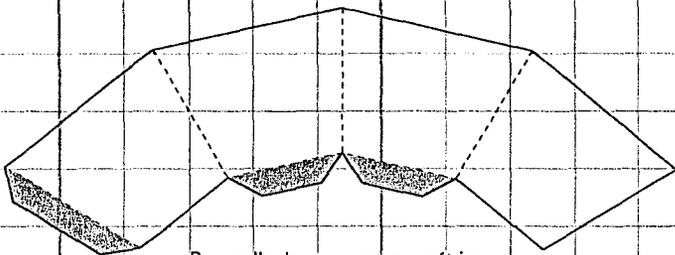


5. Modelo terminado.



B. Relieve a Cuerpos Geométricos

Para lograr el relieve a cuerpos geométricos se siguen dos principios básicos: el principio "V", en donde dos lados de la figura en relieve actúan como relieves "V"; y el pegado de dos lados de la figura equidistante del doblez central del soporte, como el modelo anterior.



Desarrollo de un cuerpo geométrico.

• **Materiales y herramientas:**

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• **Simbología**

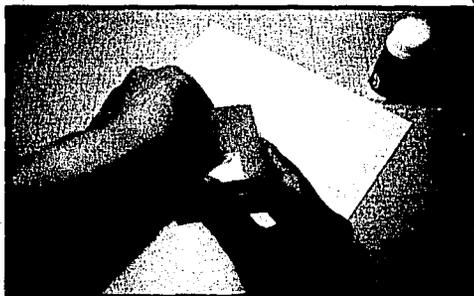
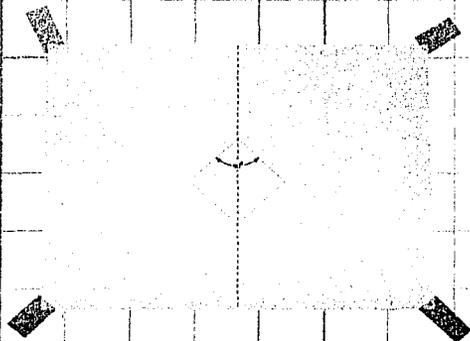
- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

• **Consideraciones**

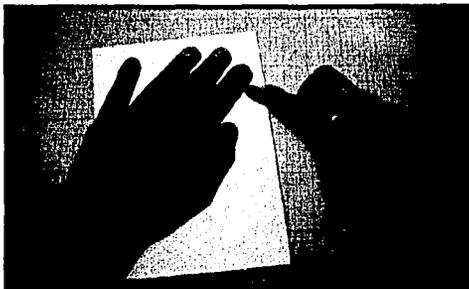
Este relieve es rectangular, por lo que la "V" lleva una abertura de 90 grados.

Proceso de elaboración:

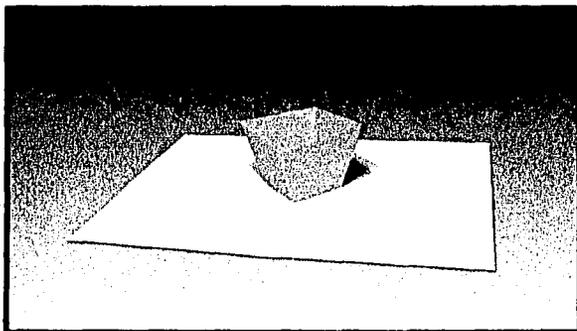
1. Trazamos y cortamos en papel un desarrollo como el que se muestra en el plano. Marcamos sus dobleces y armamos la figura.
2. Marcamos el doblez central del soporte y trazamos dos líneas que formen un ángulo recto a partir del doblez central.
3. Aplicamos pegamento a las pestañas de la forma geométrica y la adherimos al soporte guiándonos por las líneas trazadas en el paso anterior.



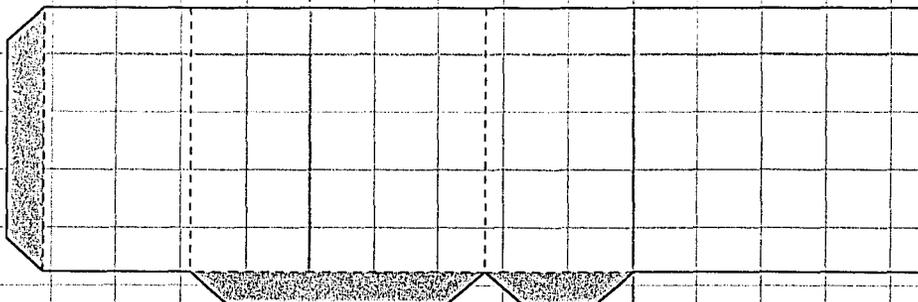
4. Doblamos.



5. Modelo terminado.



El siguiente modelo es una derivación del anterior.



Desarrollo del cuerpo geomérico.

• **Materiales y herramientas:**

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento

• **Consideraciones**

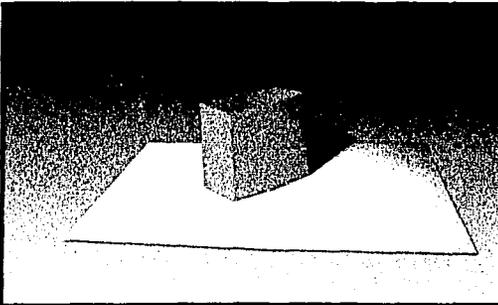
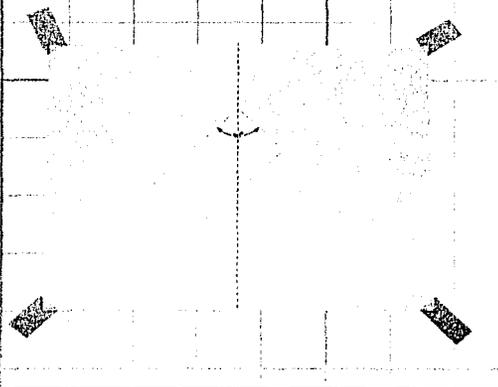
Al igual que el relieve anterior, la "V" lleva una abertura a 90 grados.

• **Simbología**

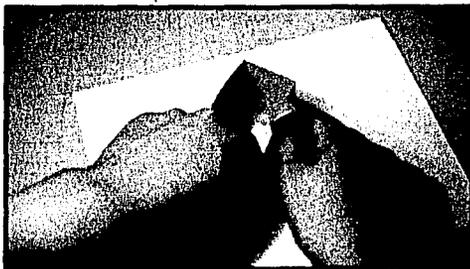
- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Línea gris: línea de trabajo.
- Área gris: área para pegado

Proceso de elaboración:

1. Trazamos y obtenemos el desarrollo que se muestra en el plano. Marcamos sus dobleces y formamos la figura.
2. Marcamos el doblez central del soporte de papel y trazamos la vista superior de la figura; de modo que los vértices formen un ángulo recto.



3. Aplicamos pegamento a las pestañas del cuerpo geométrico y lo adherimos al soporte guiándonos por el trazo hecho en el paso anterior.



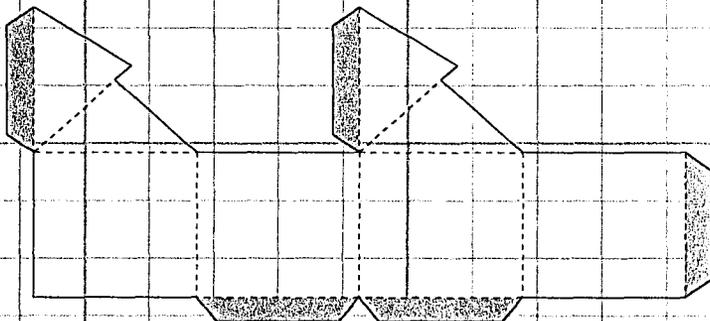
4. Doblamos.



5. Modelo terminado.

Relieve a un Cubo . . .

Sigue el mismo principio de los dos modelos anteriores; dos lados de la figura funcionan como relieve "V".



Desarrollo del cubo.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

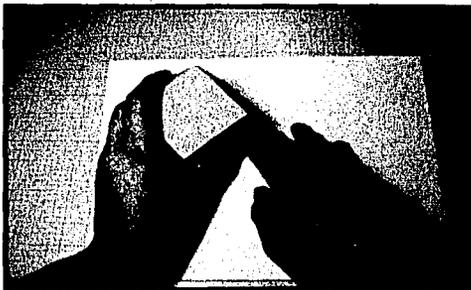
- — — Línea roja discontinua: doblar en montaña.
- — — Línea azul discontinua: doblar en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Línea gris: línea de trabajo.
- Área gris: área para pegado.

Proceso de elaboración:

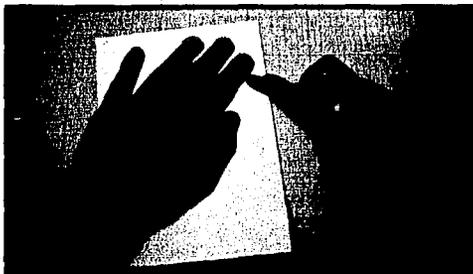
1. Trazamos y obtenemos el desarrollo del cubo que se muestra en el plano. Marcamos sus dobleces y armamos la figura.

2. Marcamos el doblar central del soporte de papel. Trazamos la vista superior de la figura, de modo que los vértices formen un ángulo recto.

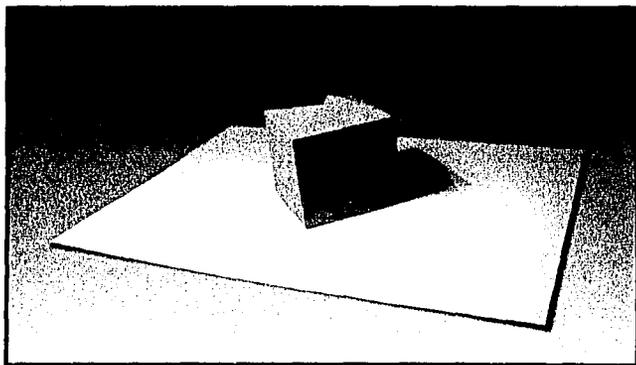
3. Aplicamos pegamento a las pestañas del cubo y lo adherimos al soporte.



4. Doblamos.

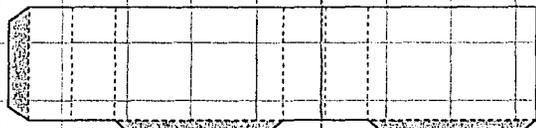


5. Modelo terminado.

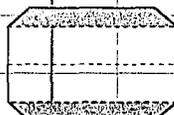


Cuerpo Geométrico Adherido por Dos Lados Equidistantes

En este modelo se muestra cómo se genera el relieve de un cuerpo geométrico rectangular, adhiriendo al soporte de papel dos lados equidistantes de la doblez central.



Pieza 1: desarrollo del cuerpo geométrico.



Pieza 2: tapa del cuerpo geométrico.



Pieza 3: soporte central de la tapa.

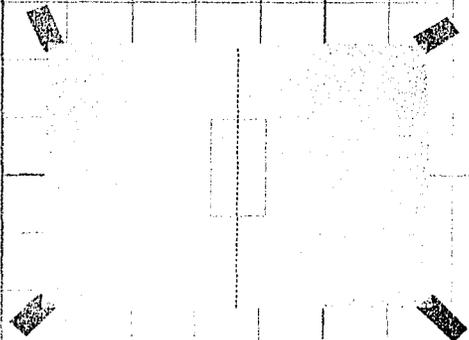
• **Materiales y herramientas:**

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

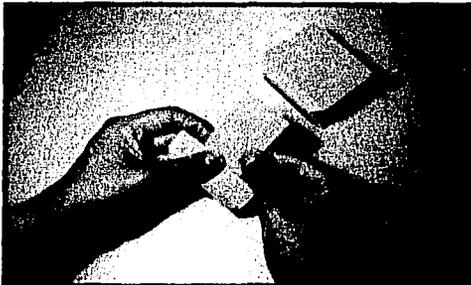
Proceso de elaboración:

1. Trazamos y obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos los dobleces y armamos el cuerpo geométrico.

2.- Marcamos el doblez central en nuestro soporte de papel. Trazamos la vista superior de la figura, centrándola al doblez del soporte.



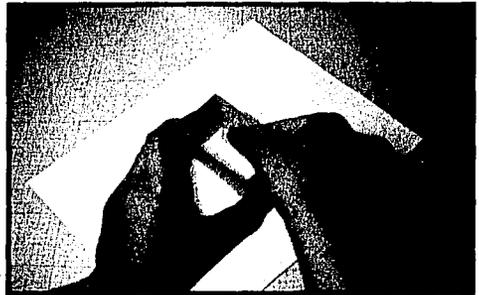
3. Aplicamos pegamento a la pestaña superior de la pieza 1. La adherimos a la pieza 2 en el doblez central de esta pieza.



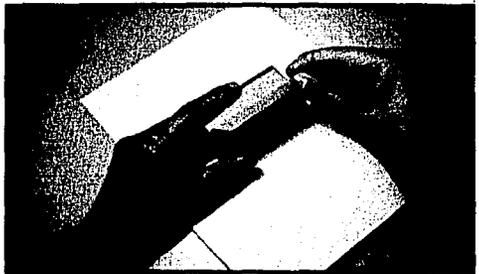
• **Simbología**

- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Línea gris: línea de trabajo.
- Área gris: área para pegado

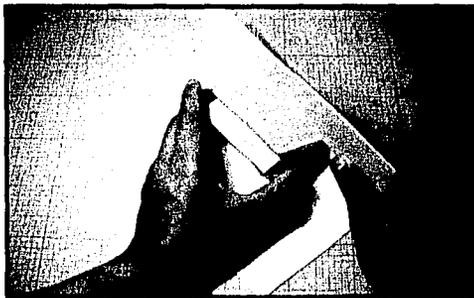
4. Adherimos la pieza 1 al soporte central.



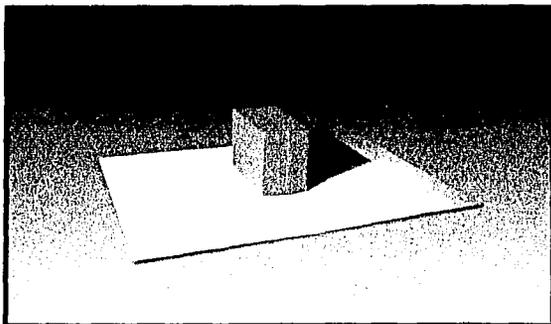
5. Aplicamos pegamento a las pestañas de las piezas 2 y 3. Adherimos la pieza 3 al doblez central del soporte de papel y las pestañas de la pieza 2 las pegamos a las paredes laterales del cuerpo geométrico.



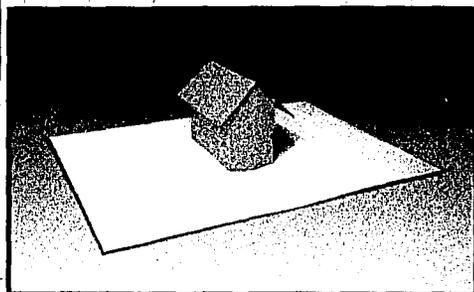
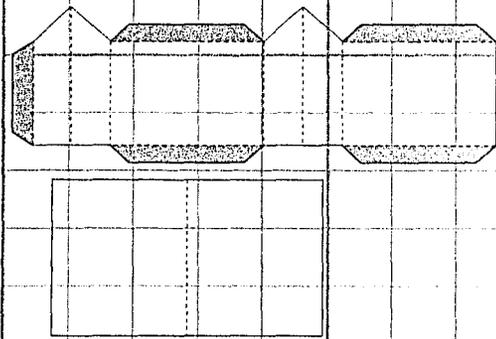
6. Doblamos.



7. Modelo terminado.



Siguiendo un proceso similar, y con el desarrollo que se muestra en este plano, obtenemos el modelo que se muestra abajo.



Relieve a Cuerpo Triangular . . .

Siguiendo los principios que hemos visto, podemos crear relieves a cuerpos geométricos como el siguiente:

• Materiales y herramientas:

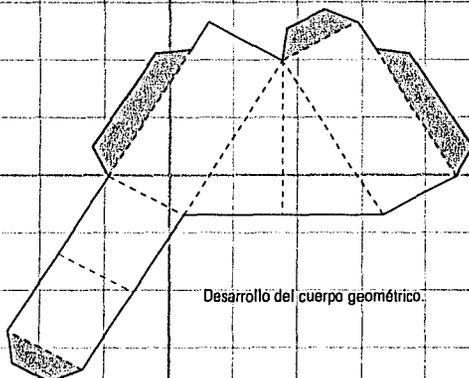
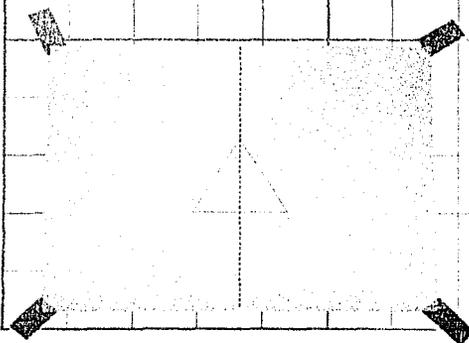
Juego de escuadras; lápiz; regla o escalímetro; cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Línea gris: línea de trabajo.
- Área gris: área para pegado

Proceso de elaboración:

1. Trazamos y obtenemos el cuerpo geométrico de acuerdo al desarrollo mostrado en el plano. Marcamos con el punzón los dobleces y armamos la figura.
2. Marcamos el doblez central en el soporte de papel. Trazamos la vista superior de la figura.

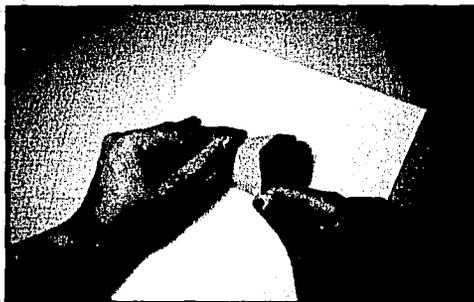


Desarrollo del cuerpo geométrico.

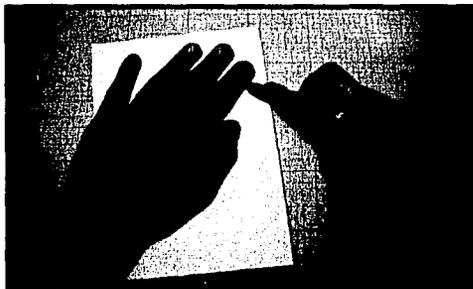
• Consideraciones

Las pestañas en los lados de esta figura deben colocarse alejadas del vértice triangular, para que no dificulten el doblez central del soporte.

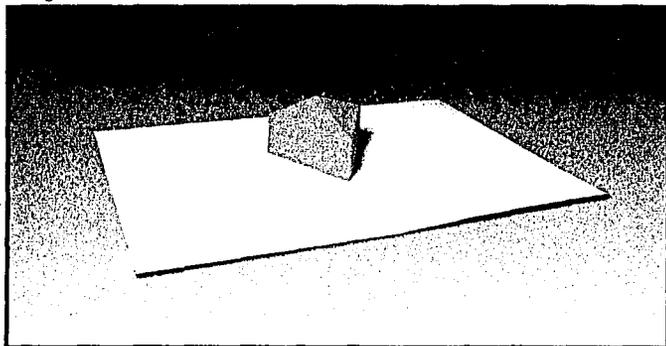
3. Aplicamos pegamento a las pestañas de la figura y adherimos al soporte.



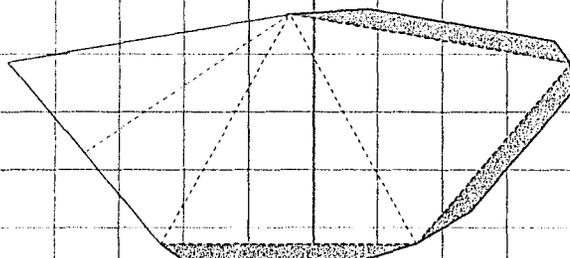
4. Doblamos.



5. Figura terminada.



En los siguientes ejemplos, se crearán relieves a formas piramidales aplicando los conceptos "V" y lados equidistantes.



Desarrollo de la pirámide triangular.

Pirámide Triangular

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escálfmetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• **Simbología**

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

— Línea gris: línea de trabajo.

■ Área gris: área para pegado

• **Consideraciones:**

Esta figura lleva un doblez central extra en uno de sus lados de la pirámide, para que pueda plegarse.

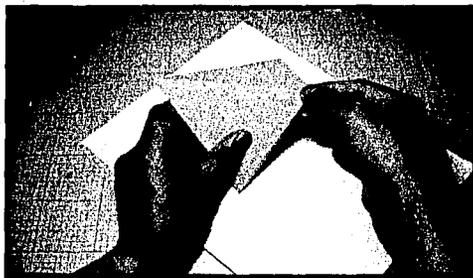
Proceso de elaboración:

1. Trazamos y obtenemos el desarrollo que se muestra en el plano. Marcamos los dobleces con el punzón y ensamblamos la figura.

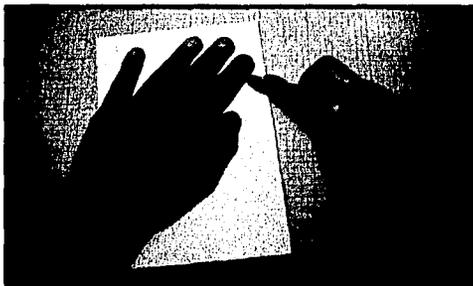
2. Marcamos el doblez central en el soporte de papel.

Trazamos la vista superior de la figura.

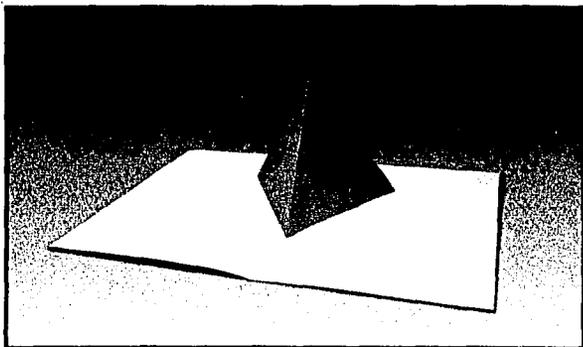
3. Adherimos con pegamento el cuerpo geométrico.



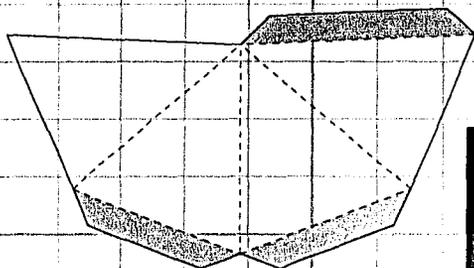
4. Doblamos.



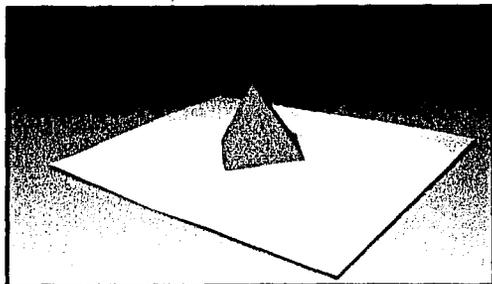
5. Modelo terminado.



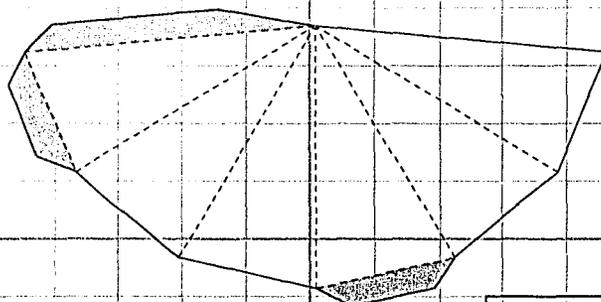
Seguimos el mismo proceso para la pirámide cuadrangular.



Plano de la Pirámide Cuadrangular.



Pirámide Hexagonal



Plano de la pirámide Hexagonal.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblaz en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblaz en valle.

— Línea continua negra: corte.

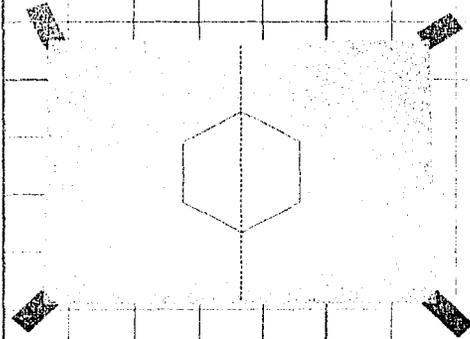
— Línea gris: línea de trabajo.

■ Área gris: área para pegado

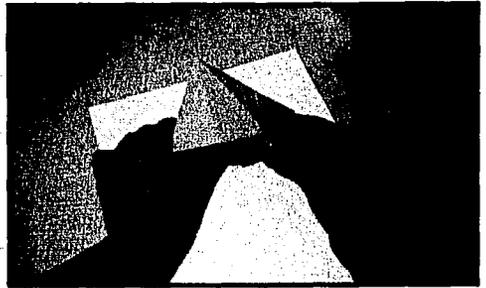
Proceso de elaboración:

1. Trazamos y obtenemos el desarrollo que se muestra en el plano. Marcamos los dobleces con el punzón y ensamblamos la figura.

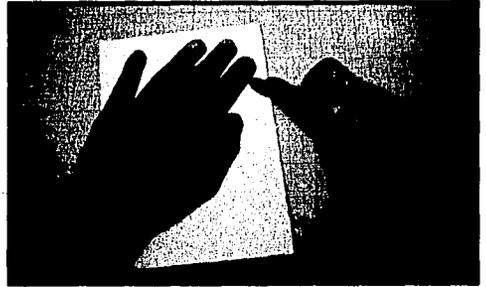
2. Marcamos el doblez central en el soporte de papel. Trazamos la vista superior de la figura.



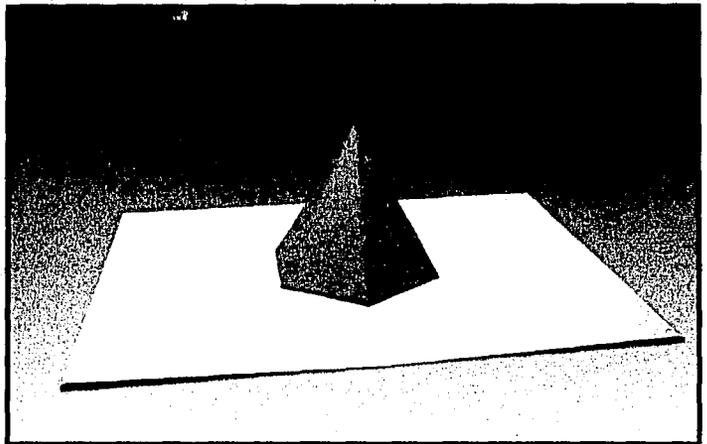
3. Adherimos con pegamento el cuerpo geométrico.



4. Doblamos.



5. Modelo terminado.

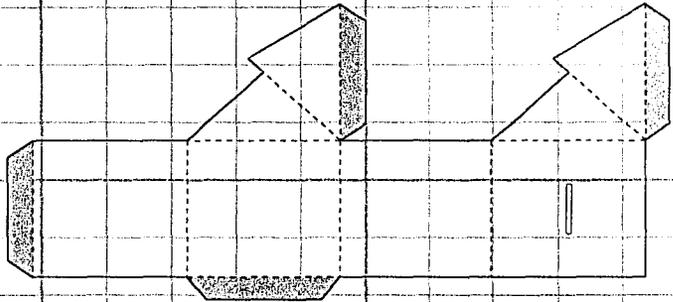


Cubos Compuestos

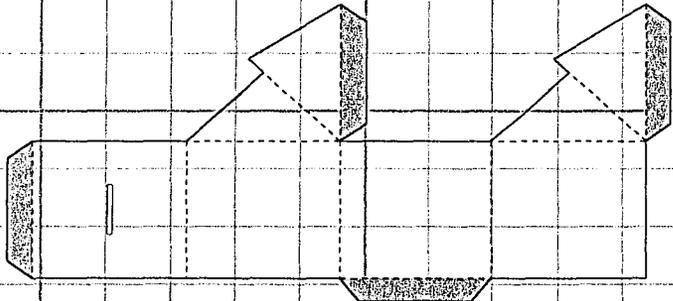
Aquí se levantan dos cubos por la acción de un brazo que soporta a ambos cuerpos geométricos.



Pieza 3: brazo que sostiene a ambos cubos.



Pieza 1: desarrollo del cubo colocado en el lado izquierdo.



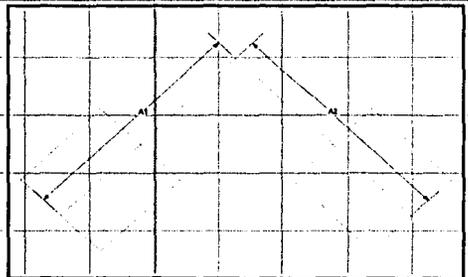
Pieza 2: desarrollo del cubo colocado en el lado derecho.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Consideraciones

- Para obtener la longitud ("A") de la pieza 3, trazamos una vista superior de este modelo. Tomamos las medidas "A1" y "A2" para obtener dicha longitud.
- Los cubos necesitan un corte en una de sus paredes para que pueda introducirse el brazo.



Proceso de elaboración:

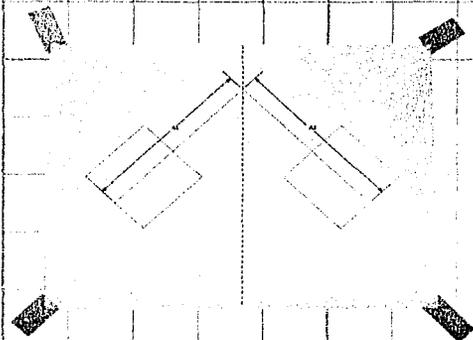
1. Trazamos y obtenemos los desarrollos de los cubos izquierdo y derecho. Obtenemos también la pieza 3. Marcamos los dobleces y armamos las figuras.

2. Marcamos el doblez central en el soporte de papel. Trazamos la vista superior del modelo.

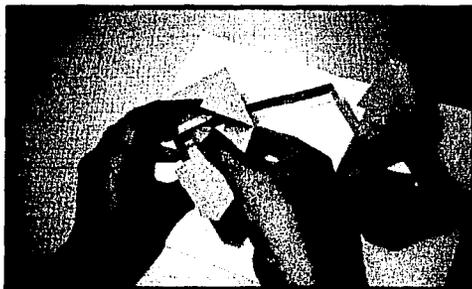
3. Pegamos la pieza 3 e introducimos y pegamos cada extremo en los cortes hechos en las paredes de los cubos.

• Simbología

- - - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Línea gris: línea de trabajo.
- Área gris: área para pegado

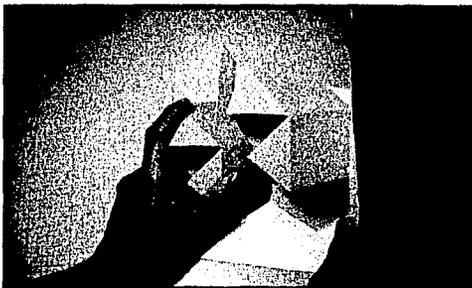
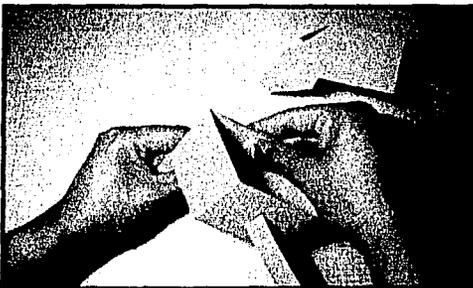


4. Pegamos los cuerpos geométricos en el soporte, guiándonos por el trazo hecho en el paso 2.

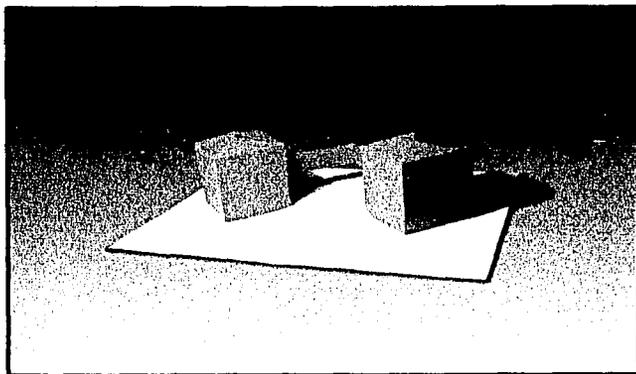


5. Doblamos.

5. Doblamos.

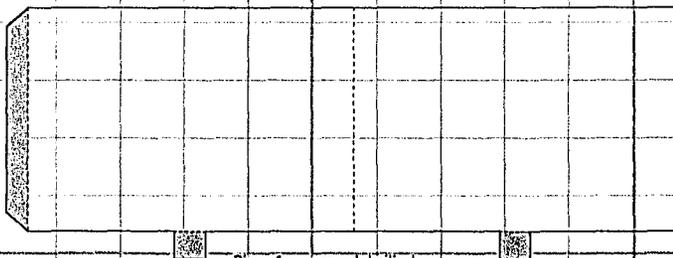


6. Modelo terminado.

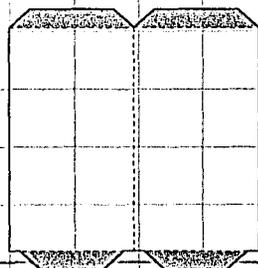


Cilindro . . .

Para armar las siguientes figuras, se sigue el principio de los lados equidistantes, sólo que esta vez los lados son curvados.



Pieza 1: cuerpo del cilindro.



Pieza 2: soporte central.

• Simbología

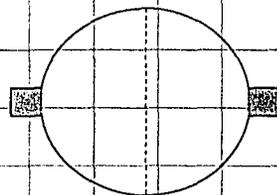
--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

— Línea gris: línea de trabajo.

■ Área gris: área para pegado



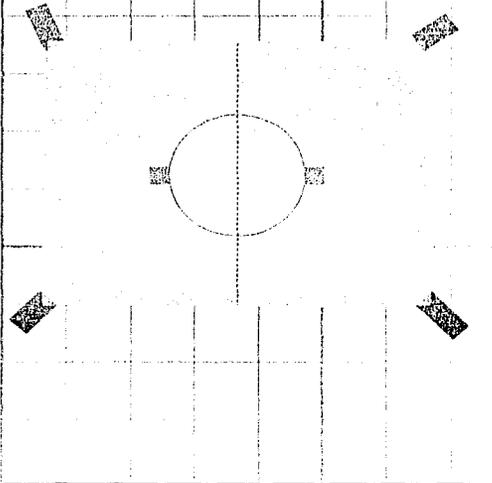
Pieza 3: tapa del cilindro.

