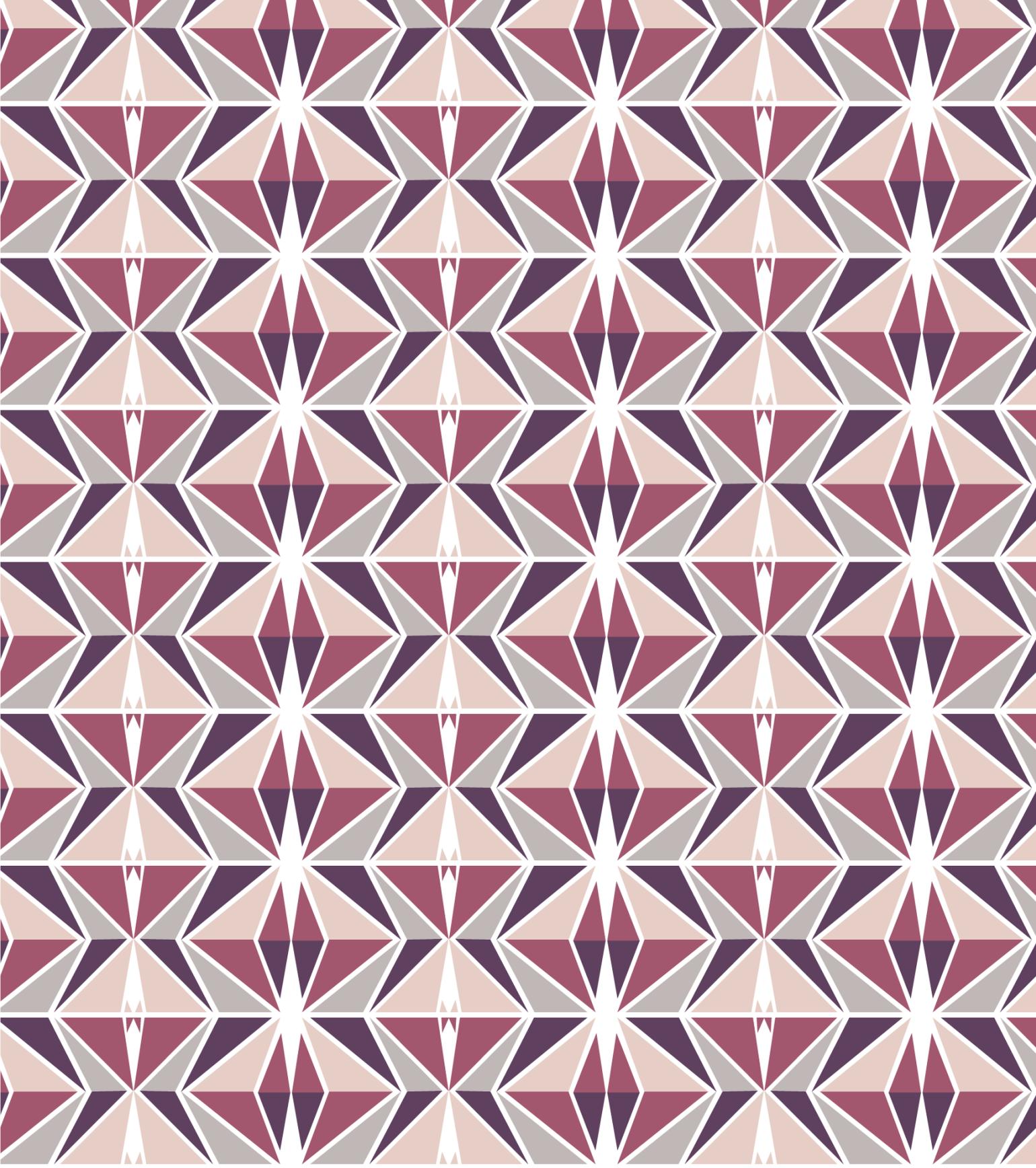


Los pliegos de la Belleza
shīto



Diploma de Especialización en Proyecto de Mobiliario, FADU, UdelaR

Los Pliegos de la Belleza. Shito

Unidad Curricular:

Tesina

Memoria Crítica del Proyecto

Docentes responsables:

Dr. Arq Aníbal Parodi Rebella

Dr. Arq. Carlos Pantaleon

Mag. Arq. Roberto Langwagen

Autor:

Arq. Daniela Pellegrino

2024



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Los pliegos de la Belleza
shīto

Resumen del contenido

El arte del origami originario de Japón, combina precisión, creatividad y belleza. Friedrich Fröbel, el fundador de los jardines de infancia, reconoció el valor educativo del origami. El arte fue adoptado no solo en los primeros jardines de infancia japonesa, sino también en la Bauhaus. Sus aplicaciones van desde la educación hasta el diseño de muebles.

El patrón Kresling, una figura de origami versátil encuentra aplicaciones en el diseño de productos, muebles e ingeniería.

Desarrollo del proyecto de mobiliario *Shito* inspirado en el patrón Kresling, en donde se exploran cualidades relevantes, principalmente la hipótesis que plantea un diseño de origami adaptado y construido con materiales resistentes capaces de brindar funcionalidad a la pieza diseñada.

Se finaliza con la reflexión del proceso de construcción del prototipo funcional escala 1.1. Llevado a cabo en el módulo Proyecto, del DEPM, FADU.

Palabras claves

Origami, pliegos, educación, diseño, mobiliario, tecnología, kresling, naturaleza, forma.

Índice

Introducción	8
1. Orikata	10
1.1. El origen	10
Orikata 1.1. El origen.	12
2. Oru	14
2.1. Origami educativo	14
2.2. Línea del Tiempo	22
3. Origami de diseño	24
3.1. Del plano a piezas tridimensionales	24
3.2. Inventario/ clasificación	26
3.3. Mobiliario plegado	28
Referentes	32
4. Kresling	34
4.1. Pandeo espontáneo bajo carga de torsión	34
4.2. Estructura plegable.	36
4.3. Ejemplos de aplicación.	38
4.4. El cálculo del patrón aplicado.	40
5. Shito	42
5.1 De la lámpara al taburete	42
5.2 Proceso del diseño	46
5.3 Ensayos técnicos.	54
5.3.1 Proceso de construcción maquet 1.1	55
Correcciones en el diseño inicial.	58
5.4 Prototipo funcional 1.1	60
5.5 Conclusión	70
5.6 Proyecto ejecutivo.	72
6. Anexo	82
6.1 Alternativa	82
6.2 Shito en Pako Pako	86
Bibliografía	94



Introducción

El título “Los pliegos de la belleza, shito” articula dos conceptos claves manejados en este trabajo: los pliegos del origami aplicados a una pieza de mobiliario y la belleza de las formas resultantes.

Cada pliegue realizado sobre una superficie revela las marcas que nos llevan hacia una forma definida. Los artistas de tiempos pasados comprendían que la materia por sí sola era informe y que la belleza surgía cuando en ella se plasmaba una idea, una forma.

8

Según Luigi Pareyson en 1954, el artista estudia la materia y explora con ella para poder revelar las posibilidades adaptadas a cada intención. Profundiza en la materia para que ella misma sugiera posibilidades.

“Y así, esta exploración de la materia y este trabajo con ella nos lleva a descubrir su secreta belleza”¹

El arte del origami aplicado al diseño de mobiliario nos brinda una serie de pliegues que nos invitan a explorar un universo de formas posible. Las figuras de origami se convierten en el fin, en el objeto del discurso estético.

Shīto del japonés, se traduce pliegue. La elección del nombre resuena con la idea de transformación y creación de nuevas formas.

Cada pliegue de este proyecto nos guía hacia geometrías precisas. Las variantes en la materia revelan triángulos facetados que, al unirse, generan formas que proyectan sombras sobre su propia superficie. Este juego de claroscuros revela una volumetría modelada a partir de una materia totalmente plana.

1 Historia de la belleza, Umberto Eco, 2002. Pág. 405.



Ocho



Mecho

“Las mariposas en el sueño de Rosei podrían ser orisue”
Ihara Saikaku (1680)

1. Orikata

1.1. El origen

El origen y el desarrollo del origami, no está del todo claro. Se puede considerar que el plegado del papel, surgió en China alrededor del año 105 d.C. al mismo tiempo de la invención del papel. Otras versiones indican que el origami se desarrolló en Japón, en el período Heian (“Edad de oro” 794 d.C.), pero tampoco se conocen pruebas consistentes.

La primera referencia clara al origami es un breve poema de Ihara Saikaku (poeta y novelista japonés 1642-1693, Osaka Japón) en 1680, “*Rosei-ga yume-no cho-wa orisue*”, <las mariposas en el sueño de Rosei podrían ser orisue>, refiriéndose a un popular modelo de origami, los cuales representan mariposas masculinas y femeninas bajo orisue (Orisue del japonés: Plegable), Formaban parte de diversas ceremonias, una de ellas solían ser las bodas, los llamados Ocho Mecho o Noshi, sobre el que se escribía los buenos deseos.

El papel llega a Japón en el siglo VI como un artículo de lujo. En sus inicios, el doblado del papel estaba reservado para rituales religiosos y ceremoniales en el Japón antiguo. Ocho Mecho es un ejemplo de este origami ceremonial. Con el tiempo, el origami comenzó a popularizarse, surgiendo así el origami recreativo.

Uno de los primeros libros de diseños de origami data del año 1797 en Kioto, Japón, “*Senbazuru Orikata*” (Como doblar 1000 grullas de papel). En la publicación se dibujan diferentes personajes en escenas de ocio y explica 49 métodos para doblar grullas de papel, acompañados de un poema escrito por



1. Publicación “*Senbazuru Orikata*” 1797. Página 21,22. Mujeres practicando grullas en papel.

el autor. Este libro, supone un avance significativo en la creación de los códigos gráficos, mediante el dibujo del patrón.

El modelado figurativo en papel se pudo haber desarrollado en forma paralela e independiente en varios lugares al mismo tiempo. Una de las razones podría ser el fácil acceso al papel en ciertos lugares. Gracias a este desarrollo, sur-

gieron dos áreas culturales que reunían las tendencias en cuanto a técnicas, una entre Francia y Alemania y otra entre China y Japón. En el museo Nacional de Alemania y en el Museo de Arte Tradicional Sajón hay piezas plegadas de caballos y jinetes realizados en papel, con fechas que oscilan entre 1810 y 1820.

De igual forma que en oriente, hay datos muy escasos del origen preciso del plegado del papel en Europa. Según algunos datos históricos, se establece que el plegado del papel se desarrolló de manera uniforme en toda Europa, las ideas atravesaban las fronteras con facilidad. Particularmente en Alemania, la primera evidencia que se tiene del plegado, es en las servilletas de mesa, y no precisamente papel, sino tela, con ellas creaban decoraciones de mesa en forma de animales, pájaros, barcos de vela y otros modelos.

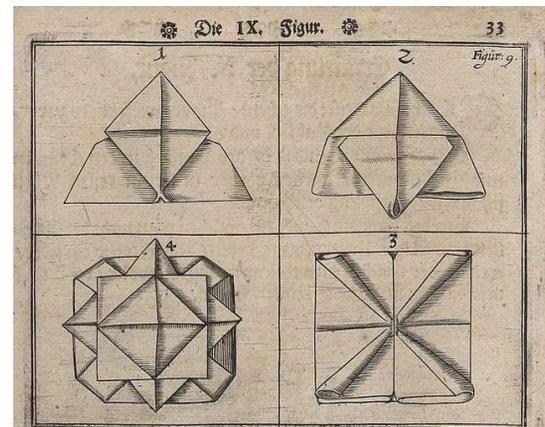
En 1657, Munich, Phillip Harsdorfer amplió un libro de origen italiano, en donde se detallan a través de ilustraciones, los distintos modelos de servilletas y decoraciones para las mesas de banquetes.

En Japón se comienza a utilizar el térmi-

no **Origami** en el período Heian (794 a 1185), que deriva de dos palabras japonesas, **oru**, doblar y **Kami**, papel. Y da como resultado el término **Orikata**.

En Europa, la palabra **Origami** no se utilizó hasta los años 1950. En alemán, se llamaba “papierfalten”, y en inglés, “paper fold”. En español, “pajarita” no solo se refiere al pájaro de origami, sino también al origami en general.

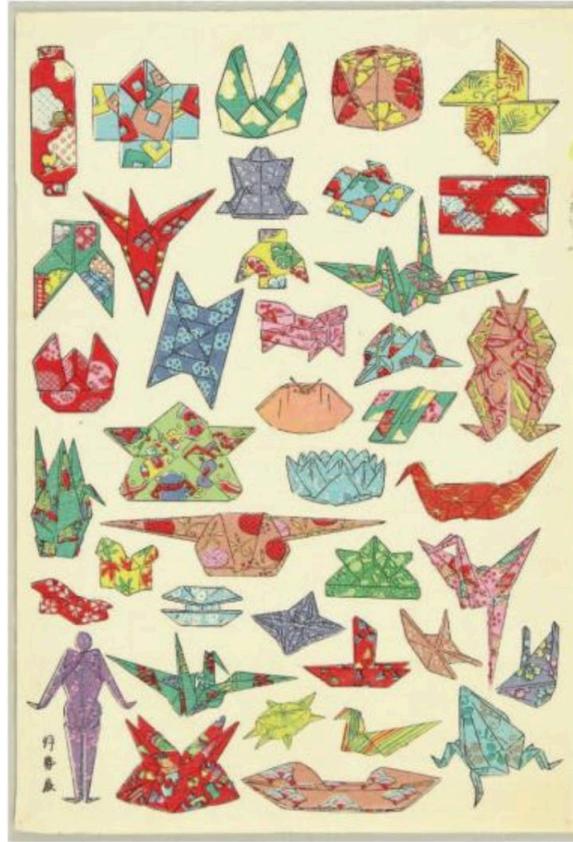
El origami tradicional surgió y se desarrolló en el contexto del intercambio cultural entre Oriente y Occidente. Aunque no es originario exclusivamente de Japón, representa un híbrido intrínseco entre la tradición japonesa y la influencia europea. A lo largo del siglo XIX y principios del XX, esta forma de arte se propagó desde Europa hasta Japón, América y China.



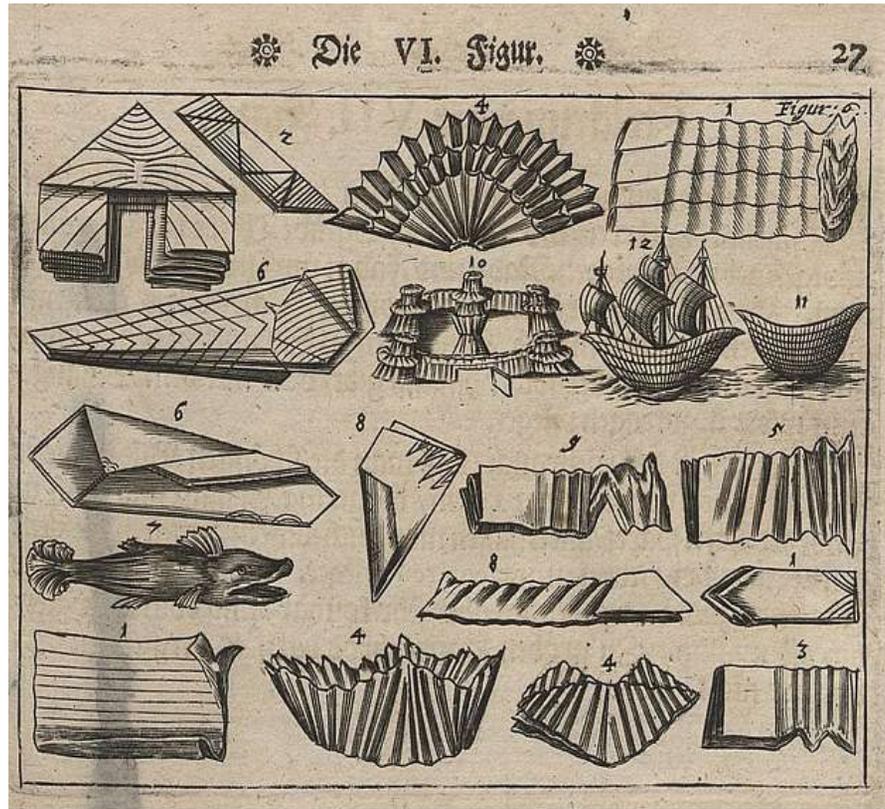
2-Servilleta plegada. Página 33, lam IX. Trincir-Buch, Harsdorffer, 1652.



3. Mujer sosteniendo una grulla de papel, pintado sobre madera, data de la época Edo (1790 y 1750) autor: Torii Kiyotada. Las grullas de papel ya era bastante conocida y común en Japón a principios del siglo XVIII. Inclusive los kimonos estaban decorados con las clásicas grullas de origami.



4. Origami paper Folding. 1890-1910 auto desconocido.
Era Meiji (periodo entre 1868 y 1912 salto de Japón al Mundo Moderno)
Se trata de una impresión monozukushi-e es un tipo de impresión omocha-e que muestra una variedad de imágenes de una categoría particular de objetos, por ejemplo, hojas o peces, o, en este caso, papeles plegables.



elle: Deutsche Fotothek

5. Página 27, lam VI. Trincir-Buch, Harsdorffer, 1652
 La obsesión por el ornamento se fue tornando más y más barroco, la mesa se lleno de panios plegados, adquiriendo relieves y adoptando las formas más caprichosas. Según Joan Sallas, la técnica nació y se desarrolló en la Florencia de los Medici, donde las telas y el manejo de ellas estaban a la vanguardia.

2. Oru

2.1. Origami educativo



6-“The Merrymakers” Carolus Duran. París, 1870. Conocida como “pajarita” en España, “cocotte” en Francia y “dragón” en Alemania.

“El jugar, el juego, constituye el más alto grado de desenvolvimiento del niño durante esta época; porque el juego es manifestación espontánea de lo interno, inmediatamente provocada por una necesidad del interior mismo. El juego es el más puro y espiritual producto de esta fase de crecimiento humano...”¹

1 La educación del hombre, pp. 56-57 F. Fröbel, 1913. Cita de “F. Fröbel.” M. Soëtard. Padres y Maestros. N°350 p 48.

El origami aplicado en los diferentes programas educativos se convierte en una herramienta didáctica para el alumnado, permite trabajar diferentes contenidos, como las habilidades motoras, la creatividad, la percepción espacial, composición, entre otros.

A continuación se desarrollan tres ejemplos que aplican el arte de la papiroflexia en sus programas pedagógicos:

1. El plegado de papel frobeliano y el jardín de infancia.
2. Primer jardín de infancia japonés.
3. Escuela Bauhaus.

1. El plegado de papel frobeliano y el jardín de infancia.

A mediados del siglo XIX, Friedrich Fröbel (1782-1852), educador alemán, desarrolló y fundó el sistema educativo preescolar, conocido como el jardín de infantes, en Alemania en 1837, la primer guardería del mundo.

La teoría del juego es el núcleo de la enseñanza fröbeliana. Mediante el juego, los niños practican una actividad, la cual los hace tomar conciencia del mun-

do. Su sistema educativo ayudó a difundir el plegado de papel y sus beneficios educativos. Los ejercicios se vinculan al desarrollo y aprendizaje de conocimientos en matemática, geometría e incentivar las habilidades creativas y espaciales.

Las teorías sobre el juego y el aprendizaje fueron una revolución para la enseñanza artística. Ideas principales del programa pedagógico de Fröbel se basan en objetos didácticos que promovían la formación sensorial, formación del sentido, la proporción motora, y el desarrollo de la personalidad. Se estructuraban en “dones” y “ocupaciones”. La 7ª ocupación, “el plegado”, enseña conocimientos geométricos, matemáticos y espaciales. Durante el proceso del plegado, el niño ejercita la mano



7-Álbum Paper folding Kindergarten. Teoría de F. Fröbel. Autor: Fannie E Kacline, 1890 en la colección del MOMA, Nueva York.

mientras las explicaciones geométricas desarrollan la inteligencia y la creación de nuevas formas. Se asocian con él tres tipos básicos de pliegues: *Los Pliegues de la Vida* (pliegues básicos que introdujeron a los niños el plegado del papel), *los pliegues de la Verdad* (enseñan principios básicos de geometría) y *los pliegues de la Belleza* (pliegues más avanzados basados en cuadrados, hexágonos y octágonos).



8- Álbum Frobeliano con modelos para la séptima ocupación “el plegado”. Bordes Caballero, *la infancia de las vanguardias* p 106.

“El niño es naturalmente imitador e inventor; se divierte cuando descubre algo nuevo; esta diversión fija su atención, activa su inteligencia, sus sentidos y sus miembros...”²

A finales del s. XIX, los conocidos Bordes Caballero, Juan (2007) la infancia de las vanguardias. Ed. Cátedra. Madrid. p 107. Extraído de: De souza S. Pablo M. “El pliegue en la arquitectura”. p 55

mientos occidentales se fusionaron con los orientales, la causa principal fue el traslado del programa de Fröbel en el año 1880, siendo adoptado en las escuelas japonesas por la utilidad en la enseñanza de figuras geométricas y la capacidad de potenciar los conceptos espaciales y la curiosidad científica.

Las teorías de F. Fröbel sobre el juego y el aprendizaje mediante la enseñanza artística, con su aplicación a una serie de objetos y ejercicios creativos, fueron un precedente para los movimientos artísticos del S. XX.



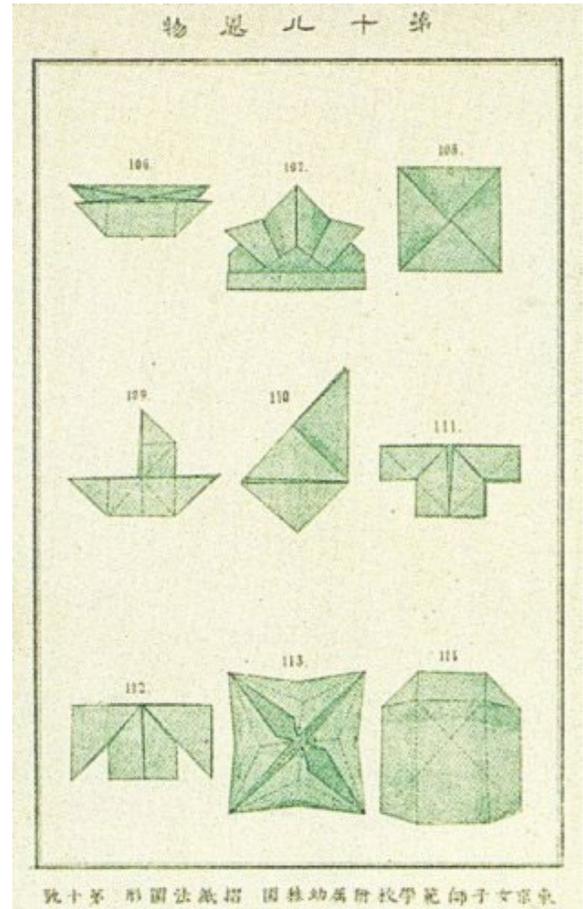
9- Niños trabajando con papel. En los estantes se ven modelos de papel terminados y en el pizarrón el diseño del objeto que realizan. Foto del libro de Edna Anne Rich *Paper Sloyd*, 1905.

2- Primer jardín de infancia japonés

A partir de 1868, en Japón, comienza el período Meiji. Durante esta era, el país comienza con su modernización y occidentalización con la apertura al exterior. Este período cambia drásticamente el rumbo de un país que vivió siglos aislado del mundo exterior.

El gobierno japonés se interesó en la educación preescolar al estilo occidental. Alrededor de 1871 se traducen varios manuales de jardines de infancia, entre ellos se encontraban dos libros frobelianos “Una guía práctica para el jardín de infancia inglés” de Joh y Bertha Ronge, publicado en 1855 y “El jardín de infancia” de Hermann Goldammer de 1869.

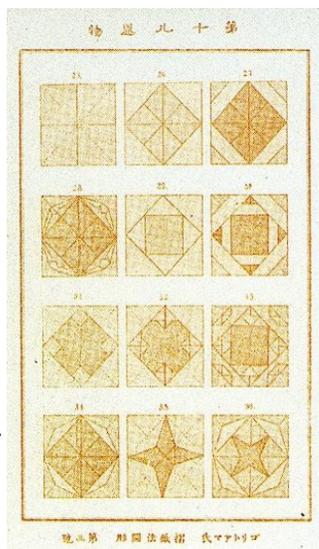
En el año 1876, patrocinado por el Estado, se inaugura el primer jardín de infancia público. La directora del jardín, Clara Zitelmann Matsuno, recibió formación en el instituto Froebel de Alemania, en su viaje de estudio a Europa. Clara imparte en el jardín una gran fidelidad al uso de los “dones” y “ocupaciones” originales de Fröbel, sobre todo tres de las ocupaciones relacionadas al plegado del papel, 'el plegado', 'el trenzado' y 'recorte y montaje'. En consecuencia la tradición de Europa occidental comienza a ser conocida en Japón.



10- Formas de vida de “Yochien Ombutsu No Yu”. La caja, la casa, la cruz, el par de botas, cocotte, la chaqueta, los pantalones, el loto y el barco. Página de Yochien Ombutsu No Yu.

Una de las evidencias del uso del plegado de papel dentro de la currícula de los jardines de infancia, proviene de la publicación de Yochien Ombutsu No Zu, 'Ilustraciones de regalos para el jardín

de infancia' de 1878. El libro incluye algunos de los pliegues *Los Pliegues de la Vida*, a los cuales, habría llamado 'Formas de vida', algunos de los pliegues fueron re-interpretados a la cultura japonesa, pero siendo coherente con el principio frobeliano, en donde indica que las ocupaciones deben usarse creativamente. También en esta publicación hay varias páginas destinadas a los pliegues de la Belleza, formas de la belleza, ilustraciones re diseñadas de la edición de 1874 de El jardín de Hermann Guldammer.

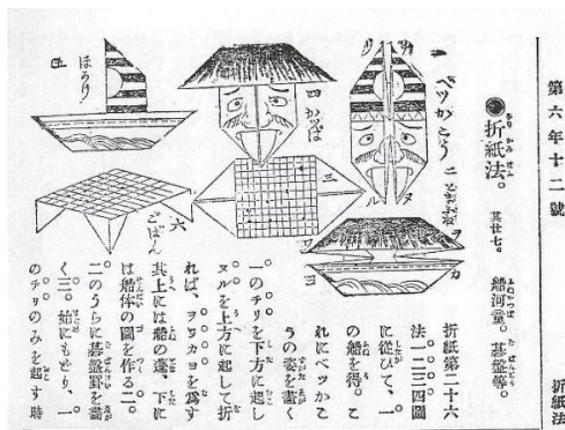


11- Formas de belleza. Yochien Ombutsu No Yu.

A pesar de los deseos en impartir el conocimiento de los pliegues de estilo europeo o los inventados en Japón, en los programas educativos. El plegado de papel no era necesariamente importante y algunas oportunidades no se tenían los recursos suficientes para llevar a cabo estas prácticas con los niños. Esto provoca

que este conocimiento se extienda lento y paulatinamente por todo Japón.

A partir de 1893, se comienza a publicar varias revistas infantiles, proporcionando variedad de diseños de origamis. Una de las más conocidas es "Shokokumin". Entre 1893 y 1896, se publicaron varios artículos que explican formas sencillas de doblar papel, bajo el título "Método Origami". En la mayoría de artículos, la gran variedad de modelos, tradicionales y nuevos, fueron aportados por lectores, lo que demuestra que el plegado de origami estaba muy extendido en esa época.



12- Secuencia de imágenes. Edición 12 del año 1894 de "Shokokumin".

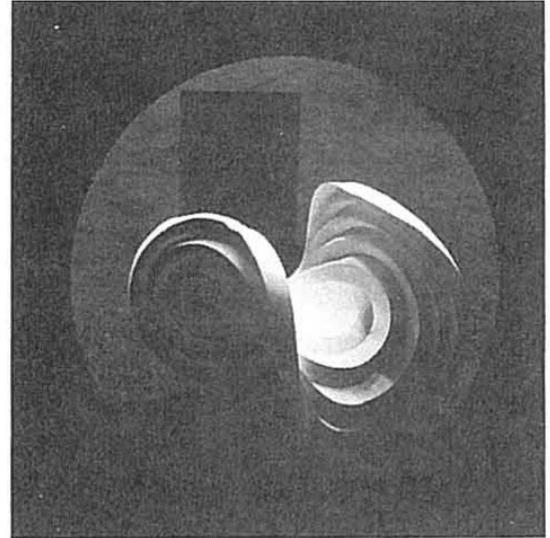
3- Escuela Bauhaus.

Otro de los programas educativos orientados al uso del papel y exploración con formas reminiscentes a patrones de origami, fueron los cursos preparatorios Vorkurse en la Escuela de Bauhaus. Un programa innovador para la época donde se impartieron metodologías didácticas comunes en las especialidades de diseño, arte y artesanía. Además permitió a los docentes explorar los nuevos caminos creativos de las vanguardias artísticas de principios del siglo XX.

Laszlo Moholy-Nagy y Josef Albers, quienes sustituyeron al diseñador Itten en la dirección de los cursos Vorkurse a partir de 1923, hicieron del papel uno de los materiales más importantes, debido a la escasez de materiales y financiación necesaria para experimentar con otras técnicas.

El plegado del papel, se orientó a otro uso, se dejó de lado la representatividad de objetos y animales, para explorar las características estructurales del pliegue, representando nuevos espacios y modelos arquitectónicos en base a formas complejas.

A partir de 1926 en adelante, Albers decide que el papel será el primer material con el que empezarían a traba-



a

Student in Albers's preliminary course: paper study, 1927–28. The shape results automatically; it is the result of back-and-forth folds in concentric circles. One special feature of this form is its mobility. The development of the curve form is of special pedagogic value, because it provides the student with unexpected revelations concerning the material and the construction principles.

19

13- Trabajos de alumnos de la Bauhaus. Modelo de papel del año 1927-28. La forma resulta de doblar a lo largo círculos concéntricos alternando valle y montaña.

jar; los alumnos debían aprender a ver, pensar y hacer.

La capacidad estructural del papel comienza al realizar pliegues sobre él, con esto se consigue una rigidez sufi-

ciente para que se sostenga. Al explorar con mayor profundidad las capacidades formales del pliegue en papel se consigue trabajar la percepción tanto para desarrollar el objetivo de su metodología docente, como para mostrar la discrepancia entre el hecho físico y el efecto psíquico a través de la formulación visual de las obras; “abrir los ojos” era uno de los objetivos en su metodología docente, para desarrollar la sensibilidad hacia la realidad física, para despertar y ser conscientes de lo que percibimos, mediante la cual generamos una interpretación de la realidad.

“Mediante la experiencia del plegado, se genera un ejercicio particular con el papel, igualmente a partir de una hoja cuadrada o rectangular se realizan varios pliegues de manera experimental buscando extraer la mayor capacidad estructural que puede ofrecer este material, y su adaptabilidad y capacidad de deformación y cambio.”³

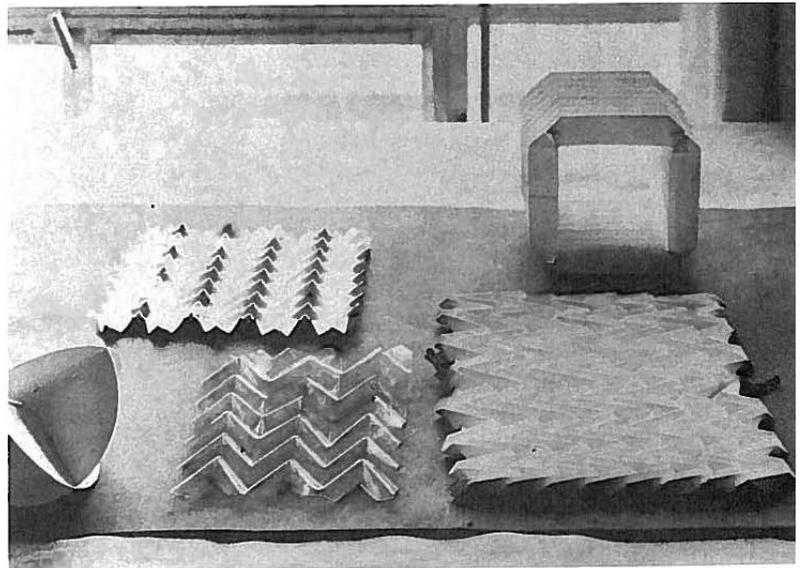
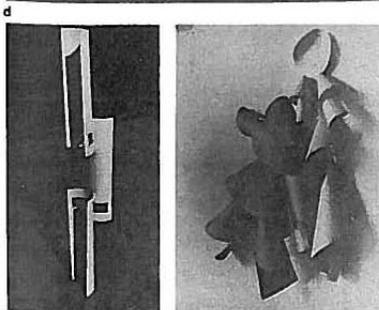
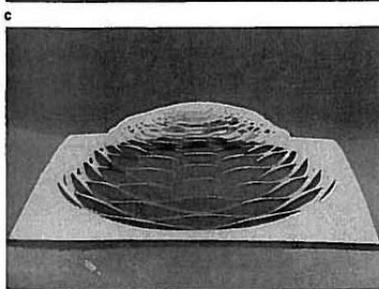
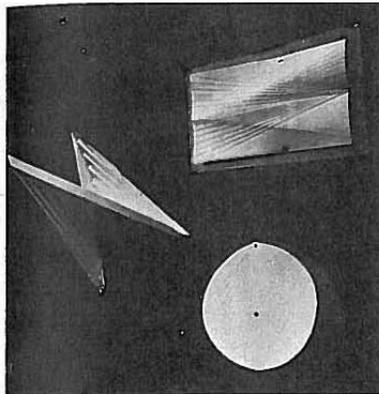
En los ejercicios propuestos en los cursos preliminares, se utilizó la técnica japonesa Kirigama, que involucra tanto el plegado como el corte del papel.