• **Materiales y herramientas:**

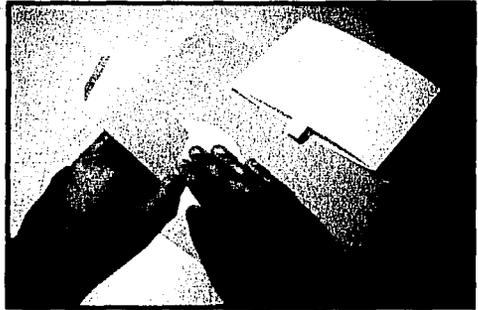
Compás, juego de escuadras, lápiz, regla o escálmetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

Proceso de elaboración:

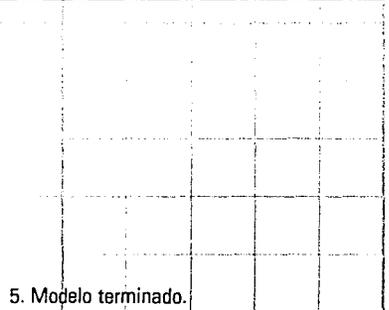
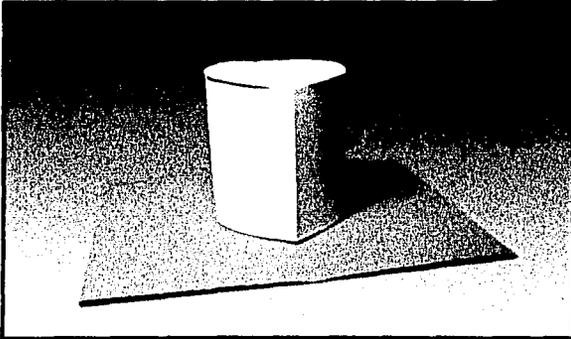
1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos los dobleces y armamos el cuerpo del cilindro.
2. Marcamos el doblez central en el soporte de papel. Trazamos la vista superior del modelo.



3. Aplicamos pegamento a las pestañas de la pieza 3. Un extremo lo adherimos a la tapa del cilindro; el otro al soporte central.



4. Aplicamos pegamento a las pestañas del cilindro y lo adherimos al soporte central. Pegamos las pestañas de la tapa a las paredes.



5. Modelo terminado.

• **Materiales y herramientas:**

Compás, juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• **Simbología**

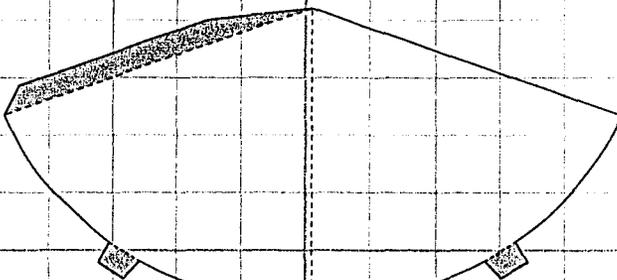
--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

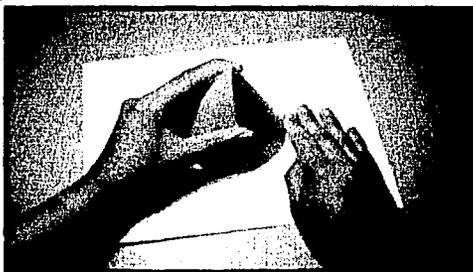
— Línea gris: línea de trabajo.

■ Área gris: área para pegado

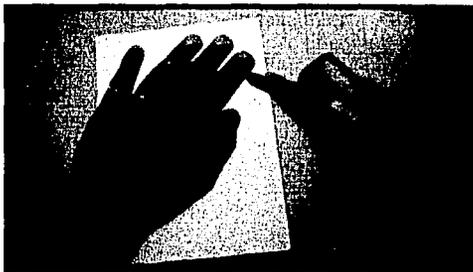


Desarrollo del Cono.

3. Aplicamos pegamento a las pestañas del cono y lo adherimos al soporte.



4. Doblamos.

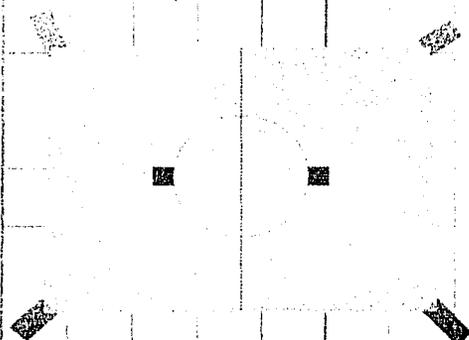


Proceso de elaboración:

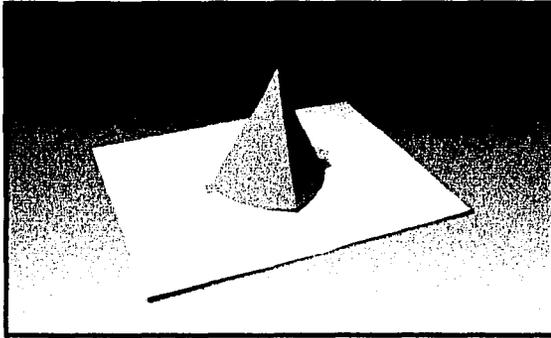
1. Obtenemos el desarrollo del cono que se muestra en el plano. Marcamos los dobleces y armamos la figura.

2. Marcamos el doblez central en el soporte de papel.

Trazamos la vista superior del modelo.

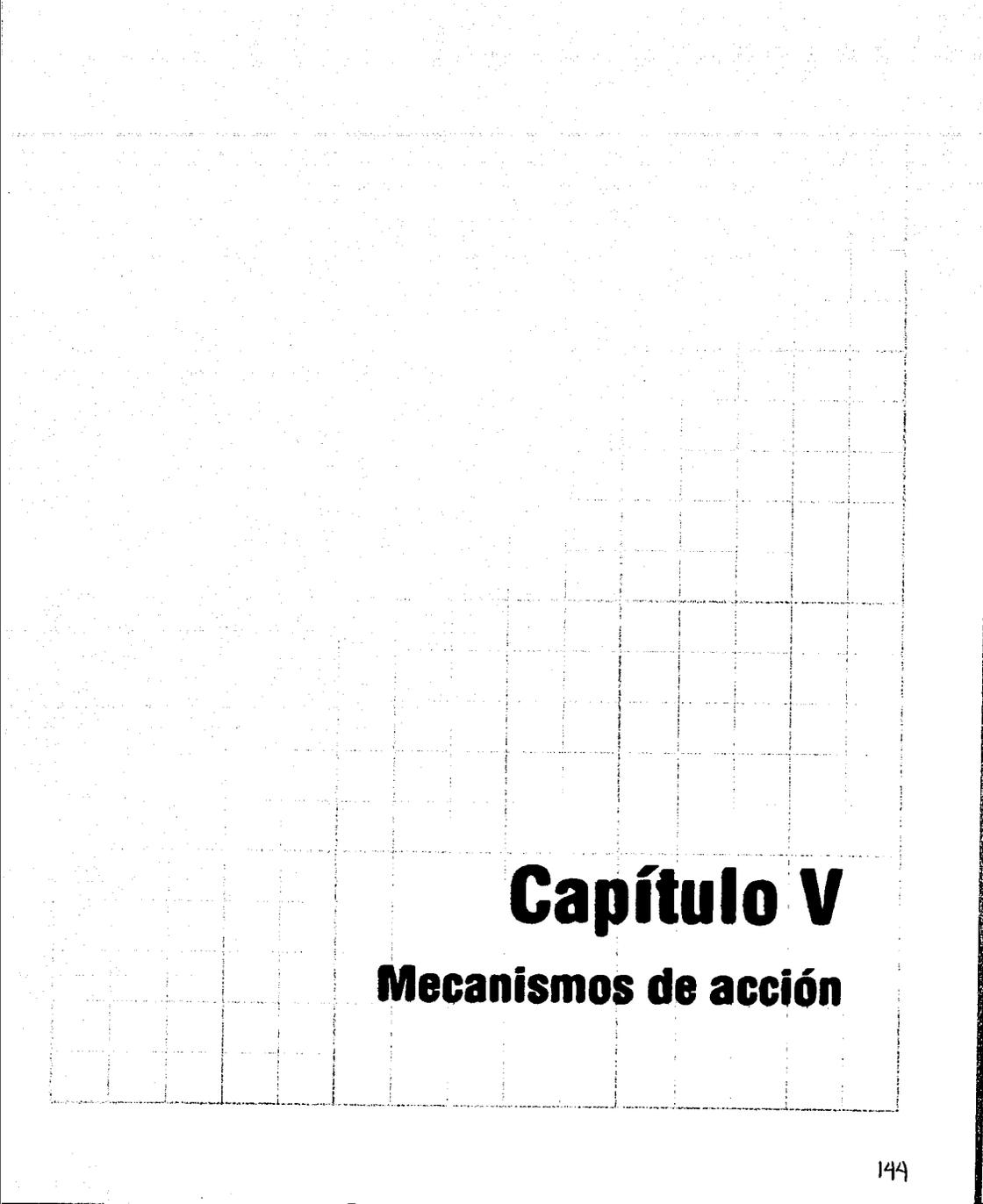


5. Modelo terminado.



Hasta este capítulo se han abordado una serie de relieves que han aumentado su nivel de complejidad. Es necesario mencionar que durante nuestro proceso de experimentación, se han seleccionado sólo los principios básicos y algunas derivaciones de ellos.

En el siguiente y último capítulo, se abordará lo que denominamos "Mecanismos de Acción", también considerados en esta tesis como parte de las técnicas de la ingeniería de papel.



Capítulo V

Mecanismos de acción

Los mecanismos de acción son aquellos en donde, además de desplegarse el relieve, interactuamos con algún elemento adicional. Generalmente son palancas o lengüetas que tienen que ser accionadas, discos giratorios o ventanas que ocultan alguna figura.

En esta sección mencionaremos los principios básicos de construcción de un mecanismo de acción. Podemos encontrar en los libros que aplican las técnicas de la Ingeniería de Papel, mecanismos muy complejos que se accionan solamente con tirar de una palanca, el principio básico es el que abordaremos aquí.

Otra característica de los mecanismos de acción es que éstos los podemos encontrar montados en los relieves, en los soportes de papel o en solapas adicionales.

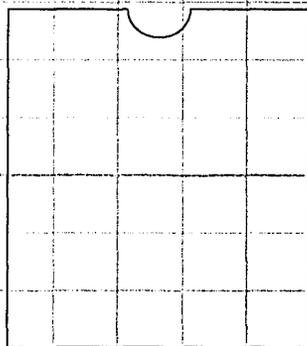
Relieve Vertical de un Plano al Accionar una Lengüeta

• Materiales y herramientas:

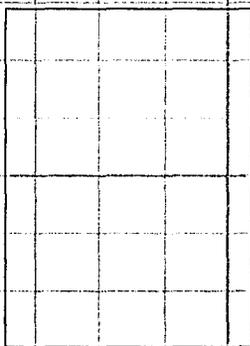
Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

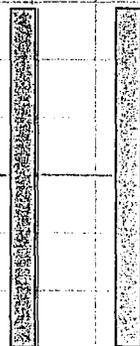
- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado



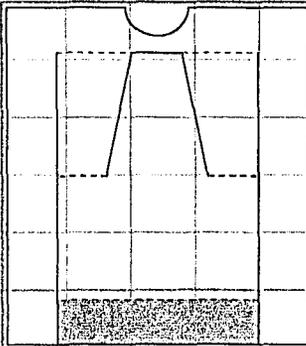
Pieza 1: soporte.



Pieza 2: lengüeta.



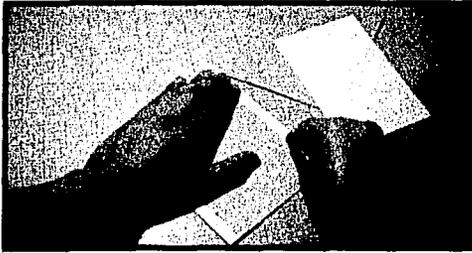
Pieza 3 y 4:
carriles de
deslizamiento.



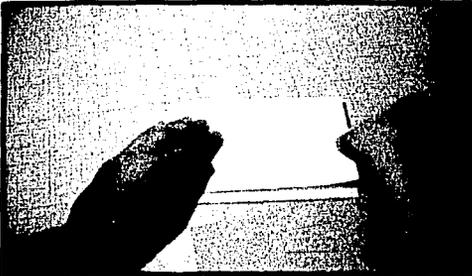
Pieza 5: plano en relieve.

Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en los planos. Marcamos con el punzón los dobleces de la pieza 5.
2. Pegamos las piezas 3 y 4 a los extremos de la pieza 1 y aplicamos pegamento a la parte superior de los carriles.



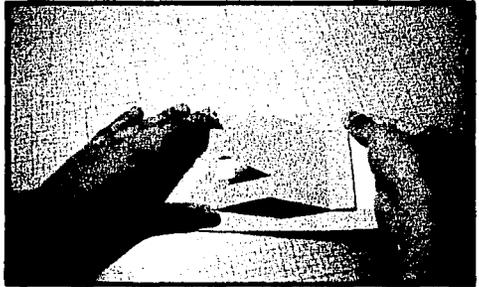
3. Colocamos la lengüeta en el centro



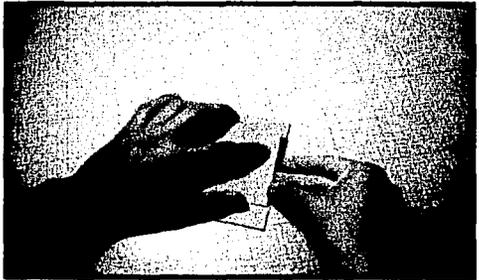
• Consideraciones

- Todas las piezas son del mismo ancho.
- Los carriles de deslizamiento pueden obtenerse de la pieza 2, sólo que les tenemos que quitar un milímetro de su ancho para que la lengüeta se deslice sin problemas.

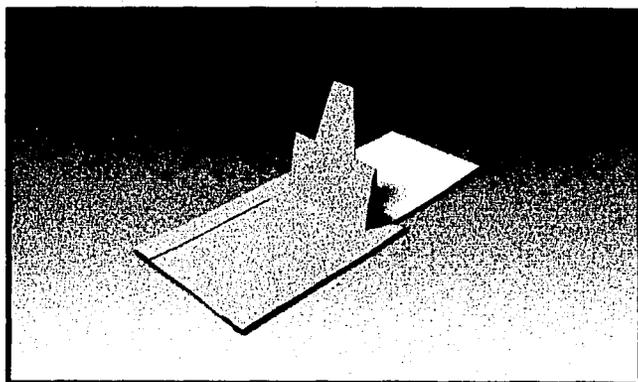
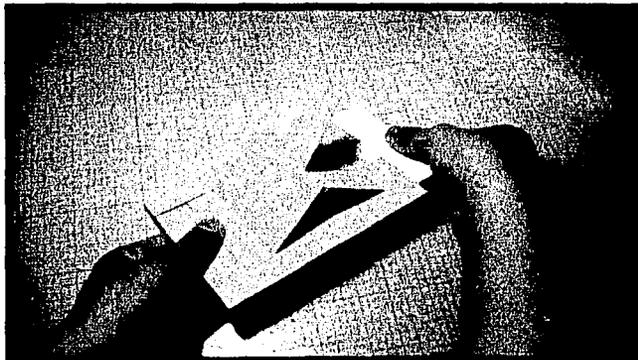
4. Adherimos la pieza 5 a los carriles. Aplicamos pegamento a la parte inferior de esta pieza.



5. Adherimos la pieza 5 con la lengüeta.

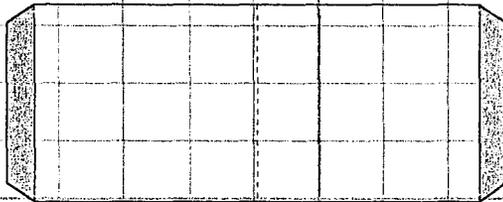


6. Modelo terminado.

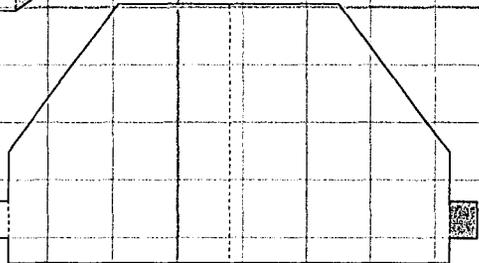


Levantamiento Vertical a 90 grados con capa

Este mecanismo se logra agregando un plano que se desliza a través de un relieve vertical a 90 grados.



Pieza 1: relieve vertical a 90 grados.



Pieza 2: plano deslizando.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

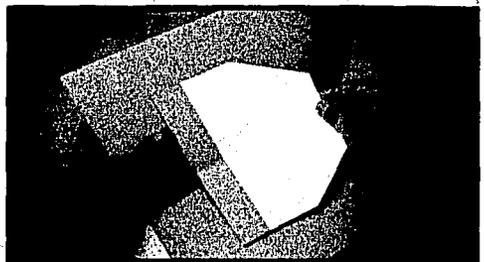
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Hacemos 2 cortes laterales en el área de las pestañas de la pieza 1. Marcamos sus dobleces.
2. Introducimos el cinturón de la pieza 2, que debe ser de la misma longitud que el plano más grande, en los cortes de las pestañas de la pieza 1. Pegamos el cinturón.

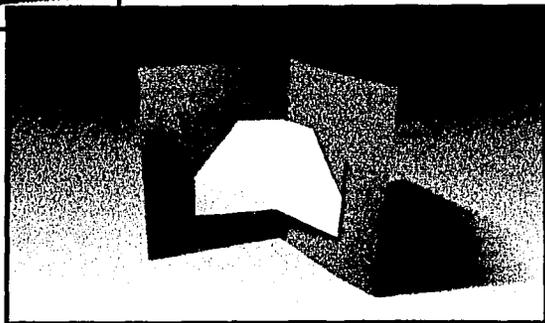
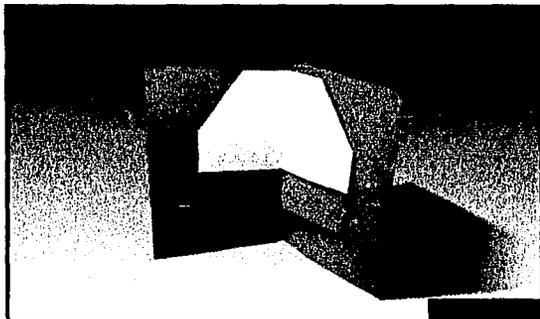
• Simbología

- Línea roja discontinua: doblez en montañía.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Área gris: área para pegado

3. Pegamos ambas piezas al soporte de papel como relieve vertical a 90 grados.

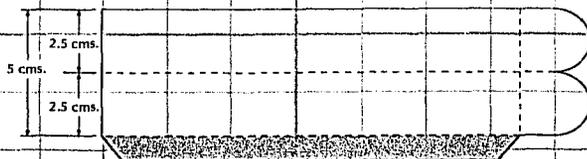


4. Modelo terminado.



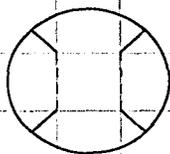
Construcción de Palancas y elementos Giratorios ...

Una palanca debe ser lo suficientemente resistente para que no se rasgue al momento de accionar un mecanismo.



En este plano se muestra un modelo de palanca hecha de papel reforzada y pegada con una pestaña, un extremo se redondea para que la acción con los dedos se facilite.

El ancho de cada palanca varía de acuerdo al tipo de mecanismo; la que se muestra aquí es un estándar que se usará en los ejemplos que se abordarán más adelante.

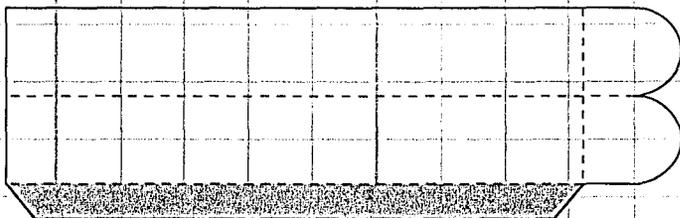


Este módulo sirve para ensamblar elementos giratorios como discos o planos accionados por palancas.

La medida de construcción estándar es de un disco de 2.5 cm. de diámetro y un cuadrado interno centrado de 1 cm. por lado.

Giro de un Plano por Acción de Palanca

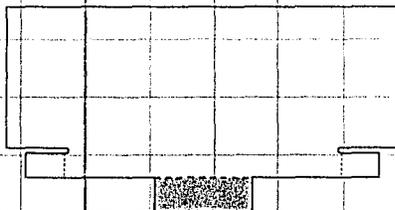
En este ejemplo, se utiliza la acción de una palanca para girar un elemento a 180 grados.



Pieza 1: palanca.

• Materiales y herramientas:

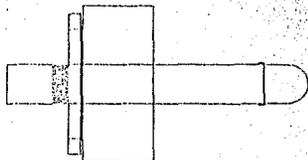
Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.



Pieza 2: elemento que hace el giro a 180 grados.

Proceso de elaboración:

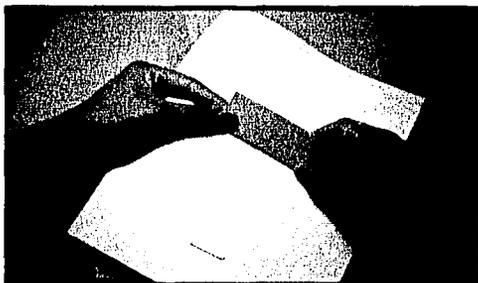
1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos los dobleces y ensamblamos la palanca.
2. Hacemos un corte donde se introducirá la palanca y donde se colocará la pieza 1.



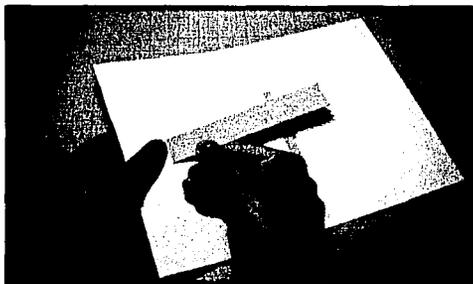
• Simbología

- - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Línea gris: línea de trabajo.
- Área gris: área para pegado

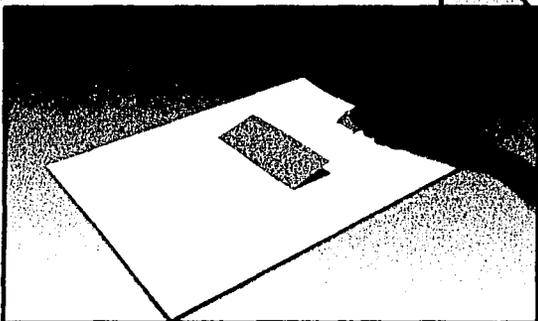
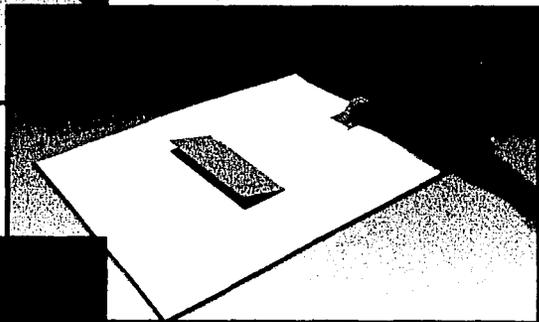
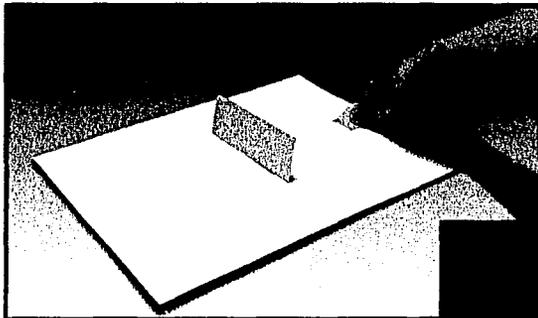
3. Introducimos la pieza 2 y aplicamos pegamento a su pestaña.



4. Introducimos la palanca y pegamos la pieza 2.

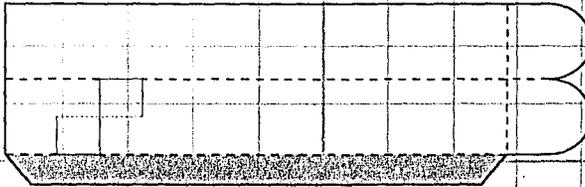


5. Modelo terminado.

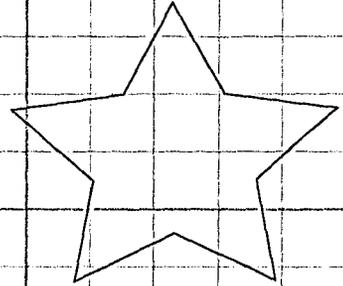


Deslizamiento de un Elemento

En este modelo, un plano se desliza por acción de una palanca y por medio de un carril que permite este deslizamiento.



Pieza 1: palanca.



Pieza 2: elemento que se desliza.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

- - - Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- - - Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua negra: corte.
- Línea gris: línea de trabajo.
- Área gris: área para pegado

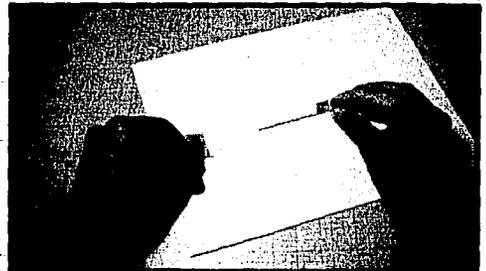
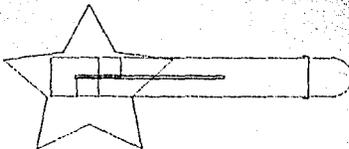
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las dos piezas que se muestran en el plano. Ensamblamos la palanca.
2. Hacemos los cortes en el soporte de papel: el carril y la ranura donde se introducirá la palanca.

• Consideraciones

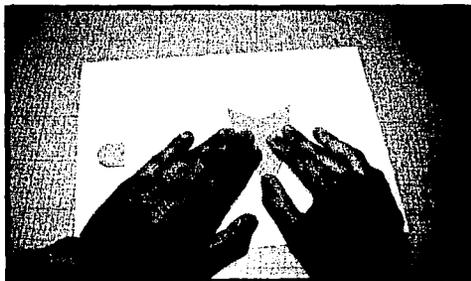
El carril de deslizamiento debe tener 2 mm. de alto.

3. Introducimos la palanca por la ranura y las dos pestañas por el carril de deslizamiento. Le aplicamos pegamento a las pestañas.

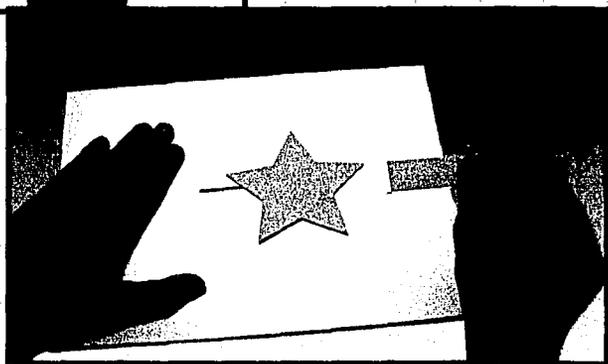
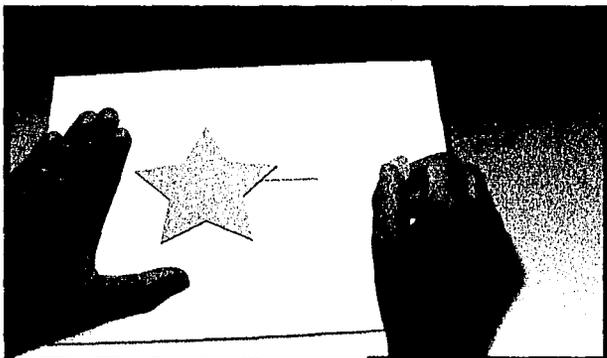


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. Adherimos la pieza 2.

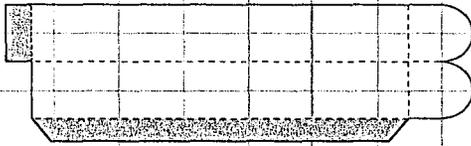


5. Modelo terminado.

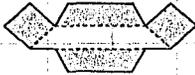


Palanca que Genera Realce y Movimiento

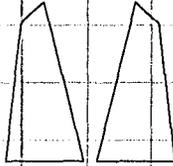
En este modelo se sigue un principio similar al de giro de 180 grados, genera realce de un plano y movimiento de planos extra.



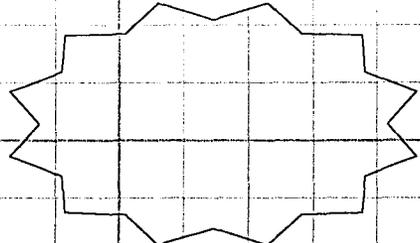
Pieza 1: palanca.



Pieza 2: soporte que genera realce y movimiento.



Pieza 4 y 5: elemento que se mueven por el levantamiento de la pieza 2.



Pieza 3: plano en realce.

• Simbología

- Línea roja discontinua: doblez en montaña.
- Línea azul discontinua: doblez en valle.
- Línea continua-negra: corte.
- Línea gris: línea de trabajo.
- Área gris: área para pegado

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

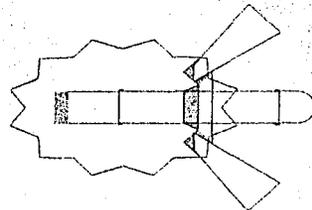
• Consideraciones

Las inclinaciones de las pestañas de la pieza 2 en ángulos de 45 grados provocan un movimiento interesante cuando esta pieza se realiza por la acción de la palanca.

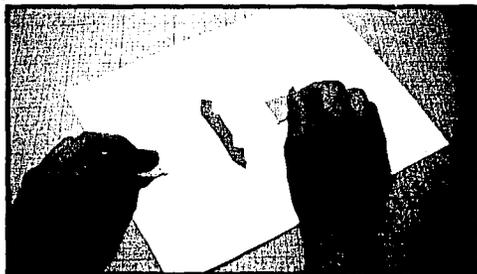
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos sus dobleces y ensamblamos la palanca.

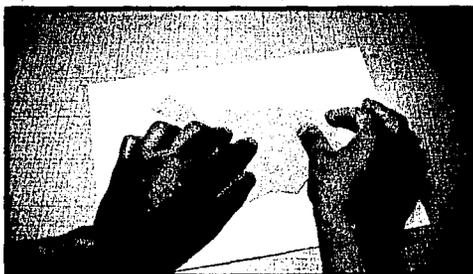
2. En el soporte de papel realizamos dos ranuras por donde se introducirá la palanca, tomando en cuenta el tamaño de la figura en realce (pieza 3) y el largo de la palanca.



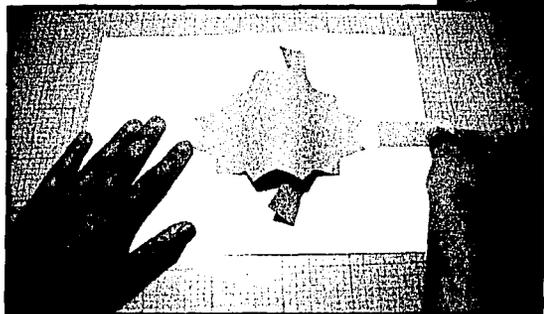
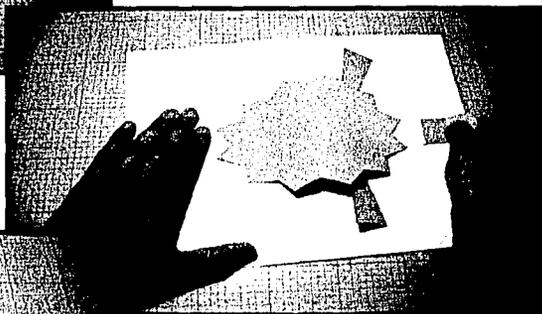
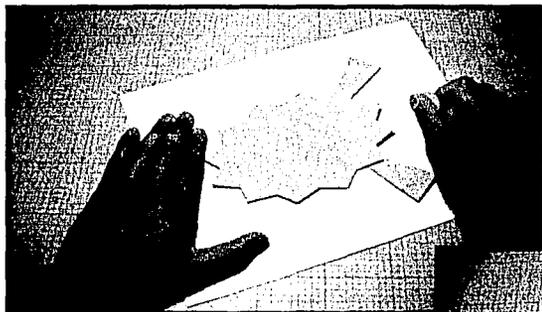
3. Pegamos la pieza 2 al soporte. Introducimos la palanca por las ranuras y aplicamos pegamento a la pestaña de la palanca y a las pestañas de la pieza 2.



4. Colocamos las piezas 4 y 5 en las pestañas de la pieza 2 y pegamos la pieza 3.

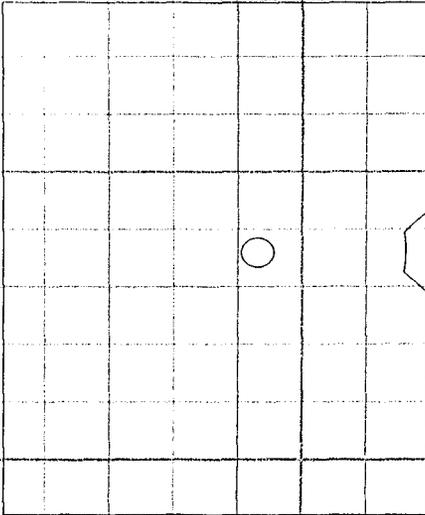


5. Modelo terminado.

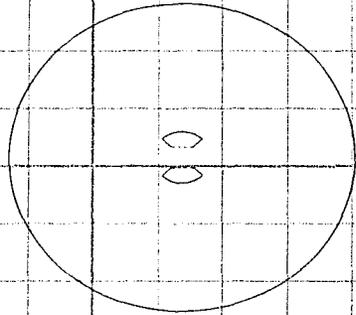


Disco Giratorio . . .

Consta de dos elementos básicos: el disco giratorio y el soporte donde se monta.



Pieza 1: soporte del disco giratorio.



Pieza 2: disco giratorio.

Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en los planos. Debemos tomar en cuenta los diámetros al momento de cortar el círculo por donde se insertará el disco, y el área por donde lo accionaremos.

• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

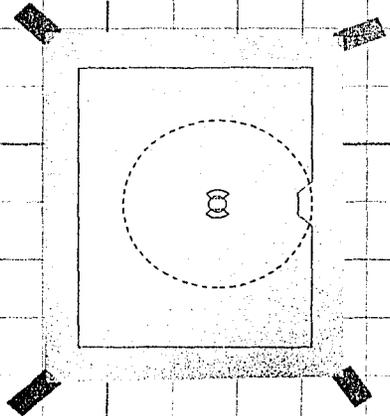
--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

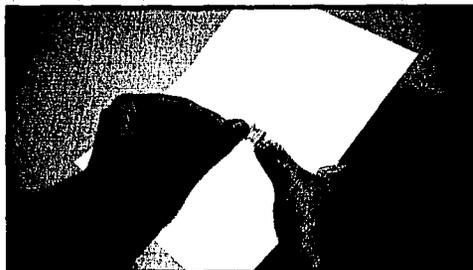
■ Área gris: área para pegado

• Materiales y herramientas:

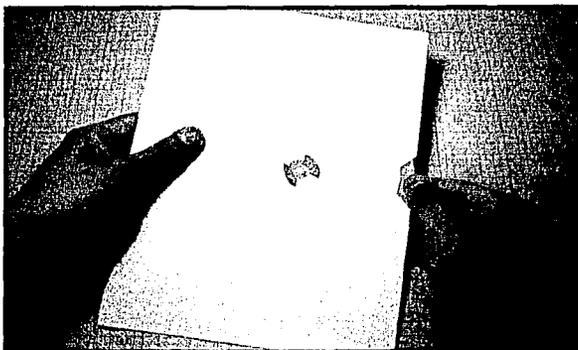
Compás, cutter para cortar círculos, juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.



2. Doblamos las solapas del disco giratorio y las insertamos en el círculo del soporte.



3. Modelo terminado.



Movimiento de un Plano por Acción de un Disco Giratorio con Palanca.

En este ejemplo, una palanca se monta a un disco giratorio para generar movimiento en un elemento.

• Simbología

— — — — Línea roja discontinua: doblez en montaña.

— — — — Línea azul discontinua: doblez en valle.