3 Cita: “Josef Albers. *La interacción de la Matière en el arte y en la arquitectura*, autor Elena Romero Sánchez, máster en proyectos 2014. Pág. 76.”

Visualizando la imagen 14.e, se traduce el siguiente fragmento de interés, destacando los distintos resultados de los ejercicios de exploración, que integran el papel como protagonista.

“*Estudios con papel y acetato. 1927/28. Varios ejercicios fundamentales de pliegues en zigzag. La contracción bidimensional es el resultado de tales pliegues en el caso de estructuras planas. Dos de estas estructuras están hechas de papel; la transparente en primer plano central está hecha de acetato. Los colores iridiscentes en las esquinas de la estructura de acetato indican áreas de tensión especialmente alta. El fuelle de la cámara (arriba a la derecha) es el resultado de pliegues en zigzag en una sola dirección. Las esquinas estaban tan redondeadas que solo se produjo una sola superposición; no se permitían los biseles porque, de lo contrario, no se lograrían las cualidades específicas del fuelle de una cámara, la luz y la impermeabilidad del aire. La tarea de construir un fuelle de cámara fue asignada por Albers a cada estudiante; el estudiante tuvo que resolverla de forma completamente independiente. No se dieron explicaciones técnicas*”.⁴

4 Traducción del punto e, imagen 14.



b Students in Albers's preliminary course: paper study, 1927–28. Foliate construction: a circular piece of paper was folded like a fan, from two opposite points of departure. This resulted in a shrinkage which altered the periphery (form) of the sheet.—Square sheet: here too the paper was folded fanlike from two opposite sides. The folds cross each other and result in a "snake" effect—one edge curves up, the other down.

c Wing form: automatic result of folding concentric squares.

c Students in Albers's preliminary course: paper study, 1927–28. The dome-shaped structure evolves from a flat sheet of paper by means of cuts which make extension into a dome shape possible.

d Students in Albers's preliminary course: paper studies, 1927–28. Both exercises took advantages of a given material quality: the paper was rolled and tended to

remain rolled. The columnar form (left) resulted from cuts. The conic forms (right) derive automatically from cutting two concentric circles out of rolled paper.

e Students in Albers's preliminary course: studies with paper and acetate, 1927–28. Various zigzag folds—fundamental exercises. Two-dimensional shrinkage is one result of such folds in the case of flat structure. Two of these structures are made of paper; the transparent one in center foreground is made of acetate. Iridescent colors in the corners of the acetate structure indicate areas of especially high tension. The camera bellows (upper right) is the result of zigzag folds in a single direction. The corners were so rounded off that only a single overlap resulted; bevels were not permitted because otherwise the specific qualities of a camera bellows, light and air impermeability, would not be achieved. The task of constructing a camera bellows was assigned by Albers to every student; the student had to solve it entirely independently. No technical explanations were given.

14- Trabajos de alumnos de la Bauhaus. Estudio de papel 1927-28.

2.2. Línea del Tiempo

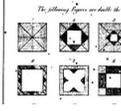
En los grabados del período Edo, surgen nuevos productos: faroles de papel plegado, cartas y cajas plegables, plegado en papel religioso.



Papel doblado recreativo "las mariposas en el sueño de Rosei podrían ser orisue" Las mariposas de papel dobladas y colocadas en las teteras Ocho y Mecho.



Mil grullas dobladas. Avance en la creación de los códigos gráficos, mediante el dibujo del patrón.



Final del Periodo Edo, dando paso a la modernización y apertura al exterior de Japón.

Japón (1603) Periodo Edo

Europa 1652 Servilletas plegadas

1680 Ihara Saikaku

1692 Onna Chohoki

1797 Sembazuru Orikata

1837 Friedrich Fröbel

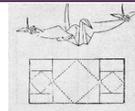
(1868) Período Meiji



Distintas publicaciones en donde se ilustran diseños de plegado sencillos y otros más complejos de manteles y servilletas, para las mesas de banquetes.



Detalle de una página del "Onna Chohoki" (Tesoro de las mujeres) autora Soda Sukiko, publicado en 1692. Conocimientos y modales necesarios para la vida cotidiana de las mujeres.



El plegado de papel frobeliano y el jardín de infancias.



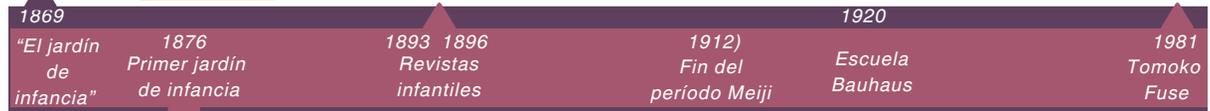
Publicación
"El jardín de
infancia" de
Hermann
Goldammer



Publicación de revistas
infantiles, proporcio-
nando variedad de
diseños de origamis,
con modelos, tradicio-
nales y nuevos.



Se considera la
mejor origamista del
mundo contemporá-
neo. El trabajo de
Tomoko se mueve
entre múltiples gé-
neros de origami.



Se ignagura el primer
jardín de infancia públi-
co. Clara Zitelmann
Matsuno, imparte en el
jardín el uso de los
"dones" y "ocupaciones"
originales de Fröbel

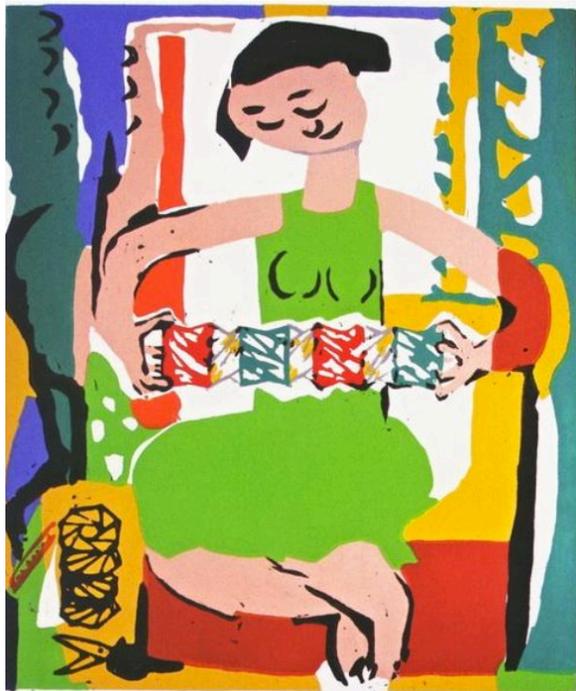


Cursos preparatorios
Vorkurse en la
Escuela de Bauhaus.
Laszlo Moholy-Nagy
y Josef Alvers.



3. Origami de diseño

3.1. Del plano a piezas tridimensionales



15- “Pako Pako Play” Woodcut Taro Toriumi, retrata a su esposa Tomoko Fuse con el juego pako pako.

“El origami es la forma más sencilla y elegante de entender el mundo. Las espirales de Tomoko Fuse trazan suavemente la estructura de nuestra galaxia, pliegue a pliegue. Convierte estos objetos complejos y, sin embargo, tan elementales en tus manos y observa el espacio recién formado. Todo lo que te rodea desaparecerá todo lo que queda es agudeza de la mente.”¹

1 Tomoko Fuse “Spiral origami, art, design” pág. 150.

El juego de “Pako Pako”, diseñado por Tomoko Fuse, se basa en un juego a través de pliego de un cilindro. Se sostiene en ambos extremos y se gira. El movimiento y fricción del papel, produce un sonido algo parecido como pako pako. Cada fila de los paralelogramos tienen un color diferente, haciendo que se vea aun mas emocionante el movimiento de giro y compresión.

Tomoko Fuse, de origen japonés, es la mejor origamista del mundo, su trabajo se enmarca en el contexto contemporáneo del siglo XX. El trabajo de Tomoko se mueve entre múltiples géneros de origami. Utiliza combinaciones agradables en la secuencia del plegado y formas consideradas hermosas, establece un estándar para el origami modular en los próximos años.

En el trabajo actual, explora formas dobladas de una sola hoja, pero utilizando formas plisadas en el campo de las teselaciones (patrón repetitivo de figuras geométricas, por ejemplo polígonos que recubren completamente una superficie) de origami. Teniendo sus raíces en el arte japonés de maestros como Fujimoto y Momotani, como en las obras exploradas en la Bauhaus en la década de 1920.

Al igual que el arte, el origami puede ser figurativo o abstracto. Gran parte del trabajo en figuras de origami, tienden hacia las formas figurativas, flores, pájaros, etc. En cambio, las obras de Tomoko Fuse son casi todas abstractas.

¿Que sucede cuando llevamos la técnica y los diferentes patrones del origami a elementos tridimensionales?, Según Tomoko Fuse, las restricciones comienzan en el mismo momento que se hace el primer pliegue, en su caso, de la hoja, o podría ser del material que estamos utilizando. A medida que se avanza a doblar, las posibilidades se reducen hasta que solo la forma resultante se hace posible.

“No necesariamente todo comienza con un diseño preliminar y un plan para

*lograr un objeto específico. Una idea puede aparecer fácilmente incluso en un momento insignificante, cuando, por ejemplo, decidimos aplanar cierto pliegue o torcer un cierto elemento, o tenemos el impulso de enrollar un borde o doblar por la mitad, y luego por la mitad de nuevo. La cabeza y la mano trabajan juntas”*¹ Tomoko Fuse.

Tomoko, trabaja básicamente con estructuras de tiras de papel que se insertan en una intersección de líneas, el punto de partida de sus trabajos, no consiste en abstraer imágenes figurativas, sino que trabaja con conceptos geométricos y matemáticos. De esta forma el origami, deja de ser un simple gesto para doblar papel, es una actividad capaz de unir el arte y la ciencia dentro de sí misma.



16- *Japanese Rock garden by infinite folding. Festival de arte japonés, Omachi Japón, 2017.*

¹ Tomoko Fuse. Extraído de Origami Art. Pág. 11.

3.2. Inventario/ clasificación

Basándose en los conceptos de Tomko Fuse y en la construcción del origami como objeto tridimensional que se realiza a través de una serie de pliegues aplicados sobre una superficie plana. A medida que se avanza con cada pliegue, los movimientos se vuelven más precisos, hasta obtener la forma final. El resultado es una pieza que permite ser vista desde diferentes ángulos y en presencia de la luz, las superficies iluminadas proyectarán sombras sobre la misma pieza, lo que genera dinamismo y diversos efectos en quien la observa

Se realiza una clasificación de tres categorías de muebles. Cada una de ellas comparte un atributo en común, el pliegue o la ilusión del material plegado, fijos o con movimientos:

1. Mobiliario Origami
 - a) plegado fijo
 - b) plegado con movimiento
2. Mobiliarios inspirados en la función de la forma y estructura del origami.
3. Mobiliario inspirado en lógicas del plegado o pliegues, sin relación con el origami

Las tipologías que más se repiten en este tipo de mobiliario especialmente basado en patrones de origami, se centran en muebles pequeños:

- Sillas/ taburetes / poltronas
- Mesas auxiliares

- Lámparas

Los diseños de origami tienen el potencial de lograr un cambio de forma a gran escala a medida que se varían los ángulos de pliegue, ofreciendo una fuente de inspiración considerable para el diseño de estructuras desplegadas o transformables. Dichas estructuras pueden ensamblarse, almacenarse y transportarse en una configuración plana que ahorra espacio, para luego desplegarse nuevamente cuando sea necesario. Los diseños plegables no rígidos resultan en deformaciones de flexión y/o estiramientos de cada fase durante el cambio de forma. Varios patrones de plegado no rígidos se inspiran en fenómenos físicos o biológicos.

Por otro lado, los diseños de origami rígidos y sin deformaciones, no tienen la flexibilidad de cambiar de forma, pero ofrecen atributos en términos de la estabilidad y durabilidad. Pueden proporcionar una estructura sólida, esencial para aplicaciones que requieran soporte constante, como muebles o instalaciones permanentes. En la arquitectura inclusive las formas fijas de origami pueden ser utilizadas para crear estructuras estables, como cubiertas, muros exteriores o interiores; transmitiendo estabilidad visual en los diseños.

“En la decoración y el mobiliario, durante mucho tiempo los creadores se interesaron más por el concepto de plegado, que por el plegado en sí. Con diferentes innovaciones a base de pernos, bisagras, pivotes y rotaciones, los diseñadores propusieron objetos muy ingeniosos que facilitaban el orden y el ahorro de espacio.”¹

Mobiliario Origami | Características principales

a) plegado fijo



Simplicidad: Diseño geométrico.

Estabilidad: Estructuras sólidas y resistentes.

Durabilidad: Menor desgaste por la ausencia de movimiento.
Presencia escultórica: Pueden ser vistos como obras de arte estáticas.

Fácil mantenimiento: Menos susceptibles a daños estructurales.

b) plegado con movimiento



Flexibilidad: Capacidad de cambio en su forma.

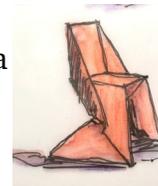
Portabilidad: Facilita su transporte y almacenamiento.

Interactividad: Invita al usuario a cambiar de forma.

Innovación: Utiliza mecanismos innovadores para permitir el movimiento

Adaptabilidad: Se ajusta a diferentes espacios y situaciones.

Mobiliarios inspirados en la función de la forma y estructura del origami.



Eficiencia estructural: Utiliza la geometría del origami para crear estructuras fuertes y ligeras.

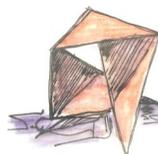
Sostenibilidad: Uso de menos material debido al diseño.

Estética geométrica: Pliegos geométricos.

Versatilidad: Aplicable en una variedad de muebles.

Innovación técnica: En la materialidad y tecnologías.

Mobiliario inspirado en lógicas del plegado o pliegues, sin relación con el origami



Creatividad estructural: Los pliegues pueden llegar a ser la misma estructura.

Variación de materiales: Amplia gama de materiales.

Exploración estética: En base a formas y texturas inusuales.
Adaptabilidad: Pueden ser diseñados para cambiar de forma según su flexibilidad.

Diseños únicos: Formas innovadoras en base a diferentes técnicas de plegado.

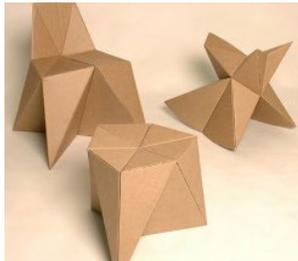
¹ Cita “El arte del plegado”. Cap Universo del pliegue, pág. 9.

3.3. Mobiliario plegado

1. Mobiliario Origami a) Plegado fijo.



LK 101- 1944
Kaare Klint
Primeros diseños de lámparas plegadas
Este modelo es conocida como la lámpara fruta. Fabricada en una lámina de plástico



Foldschool- 2007- Nicola Stäubli.
Colección de muebles de cartón corrugado de 4 mm para niños, a partir de una lámina con los pliegues marcados, el armado se da de forma interactiva para el usuario.



Papton Chair- 2007 Fuchs and Funke.
La estructura de esta silla de cartón, se basa en un único panel que permite equilibrar las zonas que sostienen el peso y las zonas de flexión Aspecto ligero (2,4k)



Paper Chair-2008- Simon Joyau
Fabricada en plástico reciclable, la Silla se convierte en una pequeña mecedora cuando se vuelca, una especie de caballito abstracto para que disfruten sus hijos.

1. Mobiliario Origami b) Plegado con movimiento.



Origami Chair-2005 -James Dieter.
Construida con policarbonato y malla de poliéster, la silla se pliega a partir de una sola lámina para formar la estructura tridimensional.



Kada Yves Béhar-2007
Taburete de madera multicapa laminada. El uso versátil lo convierte en un taburete, mesa de centro, o inclusive brinda un espacio de guardado.



Grand Central- 2010 Sanna Lindström
Mesa de madera contrachapada y mdf. El tablero está dividido en 22 pliegues, generando una disminución en el espacio.



IN-EI-2013- Issey Miyake para Artemide.
Colección de luminarias diseñadas en un tejido de botellas PET, con una mayor transparencia que el papel. Los pliegues están diseñados con principios matemáticos



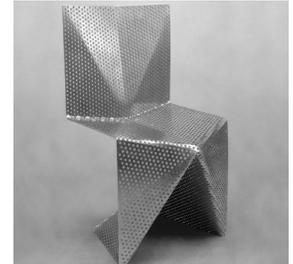
Orizuru Chair 2010-
Ken Okuyama.
La silla se inspira en el modelo de la grulla. Se produce a partir de una sola lámina de madera contrachapada. Puede soportar hasta 400 kg gracias a la rigidez que brindan los pliegues.



Mesa Origami - 2011
Ángeles Tuca- SAVIA.
Acero plegado. Primer premio de la categoría mobiliario en CHILE DISEÑO 2011. Su forma es resultado de la experimentación con pliegues de papel.



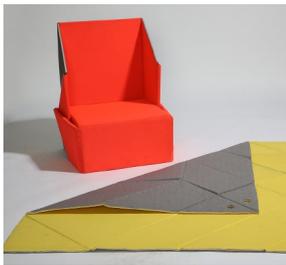
Zeta Lamp- 2012
Federico Churba
Lámpara construida en chapa plegada. Los pliegues aplicados son simples y se llaman pliegue inverso, a partir de una lámina metálica. Creando un forma de "Z".



Silla TLF03- 2016-
Tobias Labarque.
Esta silla está realizada en aluminio de 6 mm, se optó por aluminio perforado para evitar el peso excesivo. Este diseño utiliza el origami para la técnica de plegado.



Origami Chair-2013-
Hiroki.
Se utiliza una lamina de polipropileno para producirla. El material es liviano y rígido para trabajar como estructura. La silla puede aplanarse para ser transportada.



Chair Ami-2014-
Alice Minkina
Compuesta de tela y madera contrachapada. Se puede plegar como silla, un taburete alto y también en un sillón bajo. Se puede almacenar en un rectángulo plano.



One psc stool- 2016
Denitsa Boyadzhieva
Taburete plegable fabricado íntegramente con una sola lámina de cartón ondulado, un material 100 % reciclable. Se pliega y despliega.

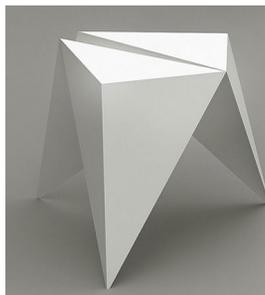


Aplicar Bloom-2023
Autor desconocido.
Lámpara plegable de metal y tela. Su mecanismo de esfera central permite que la lámpara se despliegue, ampliándose en tamaño y brillo.

3. Mobiliarios inspirados en la función de la forma y estructura del origami.



Lámpara Nella- 2005 RS Barcelona. En esta lámpara se realizada en 5 pliegues sobre una placa de aluminio. En la parte superior un triángulo sostiene la bombita.

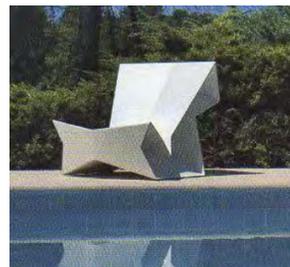


.ORI sto-2009- Jakub Piotr Taburete inspirado en el origami, diseñado en una única lámina de aluminio, cortada y luego plegada en segmentos triangulares. Es posible apilarlos.



Folder Chair- 2009 Enoc Armengol.

Silla inspirada en el rigami, con el plegado de una lámina de acero inoxidable.



Cutting Edge- 2010 Thomas Dumoulin. Este sofá es construido en paneles de composite de aluminio plegados. Forma parte de un proyecto en donde se explora combinar el origami con las sillas.

4. Mobiliario inspirado en lógicas del plegado o pliegues sin relación con el origami.



Chiara lamp - 1969 - Mario Bellini. Lámpara creada a partir de una lámina de acero inoxidable, plegada en si misma para crear una estructura autoportante. Iluminación indirecta.



Oto Chair - 2001 - Peter Karpf. Contrachapado de haya, plegado con un solo panel resulta el respaldo, asiento y patas. Minimizando el desperdicio de madera.



Slimmy Chair- 2006- Frederic Debackere. Esta silla inspirada en los libros pop up, construida en una sola hoja de pvc y aluminio. Se entrega plana y despliega fácilmente ensamblada con 4 tornillos.



W101 - 2010 - Claesson Koivisto Rune. Lámpara diseñada en DuraPulp, mezcla de pulpa de madera y almidón. La geometría plegada de la lámina le aporta rigidez y un efecto escultórico.



Silla EDGE- 2012
Peter Novague.
Diseño para la London Design Week 2012. Silla apilable de aluminio inspirada en el origami. placa de aluminio plegada soldada.



Lounge Chair Q1
2013- ODESD2
Fabricada en acero. Su forma de cúpula geodésica puede soportar cargas pesadas sin perder su aspecto. El interior de la silla está tapizado con fieltro para mantener el calor



Voxel chair-2013-
Karim Rashia.
Silla apilable de polipropileno monobloque. Facetada en ángulos rectos para mayor resistencia y sutiles pliegues convergen en un único volumen.



Silla Q5-2015-
ODESD2.
Esta silla construida de aluminio y tapizada con fieltro en su asiento y respaldo. La silla se forma íntegramente por la continuación de triángulos.



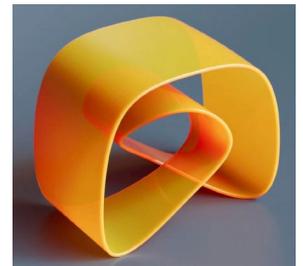
Threefold seat - 2012-
To Do Product design.
Asiento modular a partir de una sola lámina de acero inoxidable cortada a laser y plegada para conseguir una estructura portante.



Trifold Table, Max Hauser - 2014.
Mesas fabricada en una única lámina de aluminio de 3 mm de espesor. Se utilizan nuevas tecnologías, CNC y robots para el plegado.



Mesa lateral diamante 2017 - Estudiobola.
Mesa o banco de estructura de MDF y acabado laqueado. Si bien el material no se pliega, la unión de las caras nos da la ilusión del plegado.



Loopstool- Taburete Deniz Aktay -2024
Taburete que cumple con doble funcionalidad, asiento y almacenaje de objetos. La conexión en forma de bucle refuerza la estabilidad.

Referentes



Origami Chair-2005
-James Dieter.
Construida con policarbonato y malla de poliéster, la silla se pliega a partir de una sola lámina para formar la estructura tridimensional.

La silla Origami Chair, esta construida con policarbonato y malla de poliéster. Se pliega a partir de una sola lámina para formar una estructura tridimensional, lo suficientemente fuerte como para soportar el peso de un adulto.

El pliego de la lámina genera un volumen estructural, los pliegues internos permanecen visible por la semitransparencia de los materiales. Para obtener la estabilidad estructural, el diseñador agregó pequeños botones a lo largo de ciertos ángulos para poder cerrar las solapas de unión.

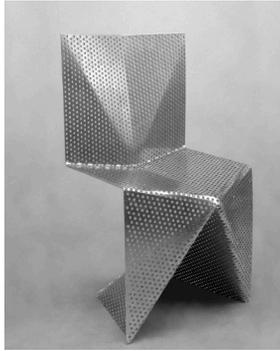
La inspiración en el origami le brindó las herramientas necesarias para crear un diseño con un atributo característico, la posibilidad de plegar la silla cuando no se usa. Además forma parte de muebles plegados para que los arme el propio usuario.



17- Lámina desplegada. Se puede observar el dibujo del patrón de la silla, previo a plegarla.



18- Proceso de pliego. El juego intrínseco de los pliegues conforman el volumen estructural.



Silla TLF03- 2016
Tobias Labarque.
Esta silla está realizada en aluminio de 6 mm, se optó por aluminio perforado para evitar el peso excesivo. Se utiliza el origami para la técnica de plegado.

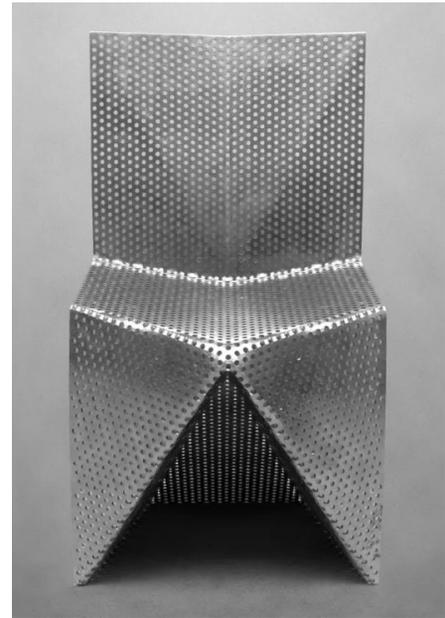
El diseñador de esta silla busca generar un contraste entre la apariencia de incomodidad y el confort que se experimenta al sentarse en ella.

La técnica del plegado establece restricciones en el diseño, pero a su vez invita a explorar los límites de lo posible.

“Me encanta el diseño de esta silla, que expresa el modo en que está fabricada. Las técnicas de fabricación me importan tanto como el resultado final [...] Está realizada en aluminio de 6 mm de espesor y, para evitar un peso excesivo, opté por emplear aluminio perforado.”¹

Lo interesante del proceso de fabricación fue la construcción de la forma con paneles de madera triangulares, formando un sándwich para apretar la placa de aluminio. Plegando la forma completa se evitan uniones mediante soldadura.

¹ Entrevista a Tobias Labarque, diciembre 2014.



19- Silla TLF03. Vista Frontal



20- Maqueta silla TLF03. Maqueta de madera del plegado articulado.

4. Kresling

4.1. Pandeo espontáneo bajo carga de torsión

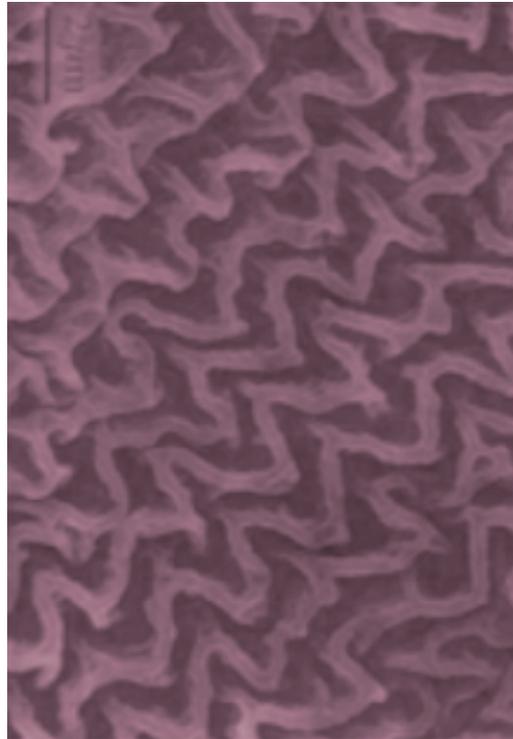
Biruta Kresling, arquitecta, bióloga y expertas en estructuras plegables, descubrió el patrón Kresling, en su investigación sobre los principios naturales de plegado hallados en las alas de los insectos y las hojas de las plantas. Este patrón se singulariza por los pliegues en forma de triángulos o diamantes, los cuales permiten que la estructura se contraiga y expanda, sin sufrir daños aparentes, gracias a una cadena continua entre secciones transversales de polígonos regulares. Su investigación contribuyó significativamente al campo de la biomimética.

34

Kresling propone que este pandeo no es un fallo de los materiales, sino un modelo de la naturaleza que se puede entender y diseñar en ciencia e ingeniería.

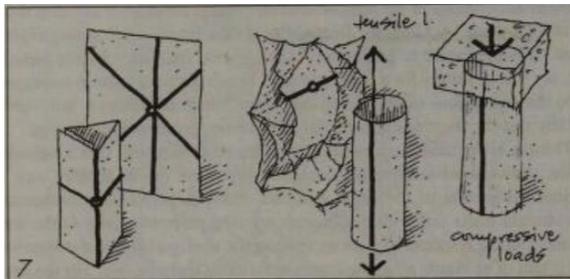
“Mediante experimentos con cilindros de paredes delgadas de papel o polipropileno, se descubrió que bajo carga de torsión surge un patrón “natural” –análogo al de la polilla de los halcones–. En los experimentos, una lámina de paredes delgadas se envuelve alrededor de dos mandriles coaxiales, dejando un espacio. Cuando se tuercen los mandriles, aparece un patrón de plegado auto-organizado altamente

regular, a lo largo del espacio, formado por paralelogramos inclinados y alargados (pliegues de montaña), divididos en su diagonal más larga por un pliegue de valle. Para cualquier tamaño de espacio dado, existe un patrón de pandeo por torsión hacia la izquierda o hacia la derecha.”¹



21- Micrografía por Wasserthal (1998).

El patrón Kresling se trata de una estructura de pliegues a partir de una superficie desarrollable, por ejemplo, una hoja de papel sin relieve o deformaciones significativas. La estructura resultante es del tipo estructura de carcasa.



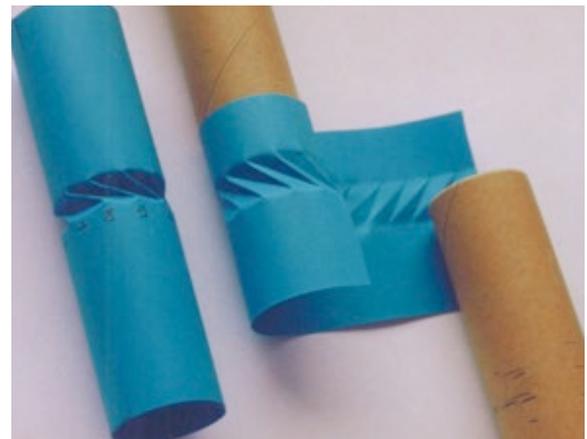
22- Pliegues en superficies desarrollables. En cualquier punto de una superficie, plana, curva o arrugada, es posible dibujar una línea recta. El flujo de fuerza “viaja” en la trayectoria de líneas rectas. Esas líneas pueden llevar fuerzas de tracción o compresión. Imagen extraída de “Origami”³ Thomas Hull. Pág. 206.

Las líneas de plegado construyen un mecanismo acoplado, esto quiere decir que este modelo crea un tubo con diafragmas doblados, perpendiculares al eje del tubo, el cual rigidiza la estructura localmente.

Mientras que el proceso del plegado clásico del origami, añade pliegues paso a paso y se acerca a la forma final lentamente.

Biruta Kresling realiza una demostración práctica de como crear “naturalmente” dicho patrón, utiliza un tubo de papel, sujetado en cada extremo con un mandril², de sección circular, separados con una cierta distancia, para formar un espacio y girar coaxialmente. Esta fuerza de torsión crea un patrón de pliegue espontáneo, el patrón es similar a un diafragma de una cámara.

Este experimento se desarrolló en cursos de biónica y se descubrió que el patrón se puede inducir fácilmente de una forma rápida. En ingeniería se conoce como un patrón de “falla de torsión”



23- Patrón Kresling espontáneo. “Estructuras desplegadas y morfología biológica.” Biruta Kresling, 2008 pág. 18.

2 Soporte metálico, el cual sostiene ambos extremos de una pieza para rigidizarla y luego girarla.

4.2. Estructura plegable.

La geometría y mecánica de los origamis con patrones basados en estructuras cilíndricas, están sujetos a la torsión, la aplicación de la fuerza provoca que la estructura colapse.

Estas estructuras poseen diversas características matemáticas que explican su comportamiento:

1. Curvatura Gaussiana Igual a Cero:

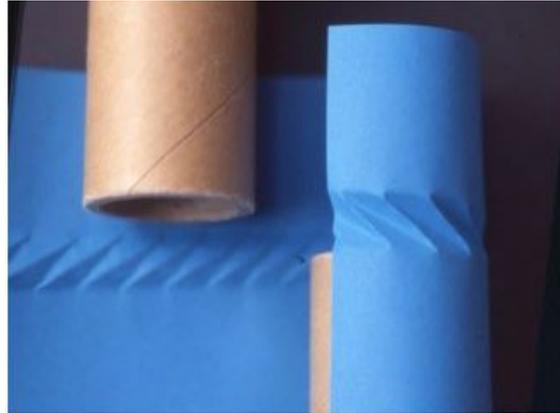
- La curvatura gaussiana mide cómo se curva una superficie en un punto. Si es igual a cero, la superficie es plana en ese punto, como un plano o un cilindro. Esto significa que hay una línea recta tangente a la superficie en cada punto.

2. Resistencia a la Carga Compresiva:

- Pueden soportar cargas aplicadas a lo largo de la superficie en la dirección de las líneas rectas. Por ejemplo, un cilindro puede soportar una carga a lo largo de su eje sin deformarse fácilmente.

3. Deformación de la Superficie:

- La superficie puede cambiar de forma convexa a cóncava (y viceversa) cuando se aplica una carga perpendicular a la línea recta de la superficie. Esto significa que la estructura es flexible en esa dirección.



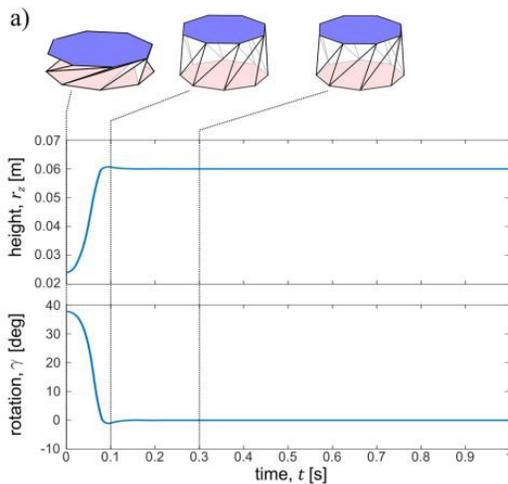
24- Superficies planas y líneas rectas tangentes. "Naturaleza plegada y desplegada." Biruta Kresling, 1997. pg103

4. Eficiencia del Diseño:

- La eficiencia del diseño depende de cómo se controla el flujo de fuerza con el mínimo esfuerzo. Un buen diseño utilizará la geometría de la superficie para distribuir las fuerzas de manera eficiente, minimizando el esfuerzo necesario para mantener la estructura estable.