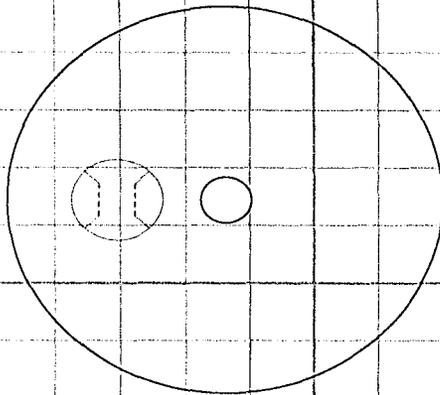
———— Línea continua negra: corte.

———— Línea gris: línea de trabajo.

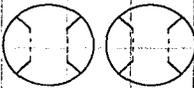
■ Área gris: área para pegado

• Materiales y herramientas:

Compás, cutter, para cortar círculos, juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.



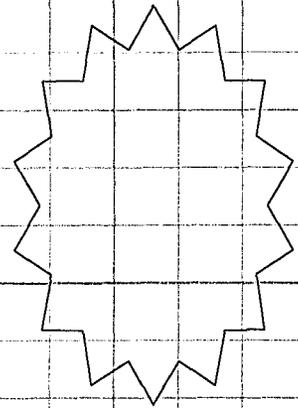
Pieza 1: disco giratorio.



Pieza 2 y 3: módulos giratorios.



Pieza 4: palanca.

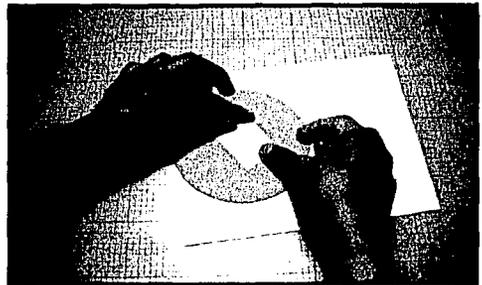
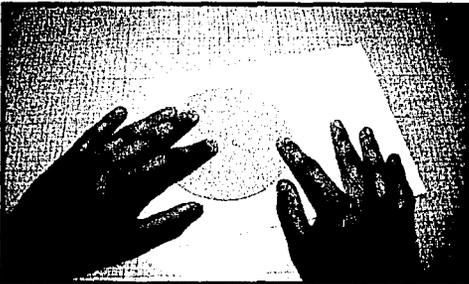


Pieza 5: plano en movimiento.

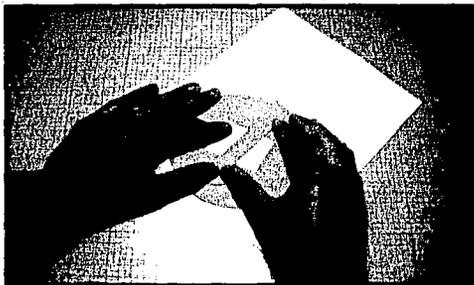
Proceso de elaboración:

1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Marcamos los dobleces y ensamblamos la palanca.
2. Insertamos un módulo giratorio en el círculo del disco y pegamos este módulo al soporte.

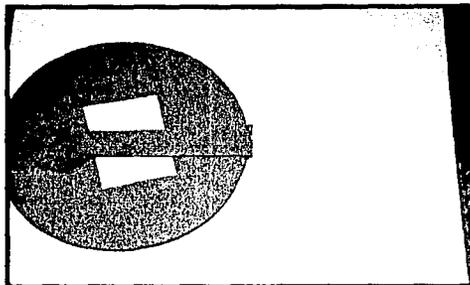
3. Aplicamos pegamento en un papel y cubrimos el módulo giratorio. Esto es con la intención de que este módulo no choque con la palanca.



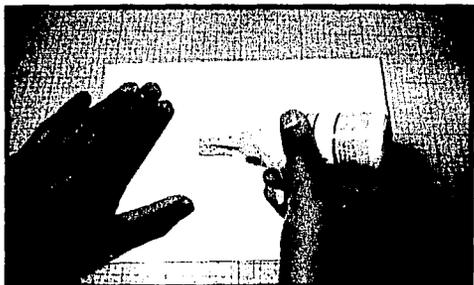
4. Insertamos el segundo módulo giratorio en el círculo de la palanca y lo adherimos al disco giratorio exactamente a la mitad de su radio.



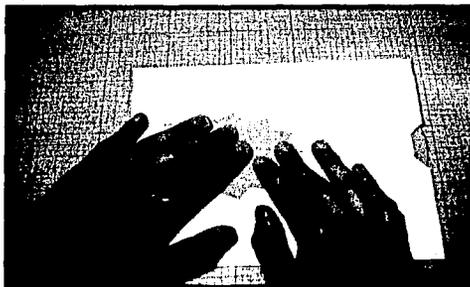
5. Insertamos el otro extremo de la palanca en una abertura hecha al soporte de papel. Dicha abertura debe comenzar justamente donde termina el disco, con un ancho de 2 mm. y más alto que el ancho de la palanca.



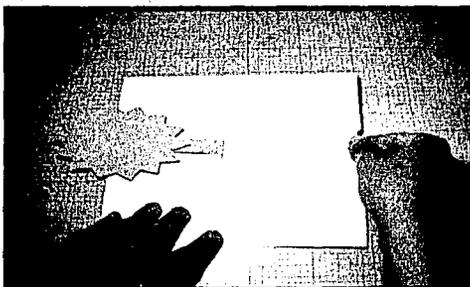
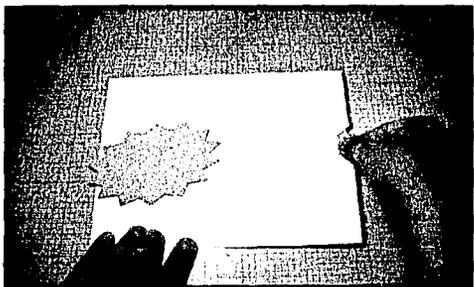
6. Aplicamos pegamento al extremo de la palanca.



7. Colocamos la pieza 5

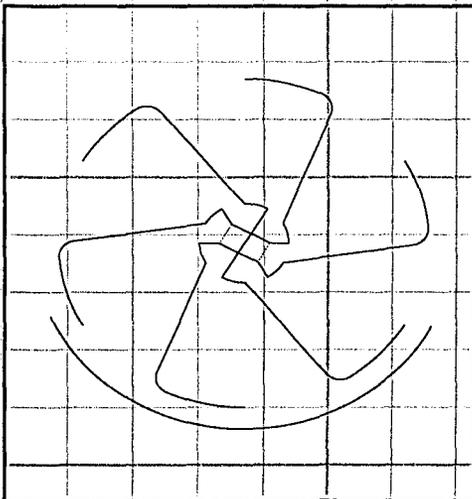


8. Modelo terminado.

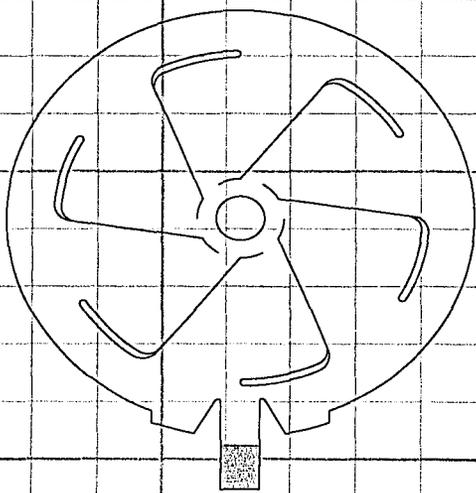


Disco Giratorio Oculto . . .

Este es un mecanismo de acción complejo. Consiste en un disco giratorio que, por medio de cortes y ensamblajes, puede ocultarse al accionar una lengüeta.



Pieza 1: soporte donde se monta el disco.



Pieza 2: disco giratorio que se oculta.

• Materiales y herramientas:

Compás, cutter para cortar círculos, juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

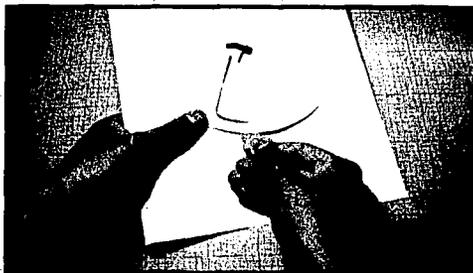
--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

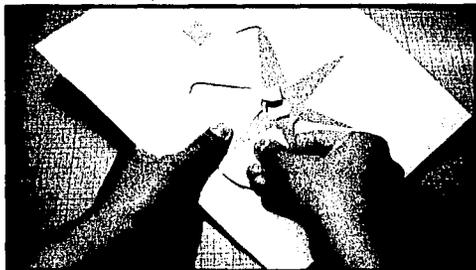
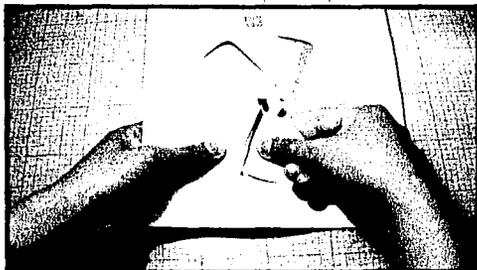
■ Área gris: área para pegado

Proceso de elaboración:

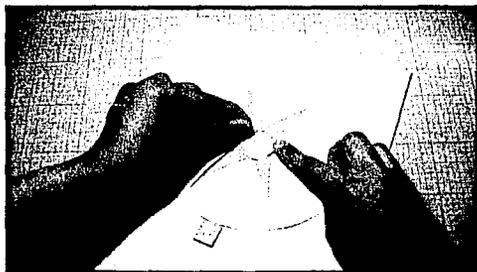
1. Obtenemos las piezas que se muestran en el plano. Realizamos los cortes que se indican y marcamos los dobleces.
2. Insertamos las pestañas del disco en la semicircunferencia del soporte, aproximadamente a la mitad.



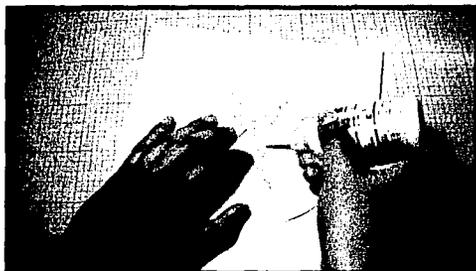
3. Levantamos una solapa del soporte y la insertamos en el corte del disco. Hacemos este paso con todas las demás solapas.



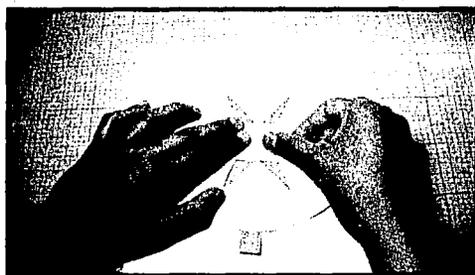
4. Levantamos las pestañas centrales del soporte por encima del círculo central del disco giratorio.



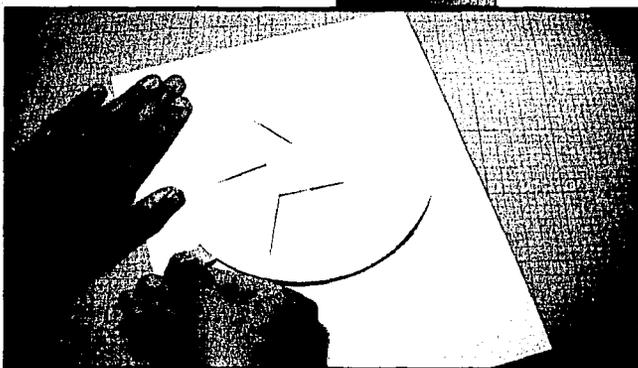
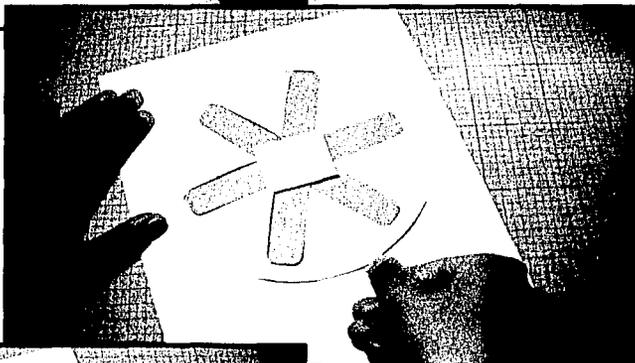
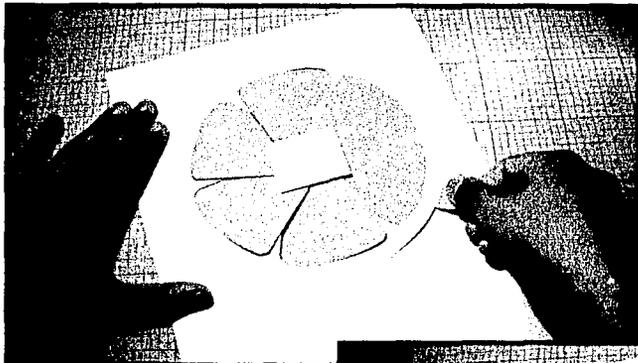
5. Doblamos las pestañas y les aplicamos pegamento.



6. Colocamos un parche de papel en las pestañas, que servirá para que el disco giratorio no se desmonte.

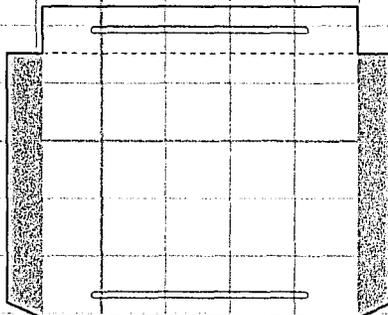


7. Modelo terminado.

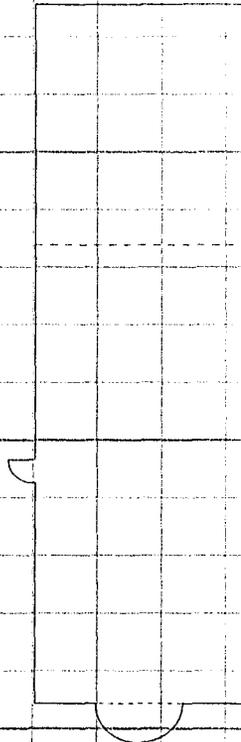


Ventana Falsa

Por medio de una lengüeta que se desliza a través de una pieza con ranuras, podemos tener dos vistas diferentes en una misma ventana.



Pieza 1: módulo donde se desliza la lengüeta.



Pieza 1: lengüeta que se desliza y genera la segunda vista.

• Materiales y herramientas:

Juego de escuadras, lápiz, regla o escalímetro, cutter o exacto, punzón metálico y pegamento.

• Simbología

--- Línea roja discontinua: doblez en montaña.

--- Línea azul discontinua: doblez en valle.

— Línea continua negra: corte.

— Línea gris: línea de trabajo.

■ Área gris: área para pegado

• Consideraciones

Debemos definir bien las distancias de deslizamiento de la lengüeta.

Proceso de elaboración:

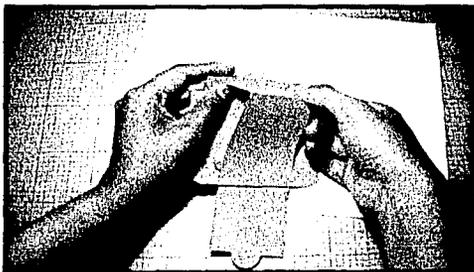
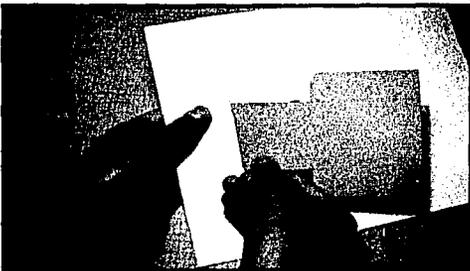
1. Obtenemos las dos piezas que se muestran en el plano. Las ranuras de la pieza 1 deben tener un ancho de 2 mm. Marcamos los dobleces:

2. En el soporte de papel, cortamos la ventana y la ranura donde se accionará la lengüeta. Consideramos las alturas y el deslizamiento de la lengüeta.

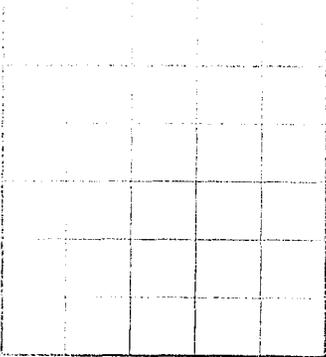
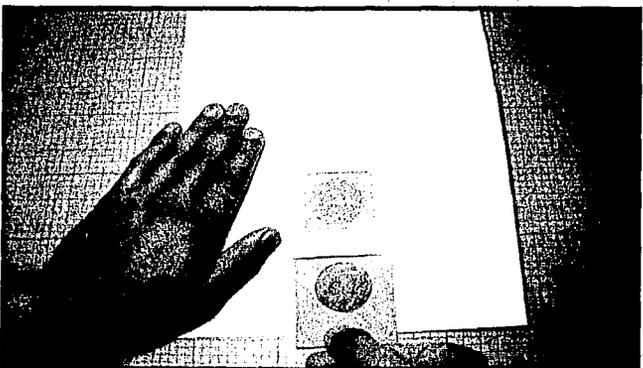
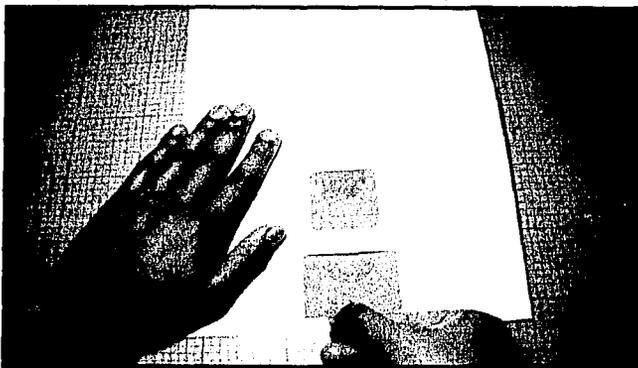
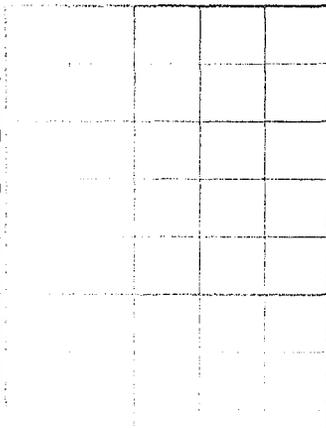
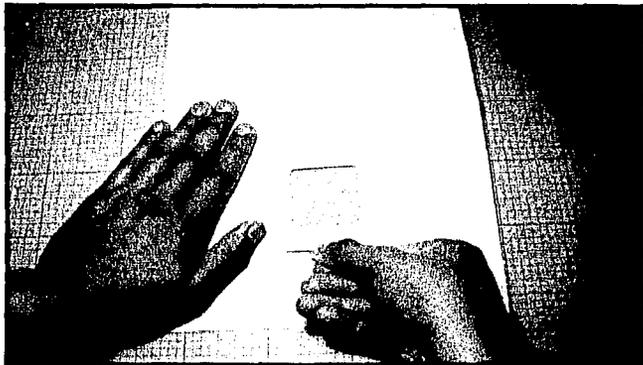
4. Aplicamos pegamento a las pestañas de la pieza 1 y la adherimos al soporte, haciendo coincidir la ranura inferior de esta pieza con la hecha al soporte en el paso 2.

3. Realizamos el doblez que se indica en piezas 1 y 2 e introducimos la lengüeta de deslizamiento en las ranuras de la pieza 1.

5. Introducimos la lengüeta de deslizamiento en la ranura del soporte.



6. Modelo terminado.



Conclusiones

El problema básico al inicio de este proyecto era cómo lograr el relieve de un plano de papel, conocer el principio y hacer una demostración práctica en un proyecto de diseño determinado.

Aunque el objetivo básico no tuvo cambios significativos, sí lo hizo el proceso y las soluciones finales. Se encontró, por ejemplo, que no existía una guía que mostrara la obtención de relieves, ni una explicación acerca de ciertos mecanismos de acción.

El método de trabajo que se siguió condujo a soluciones cada vez más complejas e interesantes sobre cómo obtener los relieves. Cada uno de los problemas que fueron surgiendo durante el proyecto, fue atacado de acuerdo al método proyectual de Bruno Munari y a procesos de investigación documental:

- a) Se detectó el problema básico a resolver, en este caso, la obtención de relieves y mecanismos de acción.
- b) Se definió y se descompuso dicho problema en todos sus elementos componentes:
 - Lograr por medio de cortes, dobleces y pegados el volumen en un plano de papel
 - Herramientas, materiales y técnicas de dobléz más adecuadas para obtener el volumen
 - Análisis de objetos que aplican las técnicas de la ingeniería de papel
 - Análisis de técnicas semejantes como escultura en papel
 - Papeles más adecuados para elaborar las técnicas de la ingeniería de papel

c) Recopilación de la información necesaria para resolver el problema. En este punto, y con los elementos del problema, se jerarquizaron los elementos para realizar el análisis de la información obtenida:

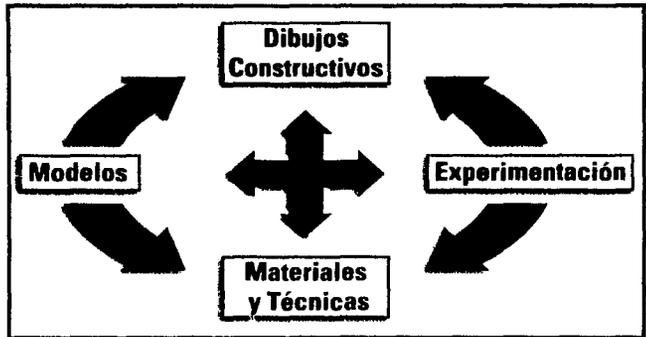
- Tipos de papel utilizados comúnmente en objetos con ingeniería de papel
- Herramientas adecuadas para realizar las técnicas de la ingeniería de papel y su localización en puntos de venta
- Obtención de información para realizar ejercicios básicos con papel tomada de técnicas con escultura en papel

En este caso, se trató de obtener toda la documentación disponible, desde libros tridimensionales, libros con temas de escultura en papel, libros de manualidades y objetos que aplicaran las técnicas de la ingeniería de papel con la intención de, en el posterior análisis, encontrar algún dato que posiblemente no estuviera contemplado.

d) Se realizó un análisis por medio de fichas de cada uno de los puntos anteriores, detectando fallas en problemas similares al nuestro, además de observar sus soluciones.

Nombre del objeto	
Autor o autores	
Productor	Quién produce el objeto de diseño analizado.
Dimensión	Una buena dimensión de un objeto o diseño nos dice mucho de su manejabilidad.
Material	Análisis del comportamiento de los materiales como resistencia al uso.
Técnicas	Se analiza si el material se trabajó adecuadamente.
Costos	
Utilidad	¿Cumple con sus objetivos? ¿Sirve para lo que está planeado?
Funcionalidad	¿Funcionan bien? ¿Funcionan bien las partes mecánicas?
Ergonomía	
Acabados	Tipo de impresión, suajes, pegados.
Manejabilidad	
Estética	Análisis de la coherencia de cada una de sus partes.

- e) Mediante una serie de cuestionamientos, se realizó una etapa denominada "Etapa Creativa" que comenzó con un primer acercamiento para resolver el problema con base en el análisis de los datos. En este paso, se consideró la posibilidad de usar ilustraciones para explicar el procedimiento de obtención de relieves, la posibilidad de incluir modelos reales dentro del documento, la posibilidad también de incluir planos de construcción, así como lograr que dicho proceso de obtención de relieves y mecanismos fuese sencillo y fácil de comprender; además del tipo de papel que se usaría para armar nuestros propios modelos.
- f) Cabe mencionar que este método de trabajo no fue completamente lineal, aparecieron ciertos subproblemas que hicieron necesaria una nueva recopilación y análisis de datos, que a su vez enriquecieron el proceso creativo.
- g) Posteriormente se entró a una etapa de experimentación resultado del análisis de los datos y de la Etapa Creativa. En este paso se trabajó con las herramientas y materiales de trabajo y se obtuvo información acerca del comportamiento de los papeles y la utilización adecuada de estas herramientas. Se construyeron modelos anotando en fichas el resultado obtenido en cada caso.
- h) Se realizó una combinación de varios procedimientos del método proyectual. De acuerdo a la elaboración de cada modelo, se fueron realizando dibujos básicos de su construcción, anotando nuevamente en fichas de trabajo el proceso que se siguió. Asimismo, la elaboración de estos planos de construcción y de los modelos sugerían, a su vez, nuevos modelos además de indicarnos el tipo de herramienta a utilizar en cada caso.



h) Finalmente, después de realizar la experimentación y la construcción de modelos, se procedió a la clasificación de los relieves obtenidos de acuerdo al nivel de complejidad, procurando incluir en la guía sólo el paso básico. La información recabada en las fichas de análisis propuso también las ilustraciones fotográficas a realizar. Los planos de construcción realizados en el proceso de experimentación, fueron la base para elaborar los planos finales, igualmente, la experimentación sugirió el lenguaje para identificar los dobleces en valle, en montaña y áreas para corte y pegado (especificados en líneas discontinuas de colores y áreas grises para pegado).

Este método de trabajo se aplicó de una manera integral a cada uno de los problemas del proyecto, desde la investigación documental hasta los procesos prácticos. Ayudó a definir el tipo de solución que queríamos obtener. Por medio de él, se analizaron características específicas de problemas similares como dimensiones, comportamiento de materiales, técnicas de elaboración, costos, acabados, manejabilidad, coherencia formal, entre otros.

Este proceso metodológico no fue lineal: cada uno de los pasos obtuvo una retroalimentación del siguiente o del anterior, donde, por ejemplo, la elaboración de modelos y planos enriquecieron el proceso de experimentación con materiales, que a su vez sugirieron nuevos modelos y planos de elaboración. Asimismo, y como un marco de referencia, se detectó que un antecedente histórico muy importante de la ingeniería de papel se encontraba en los libros, de ahí la necesidad de hacer un breve recorrido por su historia y desarrollo.

Finalmente, como comprobación práctica, se ha incluido un cuaderno de trabajo con la mayoría de los relieves y mecanismos abordados en esta tesis, además de un disco compacto con estos relieves, con la finalidad de elaborar los modelos aquí propuestos con ayuda de la guía.

La experiencia de la tesis ha sido en este caso la aplicación de una serie de procesos que han logrado enriquecer aún más el proyecto final, que, como cualquier objeto de diseño debe estar sujeto a una constante evaluación y renovación. Es, quizá, sólo un pequeño avance, que espera, sin embargo, contribuir con la tarea de un mejor desempeño profesional de nuestra disciplina: el Diseño Gráfico.

Fuentes de consulta

Bibliografía

- 1.- BAENA, Guillermina. *Manual para elaborar trabajos de investigación documental*, 9a. ed., México, Editores Mexicanos Unidos, 1993, 124 p. p.
- 2.- BROWN Dille, Hugo A. *Geografía; cuarto grado*, 2a. ed., México, Secretaría de Educación Pública, 1997, 160 p. p.
- 3.- BRÜCK, Axel. *Papeles para acuarela y dibujo*, Barcelona, España, Ed. CEAC, S. A., 1998, 58 p. p.
- 4.- BRUNO, Michael H. (editor). *Manual de artes gráficas*, Colombia, Ed. Norma S. A., 1993, 264 p. p.
- 5.- CHABBERT, André. *Creaciones manuales; la escultura en papel*, 2a. ed., Barcelona, España, Instituto Parramón Ediciones, 1975, 100 p. p.
- 6.- CHABBERT, André. *Creaciones manuales; la flora*, 2a. ed., Barcelona, España, Instituto Parramón Ediciones, 1977, 112 p. p.
- 7.- ESCARPIT, Robert. *La revolución del libro*, Madrid, España, Alianza Editorial, S. A., 1968, 205 p. p.
- 8.- JACKSON, Albert y David Day. *Manual de modelismo*, tr. Alfredo Cruz Herce, 4a. ed., Madrid, España, Ed. Hermann Blume, 1990, 352 p. p.
- 9.- LOOMIS, Andrew. *Ilustración creadora*, 6a. ed., Argentina, Ed. Hachette, 1974, 300 p.p.
- 10.- MEGGS, Philip B. *Historia del diseño gráfico*, tr. Martha Izaguirre, México, Ed. Trillas, 1991, 562 p. p.
- 11.- MOLES, Abraham y Luc Janiszewski. *Grafismo funcional*, Barcelona, Ed. CEAC, 1990, 284 p. p.
- 12.- MUNARI, Bruno. *¿Cómo nacen los objetos?*, 2a. ed., Barcelona, Ed. Gustavo Gilli, 1985, 385 p. p.
- 13.- PALMER, Mike. *Pop-up, greetings cards*, E.U.A., Ed. Chartwell Books, Inc., 1993, 112 p. p.
- 14.- PARRAMON, José Ma. y J. Peris. *Creaciones manuales en papel y cartulina*, 5a. ed., Barcelona, España, Instituto Parramón Ediciones, 1980, 112 p. p.
- 15.- PERSALL, Ronald. *Introducción a la acuarela, el gouache y la témpera*, Madrid, España, Ed. Agata, 1997, 72 p. p.
- 16.- RAGSA, Grupo Papelero. *Glosario de términos para compradores de papel*, 2a. ed., México, Grupo Papelero RAGSA, 2000, 78 p. p.

- 17.- RENAN, Raúl. *Los otros libros*, México, Ed. UNAM, 1988, 96 p. p.
- 18.- ROJAS Soriano, Raúl. *Guía para realizar investigaciones sociales*, 7a. ed., México, Ed. Plaza y Valdés, 1991, 286 p. p.
- 19.- SEGEL, Yonny. *Dibujo técnico simplificado*, tr. Alfonso Vasseur Wals, 4a. ed., México, Compañía General de Ediciones, S. A., 1977, 192 p. p.
- 20.- SIMPSON, Ian. *La nueva guía de la ilustración*, tr. Alejandra Devoto, Barcelona, Ed. Blume, 1994, 192 p. p.
- 21.- ZEPEDA Cabrera, Sergio. *Esculturas de papel*, México, Ed. Selector S. A. de C. V., 1998, 174 p. p.

Hemerografía

- 1.- *al Diseño*. Antonio Pérez Irigorri, Tres Dieciséis Asesores en Diseño, bimestral, México, núm. 36, abril-mayo de 1998.
- 2.- *al Diseño*. Antonio Pérez Irigorri, Tres Dieciséis Asesores en Diseño, bimestral, México, núm. 38, agosto-septiembre de 1998.
- 3.- *al Diseño*. Antonio Pérez Irigorri, Tres Dieciséis Asesores en Diseño, bimestral, México, núm. 40, diciembre de 1998-enero de 1999.
- 4.- *al Diseño*. Antonio Pérez Irigorri, Tres Dieciséis Asesores en Diseño, bimestral, México, núm. 45, octubre-noviembre de 1999.
- 5.- *DeDiseño*, diseño, arquitectura, arte. Luis Moreno, Grupo Malabar, S.A. de C.V., bimestral, México, núm. 14, septiembre-octubre de 1997.
- 6.- *Espacios para la lectura*. Fondo de Cultura Económica, trimestral, México, núm. 1, invierno de 1995.
- 7.- *Magazine gráfico RAGSA*. Grupo Papelero RAGSA, México, núm. 1, abril del 2000.
- 8.- *Matiz gráfico del diseño internacional*. Álvaro Rego García de Alba, Print Link S.A. de C.V., mensual, México, núm. 2, 1997.
- 9.- *Matiz gráfico del diseño internacional*. Álvaro Rego García de Alba, Print Link S.A. de C.V., mensual, México, núm. 4, 1997.
- 10.- *Matiz gráfico del diseño internacional*. Álvaro Rego García de Alba, Print Link S.A. de C.V., mensual, México, núm. 7, 1997.
- 11.- *Matiz gráfico del diseño internacional*. Álvaro Rego García de Alba, Print Link S.A. de C.V., mensual, México, núm. 8, 1997.
- 12.- *Matiz gráfico del diseño internacional*. Álvaro Rego García de Alba, Print Link S.A. de C.V., mensual, México, núm. 13, 1998.
- 13.- *Matiz gráfico del diseño internacional*. Álvaro Rego García de Alba, Print Link S.A. de C.V., bimestral, México, núm. 15, 1998.

- 14.- *Matiz gráfico del diseño internacional*. Álvaro Rego García de Alba, Print Link S.A. de C.V., trimestral, México, núm. 20, 2000.
- 15.- *Papeles nacionales e importados*. Grupo Pochteca S. A. de C. V., México, 1998.
- 16.- *Revista DX, estudio y experimentación del diseño*. Arturo Acosta, Moebius, S.A. de C.V., bimestral, México, núm. 4, septiembre-octubre de 1998.
- 17.- *Tierra adentro*. Víctor Sandoval, bimestral, México, núm. 85, abril-mayo de 1997.

Direcciones Electrónicas

1.- TAYLOR, Sally. *A History of Pop-up Books*.

<http://www.bookwire.com/pw/asia/popohist.html>.

2.- *Magical Movable Books Exhibits*.

http://www-lib.usc.edu/inf/special_collect/exhibits/popup.html.

3.- *Moving Tales Paper Engineering and Children's Pop-up Books*.

<http://www.vicnet.au/vicnet/book/popups/popup.html>.

4.- <http://www.carvajal.com.co>

5.- <http://www.norma.com.co>

4.- <http://www.cargraphics.com.co>

Tesis

1.- ESCAMILLA Barrientos, Adriana. *Diseño de un libro tridimensional*; selvas, México, Escuela Nacional de Artes Plásticas, 1996, 92 p. p.

2.- LÓPEZ Huerta, Beatriz. *La ingeniería con papel en el diseño*, México, Escuela Nacional de Artes Plásticas, 1994, 22 p. p.

Libros con ingeniería de papel

- 1.- ANDREWS, Michelle y John Gurney. *The Shepherd's Christmas*, E.U.A. Ed. Allan Publishers Inc, 1992, 6 p. p.
- 2.- BUXTON, Jane H. (editora). *El león y su familia*, Madrid, España, Todolibro Ediciones, S. A., 1992, 10 p. p.
- 3.- BUXTON, Jane H. (editora). *En el zoo*, tr. Isabel López López, Madrid, España, Todolibro Ediciones, S. A., 1992, 14 p. p.
- 4.- BUXTON, Jane H. (editora). *Explora la selva tropical*, tr. Helena González Vela, Madrid, España, Todolibro Ediciones, S. A., 1992, 12 p. p.
- 5.- CARTER, David A. *¡Sorpresas navideñas!*, Bogotá, Colombia, Ed. Norma S. A., 1992, 18 p. p.
- 6.- CREMINS, Robert, et al. *Gigantes de África*, un libro tridimensional, México, Pangea Editores, S. A. de C. V., 1994, 12 p. p.
- 7.- HENKE, James y Ron van der Meer. *El rock en vivo*, Barcelona, España, Ediciones B, S. A., 1997, 12 p. p.
- 8.- HOY, Ken e Isabel Bowring. *Frightful Winged Creatures*, Nashville, Tennessee, Ideals Publishing Corporation, 1993, 10 p. p.
- 9.- HOY, Ken y Mike Peterkin. *Land Life*, Canadá, Ed. IDEALS, 10 p. p.
- 10.- MANZANILLA, Linda, et al. *Teotihuacán; un libro tridimensional*, México, Pangea Editores, S. A. de C. V., 1994, 14 p. p.
- 11.- MARSHALL Ray y Korky Paul. *Libro animado de la división*, Cali Colombia, Ed. Norma S. A., 1986, 10 p. p.
- 12.- MARSHALL Ray y Korky Paul. *Libro animado de la multiplicación*, Cali Colombia, Ed. Norma S. A., 1986, 10 p. p.
- 13.- MILLER, Jonathan y David Pelham. *El cuerpo humano*, Cali, Colombia, Ed. Norma S.A., 1983, 12 p. p.
- 14.- MOHR, Joseph y Franz Gruber. *Silent night*, E. U. A., Ed. Allan Publishers Inc, 1992, 6 p. p.
- 15.- SERRANO, Francisco, et al. *Esplendor de la América antigua*, México, Ed. CIDCLI, 1992, 14 p. p.