5. Dependencia de la Geometría:

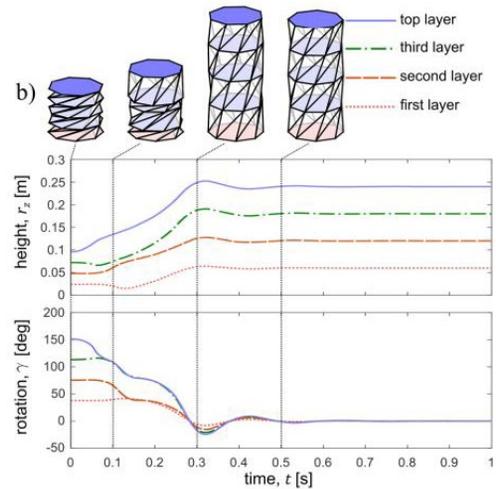
- El comportamiento mecánico de la superficie está directamente relacionado con su geometría. Diferentes formas y curvaturas afectarán cómo la superficie responde a las cargas y fuerzas aplicadas.



25-Despliegue dinámico de un modelo Kresling. Figura 8. (a). pág. 7.

En la conferencia impartida por los investigadores Narayanan Kidambi y K.W. Wang en la IDETC/CIE2019. Presentan un estudio sobre el despliegue de estructuras multiestables inspiradas en el Origami de Kresling. En el escrito presentan una serie de gráficas en donde se analiza el despliegue axial del modelo.

En la imagen 25 se visualiza en la altura inicial del gráfico ($r_z = h_0$), comprimida, pudiendo ser transportable. Cuando se libera la energía elástica almacenada, se expandirá de forma natural hasta llegar a su estado desplegado. Para la siguiente imagen 26 se plantea un modelo de cuatro niveles conectados en serie



26- Despliegue dinámico de un modelo Kresling. Figura 8. (b). pág. 7.

con un radio de giro de 22° , en donde se muestra tiempos intermedios y se logra ver una serie de desbordamiento de los niveles, requiriendo una pequeña fuerza para causar el despliegue completo de la estructura. Para este caso el despliegue ocurre secuencialmente por cada nivel, iniciando en el superior.

El modelo Kresling permite ser ensamblado en serie, formando estructuras más grandes y complejas. La capacidad de plegado no rígida de este patrón, permite una transición del estado colapsado al desplegado de cada módulo, para que esto ocurra, es necesario que las facetas triangulares se doblen y se estiren.

4.3. Ejemplos de aplicación.

- Bolsa de tela para vino.

La bolsa de neopreno, está pensada para proteger a las botellas y mantenerla fría hasta cuatro horas. El diseño es construido con múltiples niveles del origami kresling, lo que permite obtener el plegado del patrón y así obtener una bolsa comprimida para transportarla fácilmente, y desplegarla para su uso.

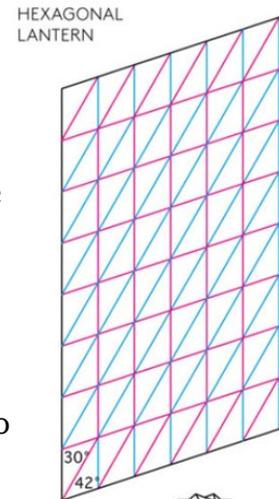


27- BUILT NY – Fabric Wine Tote

- Lámpara plegable de Tomoko Fuse

Los llamados 'Coil Folds' por Tomoko Fuse, en su libro "Spiral origami Art Design" pág. 243. Los define como cilindros capaces de contraerse y expandirse, ejemplificando con las lámparas japonesas definida por Tomoko como 'pliegues de bobina'

La imagen X, muestra un patrón determinado para un tamaño en concreto 28-Lámpara hexagonal de lámpara. Según *nal. "Origami art" Tomoko Fuse. Pág. 162.* los niveles y tamaño, obtenemos resultados diferentes. Con unas instrucciones que suenan sencillas, en donde se deben realizar los pliegues indicados en la cuadrícula, cerrar el cilindro, pegarlo y luego aplanar los pliegues gradualmente desde ambos extremos, resulta una arte en sí mismo. Dicho patrón según la categorización de Tomoko: Coil Fold 6|42|S', es semejante al patrón Kresling.



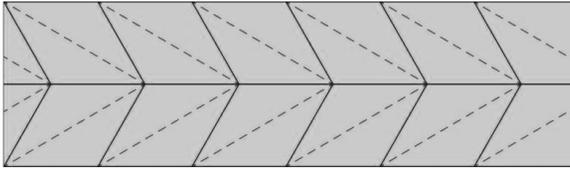
The folded lantern.

1 6, numero de lado del polígono. 42, el ángulo del pliegue. S, patrón estándar.



29- Foldable Lantern. Luz atrás de los pliegos, Tomoko Fuse. "Estoy convencida de que la combinación de papel y luz es perfecta. El papel deja pasar la luz, mientras que los pliegues generan áreas sombreadas que permiten controlar el flujo luminoso. En Japón, las particiones deslizantes de shoji construidas a partir de una rejilla de tiras delgadas de madera a las que aplican láminas de papel traslucido se utilizan para separar las habitaciones de una casa o su interior del exterior. El papel permite que la luz externa se filtre mientras lo atenúa y lo ablanda, por lo que lo llamamos 'akari shoji' o 'shoji luminoso'." Cita de Tomoko Fuse en Origami Art.

4.4. El cálculo del patrón aplicado.



Se utiliza una versión de referencia del origami (desplegado) con dimensiones de 6 cm alto por 20 cm ancho (plegado queda con una proporción de 1 unidad de alto equivale a 1.25 unidades de ancho).

40

Se desea tener dicho origami más “alto” que “ancho”, por lo tanto, se decide alterar la proporción del origami de referencia, reduciendo el ancho en un 20%.

Aplicando la reducción del 20% en el ancho del origami desplegado de referencia, queda en un origami desplegado de 6 cm de alto por 16 cm de ancho.

Se desea tener una altura final en escala 1:1 de 43,5 cm de alto:

Altura=43,5 cm

Para mantener la proporción entre alto y ancho, se debe calcular el multiplicador de la altura:

Altura Deseada/altura Referencia
 $=43,5/6=7,25$ unidades

Si al ancho se lo multiplica por el mismo multiplicador, se mantiene la proporción:

$$16 \times 7,25 = 116 \text{ cm}$$

Ancho=116 cm

La figura desplegada tiene la altura dividida en dos mitades iguales, por lo tanto, cada mitad es:

$$\text{media Altura} = \text{alto}/2 = 43,5/2 = 21,75 \text{ cm}$$

media Altura=21,75 cm

Por otro lado, por ser una figura con base hexagonal, se debe obtener la medida de cada lado del hexágono:

$$\text{ladoHex} = \text{ancho}/6 = 116/6 = 19,33 \text{ cm}$$

ladoHex=19,33 cm

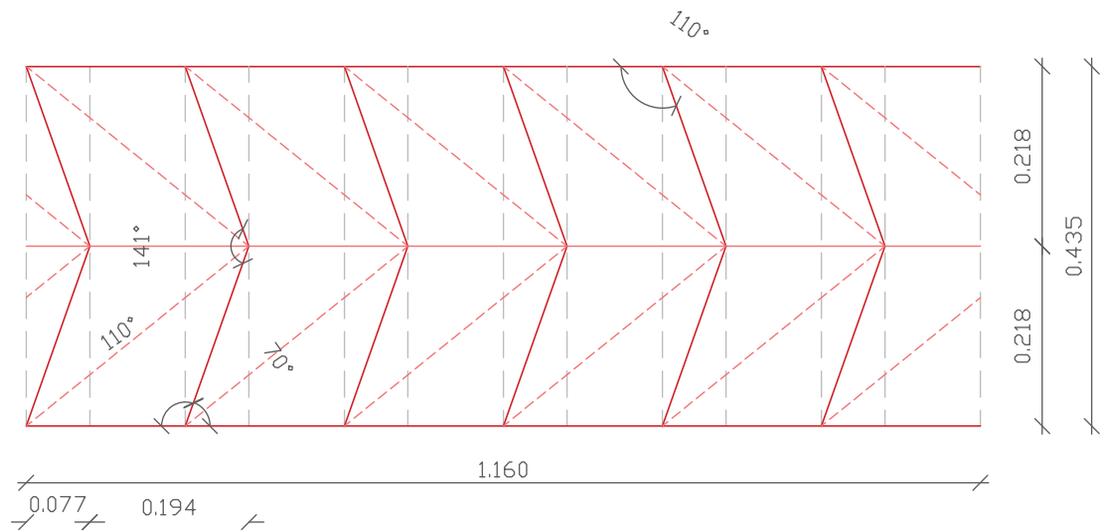
Para determinar el ángulo de cada triángulo interior, se debe definir a qué distancia estará su vértice central. En este caso se toman puntos a 40% de distancia entre los lados:

$$\text{puntoTri} = \text{ladoHex} \times 0,40 = 19,33 \times 0,40 = 7,73 \text{ cm}$$

$$\text{puntoTri} = 7,73 \text{ cm}$$

Aclaración: a mayor porcentaje tomado, los triángulos quedarán más con mayor ángulo.

Con estos valores, se puede dibujar el origami desplegado en escala 1:1.



30- Patrón del origami aplicado. Elaboración propia

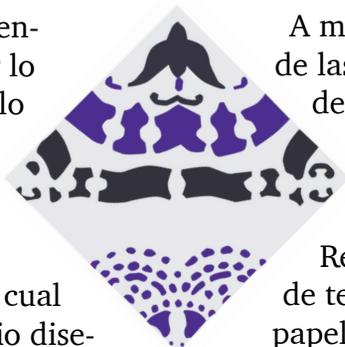
5. Shito

5.1 De la lámpara al taburete

Este capítulo comienza como una historia, por lo menos se hace más sencillo contarla como tal. Sin lugar a duda no comienza de la misma forma que termina. En un año y medio en descubrir y definir cuál sería la pieza de mobiliario diseñada y presentada, se cruzan varios caminos y emociones.

Pienso, ¿qué es diseñar sin emociones?, Crear un objeto determinado que cumpla su función y no genere ningún tipo de alteración en nuestro interior. Sea un objeto más de los miles en el mundo. Entiendo que algún sentimiento debe generar esta nueva pieza, aunque sea curiosidad por saber qué es, cómo se hizo o detenerte un segundo en observarla porque algo te llamó la atención, te guste o te parezca terrible, ya generó algo en la persona que la mira.

Por esa razón esta historia, comienza queriendo contar otra historia, mostrar o darle valor a ciertas figuras. A partir de ahí se origina la incógnita de cómo y con qué material se podrían poner en valor las figuras que cuentan un relato. Surge así, la lámpara, un objeto luminoso que refleje y de vida a esos dibujos.



A medida que adentraba en el mundo de las lámparas, se ubican en la órbita de la investigación, los faroles y lámparas japonesas, capaces de reflejar un mundo de expresividad y representación de algún motivo.

Realizadas con livianas estructuras, de tela o por lo general papel washi, un papel tradicional japonés. Por lo general,



31- Lámpara japonesa con motivos de la naturaleza.

este papel es utilizado con pinturas de diferentes motivos que pueden o no contar una historia. Al ser un papel translúcido, el espacio donde se coloque la lámpara,

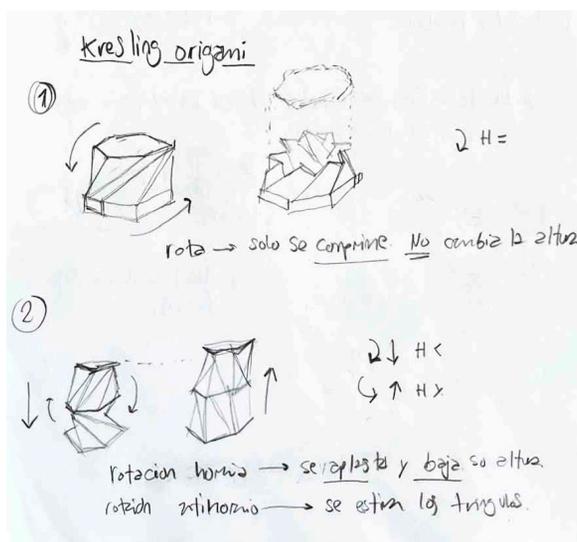
dará como resultado una luz cálida y tenue, pero con una potente manifestación en su mensaje.

Adentrándonos en el universo japonés, con sus lámparas y el arte del origami, surge una variedad de bosquejos que buscan crear objetos luminosos. Como resultado de esta parte del proceso, circunda la idea de obtener una forma determinada en base a un origami, las dimensiones resultantes daban la sensación de taburete y no de luminaria.

Para los japoneses la sombra es donde nace lo indecible y la belleza:

“Creo que la belleza no es una sustancia en sí misma, sino nada más que un dibujo de sombras, un juego de claros-curos producido por la yuxtaposición de varias sustancias. Al igual que una piedra fosforescente que, colocada en la oscuridad, emite radiaciones, pierde toda su fascinación como joya preciosa cuando se expone a la luz del día, la belleza pierde su existencia si se eliminan los efectos de la sombra.” Junichiro Tanizaki – Elogio de la sombra ⁶

La luz se va atenuando en esta



34- Esquema del funcionamiento de kresling. Elaboración propia.

historia, y dentro de los faroles plegables, surge el hallazgo de las lámparas plegables de Tomoko Fuse. Se estudia la forma y el patrón, comparando y revelando la similitud con un patrón de origami llamado Kresling (ver cap. 4.1).

A medida que se adentra en este patrón y luego de las muchas pruebas en papel, se desvela un concepto que cierra la búsqueda del relato: “el papel tiene memoria”, una vez plegado, queda la marca en él. Los pliegos dejan la marca del patrón en el papel, una superficie plana y pura sin deformaciones. Estos pliegues esconden y enseñan los distintos planos, facetas iluminadas y en sombra, creando un efecto visual dinámico que cambia a lo largo del día. ¿Pero como se llega al taburete?. Los cambios y las transformaciones son parte de esta historia, a partir de la decisión en continuar con la exploración del patrón Kresling, surge la posibilidad de crear tres piezas, el taburete, la luminaria y una mesa que acompañe este bloque de posibilidades.

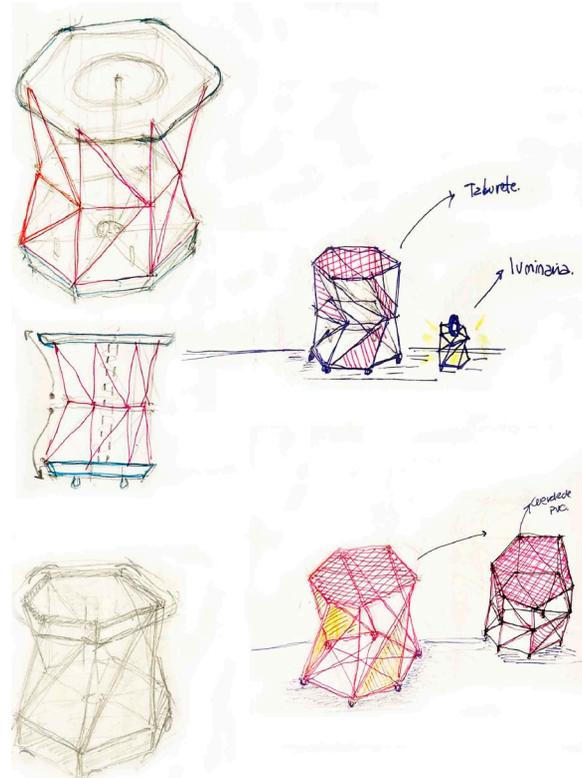
El taburete invita a sentarte, la luminaria, con una luz tenue, revela las sombras y la mesa complementa el punto de encuentro. El diseño de estas piezas transmite una sensación de movimiento y cambio, a pesar de ser objetos estáticos. ¿Por qué estas piezas son estáticas

6 Jun'ichirō Tanizaki fue un relevante escritor japonés del siglo XX.

y no responden al movimiento original del patrón kresling?, Porque se toma la decisión de mostrar una forma detenida en el tiempo, representa formalmente al patrón, con pequeñas variantes, se logra mostrar uno de los objetivos, revelar las posibilidades que brinda el diseñar con origami, el plegado en el material petrifica un movimiento, una marca en un tiempo determinado. A partir de un mismo patrón, se pueden generar mucha variantes, cada una da como resultado una percepción diferente del espacio.

*“El origami es otra manifestación de este arte de plegar. En ambos casos, la fascinación del espectador proviene del descubrimiento de que un volumen puede organizarse totalmente a partir de una superficie. Con el origami, el papel deja de envolver un volumen real, como un bombón o un regalo, para envolver un espacio virtual. [...] Los pliegues en el origami, sólo cubren otros pliegues. La superficie del papel no envuelve más que sus propias transformaciones.” Serge Tisseron*⁵

Uno de los desafíos de este proceso de diseño, fue llegar a las dimensiones de cada objeto, ¿cómo convertir un patrón marcado en una hoja, a una pieza de mobiliario? (Ver capítulo 4.4). La

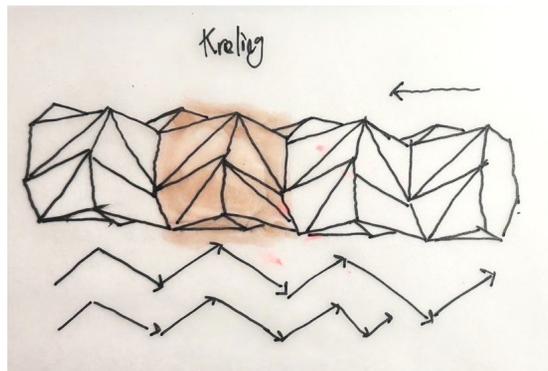


35- Bosquejos que reflejan el proceso de ideación. Elaboración propia.

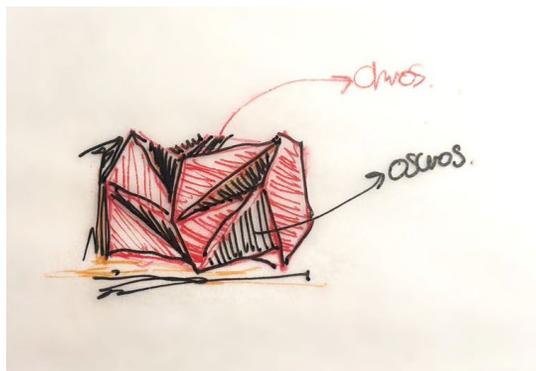
matemática entra en juego y se llega a unas proporciones adecuadas para cumplir con la función de taburete, la mesa y la luminaria. Se detalla un proceso de cálculo para llegar a las dimensiones deseadas, partiendo de las dimensiones originales del patrón Kresling, estas se “estiran” o se “comprimen” para llegar al efecto deseado.

⁵ Psiquiatra y psicoanalista. éditions Aubier, 2000. El arte del plegado pág. 10

5.2 Proceso del diseño



36- El modelo Kresling replicado. Trayectoria en “zigzag”



37- Los dos módulos extraídos.

46

Uno de los atributos de este patrón, es la posibilidad de replicarlo las veces que el diseñador desee. El origami dibuja en el espacio triángulos congruentes que recorren una trayectoria en forma de “zigzag”. Otro de los atributos es la capacidad de plegarse desde su primer módulo en cadena al siguiente y desplegarse nuevamente sin perder la forma y características.

De la cadena que resulta la réplica del patrón, se extraen dos módulos. Esta porción se replicará en las tres piezas de mobiliario a diseñar, variando en sus dimensiones y correlación entre cada módulo. A su vez, se identifican los claros que generan los triángulos bajo la luz, los cuales cambian según la dirección de la misma.

Luego de la elección de los dos módulos, se define la conversión de las dimensiones del origami a las dimensiones deseadas para el taburete (ver capítulo 4.4).

Como requerimiento inicial, se estableció una altura 43,5 cm para el taburete. Según esta medida se realizó el cálculo proporcional para obtener el ancho. Al probar el origami obtenido en una hoja, con el fin de verificar la armonía entre la altura y el ancho del taburete, se toma la decisión de modificar la proporción reduciendo un 20%, para que el ancho resultante sea menor al obtenido en el primer cálculo.

Para finalizar este proceso, se ajustan los ángulos de la “inclinación” de



38- El diálogo entre los volúmenes. El contraste entre los triángulos iluminados y los que están en sombra. Elaboración propia.

los triángulos. Variando este ángulo, se determina la altura final y la capacidad de rotación horizontal del origami.

Como se describió anteriormente, el atributo de rotación, para este proyecto no se contabiliza. El patrón se fija en una forma y volumen determinada con sutiles variaciones, permite desvelar las infinitas posibilidades que ofrece el origami.

En este capítulo de la historia, los pliegues se fijan para dirigir la atención hacia otros atributos y cualidades des-

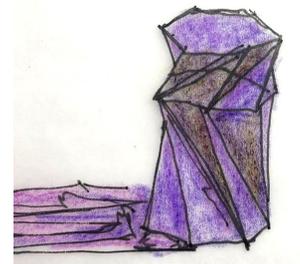


39- Modulo 1 y 2. Los taburete que se convierten en mesa. Elaboración propia

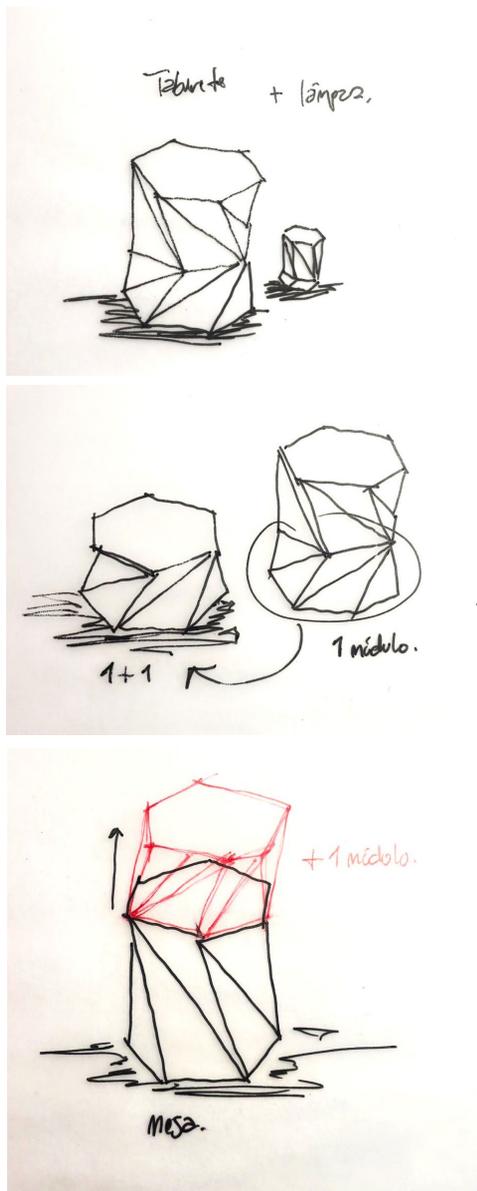
tacables de estas piezas de mobiliario. Formalmente es el origami Kresling consolidado en una configuración estática.

La creación de estos taburetes, se transforma en una especie de juego. Cada uno de ellos crea un diálogo entre los volúmenes, la relación entre las diferentes alturas y tamaños de las piezas crea un juego visual.

La mesa en particular se crea a partir del módulo original (módulo 1) y de una nueva pieza (módulo 2), con proporciones que estilizan el patrón de Kresling. Además, el módulo 1, se puede colocar encima del módulo 2 conformando



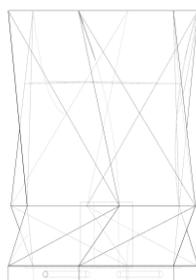
40- La mesa completa. Elaboración propia.



41- El taburete, la lámpara y los taburetes que se convierten en mesa.
Elaboración propia.

finalmente la mesa, o de lo contrario, se puede quitar y como resultado obtenemos una familia de tres taburetes. La variedad en las alturas y función, añade dinamismo a la composición de todas las piezas.

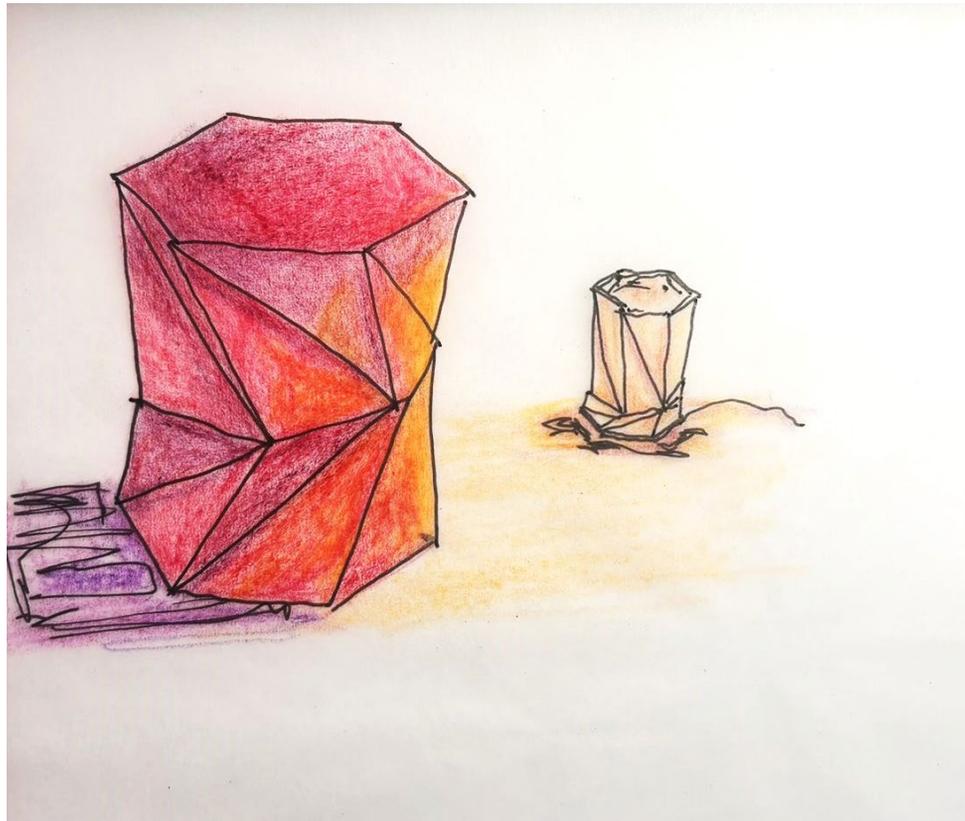
Por otra parte, la lámpara se diseña modificando aún más las proporciones del patrón del origami original. Se compone de dos módulos, el inferior cambia drásticamente los ángulos de los triángulos y la altura, en contraposición



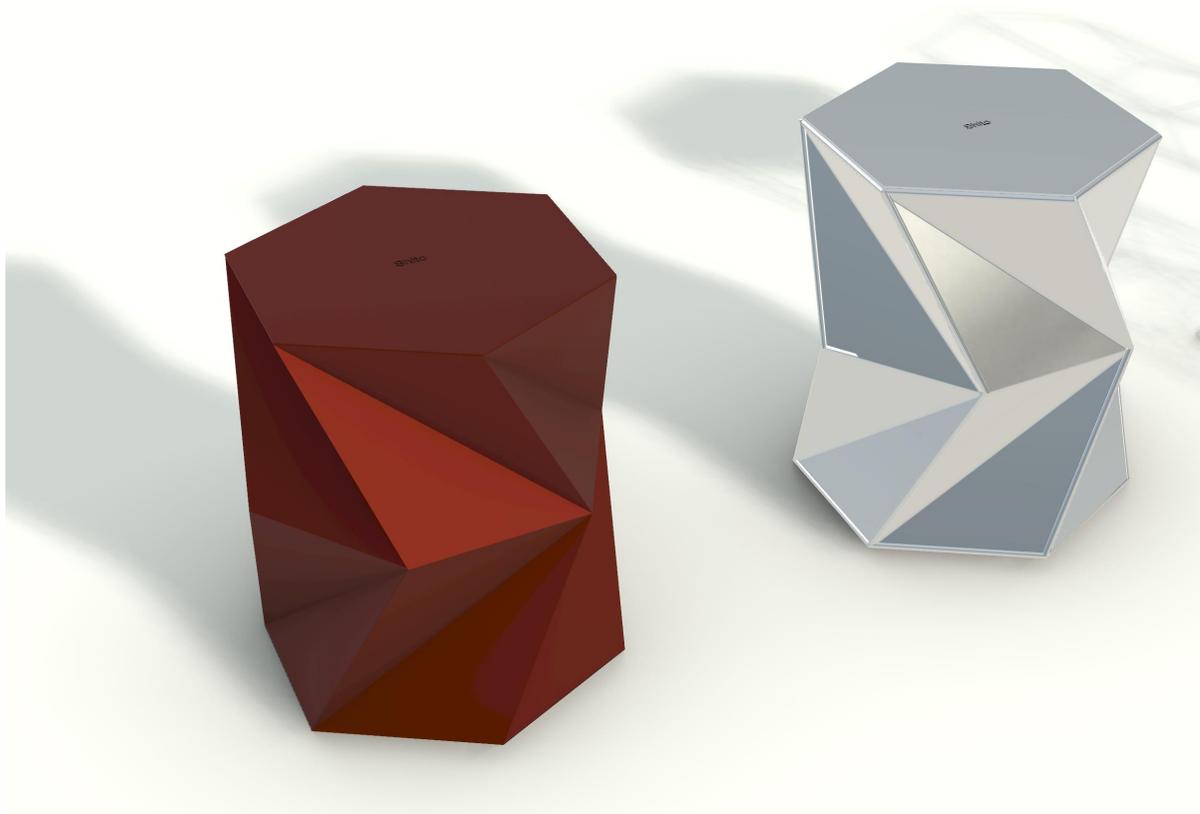
42- Lámpara shito. Impresión 3D.

con el módulo superior, estilizado triplicando la altura. El efecto buscado para esta lámpara es el de generar la ilusión del giro y alusión a las linternas japonesas chochín. Su luz tenue ilumina las caras del taburete, creando una imagen de claroscuro.

Cada pieza refleja una interpretación única de este patrón de origami, transformando un material bidimensional en una forma tridimensional compleja y funcional. Demuestran la versatilidad del origami en el diseño y las técnicas de plegado capaces de crear estructuras funcionales y estables.



43- Shito y la lámpara. Los triángulos iluminados magnifican la sombra del resto. Elaboración propia.



44- *Shito 1. Variantes de colores. Imagen 3D elaboración propia.*

En esta imagen se muestran dos variantes de terminación, planteadas en la paleta cromática del proyecto. En todos los modelos se grava el nombre shito en la tapa superior, indicando el sentido del asiento.

La paleta es una interpretación creativa basada en la inspiración general que se visualiza a nivel microscópico en las alas de los insectos, que realiza el patrón de origami kresling.

*Contraste visual y equilibrio:
El gris y el beige son tonos suaves y neutrales. Al incorporarlos en la paleta cromática, se logra un equilibrio entre la energía de los colores más vibrantes. Morado oscuro evoca profundidad, rosa pálido simboliza fragilidad, gris claro es neutral y adaptable, beige rosado aporta calidez al conjunto.*

#5f415f

R 95

G 65

B 95

#morado oscuro

#a4576e

R 164

G 87

B 95

#rosa pálido

#e6cec6

R 230

G 206

B 198

#beige rosado

#c0b7b7

R 192

G 183

B 183

#gris claro

51



45- Familia Shito. Shito 1, lámpara shito, shito 2 y shito mesa. Elaboración propia.

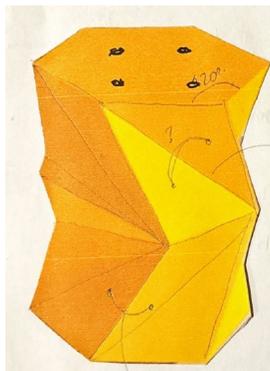


©María Pía De Mello, 2024.



©María Pía De Mello, 2024.

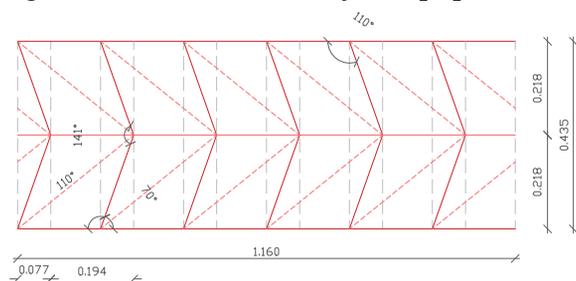
5.3 Ensayos técnicos.



Este capítulo marca un punto de inflexión y permite una nueva comprensión de varios aspectos no verificadas hasta el momento. La hipótesis inicial que parte de un diseño de origami

adaptado y construido con materiales suficientemente fuertes capaces de resistir el peso de una persona, se comienza a materializar y ajustar ciertos aspectos del diseño esenciales para la funcionalidad del objeto.

En primer lugar, dentro de las posibilidades de materiales, el proceso decanta en la elección del plegado en chapa con el objetivo principal en utilizar un único material que presente las características suficientes para trabajar como estructura de los taburetes. Aplicando la lógica esencial del origami, el formar figuras con una única hoja de papel tras



46- Primer patrón aplicado a la maquet 1.1.
Elaboración propia.

una serie de pliegues, se llega a la forma resultante.

Dadas las propiedades físicas del metal, se destacan los siguientes atributos: capacidad de convertir el material en finas láminas al ser sometidas a esfuerzos de compresión, resistencia a esfuerzos de tracción, compresión y torsión sin deformarse ni romperse, durabilidad y uniformidad en su terminación. Todo hace pensar que este material es una buena opción para lograr construir este taburete origami llamado shito y poder cumplir con todos los requisitos que se le exigirá a cada pieza.