- 16.- SERRANO, Francisco, et al. *La virgen de Guadalupe*, México, Ed. CIDCLI, 1998. 14 p. p.
- 17.- THORNTON, Randy. *The Little Mermaid*, E. U. A., Ed. Walt Disney Records, 1992, 8 p. p.
- 18.- WALT Disney Company. *Aladdin; libro pop up*, México, Fernández Editores, 1993, 12 p. p.
- 19.- WALT Disney Company. *La bella y la bestia; libro pop up*, México, Fernández Editores, 1993, 12 p. p.

000308

32

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

UNIVERSIDAD DE
CATLAN
NACIONAL ESCOLAR

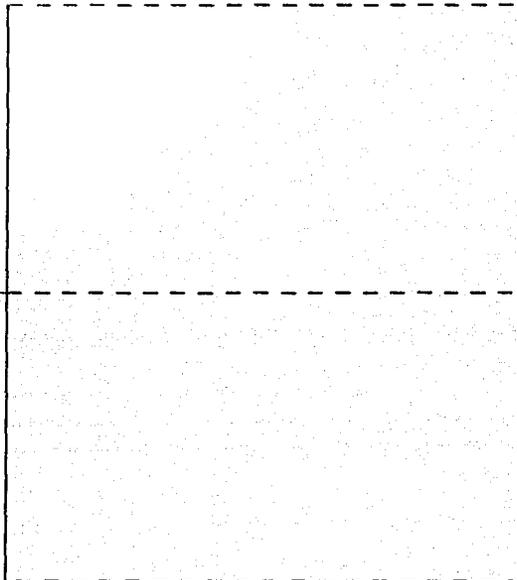
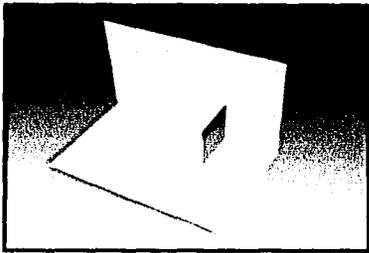
'02 JUL 18 AM 10 30

DENOM. DE TITULOS
PROFESIONALES
Y CERTIFICACION

Relieves Directos Simétricos

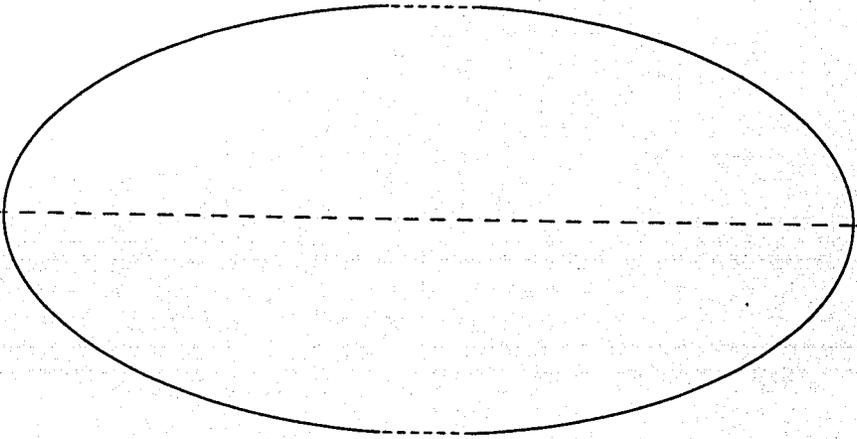
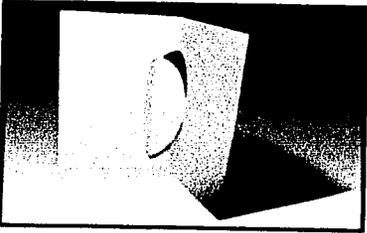
V-2

Relieve Directo Simétrico

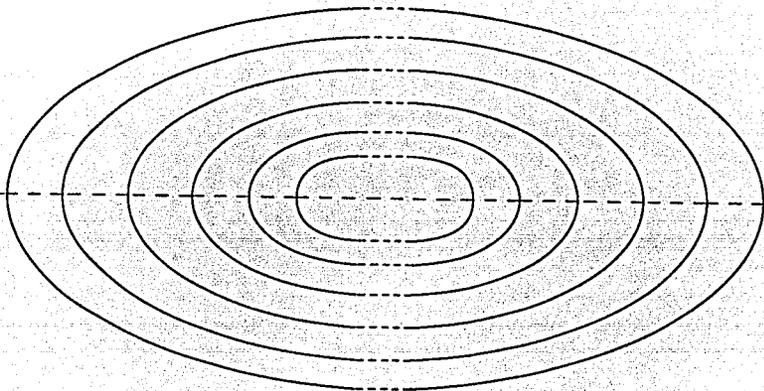
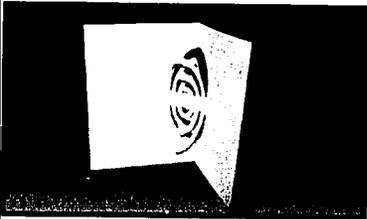


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

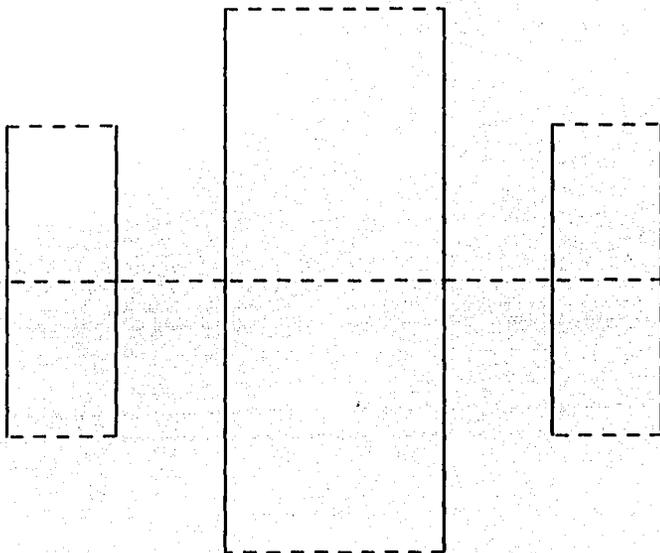
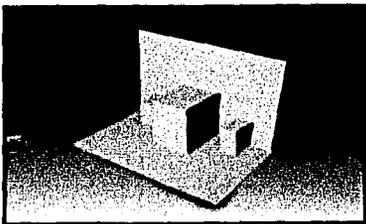
Elipse



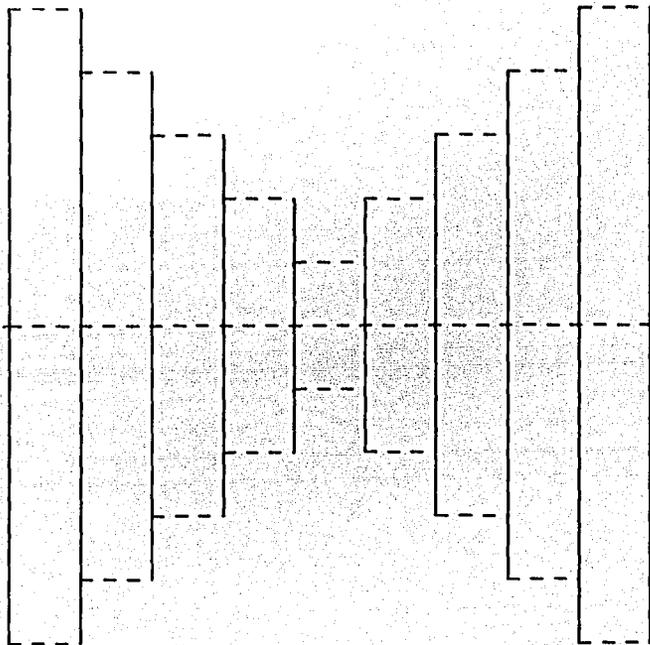
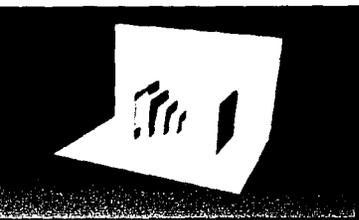
Elipses Intercaladas



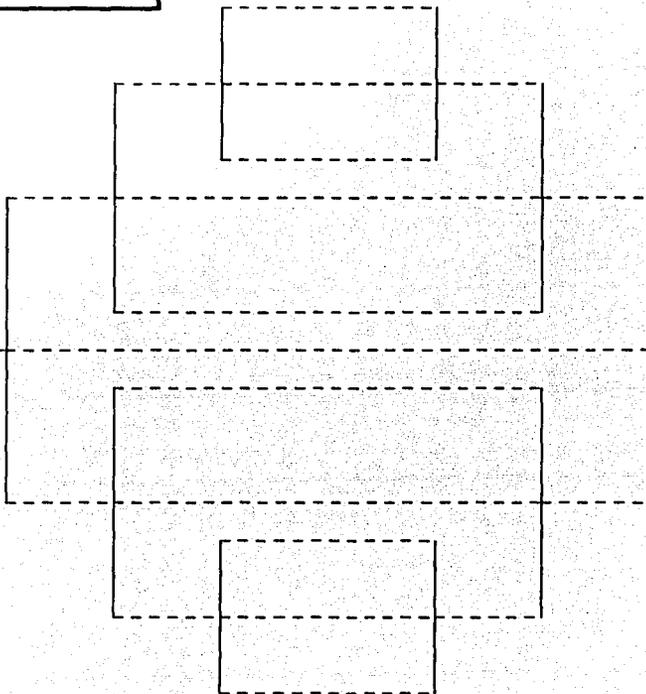
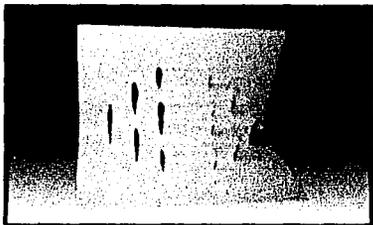
Rectángulos



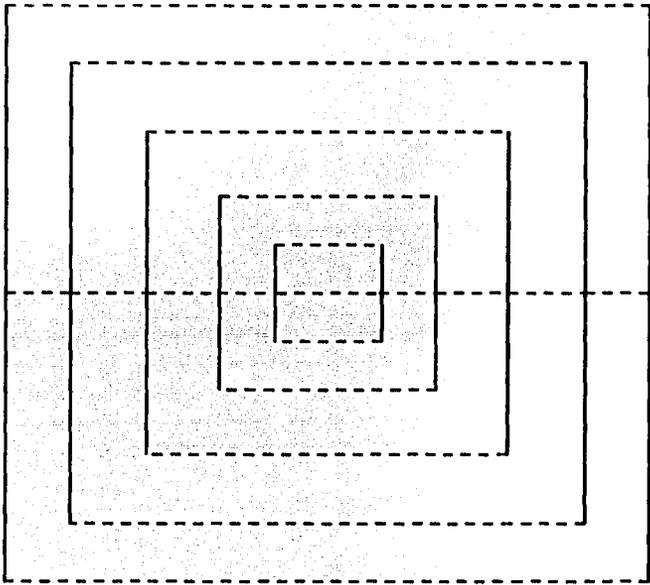
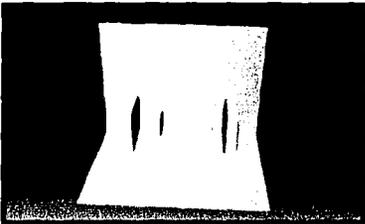
Rectángulos Decrecientes



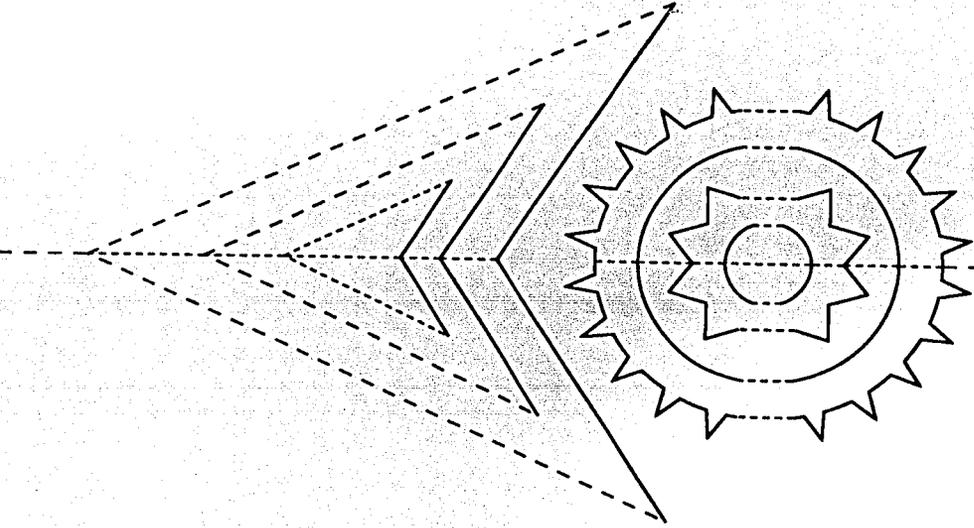
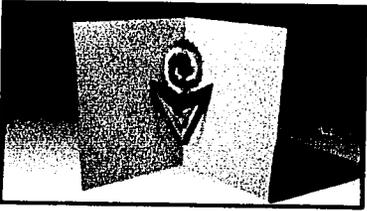
Rectángulos Piramidales



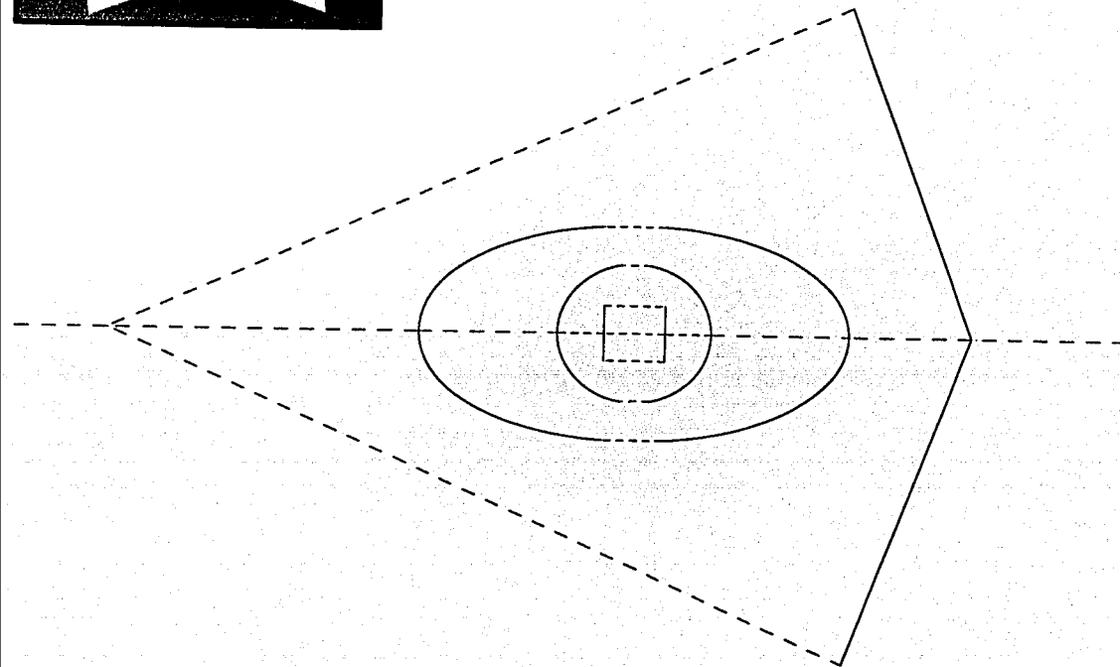
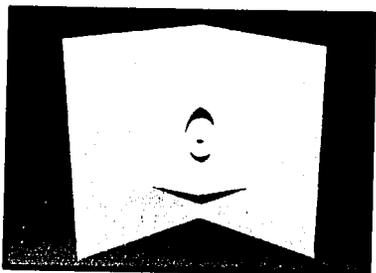
Cuadrados Alternados



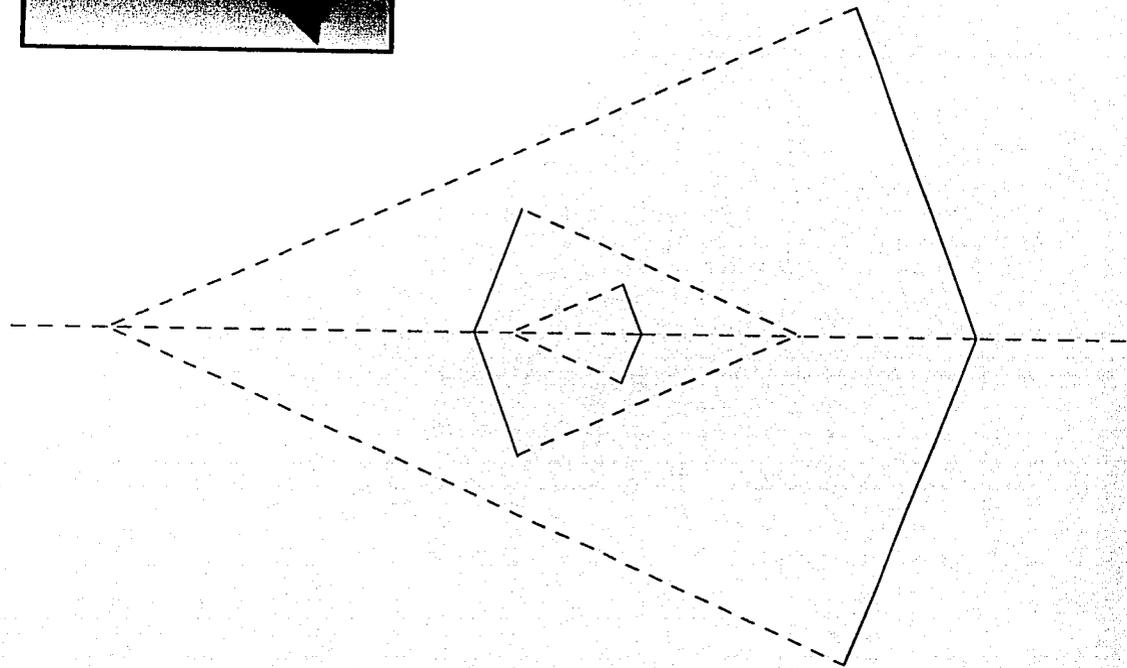
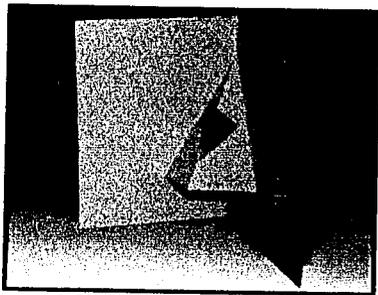
Flor



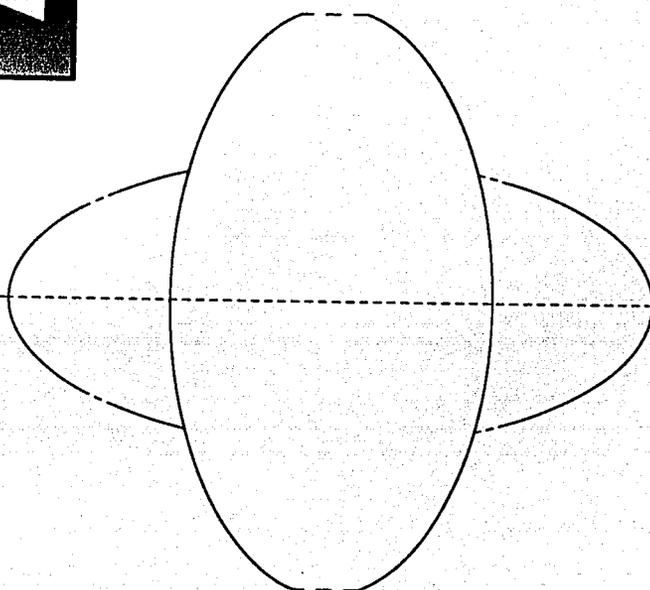
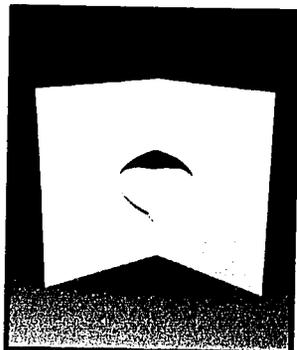
Hendidos



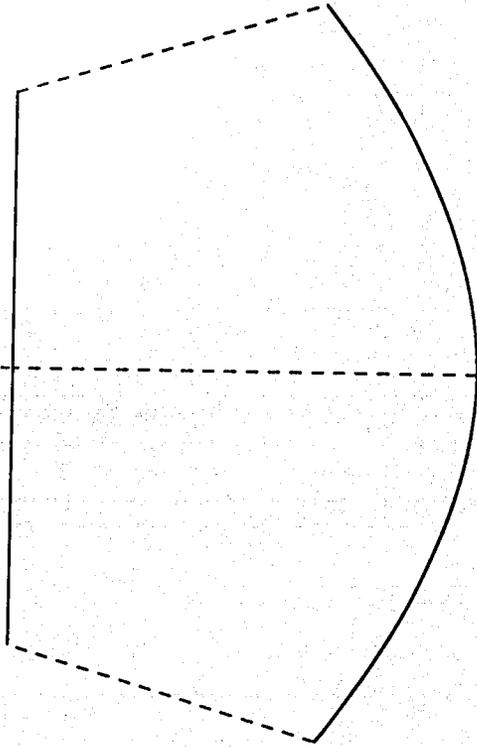
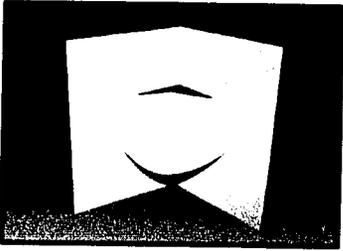
Hendidos (2)



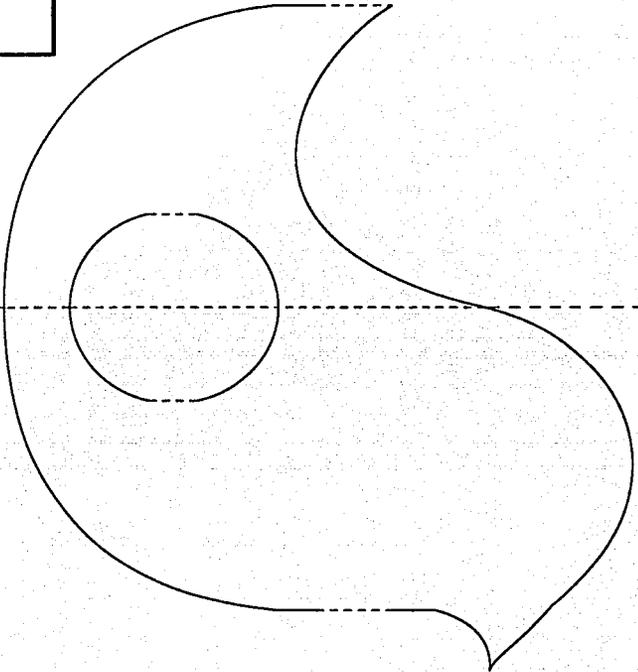
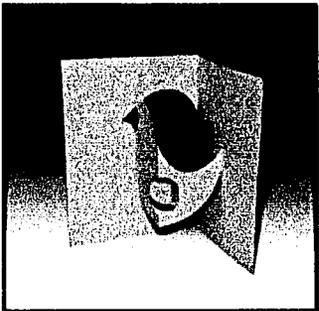
Intersección de Formas



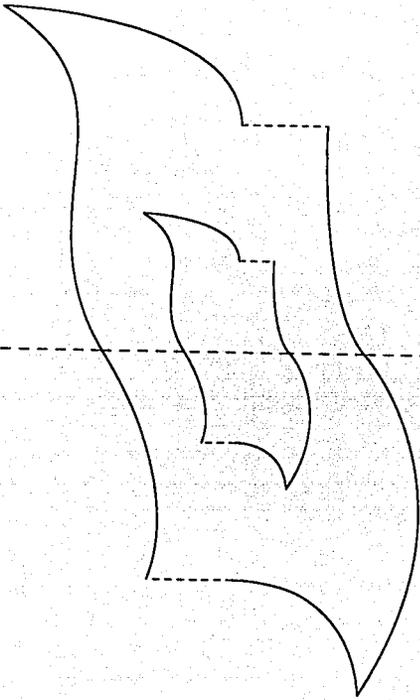
Lados Inclinados



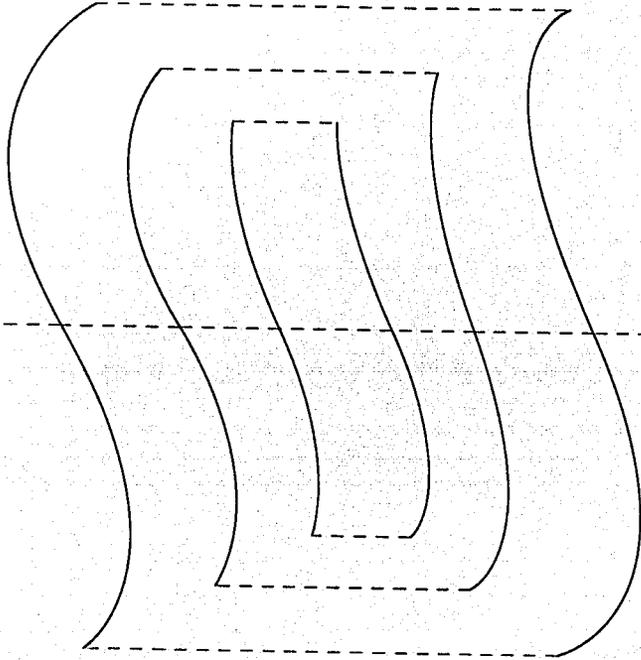
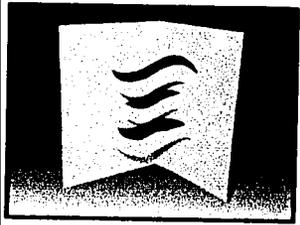
Formas Irregulares



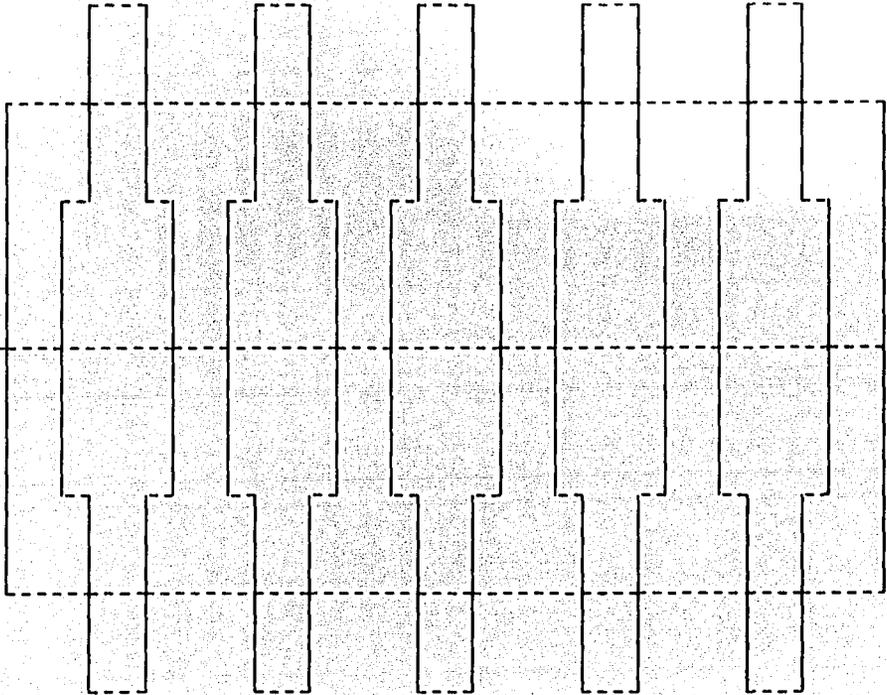
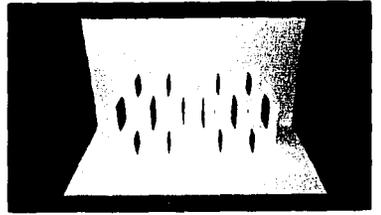
Vértices Rebasados

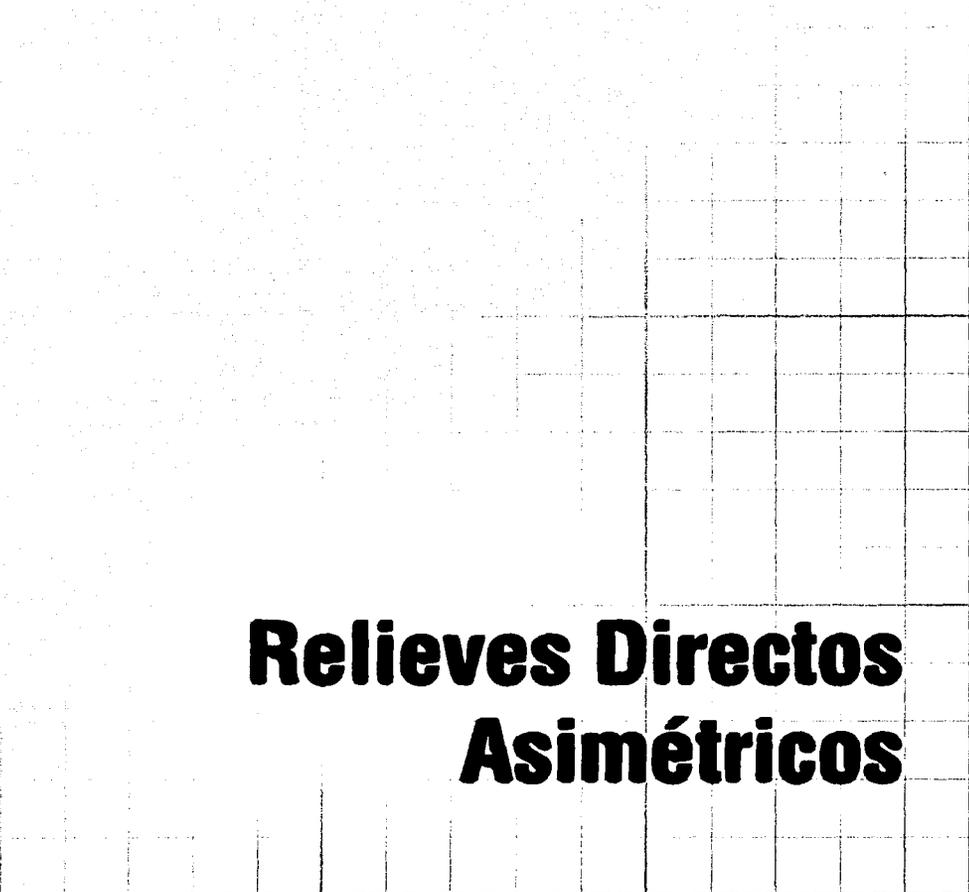


Cuadrados Irregulares



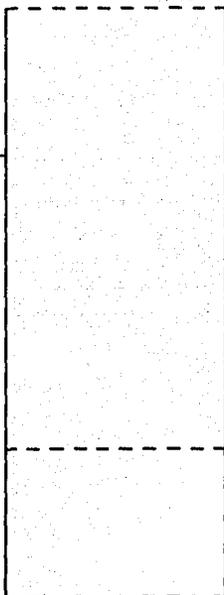
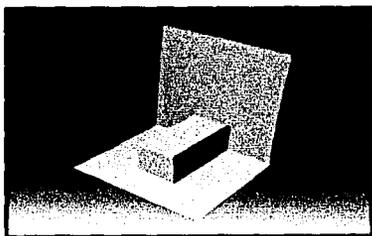
Combinación Simétrica



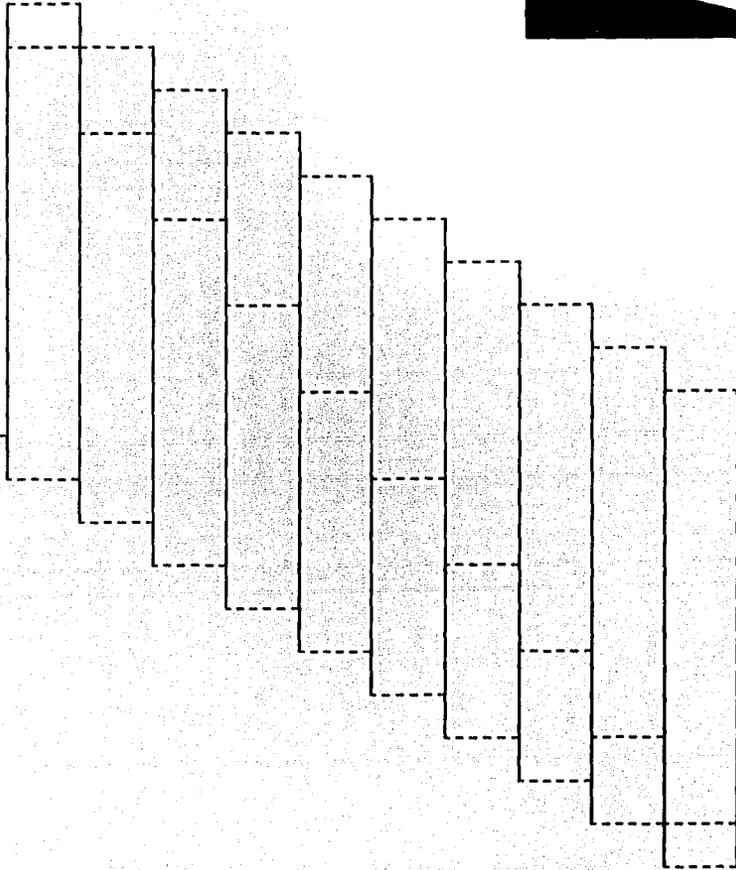
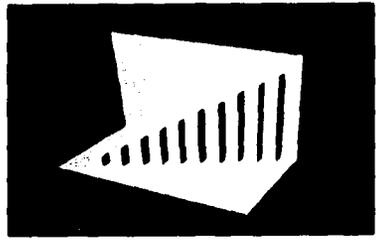


Relieves Directos Asimétricos

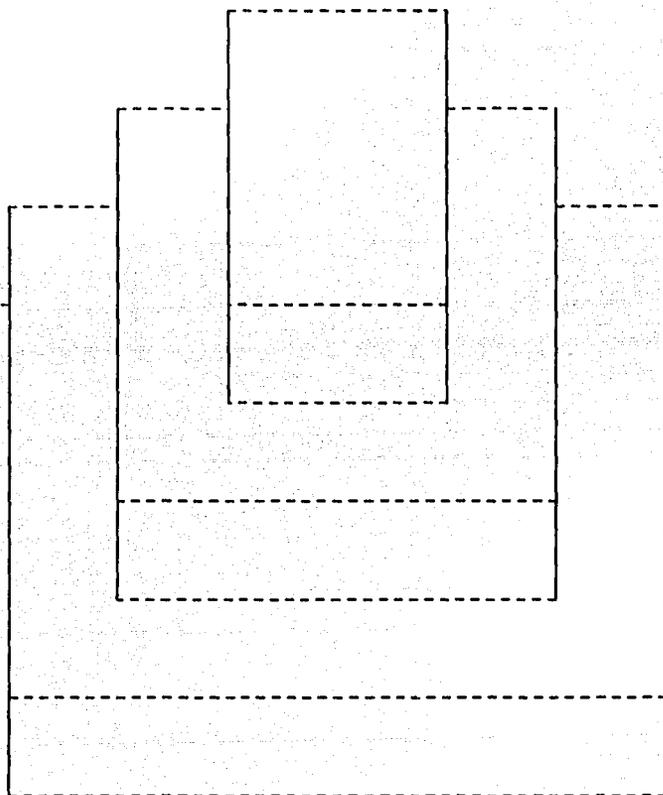
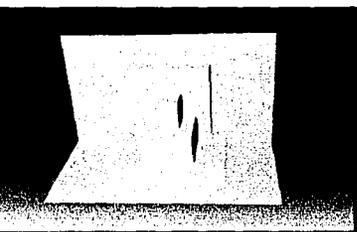
Relieve Directo Asimétrico



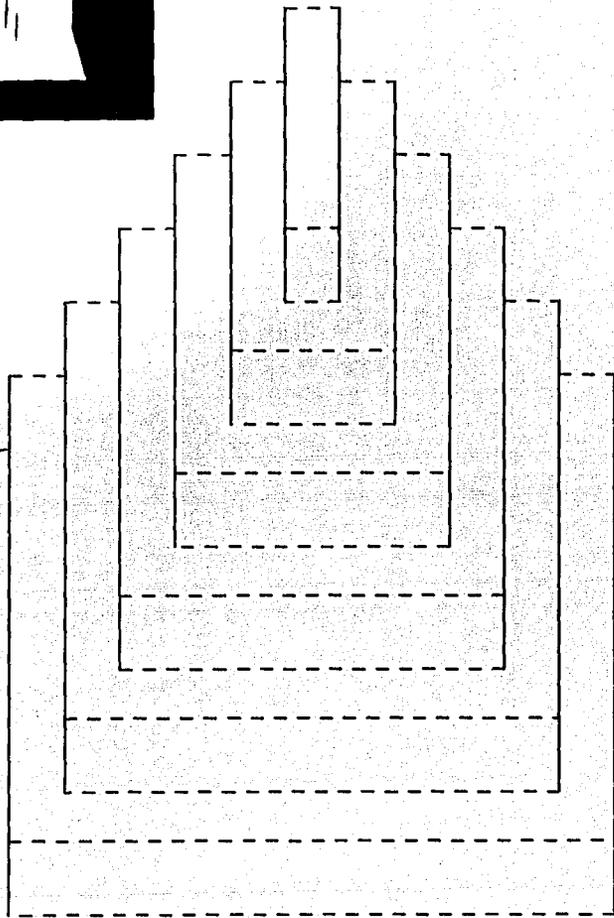
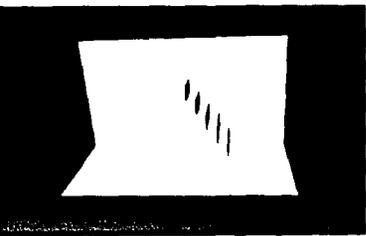
Variaciones Asimétricas



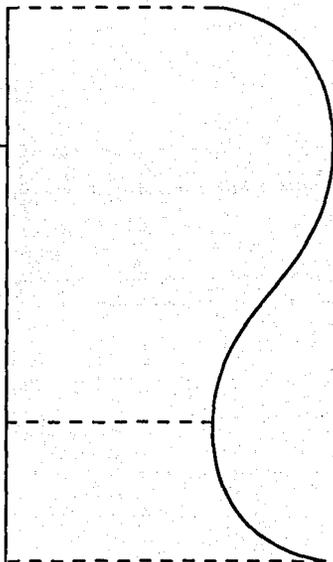
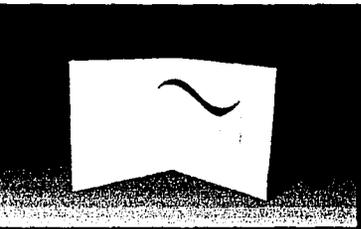
Alternados Asimétricos



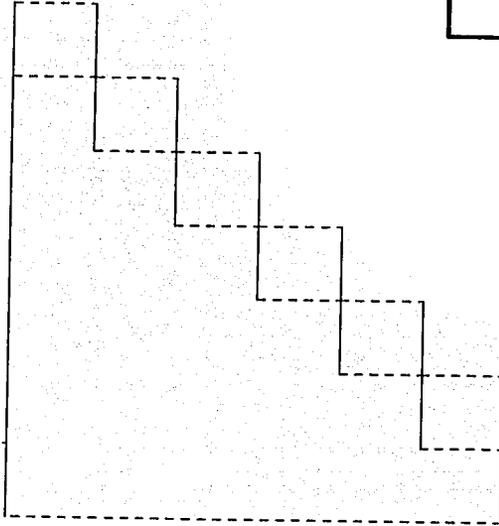
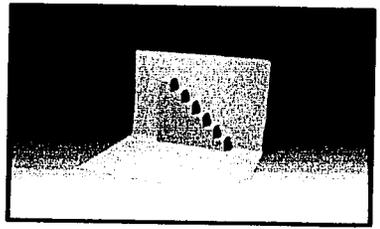
Pirámide



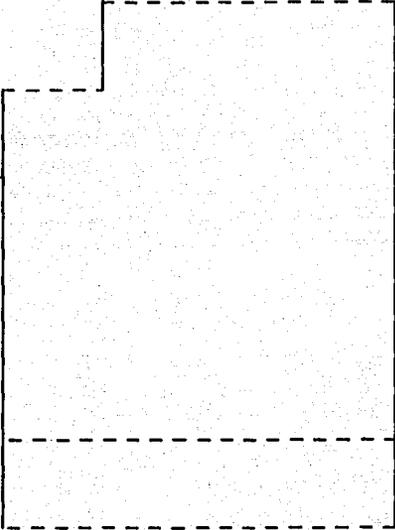
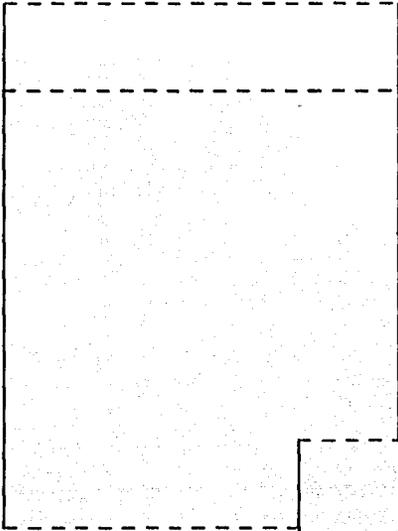
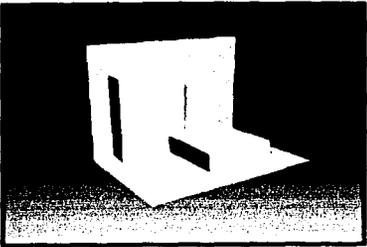
Relieve Directo Asimétrico con Lados Irregulares



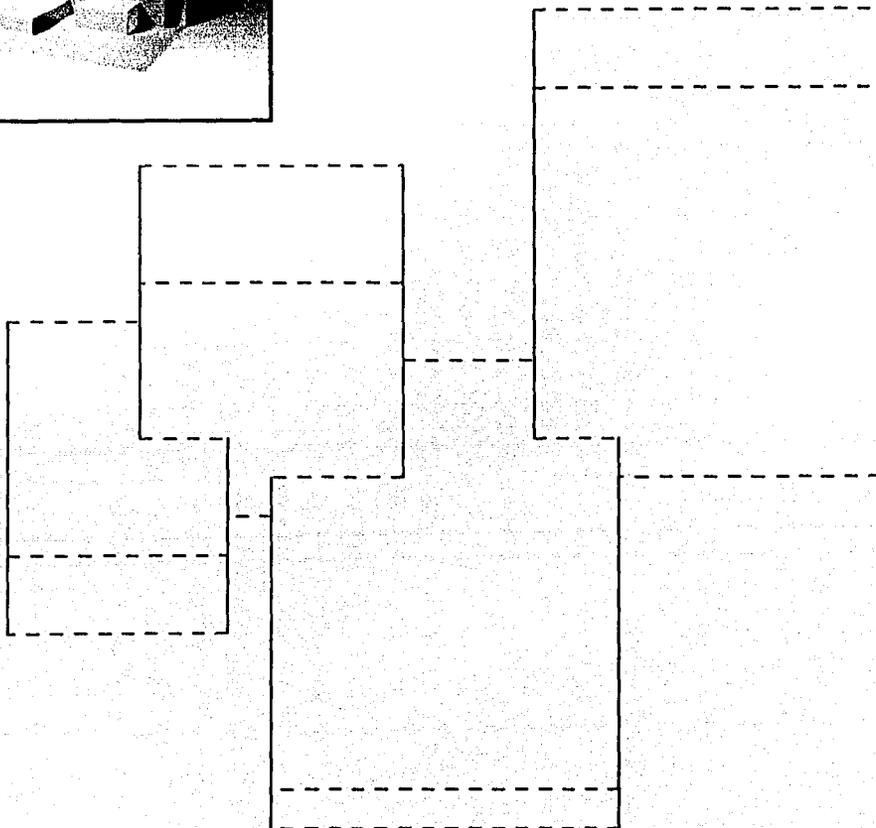
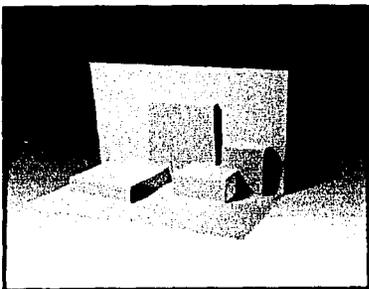
Escalera



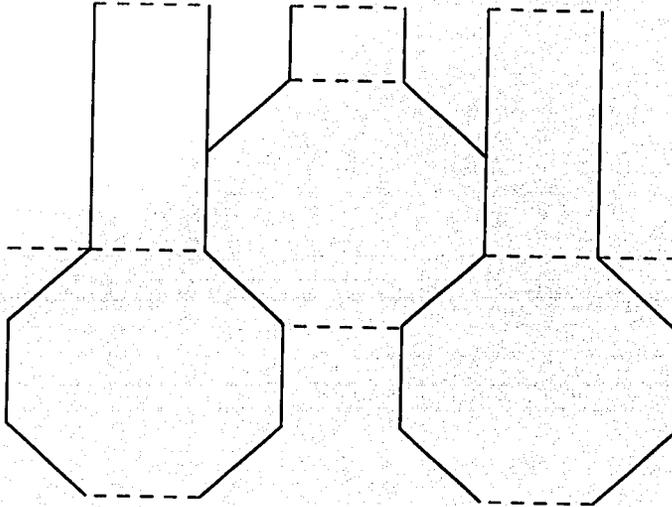
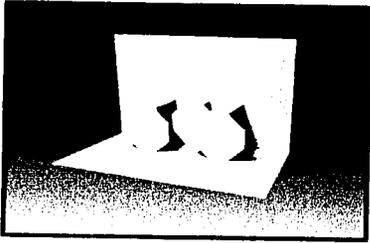
Intersección de Relievos Asimétricos



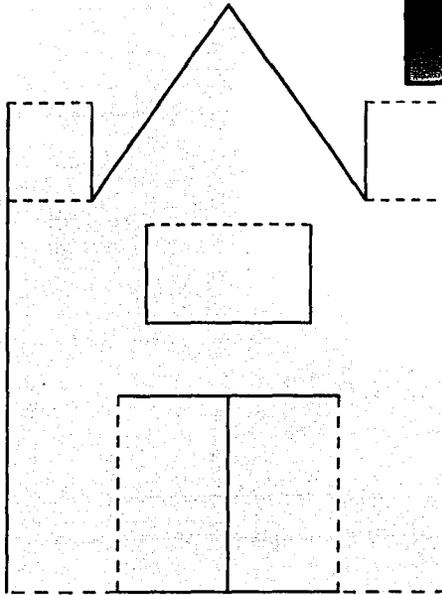
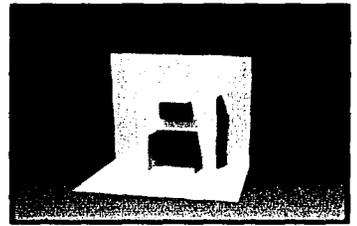
Intersección de Relieves Asimétricos (2)



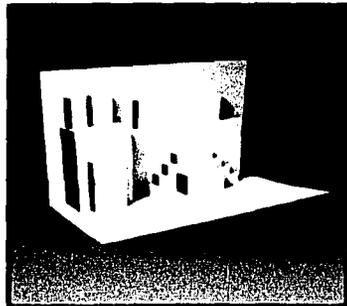
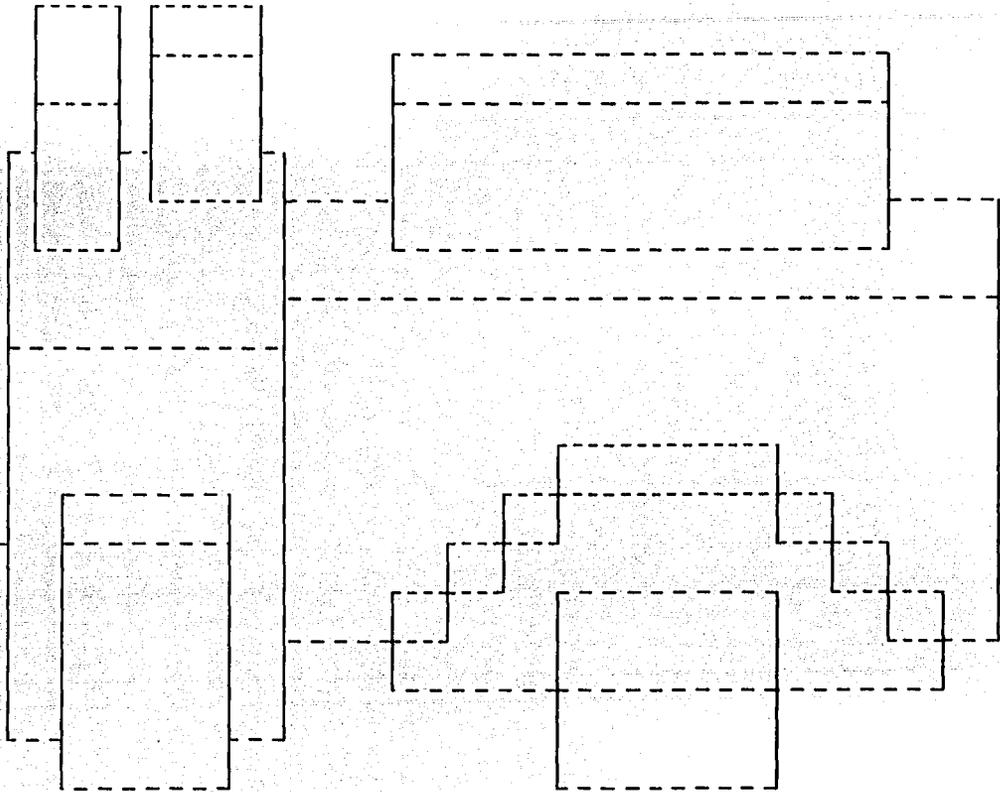
Elevación de Polígonos



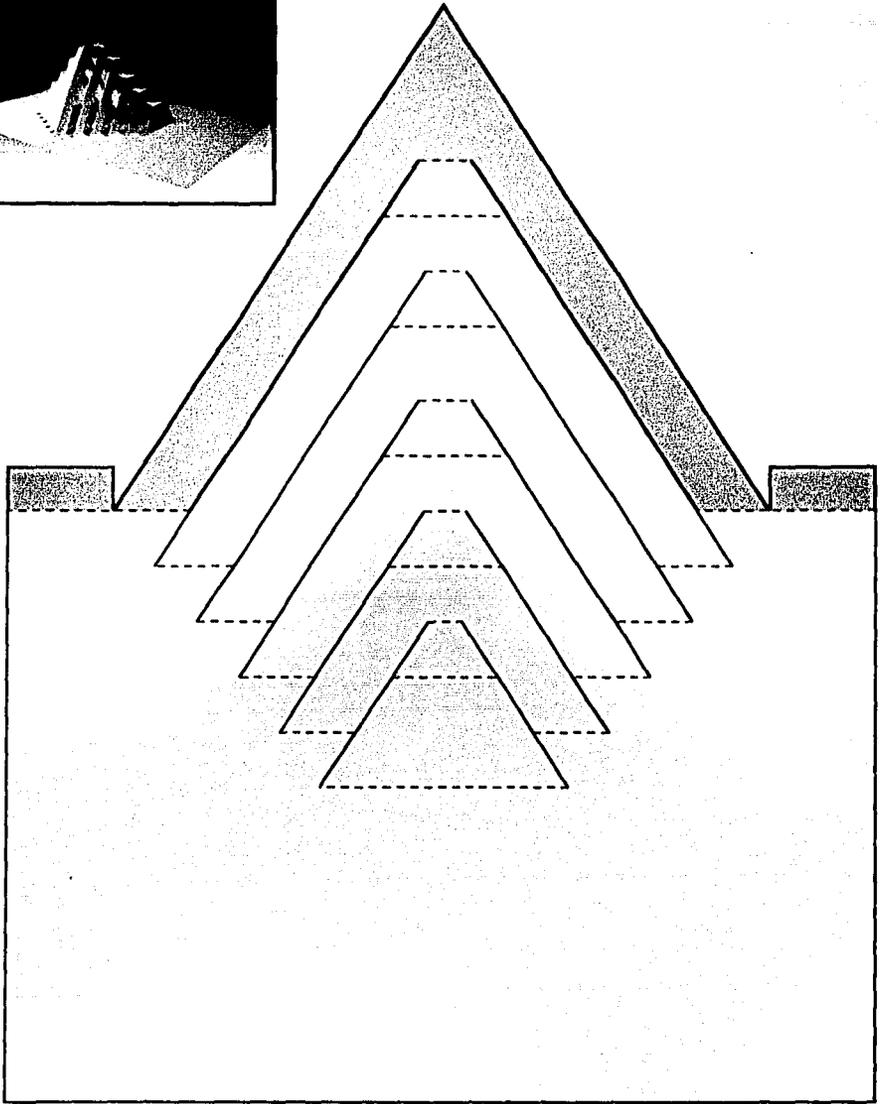
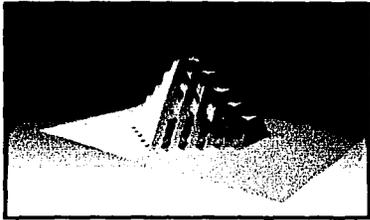
Puertas y Ventanas



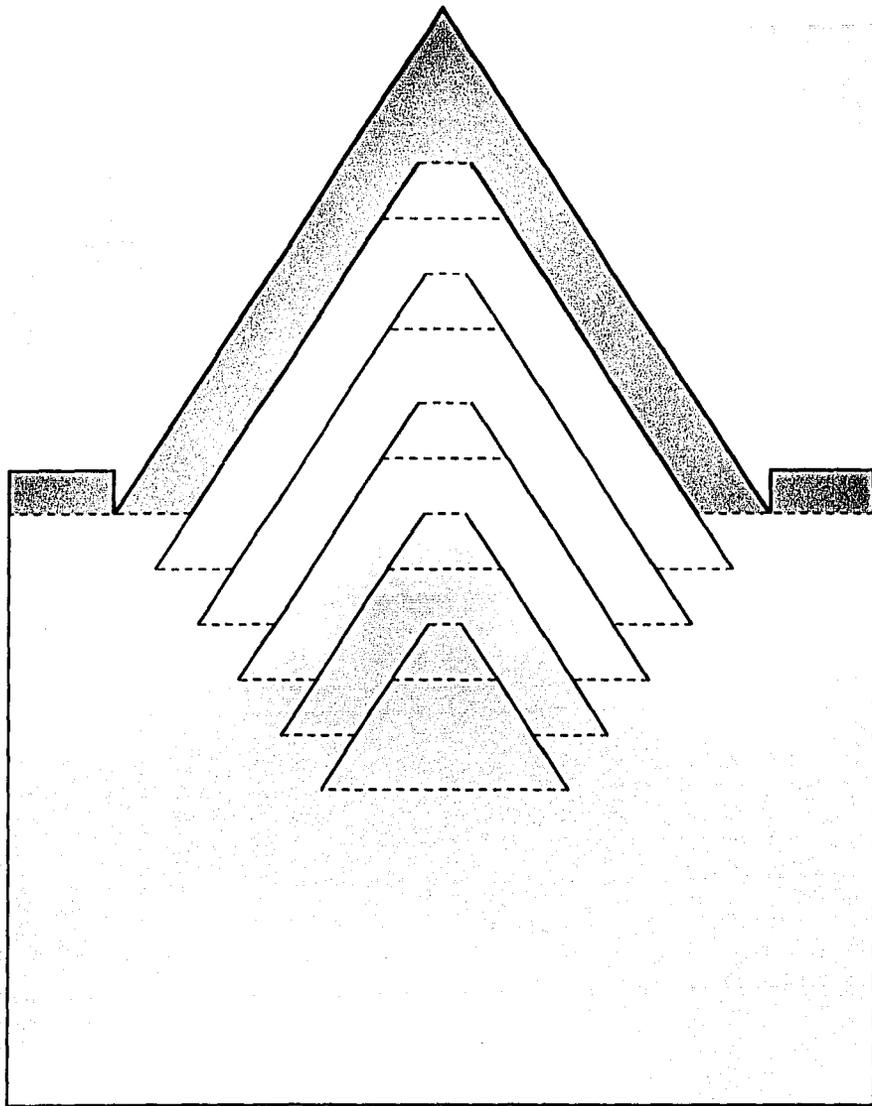
Combinaciones y Construcciones



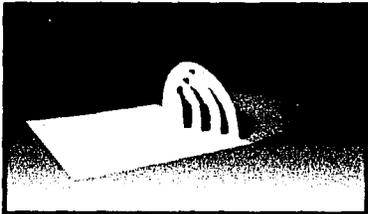
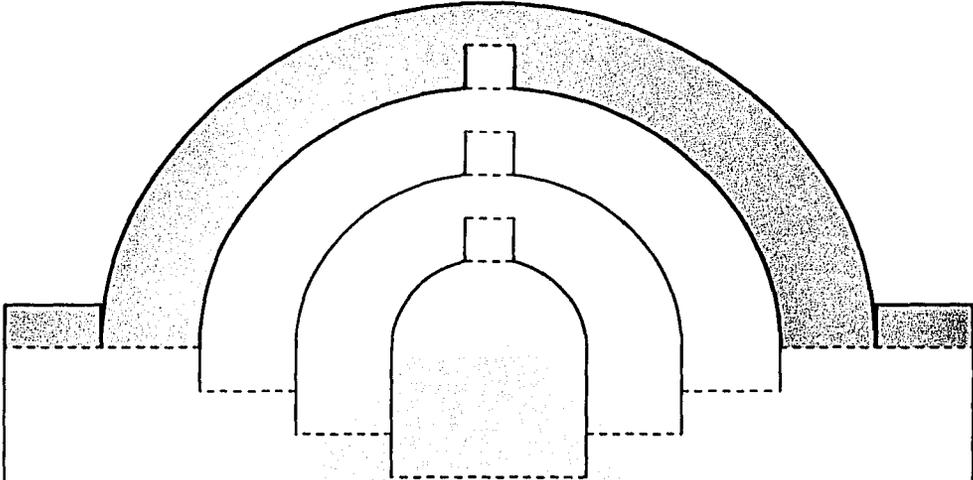
Relieve Triangular (Pieza 1)



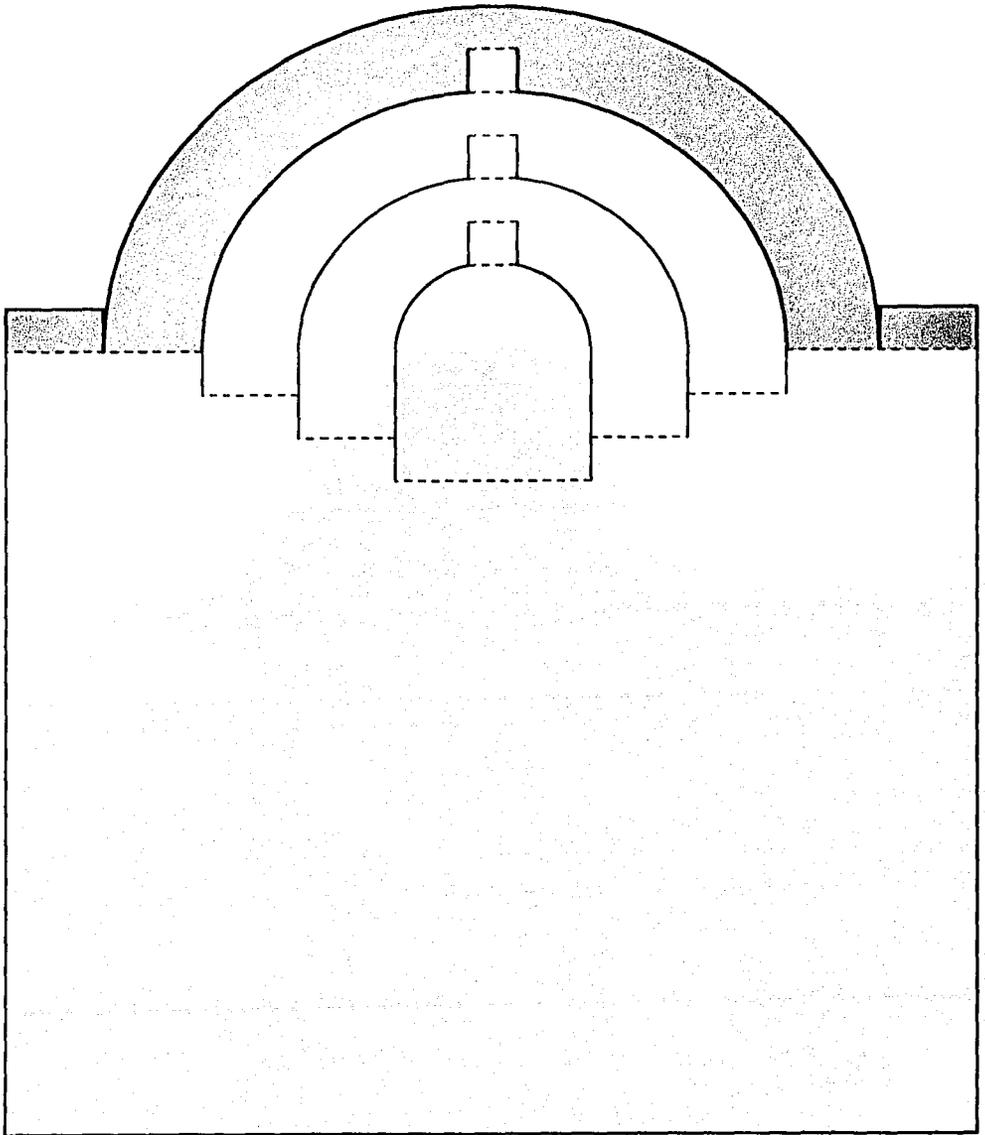
Relieve Triangular (Pieza 2)



Relieve Circular (Pieza 1)

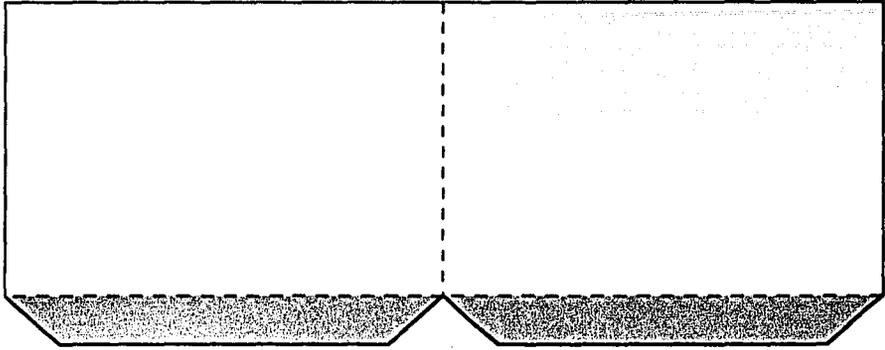


Relieve Circular (Pieza 2)

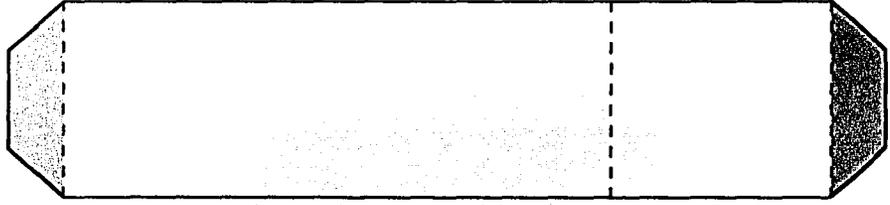


Relieves Compuestos

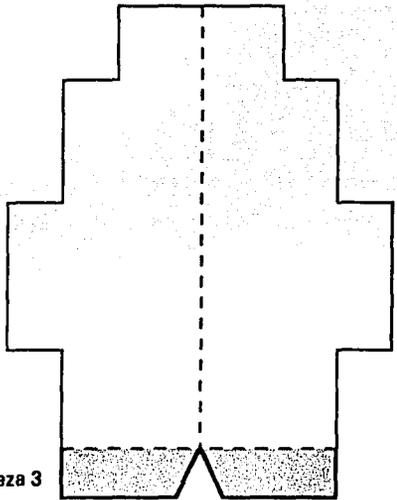
Construcción de un Relieve Compuesto



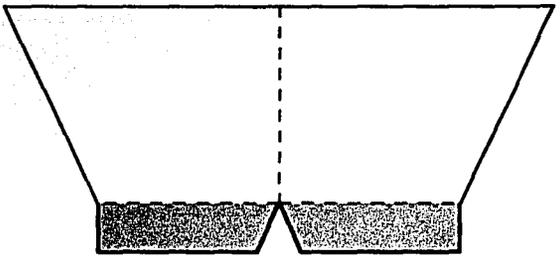
Pieza 1



Pieza 2

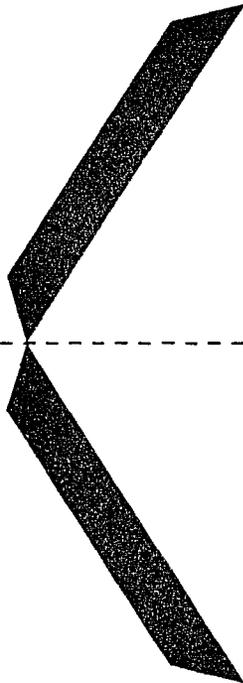
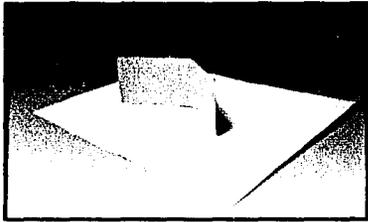


Pieza 3

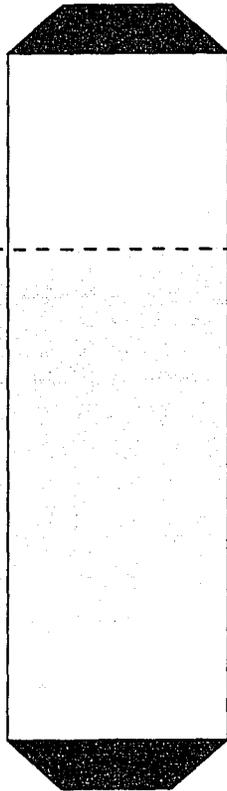
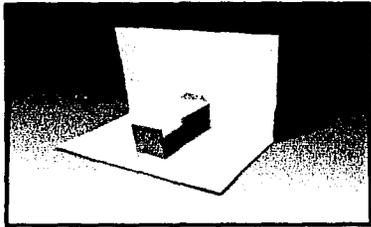


Pieza 4

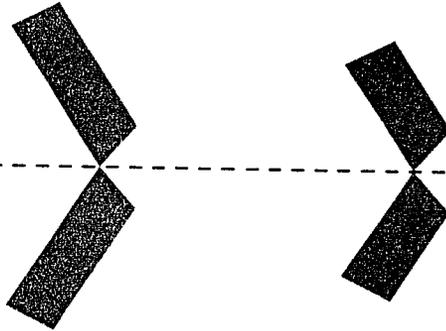
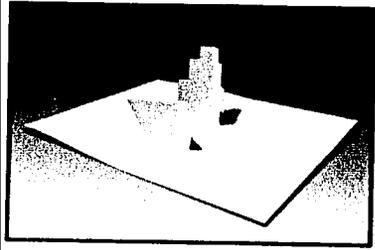
Soporte para pieza 1



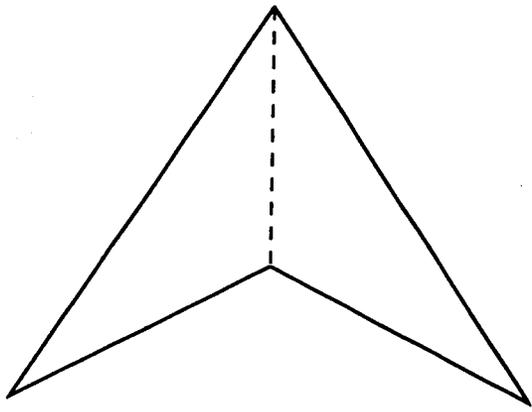
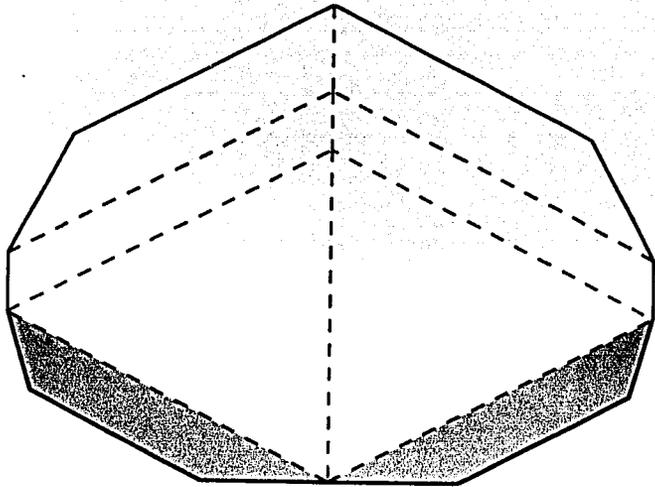
Soporte para pieza 2



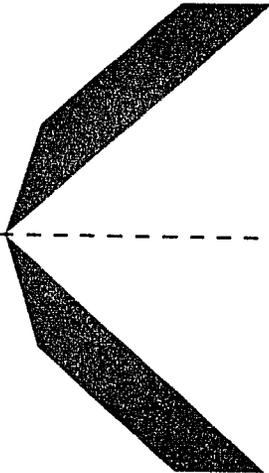
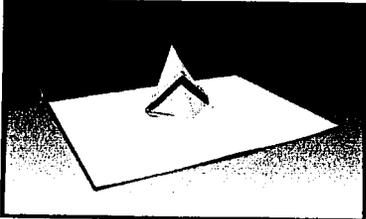
Soporte para pieza 3 y 4