El taburete shito 1, luego de la traslación de las dimensiones, resulta con unas medidas de 38,7x44,4 cm. Cada módulo corresponde a la mitad de shito 1, derivando a unas dimensiones de 38,7 x 22,2 cm.

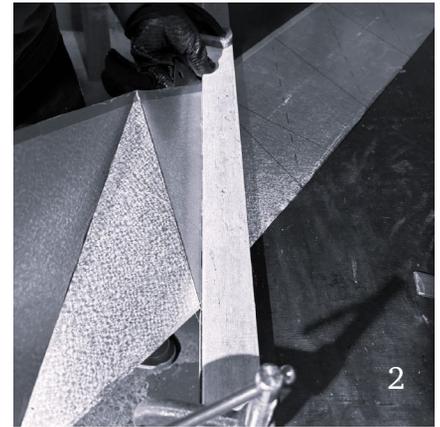
Previo a la construcción de la maqueta escala 1.1, surge la siguiente pregunta: ¿el metal permitirá plegar el patrón completo?, Como resultado idealizado daría una única pieza cerrada por una de sus aristas y transmitir la sensación de pieza immaculada.

La hoja de papel plana se transforma en un volumen tridimensional, con la técnica del origami. De forma similar, la lámina de metal plegada refleja una fragilidad aparente, como la del papel, pero con una resistencia estructural propia del material.

5.3.1 Proceso de construcción maqueta 1.1



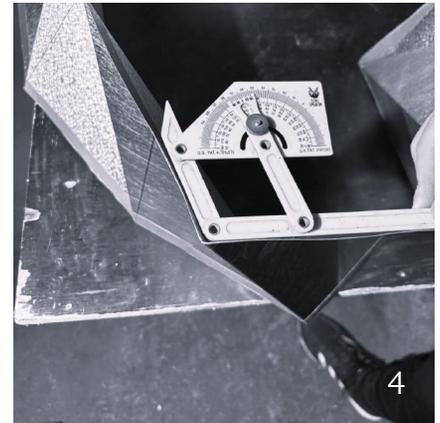
1- Se dibuja el patrón del origami sobre la chapa, verificando la dificultad al momento de proseguir con los segundos pliegues. Se toma la decisión de cortar a la mitad.



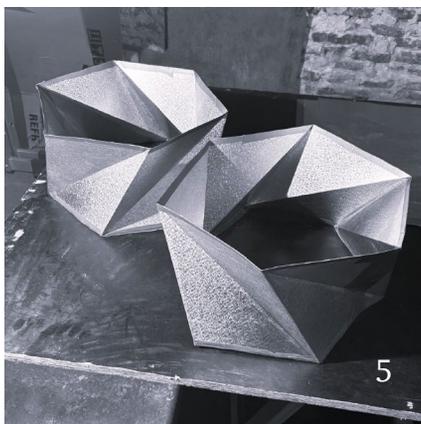
2-3- Una vez dividido, se comienza a plegar cada línea hasta cerrar el hexágono.



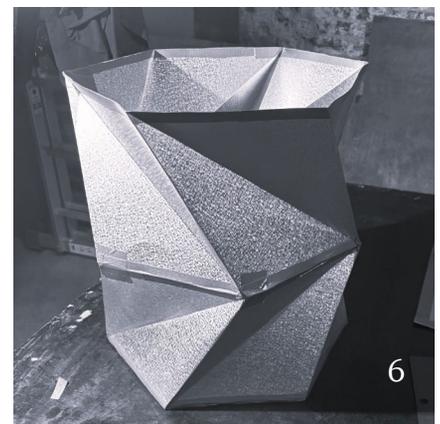
4- Se verifican los ángulos de los hexágonos



5- Se cierran las formas ajustando cada ángulo por falta de precisión en las herramientas.

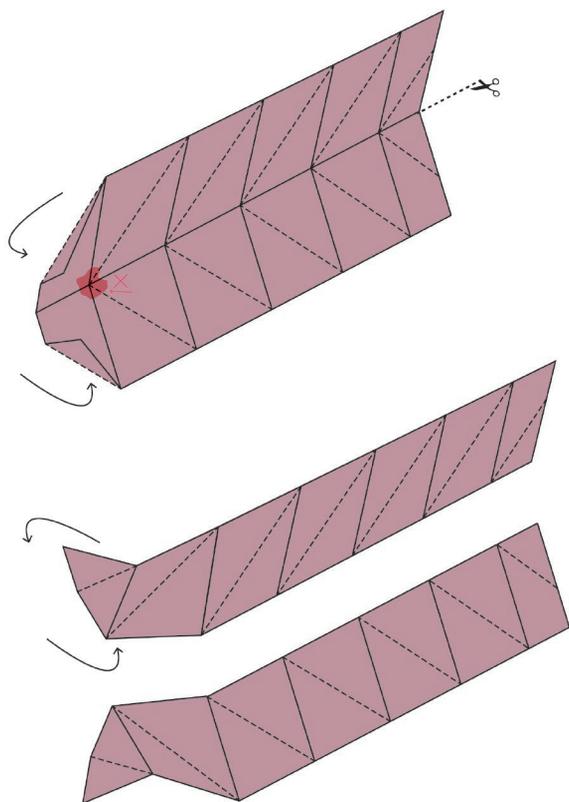


6- Se acoplan los dos módulos y después la colocación de la tapa y base hexagonal.



7- Maqueta prototipo escala 1.1 ubicada en espacio real.

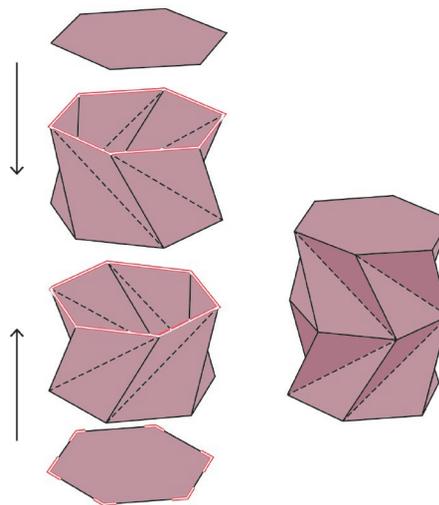
Imágenes 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. ©Daniela Pellegrino.



56

47- Esquema. Fuerzas contrarias. Elaboración propia.

La idea inicial, era poder plegar de forma completa la lámina de metal y así cerrar el patrón lo más fielmente al origami. Esto no fue posible, ya que la chapa, como se observa el punto rojo indicado en el esquema de la imagen 47, generaba una tensión de fuerzas con sentido contrario, impidiendo continuar

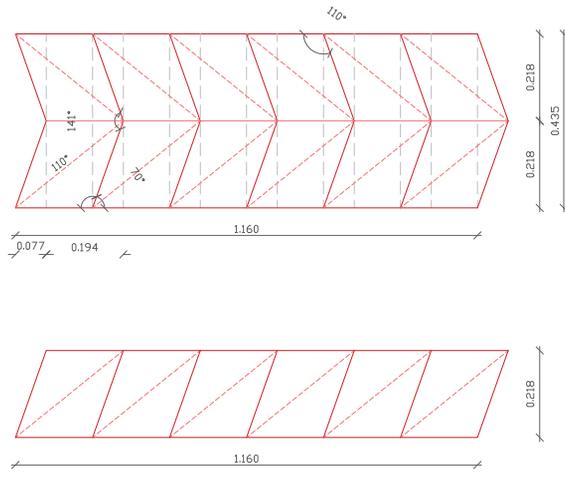


48- Lógica de armado. Uniones por soldaduras perimetrales. Elaboración propia.

con el segundo pliegue del patrón.

Para continuar el proceso, se divide a la mitad y pliega cada módulo por separado.

En esta primer propuesta, se plantea la unión de cada módulo con su respectiva tapa y base hexagonal, unidas por una soldadura perimetral.



49- Patrón modificado. Elaboración propia.

Luego de la construcción del primer prototipo, se visualizan varios puntos a corregir y agregar.

Primer punto, se corrige el patrón inicial, el cual fue tomado de un modelo para construir en papel. El patrón se modifica para disminuir el error al cerrar la figura hexagonal, acoplando cada extremo en una cara completa.

Segundo punto, las limitaciones al unir cada módulo con las tapas que cierran la figura, se presentaron porque en la unión de las aristas no existía una superficie de soporte entre cada pieza que cumpla la función de conector.

Por otro lado surge la pregunta ¿se podrá soldar correctamente las

piezas entre si y que las mismas queden bien unidas?. La soldadura es el punto clave de estas uniones, sin ella la estructura no tendría forma de resistir.

Por último, se cuestiona el contacto y la estabilidad de las variantes de shito al apilarse, considerando el apoyo en el suelo y la posibilidad de apilar múltiples taburete y/o mesas sin que la pila colapse.

Según estos puntos, se modifican una serie de aspectos del diseño del taburete shito. Posteriormente a la fabricación del prototipo funcional, surgen otros aspectos a considerar con el fin de efectivizar la fabricación en serie.



Shito en un espacio interior.

©Daniela Pellegrino.

Correcciones en el diseño inicial.

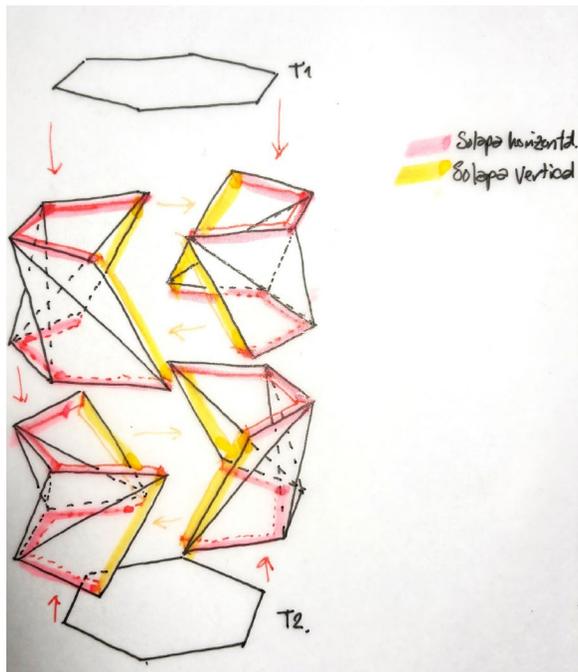
Según las conclusiones realizadas después de la construcción de la maqueta escala 1.1, se consideran una serie de correcciones para mejorar el ensamblaje del prototipo funcional.

En primer lugar, se mantiene la división de los dos módulos, los cuales se dividen cada uno a la mitad. Este cambio surge a raíz de la primer visita y asesoramiento con los encargados de la producción del prototipo. No era posible plegar el módulo en una sola pieza, debido a las características geométricas de la figura.

A medida que se realizan los pliegues del patrón de cada módulo, este se “cierra” imposibilitando a la plegadora realizar dichos proceso.

En segundo lugar, se agregan solapas verticales que actúan como conexión entre las dos divisiones de cada módulo. Dichas solapas se utilizan para soldar sin desfigurar la superficie del taburete. La soldadura perimetral queda descartada por las altas temperaturas que esta maneja, deformaría toda la placa de metal.

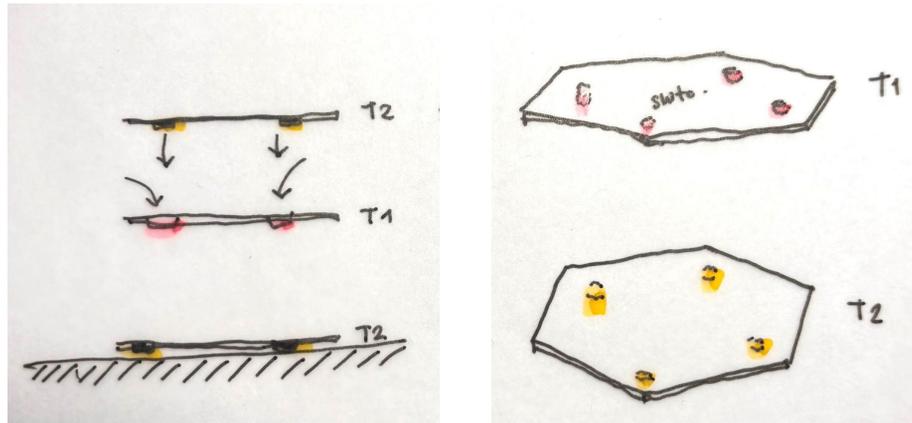
En tercer lugar, por razones similares a las comentadas en el punto anterior, se agregan solapas horizontales que sirven como unión entre ambos módulos y la tapa superior e inferior. De esta forma, quedarían la mayoría de las soldaduras ocultas en el interior del volumen,



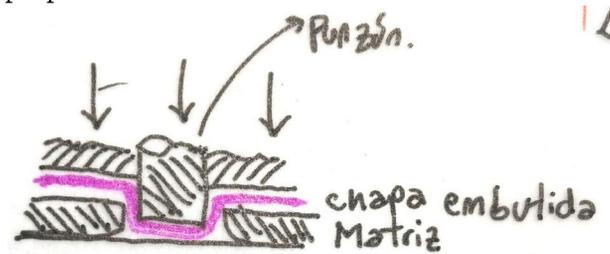
Esquema de las piezas a plegar y unir mediante soldadura MIG/MAG. Elaboración propia.

consiguiendo una mejor terminación en el exterior.

Cada pieza se suelda mediante soldadura MIG/MAG, esta se realiza mediante un proceso de soldadura por arco, lo cual implica mayor seguridad por el gas protector con electrodo consumible. Se utiliza para chapas de espesores pequeños y por su buena apariencia o acabado (pocas salpicaduras).



Embutido de chapas, esquema de las piezas T1-T2. Apoyo y encastre con respecto a otros taburetes.
Elaboración propia.



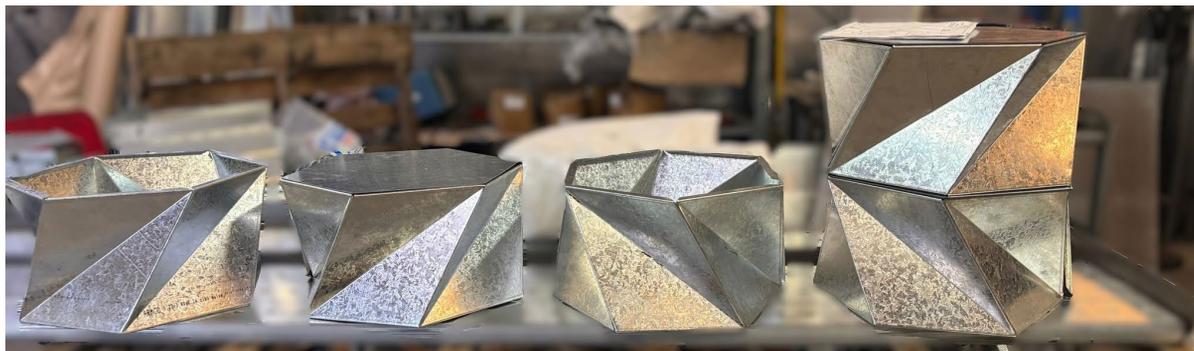
Como oportunidad de mejora en el prototipo, se estudia la posibilidad de realizar 4 puntos de encastre y apoyo. Este proceso se realizaría mediante el embutido de la chapa.

La pieza T2, apoya sobre el suelo y encima de otros taburetes, por lo tanto el embutido “positivo” formaría 4 puntos de apoyo. La pieza T1, el asiento o la tapa que recibe otros taburetes con un módulo o más, el embutido sería “negati-

vo”, quedando la forma hacia el interior, encastrando con los apoyos de la pieza T2.

El procedimiento se realiza mediante un dispositivo pisador que aprieta el disco contra la matriz de embutir con la finalidad de que no se produzcan pliegues. El punzón de embutir al bajar estira el material sobre los bordes rebordados de la matriz, de modo que se produzca una pieza hueca.

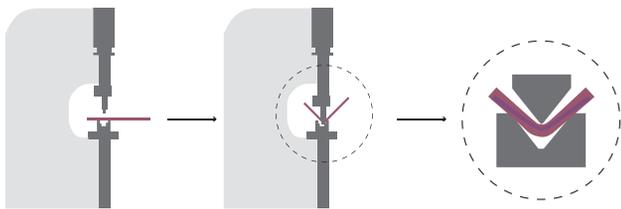
5.4 Prototipo funcional 1.1



50- Shito en producción. Taller de Distrimet. ©Daniela Pellegrino.

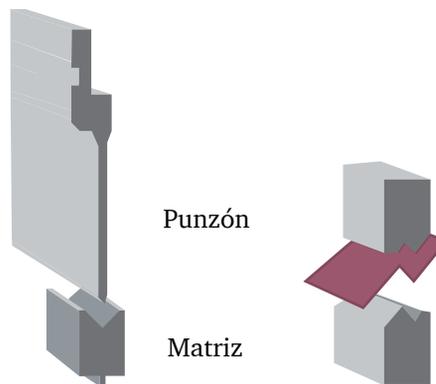
En el siguiente capítulo, se describe el proceso de producción de shito 1 y shito 2. El salto de las maquetas, imágenes 3D, gráficos y dibujos, al prototipo funcional, ha sido una tarea ardua implicando grandes desafíos.