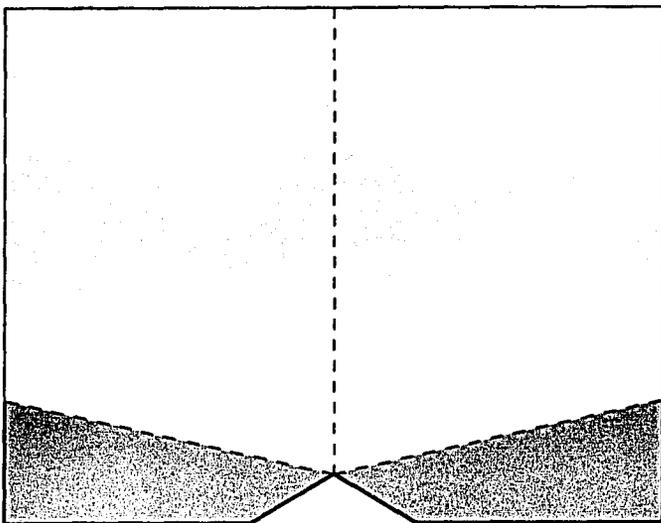
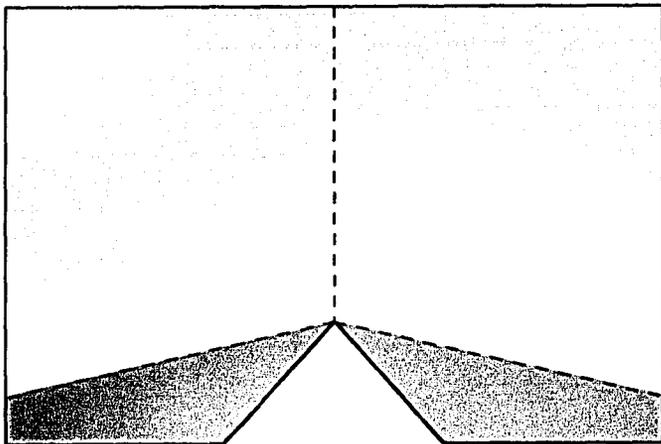
"V" Soporte



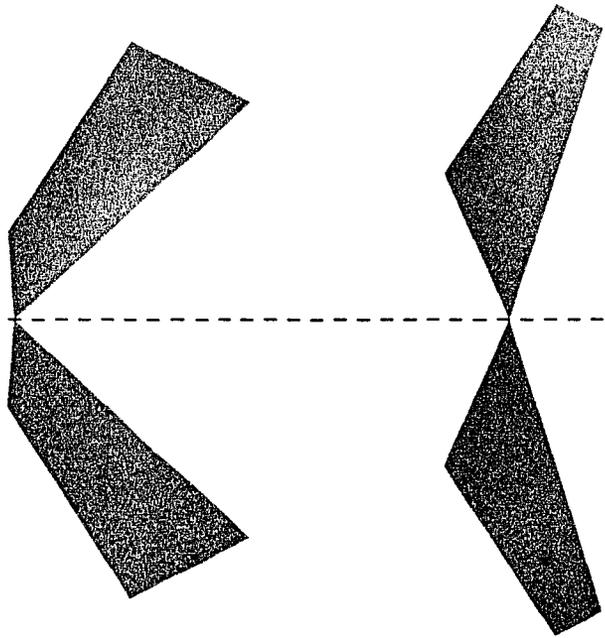
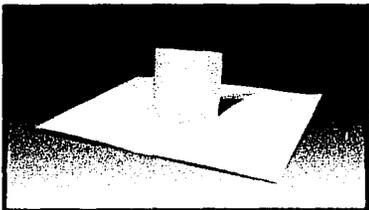
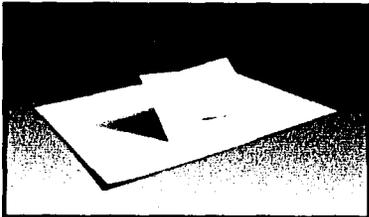
Soporte para "V" Soporte



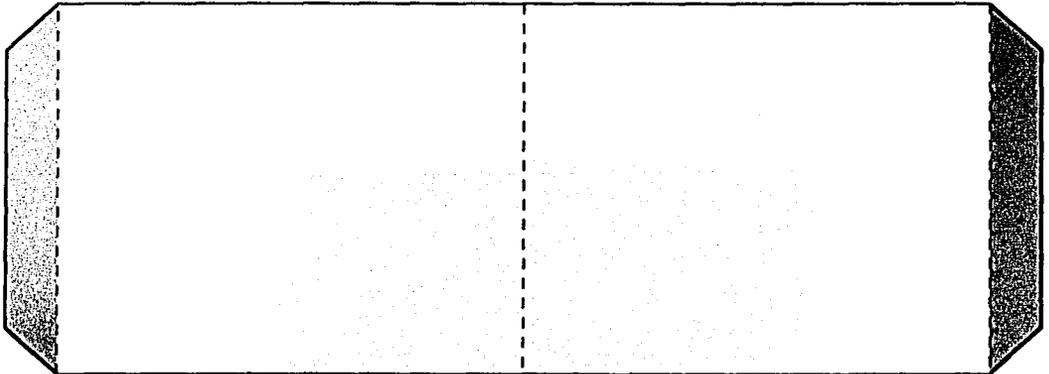
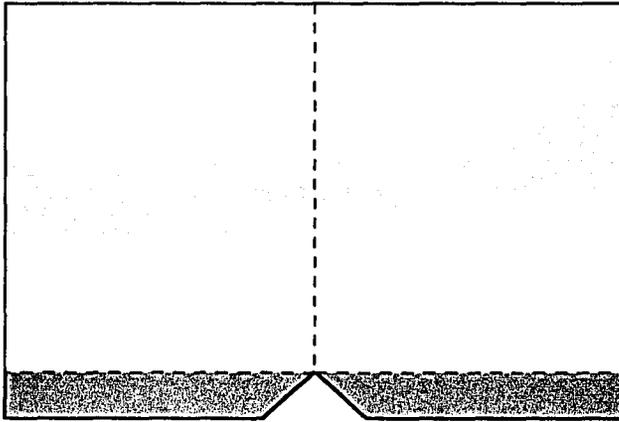
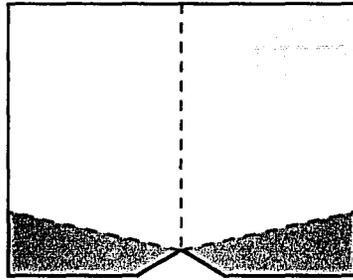
Variaciones Inclinas



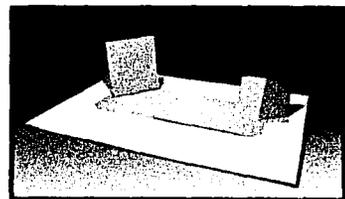
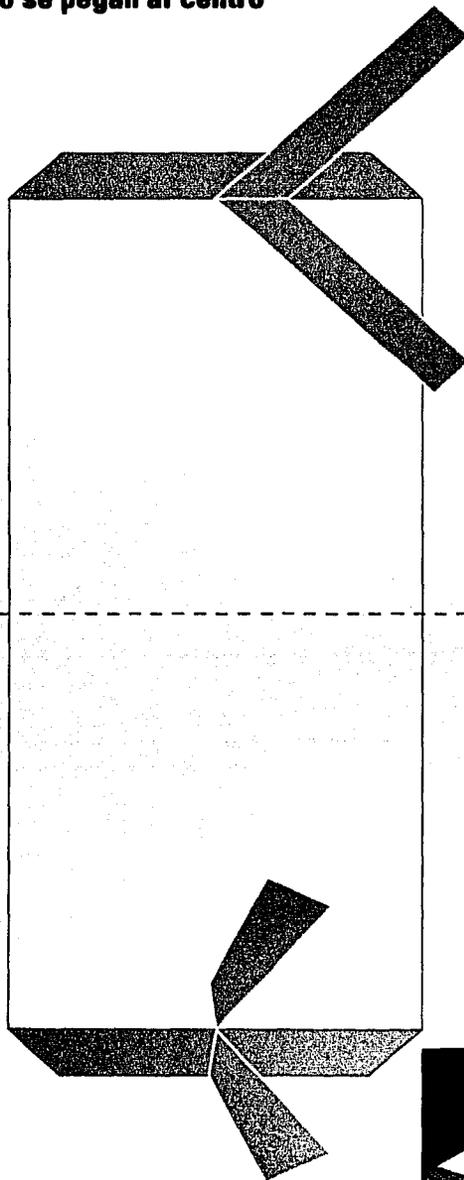
Soporte para Variaciones Inclinadas



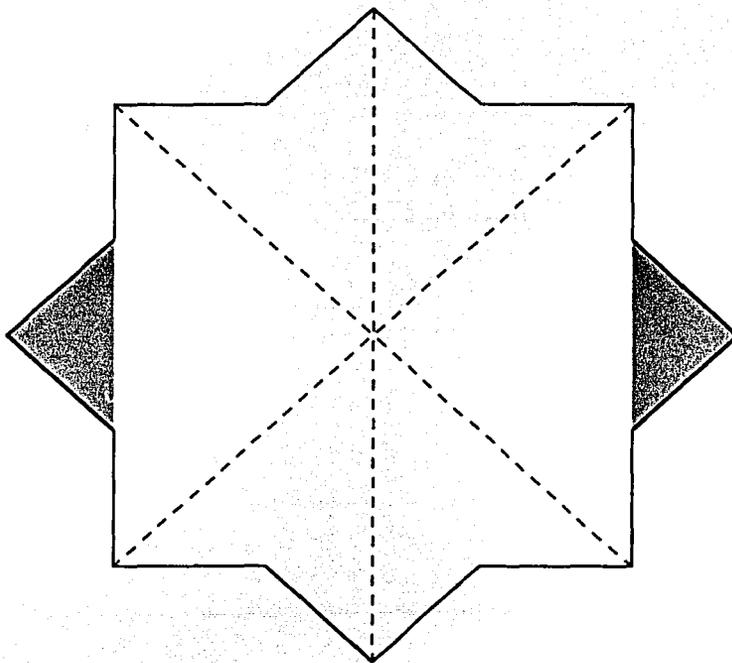
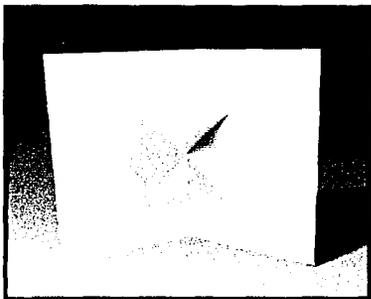
Relieves "V" que no se pegan al centro.



Soporte para "V" que no se pegan al centro

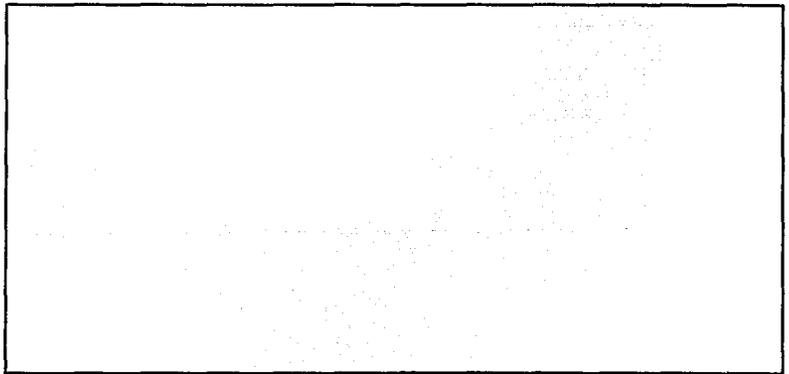
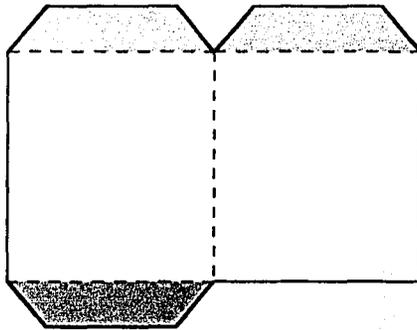
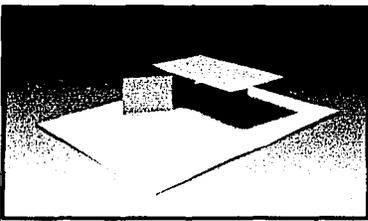
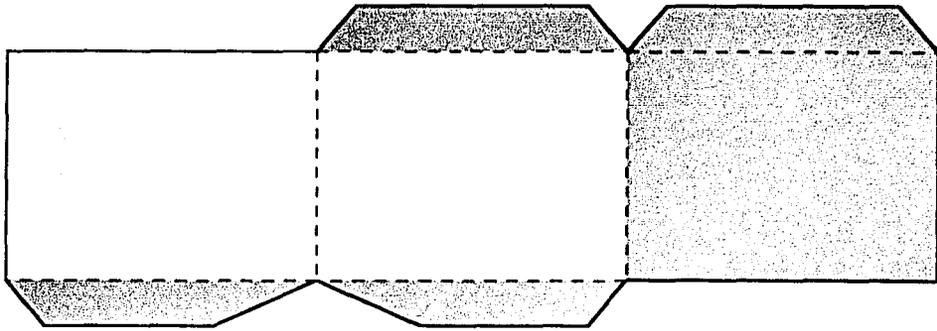


Relieve a un Plano Doblado

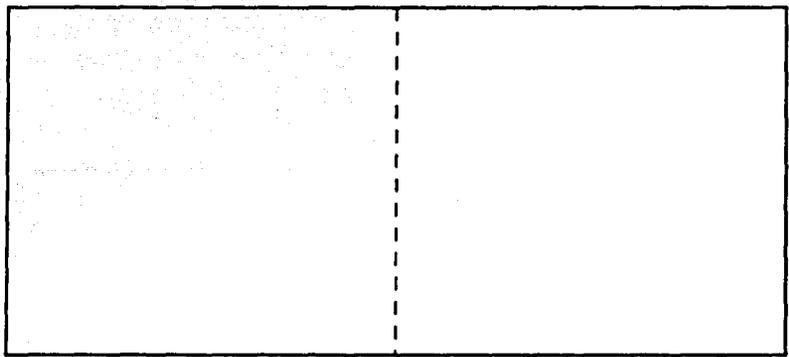
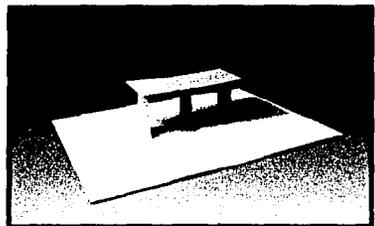
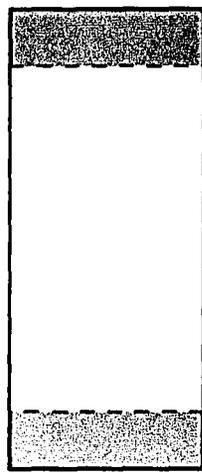
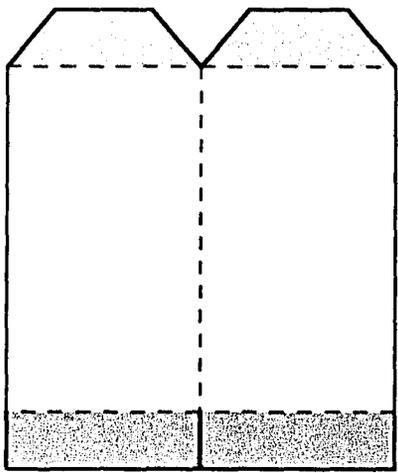


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

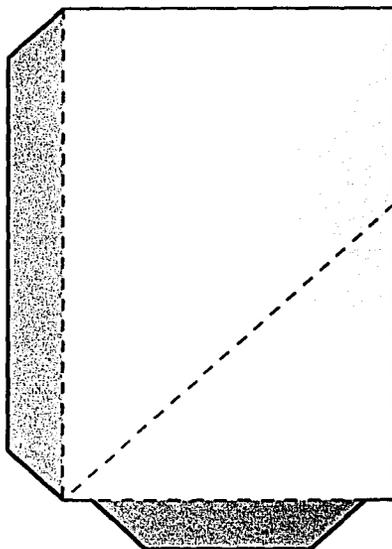
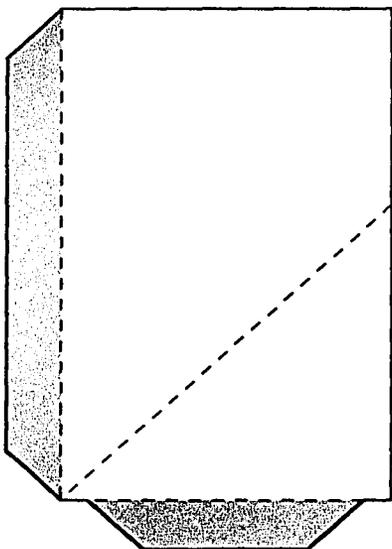
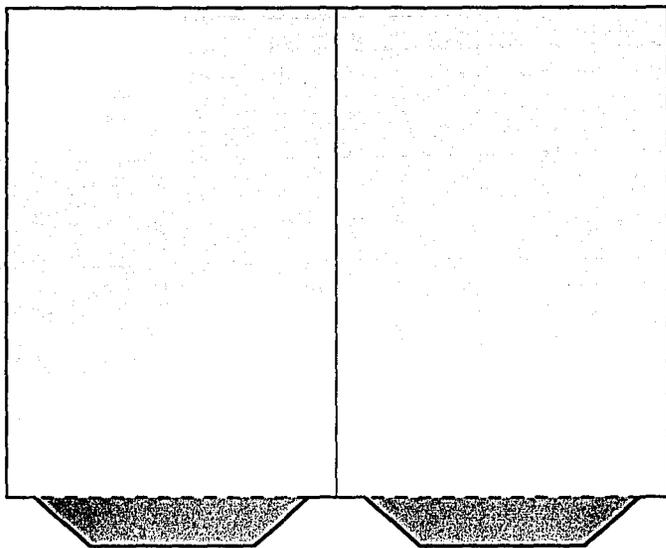
Elevación de un Segundo Plano Horizontal



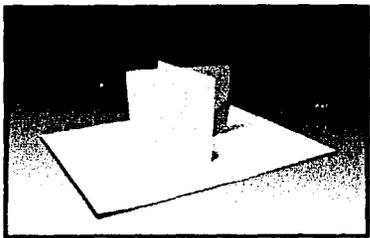
Elevación de un Segundo Plano Horizontal con Soportes Verticales



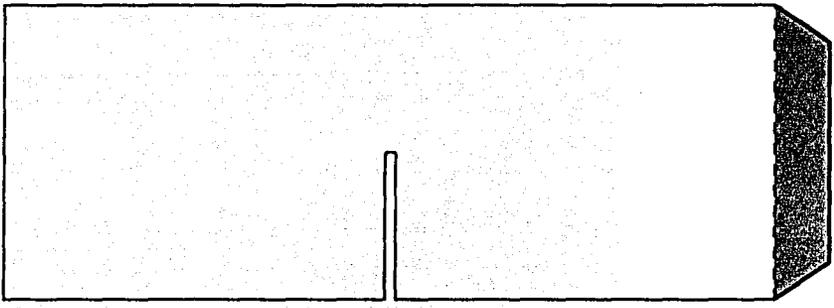
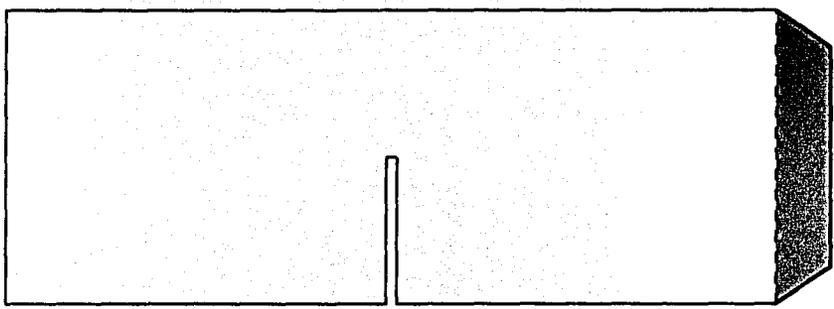
Levantamiento Vertical



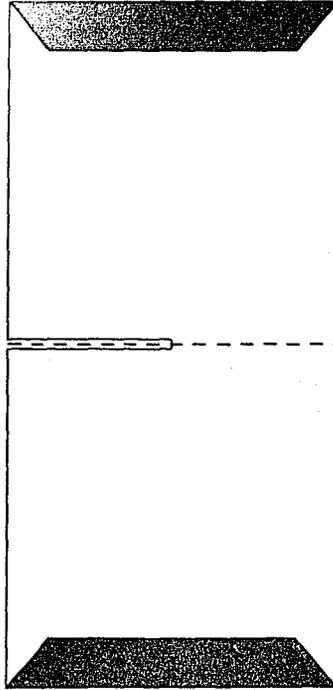
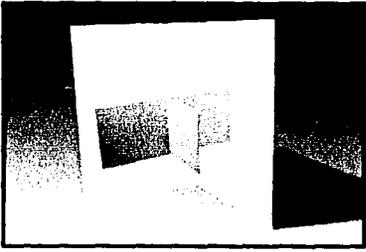
Soporte para Levantamiento Vertical



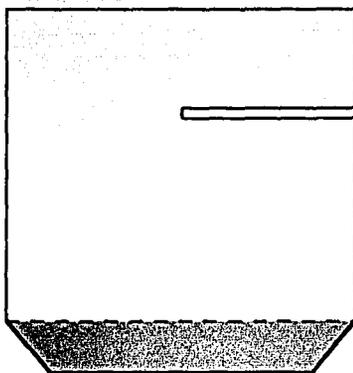
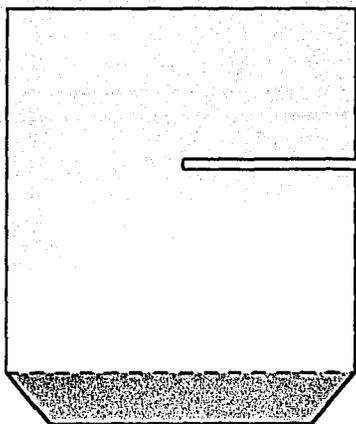
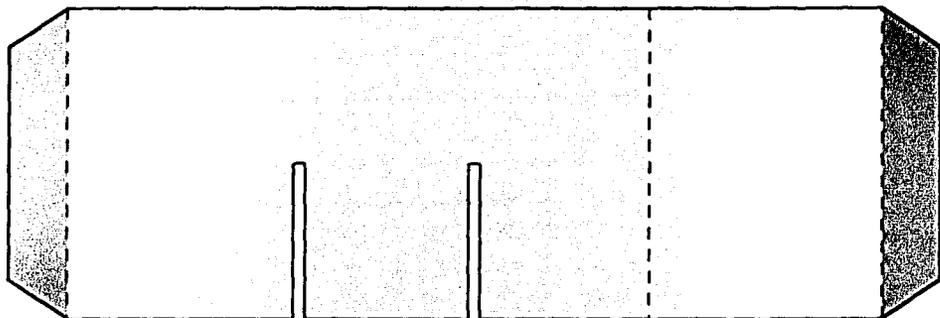
Relieves con Intersecciones



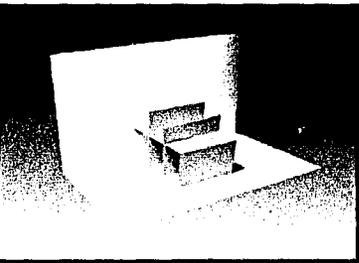
Soporte para Relieve con Intersecciones



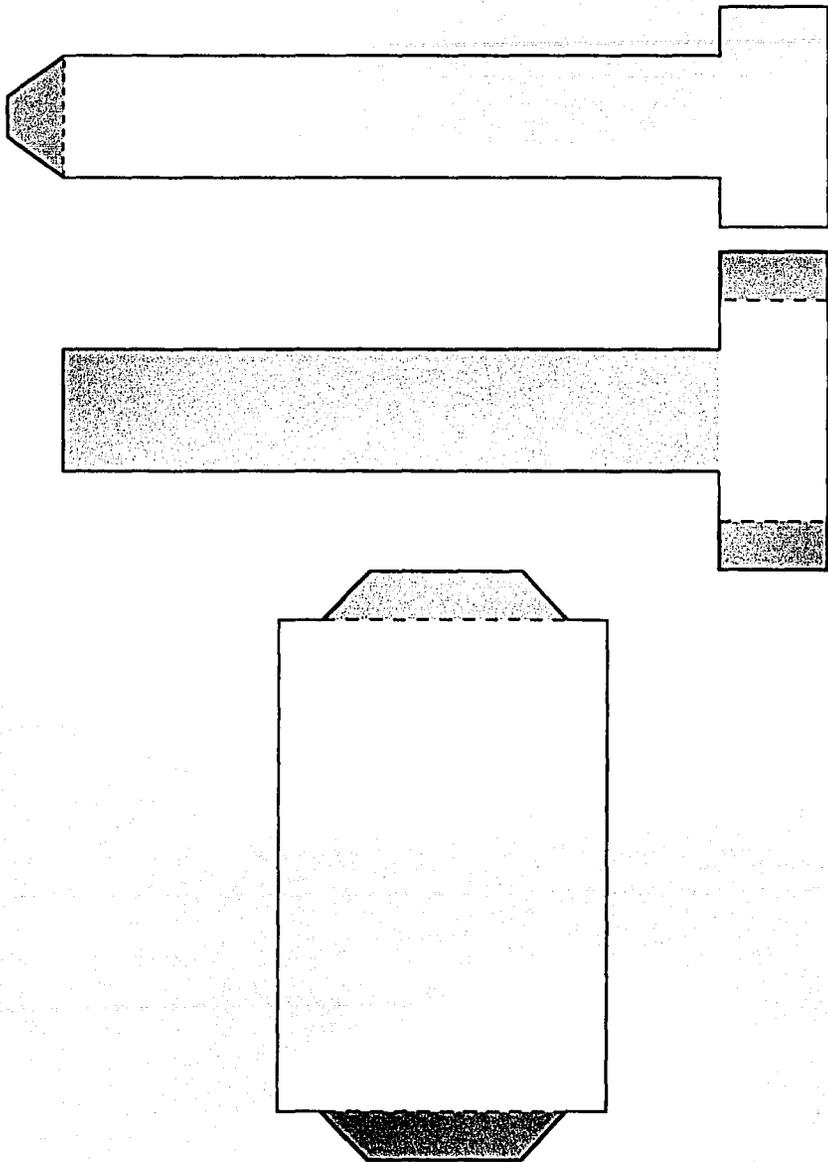
Intersecciones Paralelas



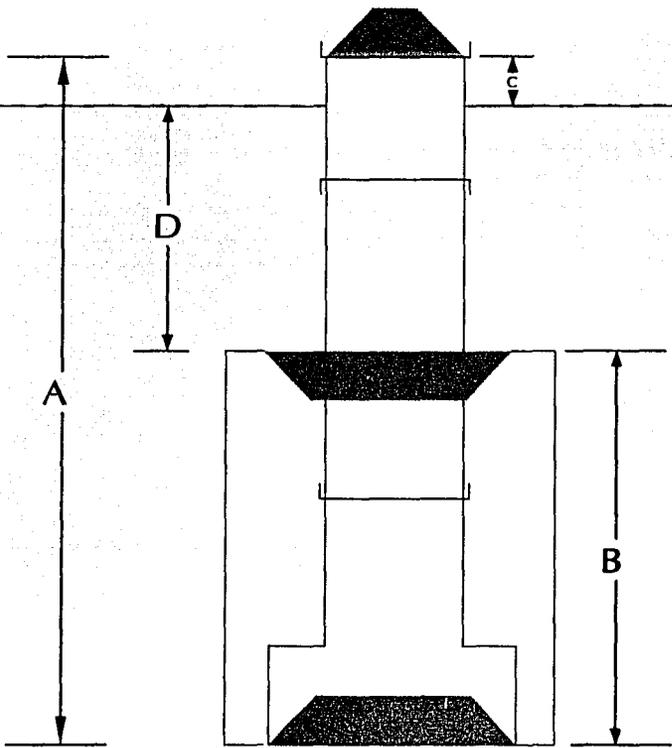
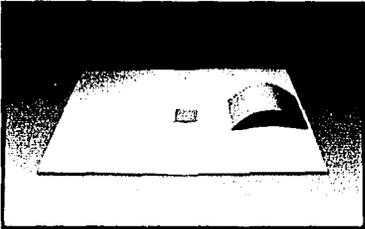
Soporte para Intersecciones Paralelas



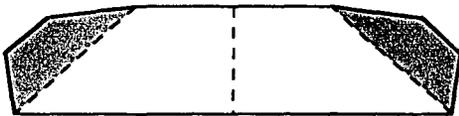
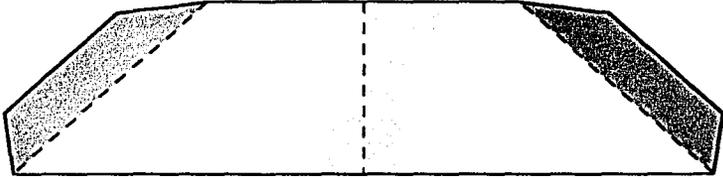
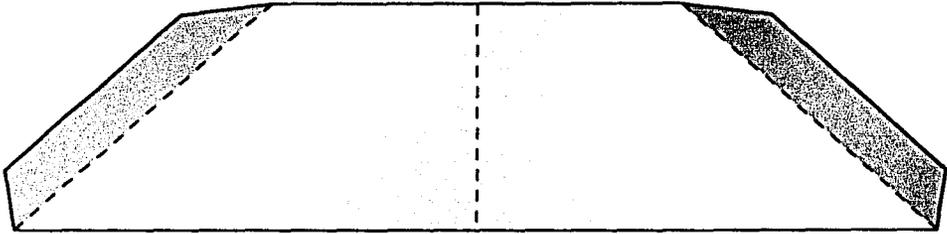
Elevación de un Semicírculo



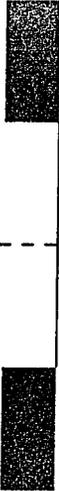
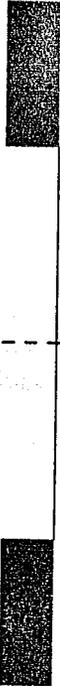
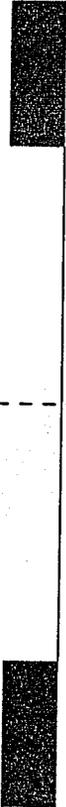
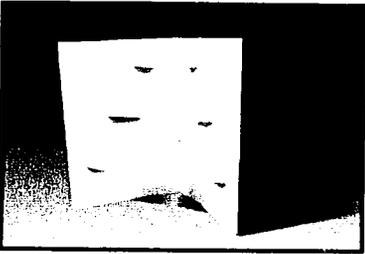
Soporte para Elevación de un Semicírculo



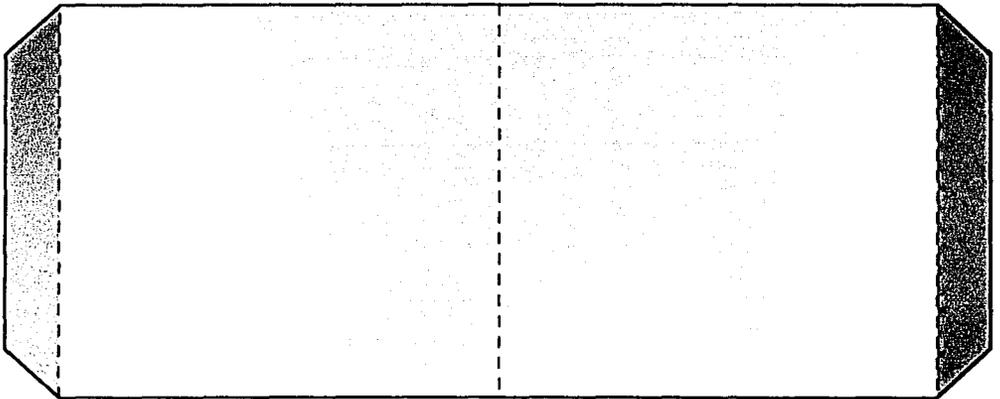
Relieves Horizontales a 90 grados



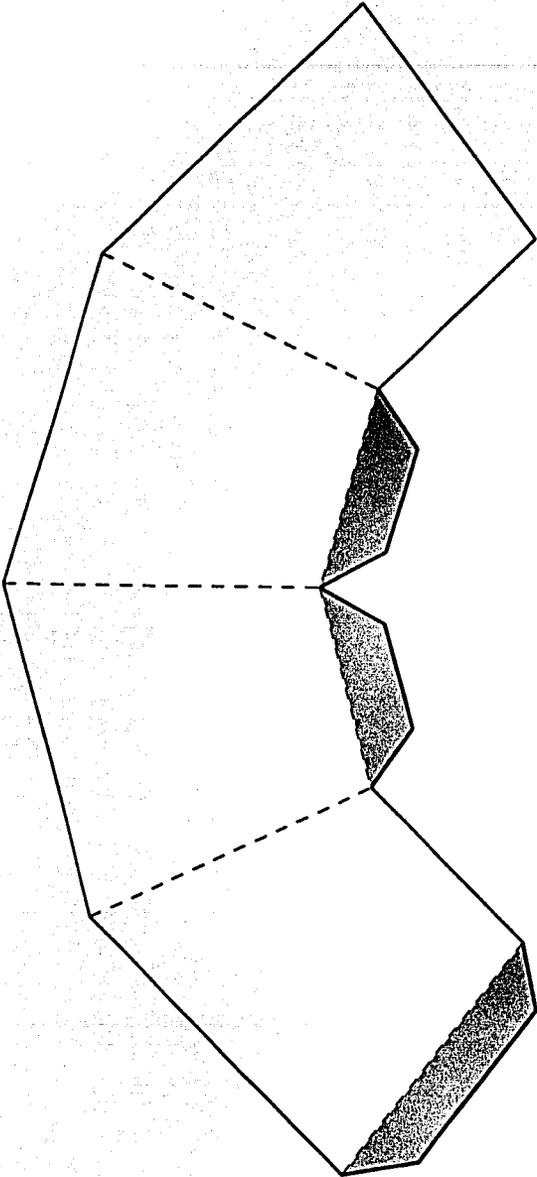
Soporte para Relieves Horizontales a 90 grados



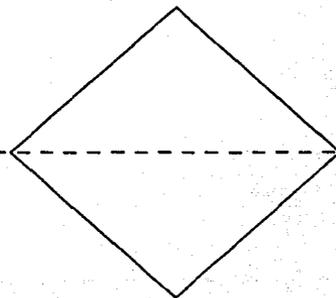
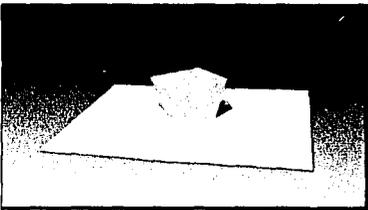
Relieve Simétrico a 180 grados



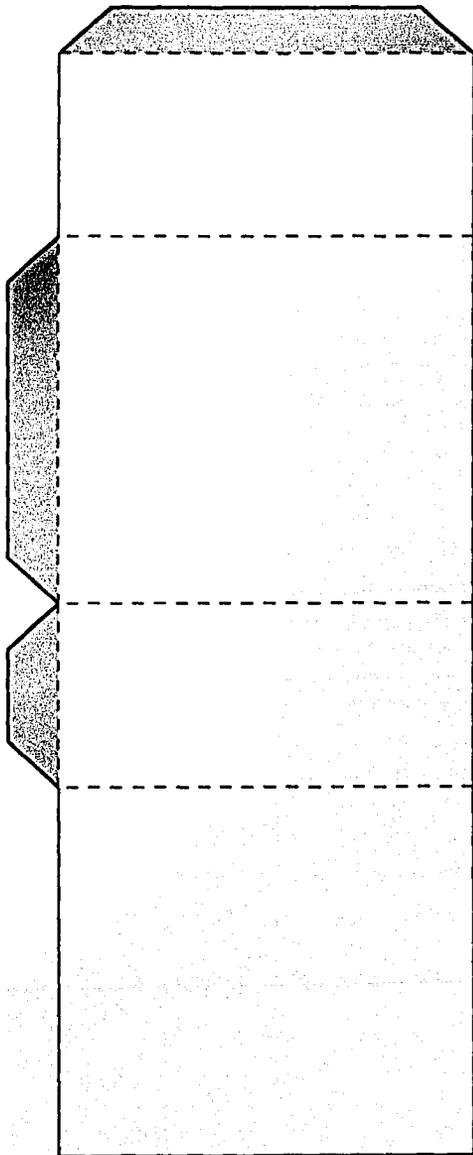
Relieve Cuerpo Geométrico



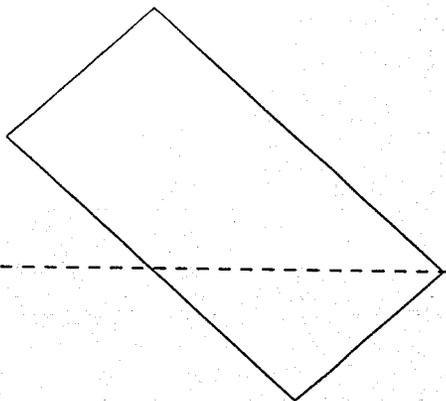
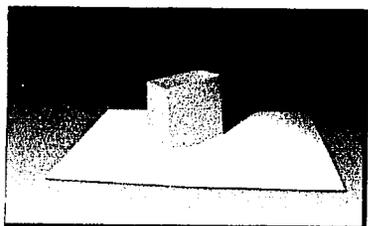
Soporte para Relieve Cuerpo Geométrico



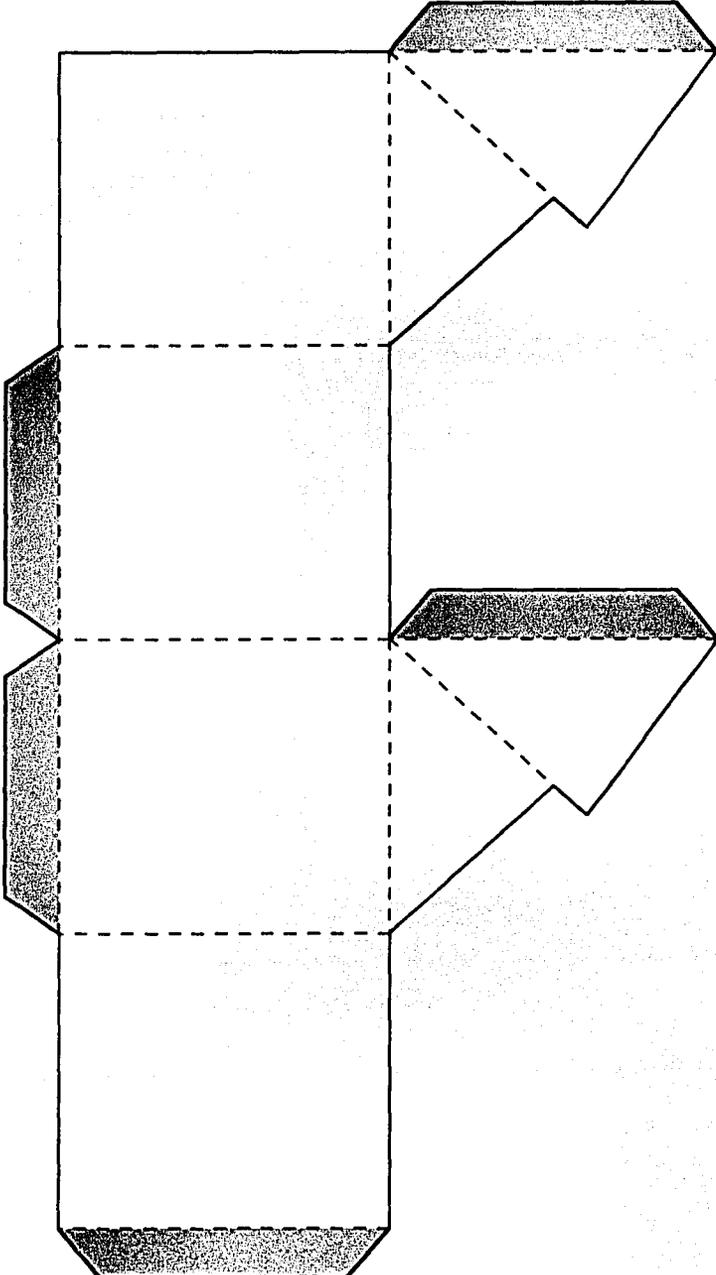
Relieve Cuerpo Geométrico (2)



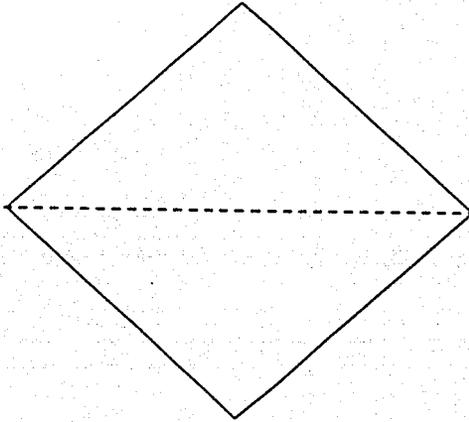
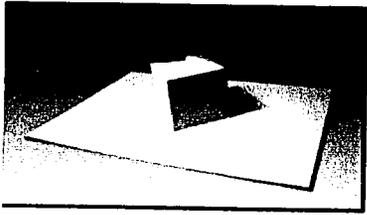
Soporte Cuerpo Geométrico (2)



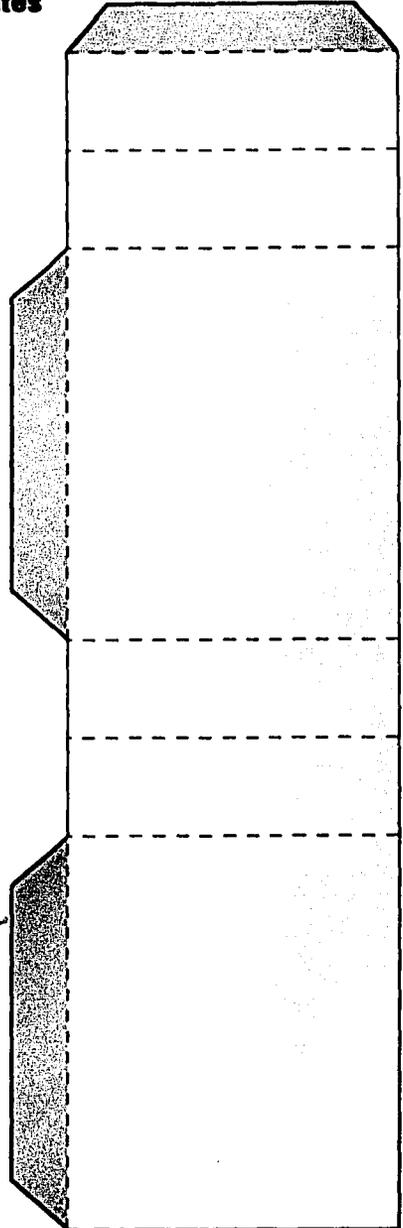
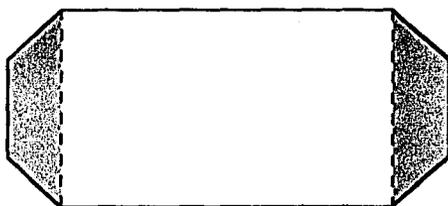
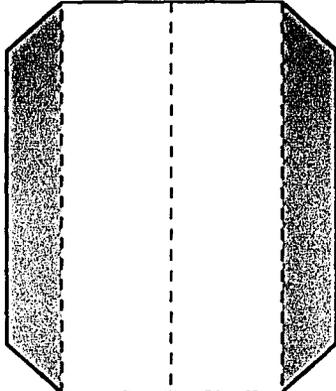
Relieve a un Cubo



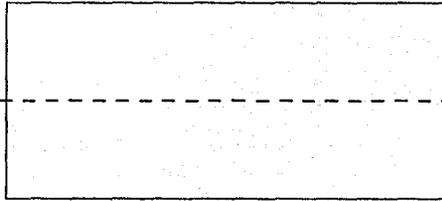
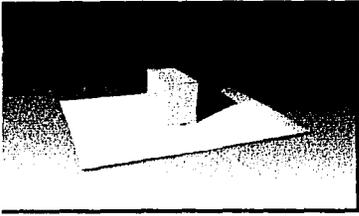
Soporte para Relieve a un Cubo



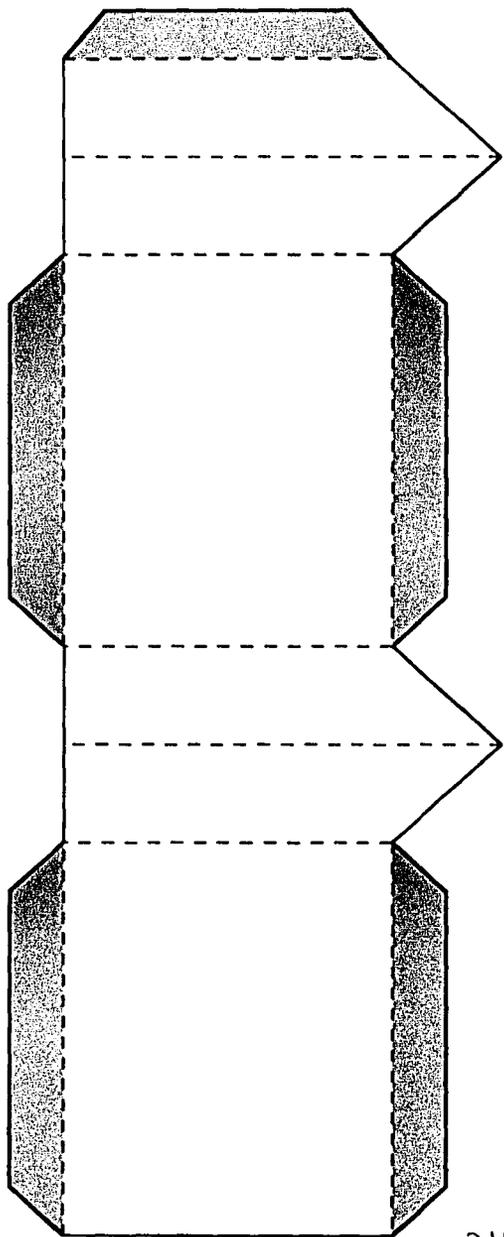
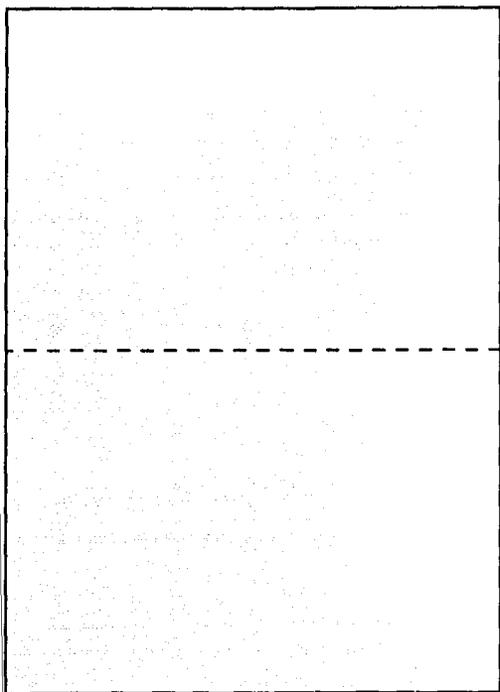
Cuerpo Geométrico de Dos Lados Equidistantes



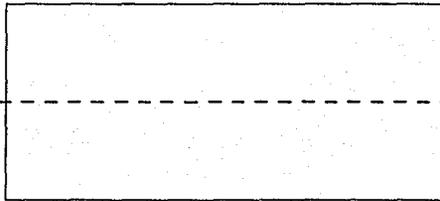
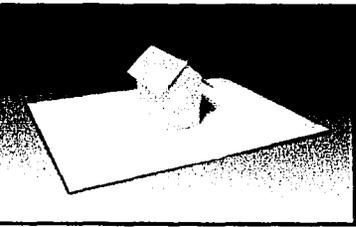
Soporte para Cuerpo Geométrico de Dos Lados Equidistantes



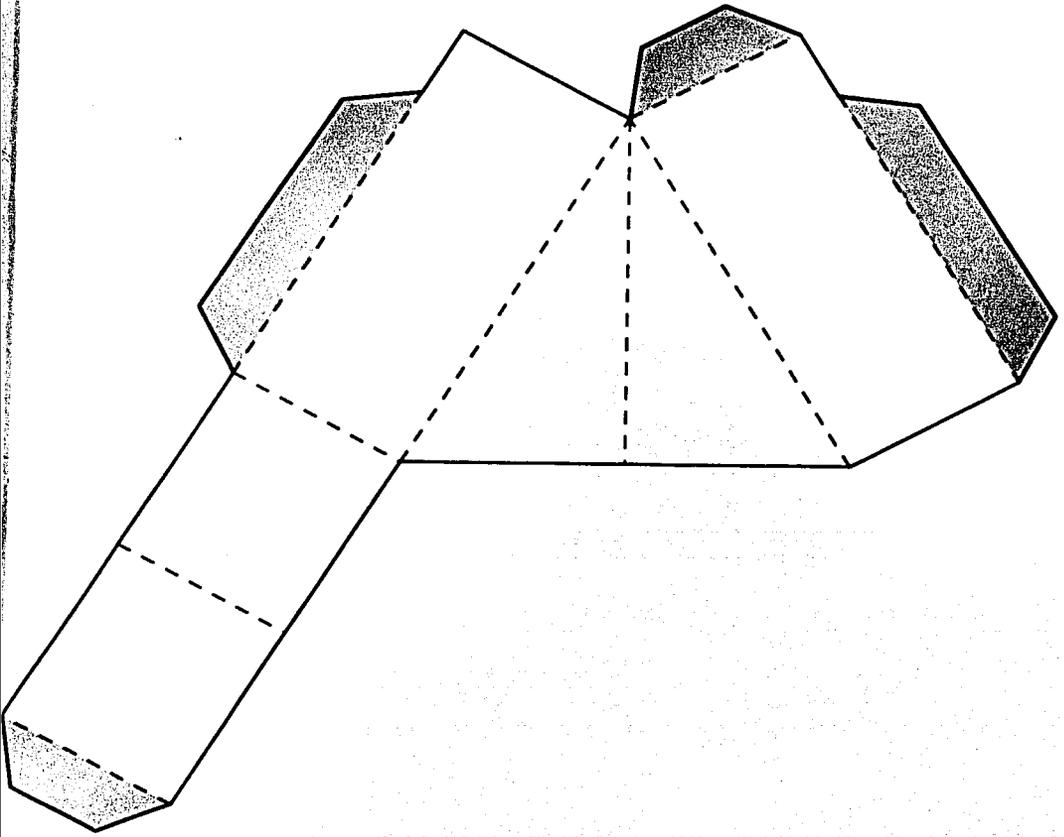
Cuerpo Geométrico de Dos Lados Equidistantes (casa)



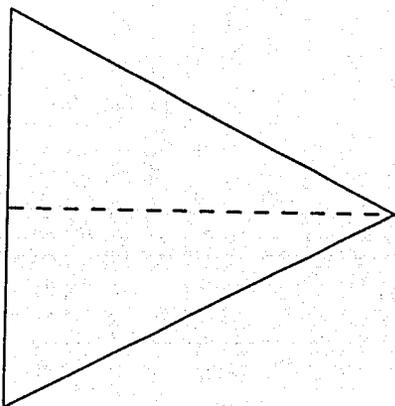
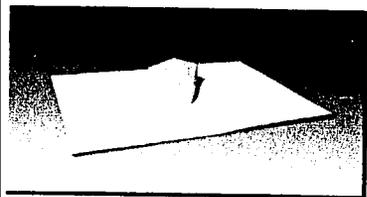
Soporte para Cuerpo Geométrico de Dos Lados Equidistantes (casa)



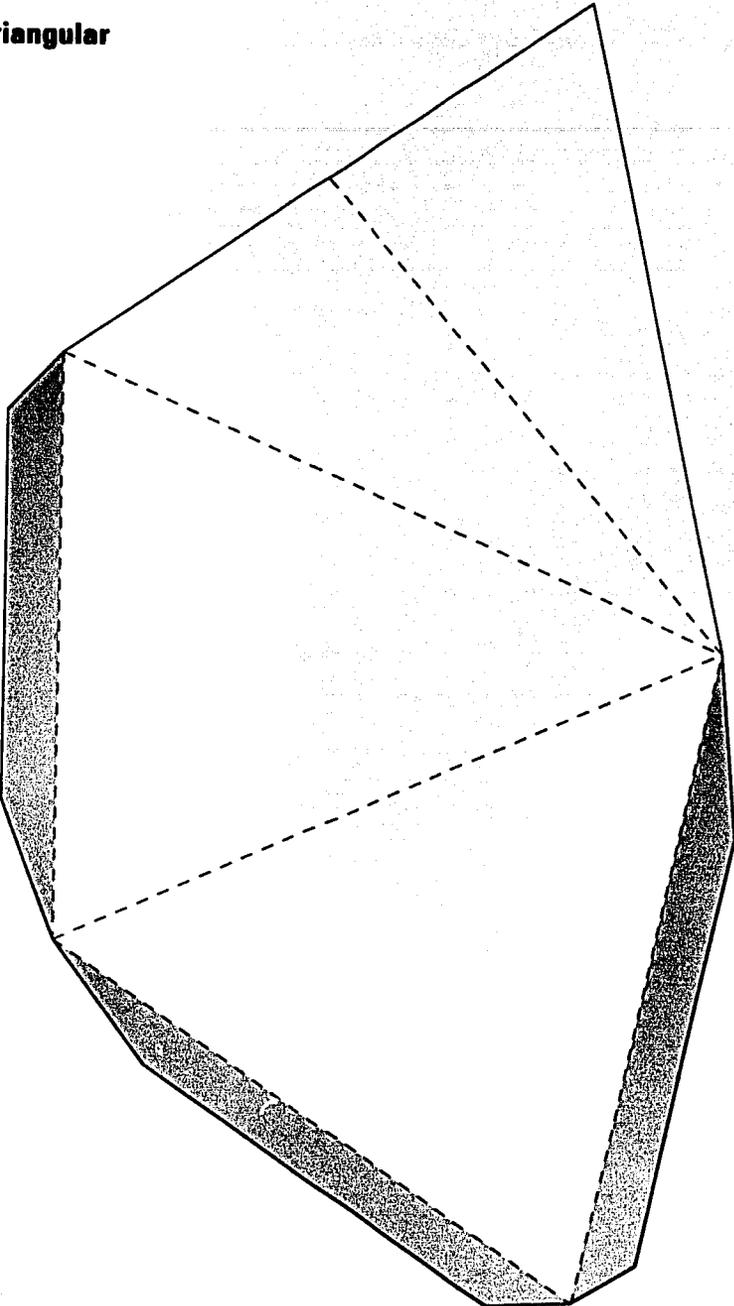
Relieve a Cuerpo Triangular



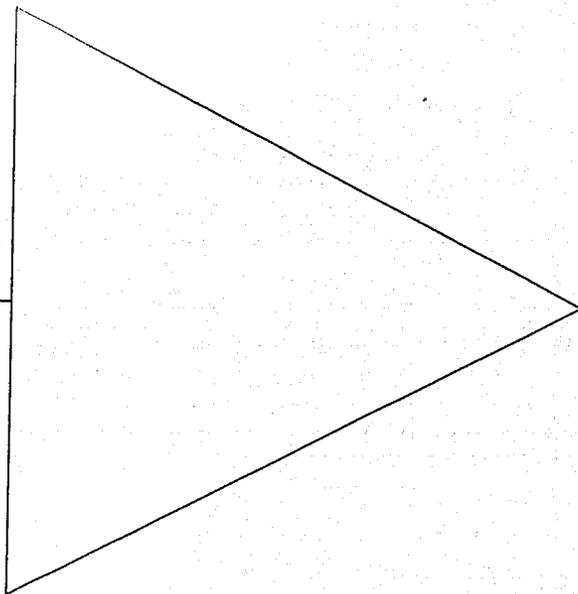
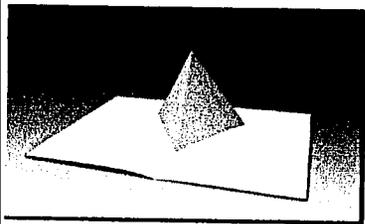
Soporte para Relieve Cuerpo Triangular



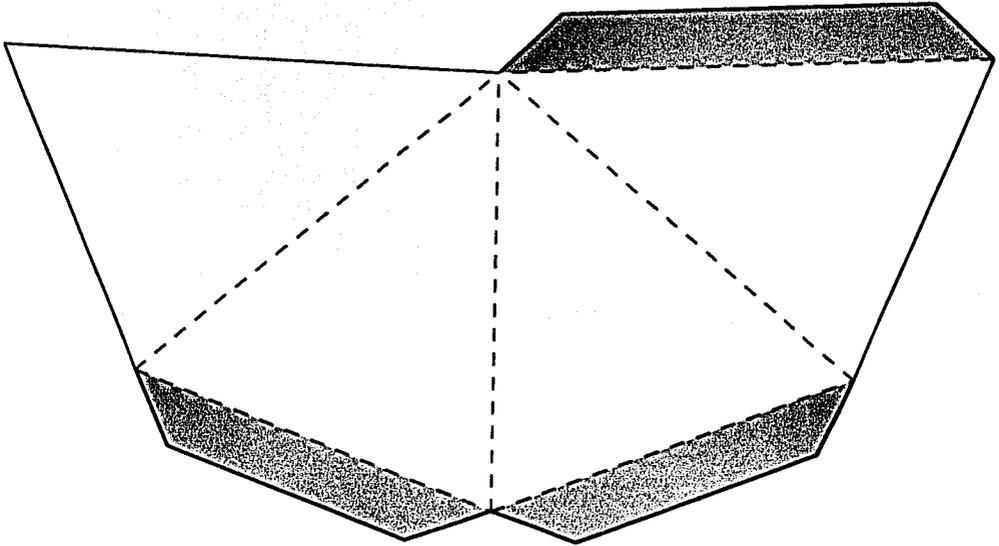
Pirámide Triangular



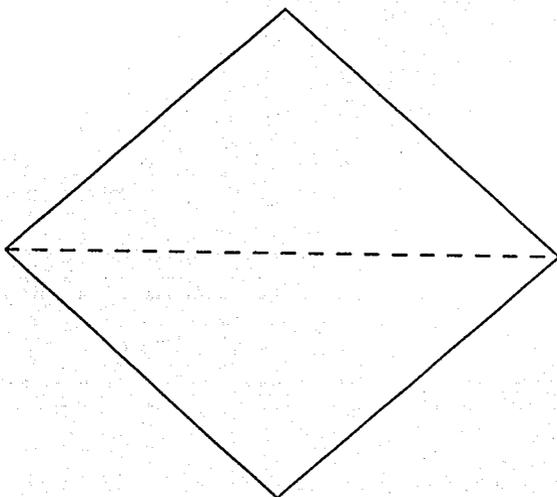
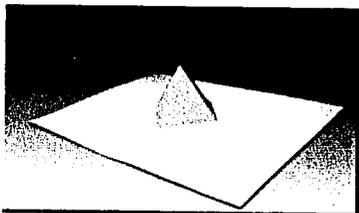
Soporte para Pirámide Triangular



Pirámide Cuadrangular

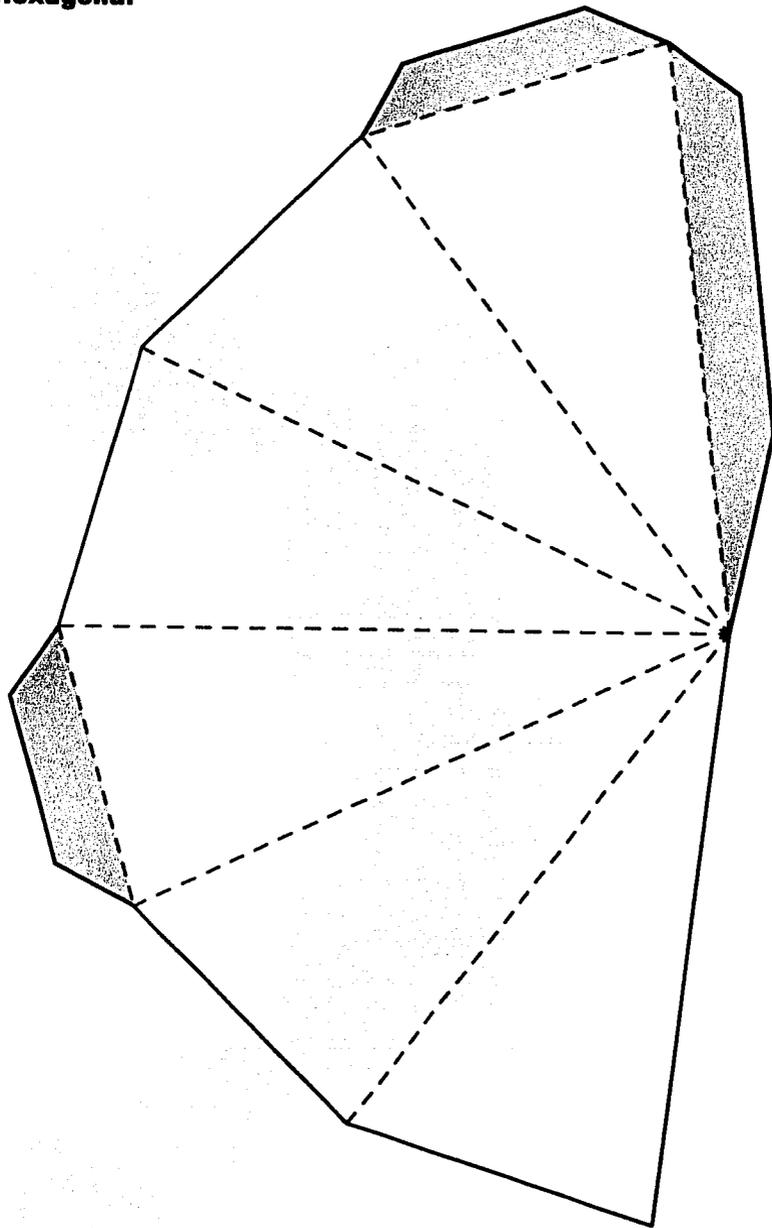


Soporte para Pirámide Cuadrangular

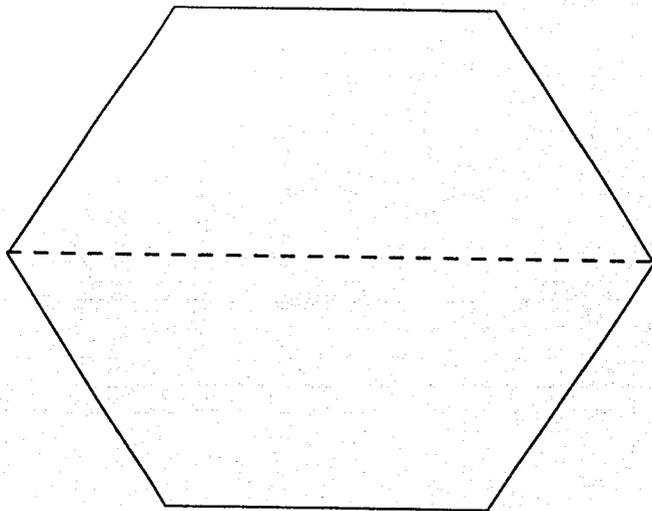
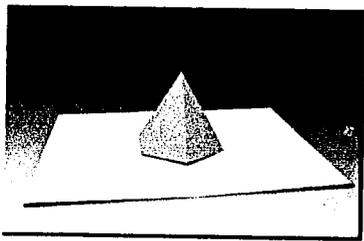


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

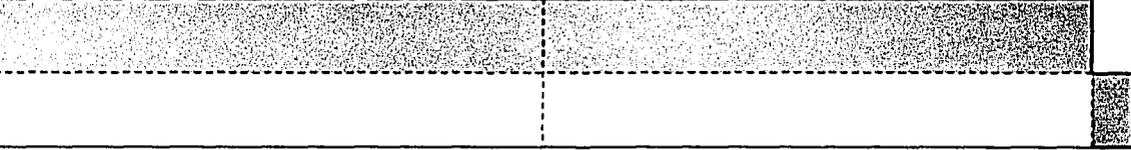
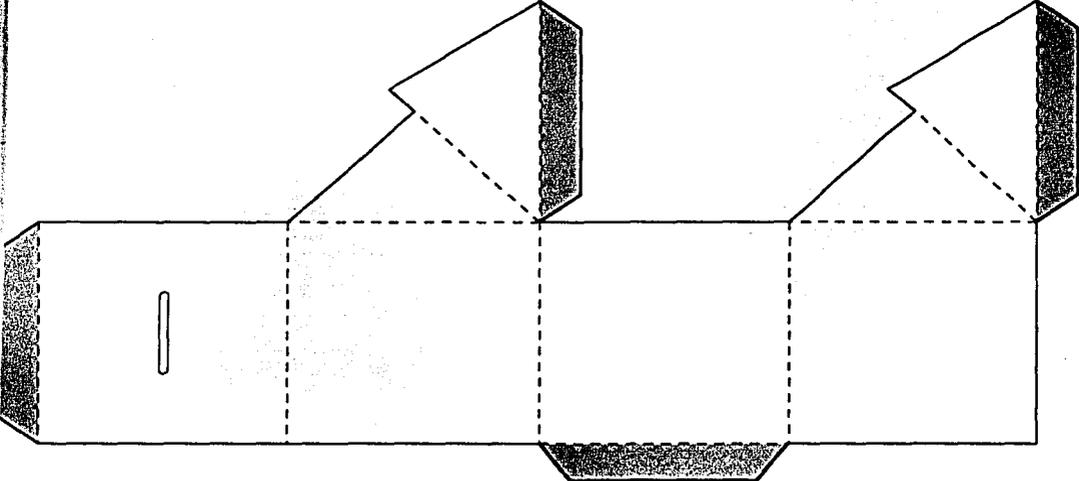
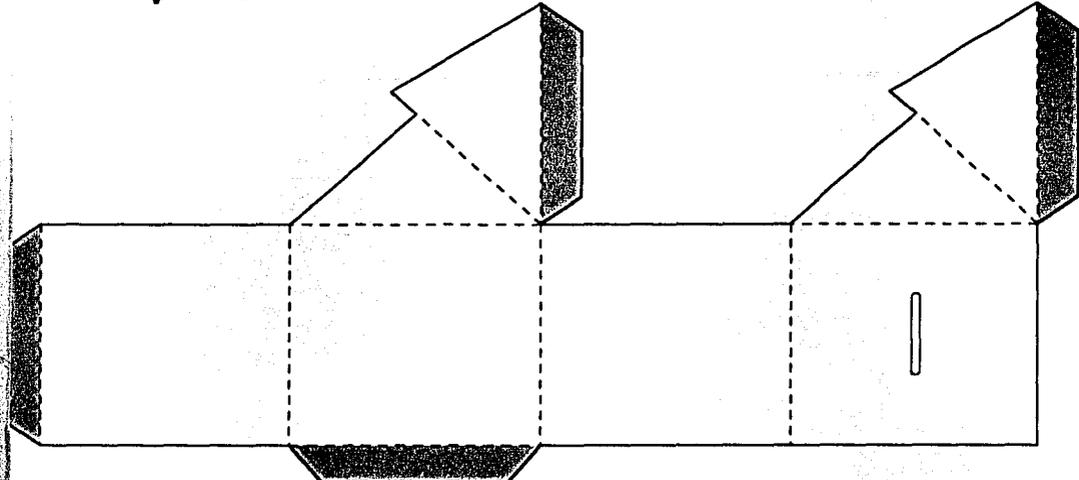
pirámide Hexagonal



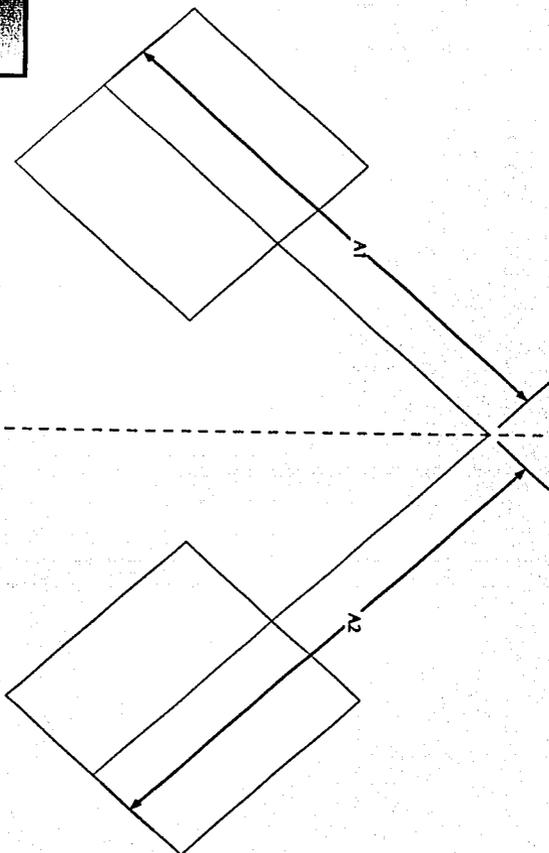
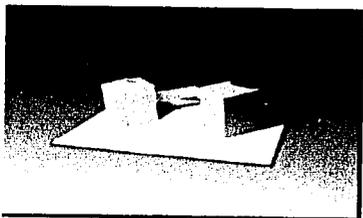
SopORTE para Pirámide Hexagonal



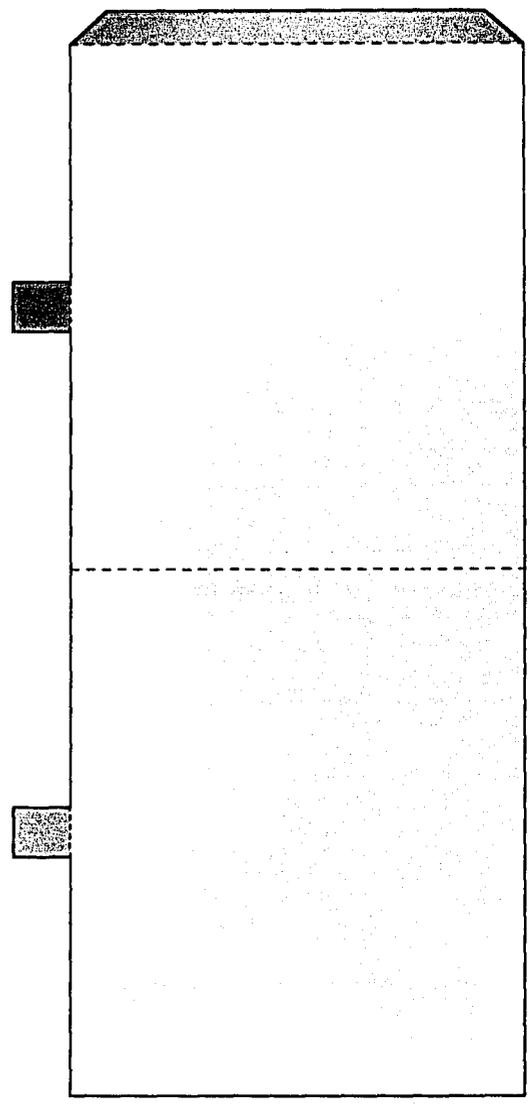
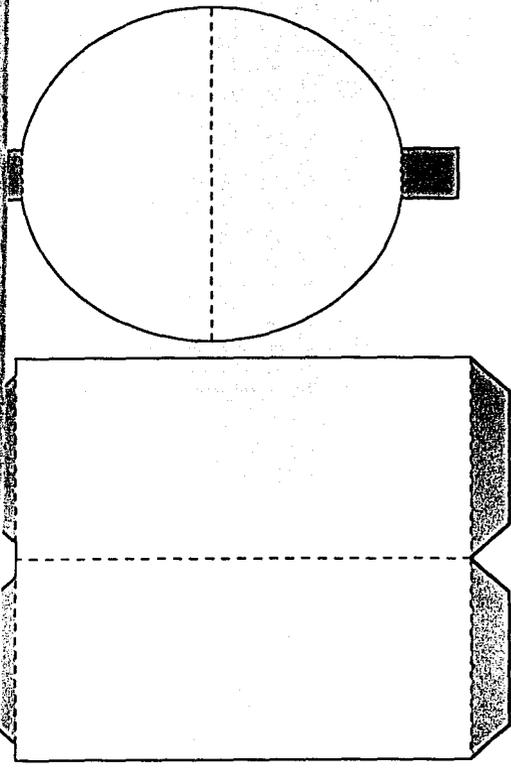
Cubos Compuestos



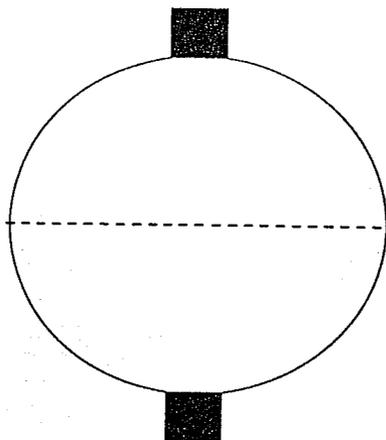
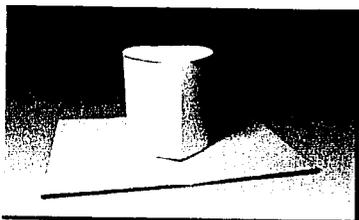
Soporte para Cubos Compuestos



Cilindro

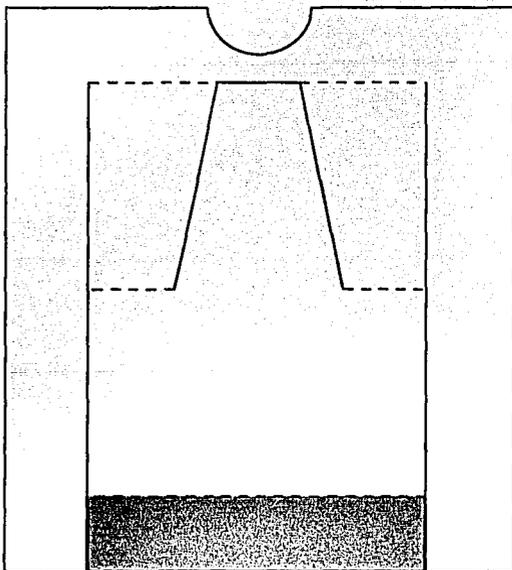
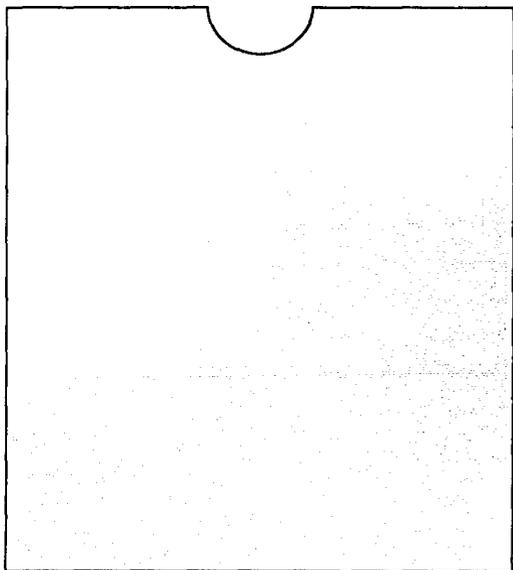
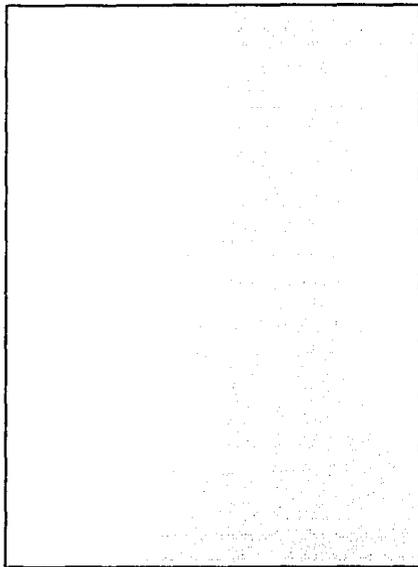
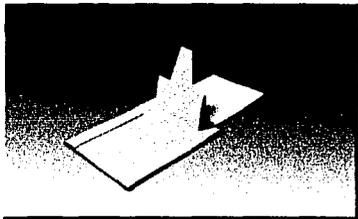


Soporte para Cilindro

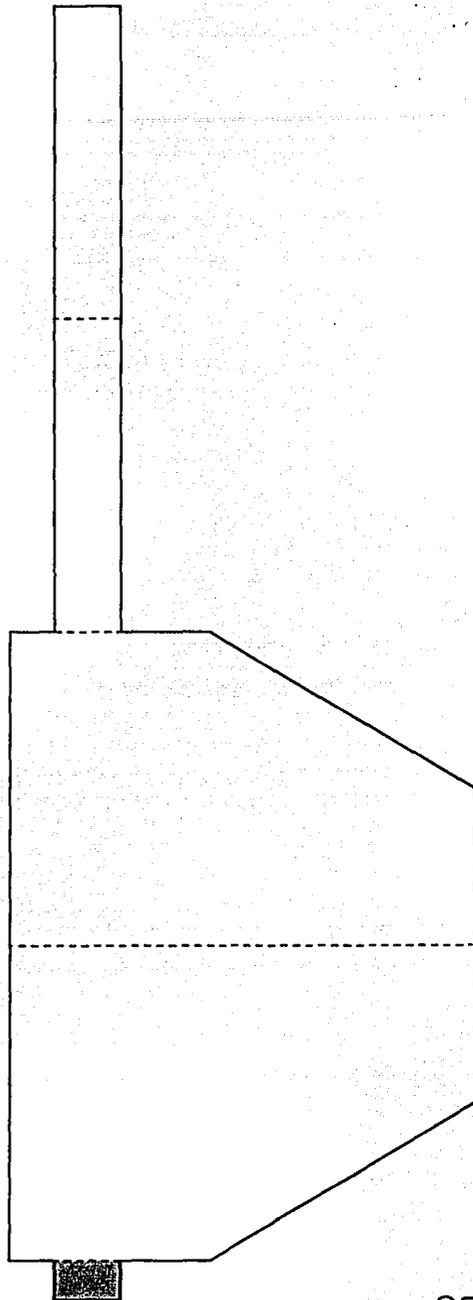
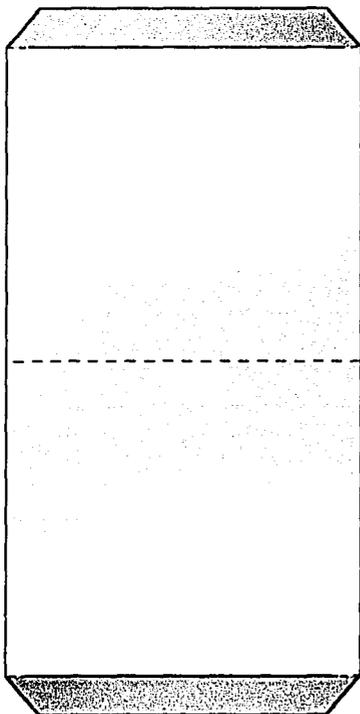
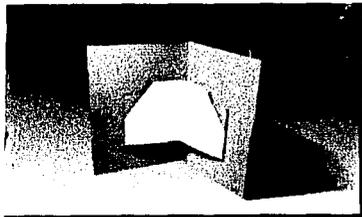
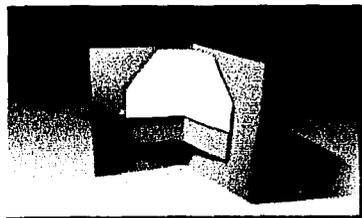


Mecanismos de Acción

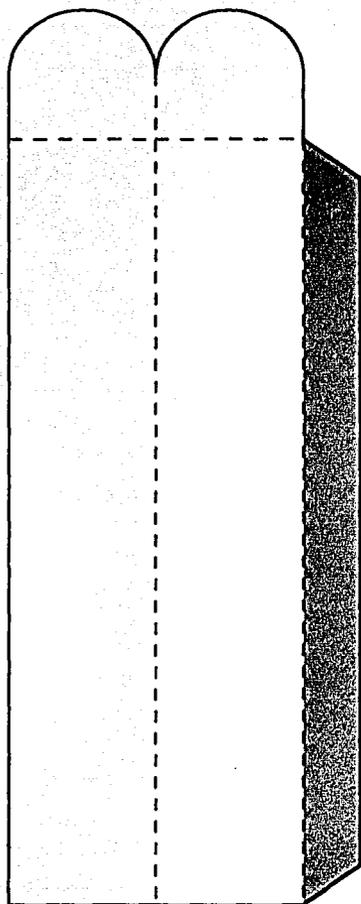
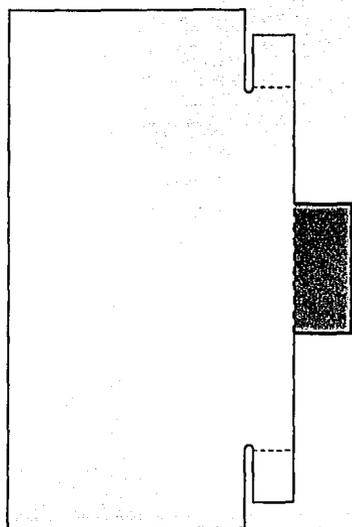
Relieve Vertical de un Plano al Accionar una Lengüeta



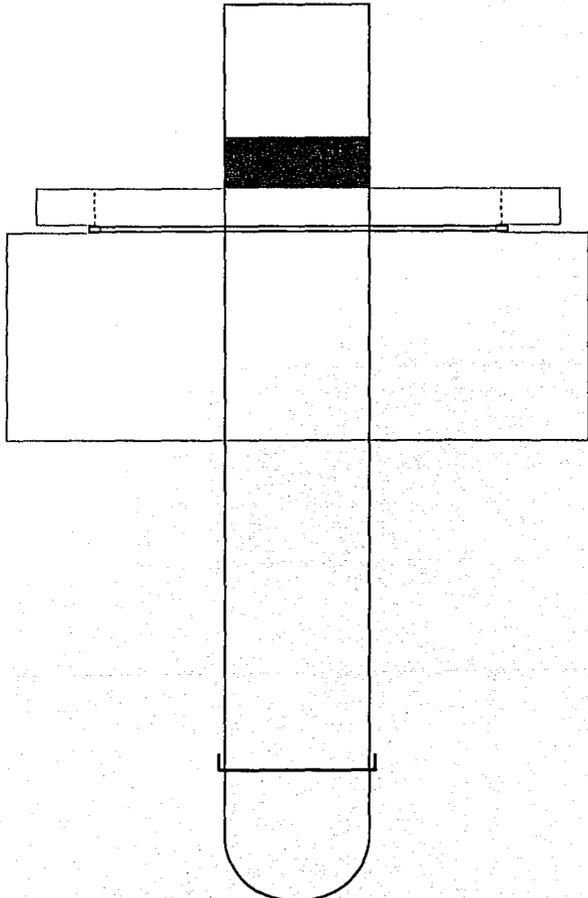
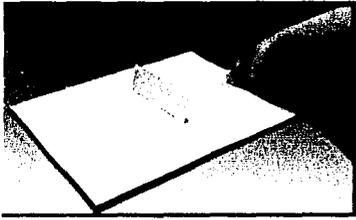
levantamiento Vertical a 90 grados con capa



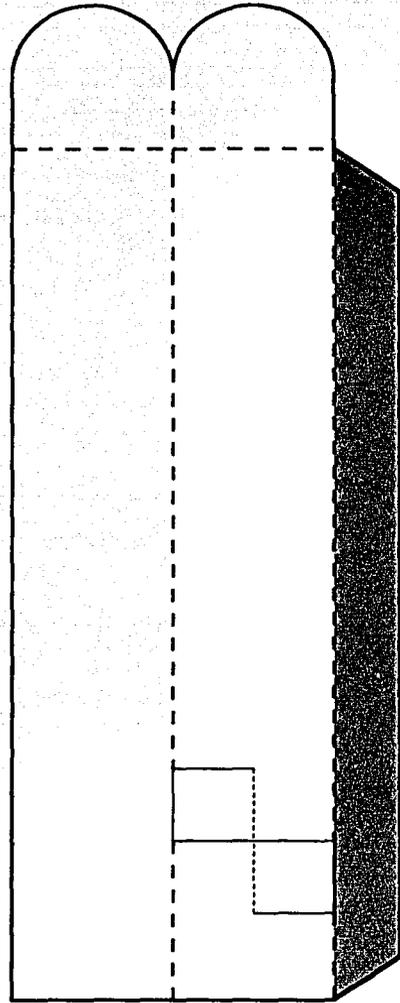
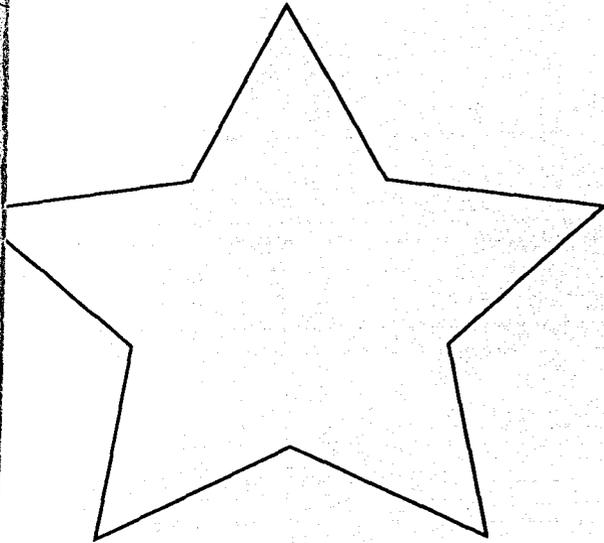
Giro de un Plano por Acción de Palanca



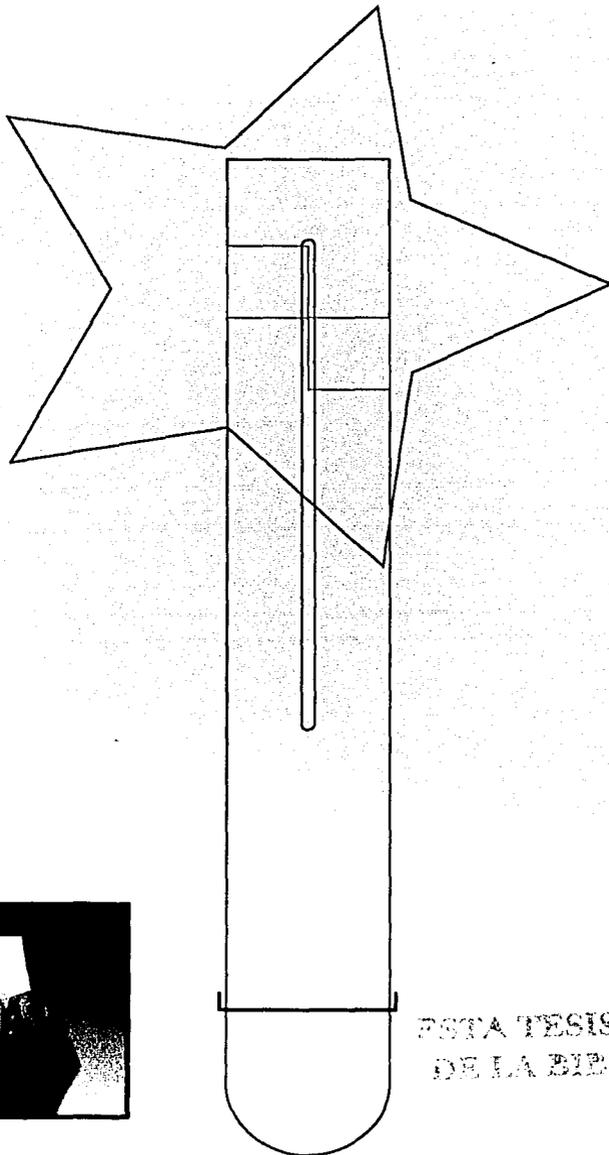
Soporte para Giro por Acción de Palanca



Deslizamiento de un Elemento

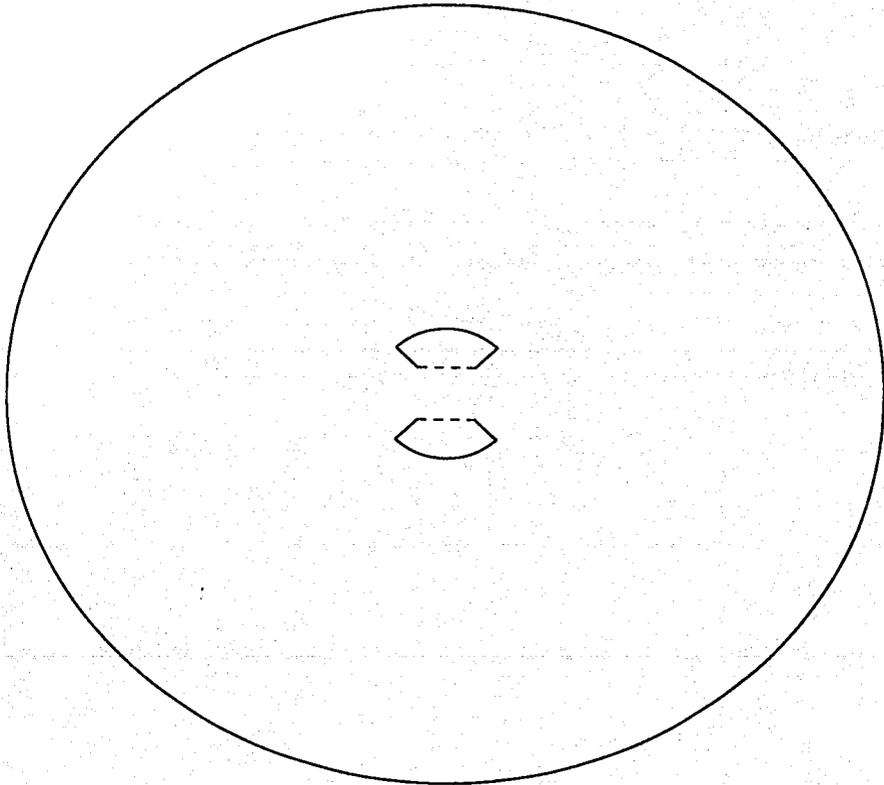
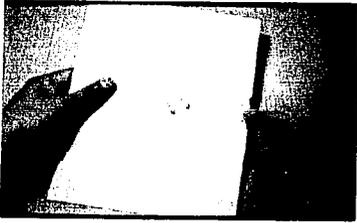


Soporte para Deslizamiento de un Elemento

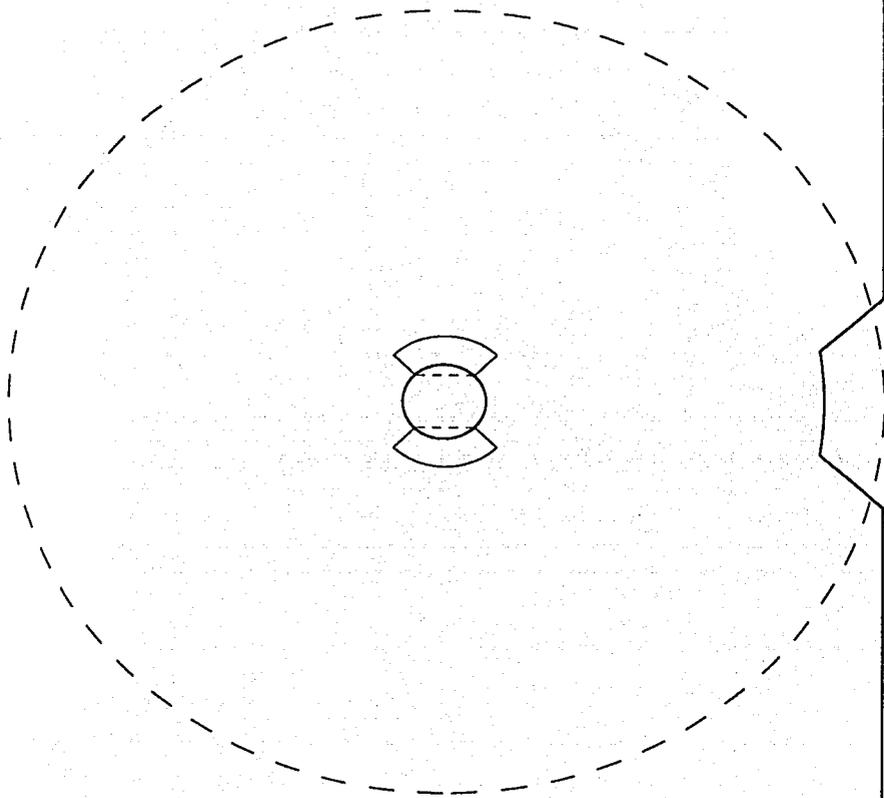


ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

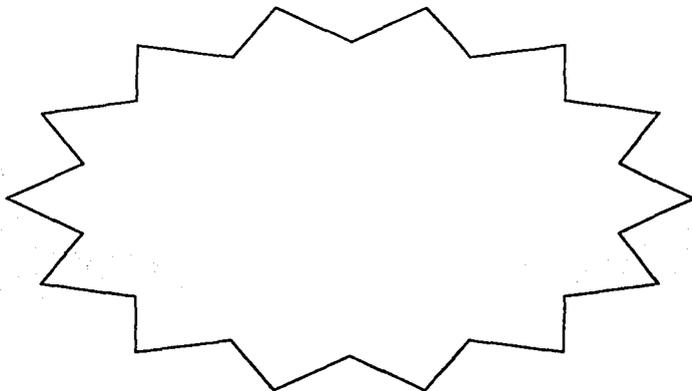
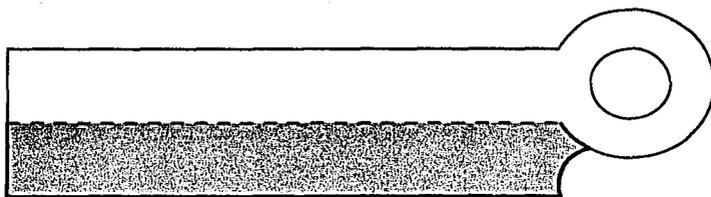
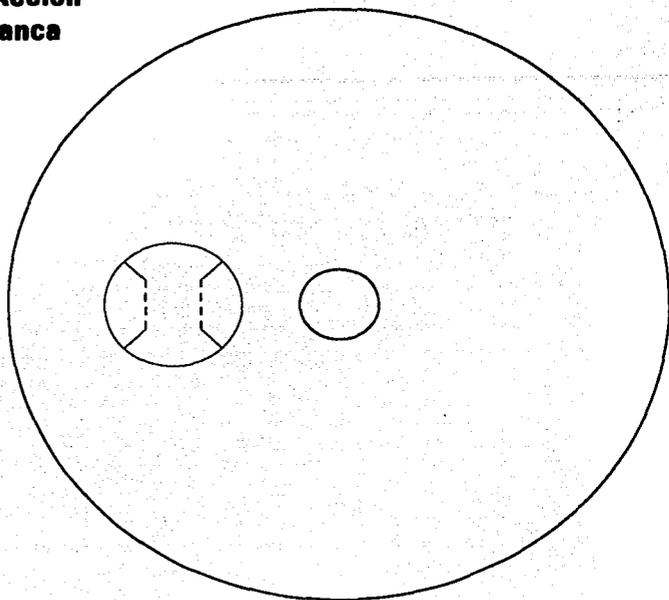
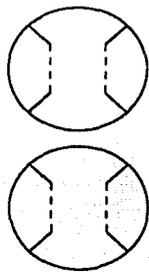
Disco Giratorio



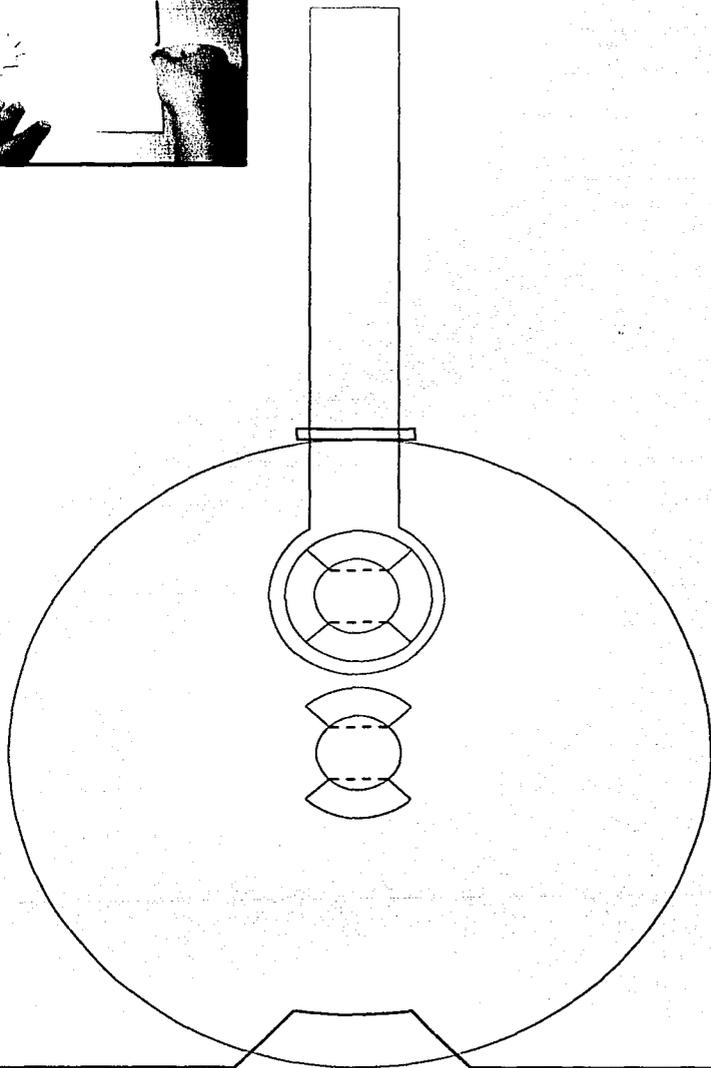
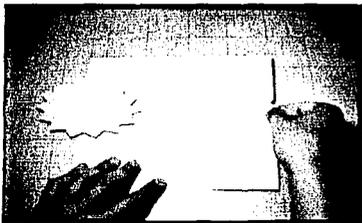
soporte para Disco Giratorio



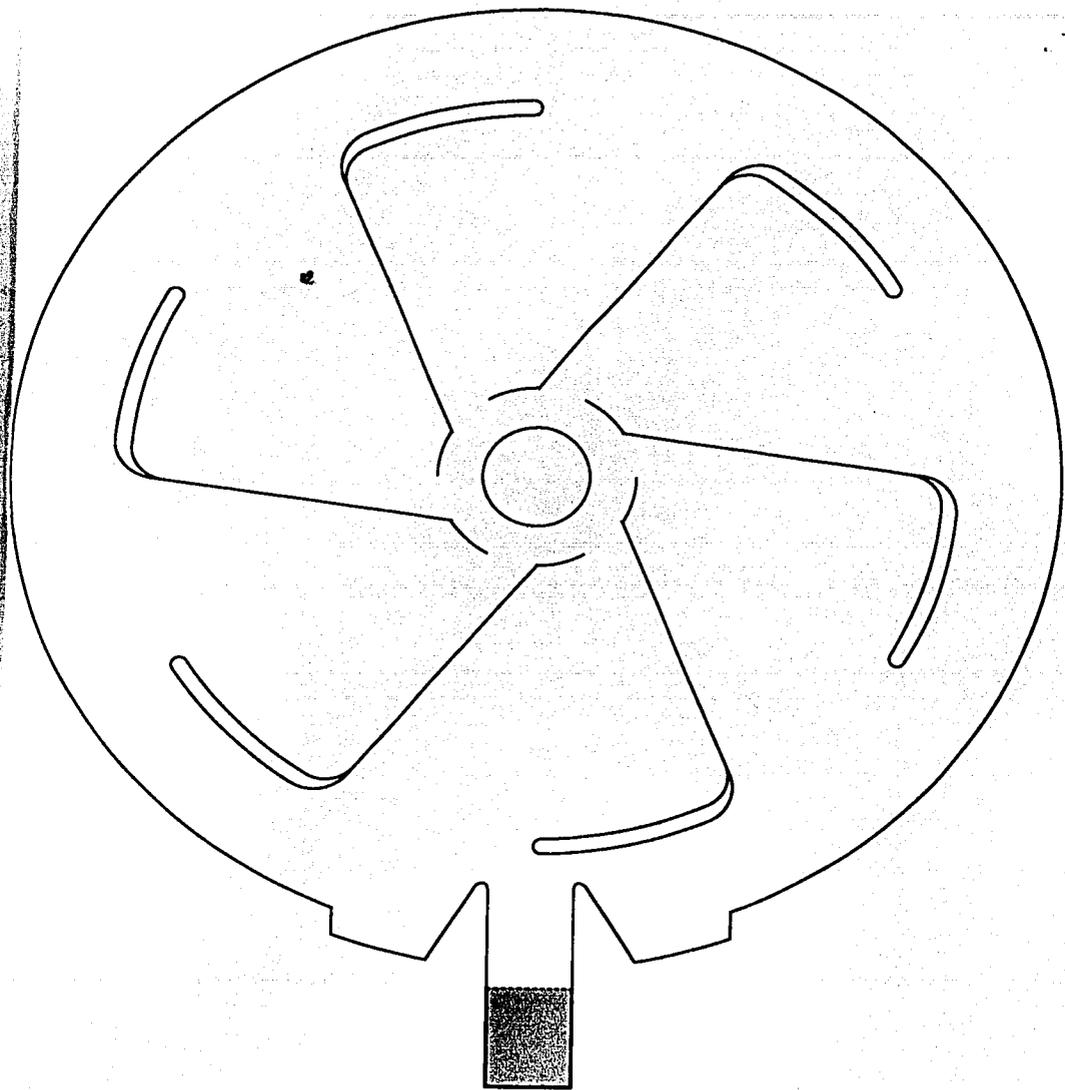
**Movimiento de un Plano por Acción
de un Disco Giratorio con Palanca**



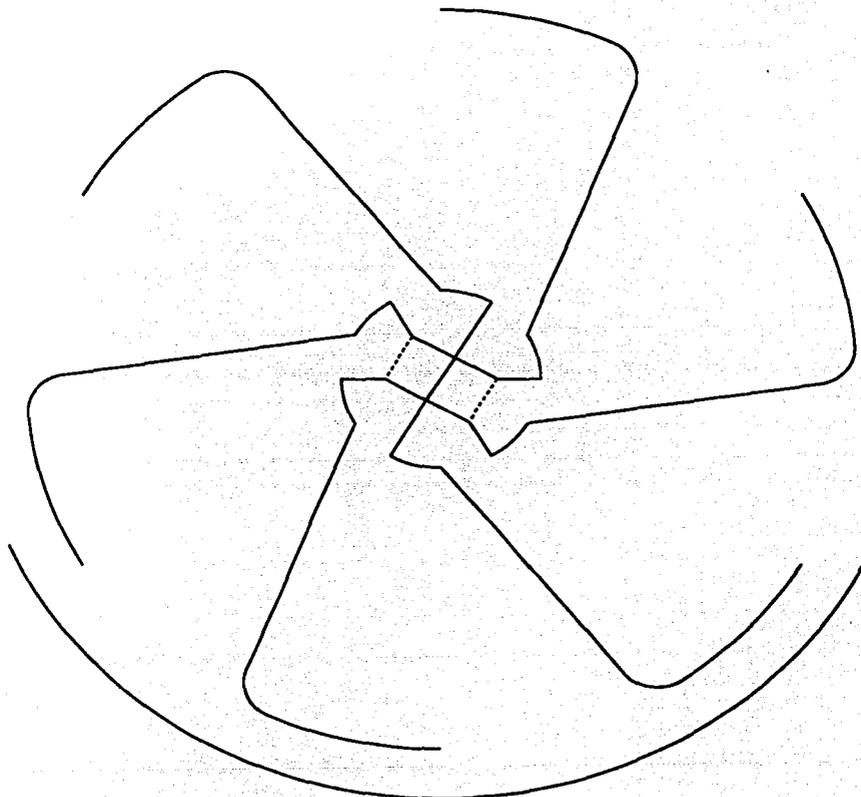
Apoyante para Movimiento de un Plano por Acción de un Disco Giratorio con Palanca

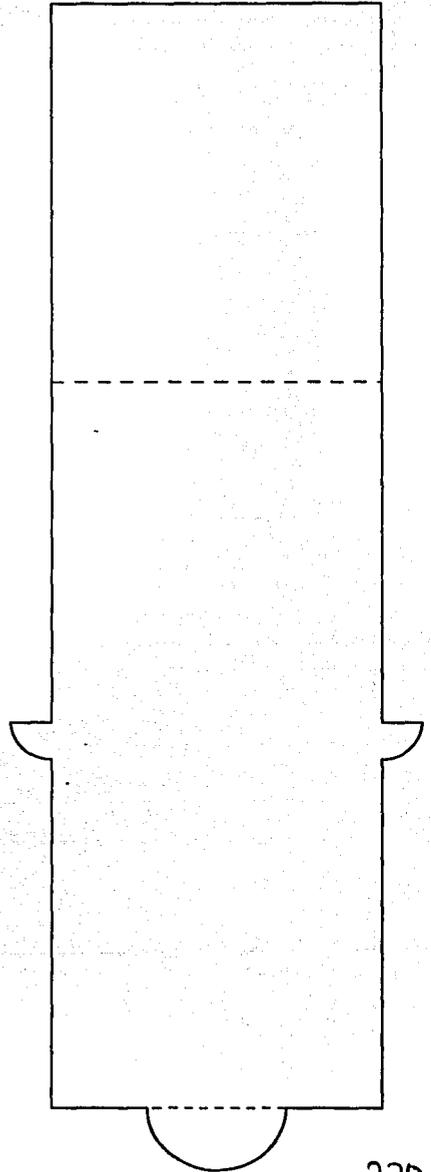
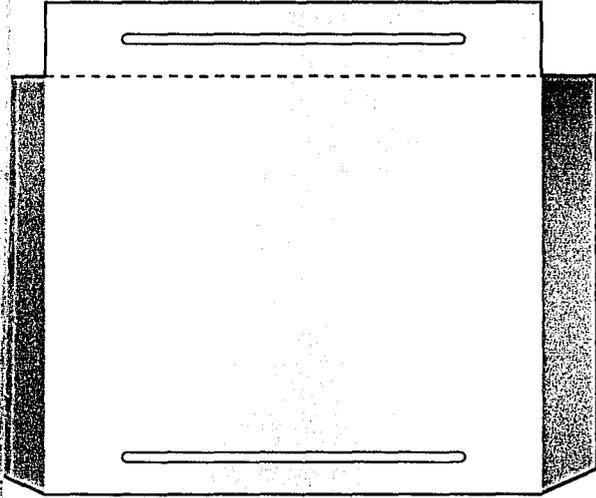


Disco Giratorio Oculto



oporte para Disco Giratorio Oculto





Apoyante para Ventana Falsa