La tecnología que se utilizó para plegar las piezas de los taburetes, en chapa galvanizada de espesores 1,2 y 2,0 mm, es la prensa plegadora. Este sistema incluye bastidores en forma de C, un punzón superior, la matriz inferior y un sistema hidráulico para mover el punzón superior con mayor presión y potencia.

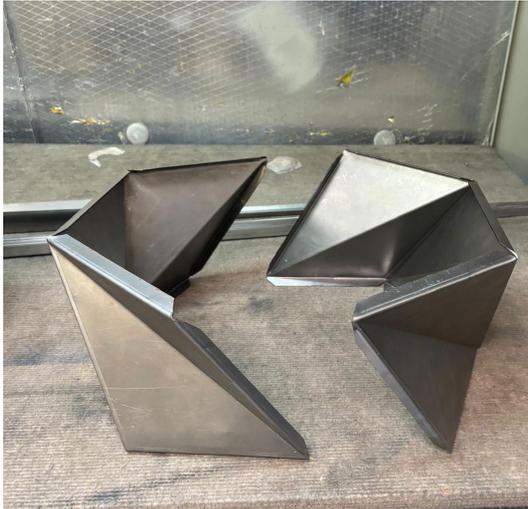


51- Esquema de funcionamiento prensa plegadora hidráulica. Elaboración propia.

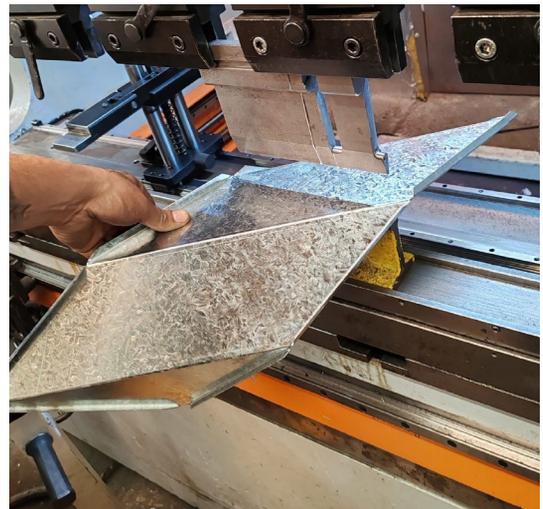
El primer paso fue verificar si la pieza E1, podía ser plegada según los ángulos de los triángulos. Al ser movimientos montaña y valle, corría el riesgo de “chocar” con la plegadora y no poder continuar el proceso. Se realiza una primera prueba en chapa de 1,2 mm de espesor, en donde se constata la posibilidad de realizar todos los pliegues, incluidas las aletas laterales y horizontales (ver foto 53).



52- Esquema de punzón y encuentro con la matriz. Elaboración propia.



53-54- Pruebas. Pieza E1 en chapa, verificación de los pliegues. Prueba de shito 2.
©Daniela Pellegrino.



55-56- Plegadora. Plegando la pieza E1 de shito. Fotografías autoría de Distrimet, 2024.

A pesar de poder realizar los pliegues en la chapa galvanizada, escogida por su menor peso con respecto a la chapa de hierro; el plegado no fue tan sencillo. Se comienza plegando todas las aletas laterales y horizontales (ver foto 55), luego se realizan los dos pliegues exteriores y el central del tipo valle, (ver foto 56 y 57), finalizando con los dos pliegues interiores de la pieza del tipo montaña.

En la producción de los prototipos, se utilizaron las matrices disponibles en la empresa, las cuales no se adaptaban a los ángulos específicos de las piezas a plegar. En esta ocasión la plegadora se utiliza con la técnica plegado por aire, lo que implica no presionar con el punzón la chapa hasta la profundidad máxima de la matriz. El punzón presionará la chapa en la matriz según el ángulo de flexión, determinando la profundidad a la que desciende.

Si se considera producir todos los taburetes de la familia shito, se debe considerar invertir en una matriz diseñada con los ángulos necesarios para lograr finalizar cada pieza perfectamente desde la plegadora.

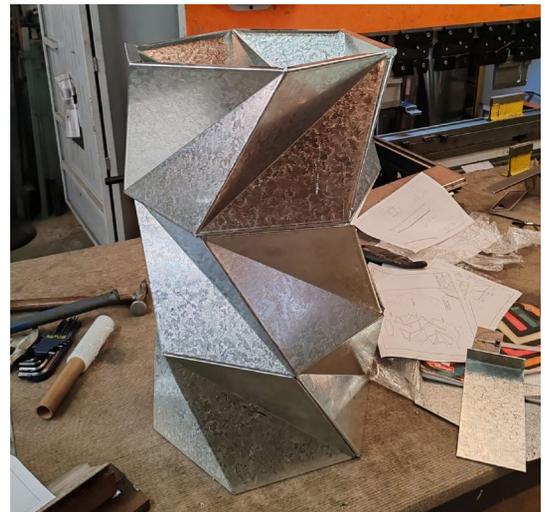
En este prototipo, se tuvo que concluir el proceso de forma manual y artesanal. El ingenio del equipo de

producción, los llevó a modificar un riel, puliendo uno de sus vértices, logrando obtener el ángulo necesario para perfeccionar de forma manual todos aquellos que tuvieran diferencias y no se haya llegado con la plegadora (ver foto 59).

Una vez culminado el proceso de los ángulos en cada pieza E1 y E2 (ver página 72), se continua con la unión de cada una de las partes. Mediante soldadura MIG/MAG se unen las dos piezas E1, soldando en las aletas laterales, la soldadura queda del lado interior, consiguiendo el efecto exterior de la arista limpia. La siguiente unión se realiza entre el módulo 1 y el módulo 2, soldando las aletas horizontales del lado interior, en el caso de shito 1. Por último se finaliza soldando la base y la tapa de los taburetes. En una primera instancia, la idea era soldar también interiormente estas piezas con el fin de ocultar las soldaduras dadas las dificultades de la maniobra, en su lugar, se suelda exteriormente. Las marcas persisten visibles en el volumen final. No obstante, este aspecto no se ha logrado definir según el diseño del prototipo, constituyendo un punto clave para mejorar en futuras interacciones.



57- 58- Plegadora. Plegando la pieza E1 de shito. Fotografías autoría de Distrimet, 2024.

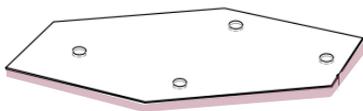


59- 60- Plegadora. Riel adaptado al ángulo necesario. Torre shito. Fotografías autoría de Distrimet, 2024.

Concluyendo el proceso de fabricación de los taburetes, se detectaron varios puntos a mejorar en el prototipo inicial. En primer lugar, se deben corregir los ángulos de las aletas horizontales que unen las dos piezas E1. De igual forma, las piezas E2 se proyectaron con un

ángulo obtuso de 20° , pero el vértice sufrió algunas deformaciones debido al poco espacio disponible en el metal para realizar el pliegue correctamente. Se debería modificar a un ángulo de 45° o más, para poder trabajar con mayor comodidad este punto.

En segundo lugar, se debería perfeccionar la unión de la tapa con respecto al módulo superior, diseñar otra forma de vincularse para evitar las soldaduras visibles.



En tercer lugar, para la producción en serie de estas piezas de mobiliario, se debería diseñar la matriz para ser utilizada en la plegadora y obtener un mejor resultado y disminuir en su mayor

medida, la terminación artesanal.

Por último, se debe diseñar la matriz para poder embutir los cuatro puntos tanto en la tapa como en la base de apoyo y de espera. Este punto dado el costo no ha sido posible incluirlo en el prototipo funcional, pero en caso de considerar la producción en serie, es el primer paso a realizar luego de cortar los hexágonos.

Para realizar la terminación de los distintos colores, al ser chapa galvanizada, es necesario utilizar productos específicos para este tipo de chapa. En primer lugar se debe limpiar bien la superficie y lijar suavemente con una lija de grano fino, de forma manual o con una lijadura eléctrica. Una vez que la superficie quede preparada, se debe aplicar una imprimación para galvanizados, esta base previene la descamación de la pintura, protege y brinda mayor adherencia. Después de imprimir la superficie, se pinta con un esmalte sintético de alta cobertura, de cualquier color pensado para los taburetes shito. Existe una segunda opción para aplicar especialmente en un proceso de producción en serie, esmalte industrial multi-adherente, ejecutado por especialistas en el área.



Detalles de los vértices de shito 1.
©Daniela Pellegrino.



El juego de las sombras.
©Daniela Pellegrino.



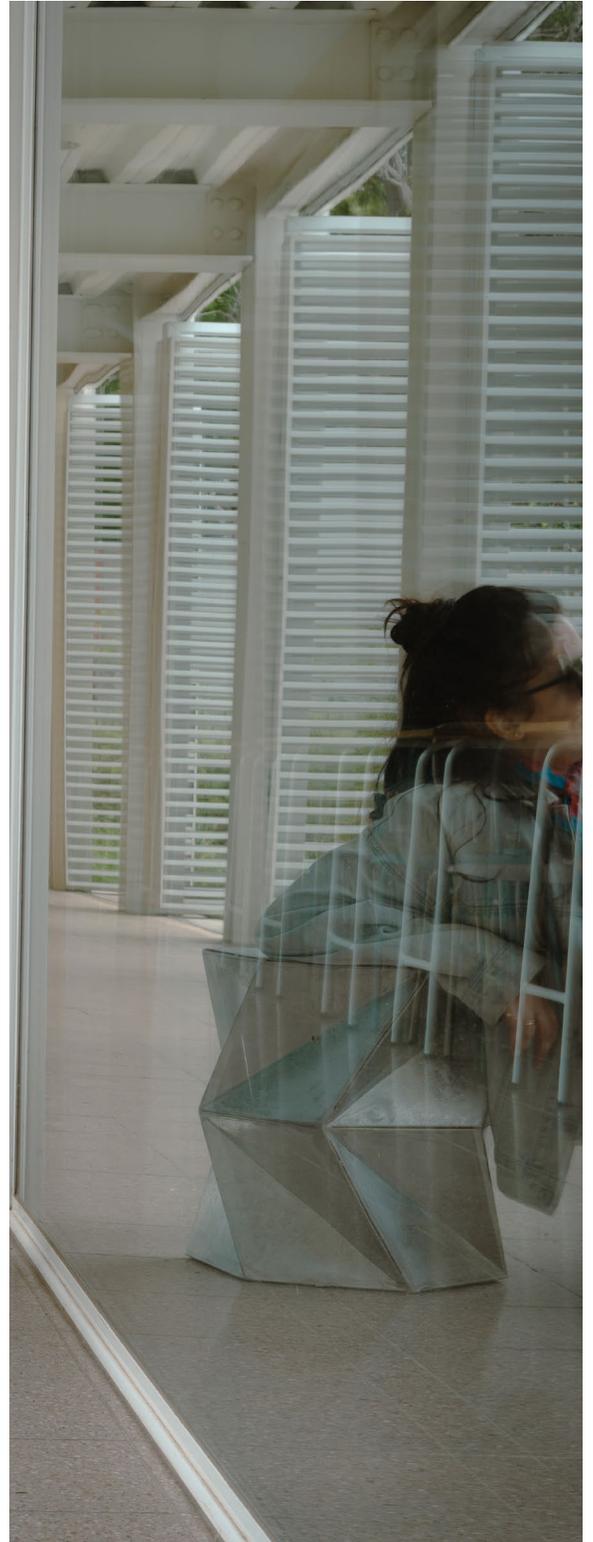
©Daniela Pellegrino.







©Daniela Pellegrino.



5.5 Conclusión

Partiendo de la hipótesis principal, se plantea el uso del origami como una herramienta de diseño con infinitas posibilidades. El patrón de origami estudiado es adaptado y construido usando un material resistente. La funcionalidad principal de las piezas diseñadas en este proyecto de mobiliario, los taburetes, son asientos pensados para ser funcionales y ocupar menos espacio que un asiento tradicional. Su atributo principal es la capacidad de soporte de manera segura y estable del peso de una persona.

Los taburetes shito toman formalmente el patrón Kresling, un patrón que por si solo tiene una gran capacidad de resistencia a la compresión gracias a los nervios que forman los triángulos congruentes que por si solos son una estructura resistente. ¿Qué material es capaz de cumplir con los pliegues y requerimientos necesarios para llegar a la forma final? En primera instancia se debe partir con el material plano el cual se modifica mediante una serie de pliegues hasta “crear” la forma final. Este material debe cumplir tres requisitos esenciales, sopor-

tar la compresión, el peso y mantener la forma fija (movimiento del patrón Kresling bloqueado), según lo planificado en cada caso. El material escogido cumple con todos los requerimientos, como fue demostrado en el desarrollo del documento.

Finalmente Los taburetes son resistentes, la lámina de chapa galvanizada es capaz de resistir el plegado y además soportan el peso de una persona sentada o parada.

Por otro lado, el último de los objetivos cumplidos es la expresividad del diseño de shito según el concepto de belleza planteado en la introducción. Los volúmenes de cada taburete bajo la luz revelan clarososcuros en el objeto, destacando la capacidad de transformación, fragilidad y complejidad oculta en la volumetría modelada a partir de una materia totalmente plana, descubriendo así su secreta belleza.

Aunque formalmente es un origami de pliegos fijos, parece mostrar y reflejar movimientos. Dependiendo del ángulo de visión, da la ilusión que podría comprimirse en cualquier momento.

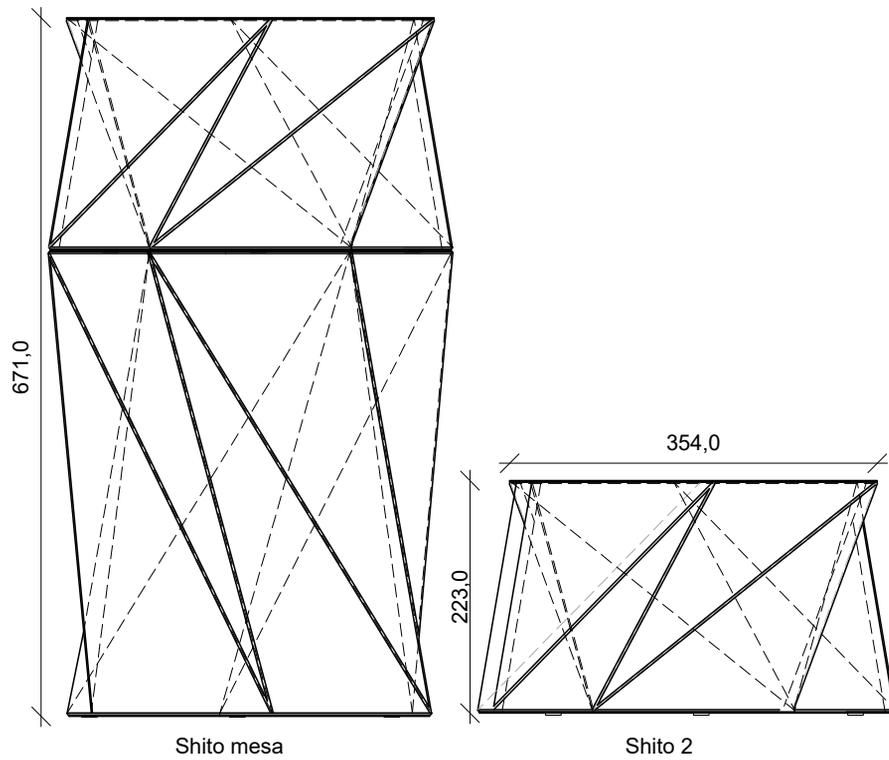


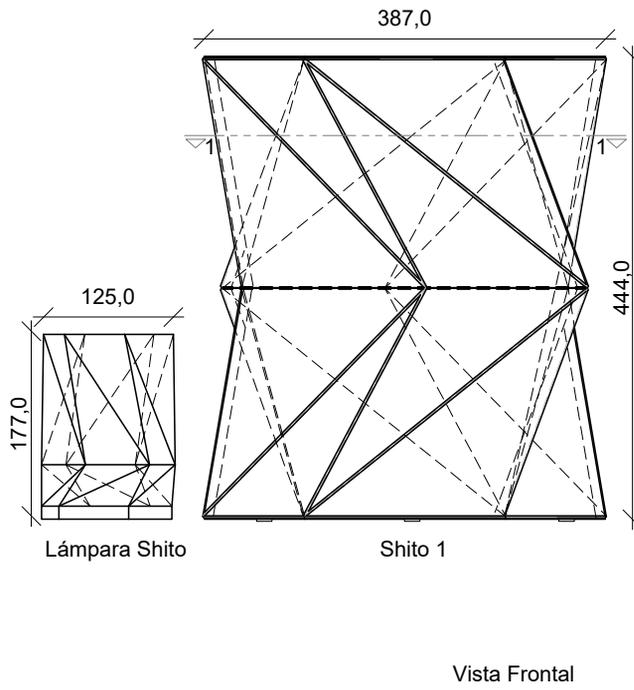
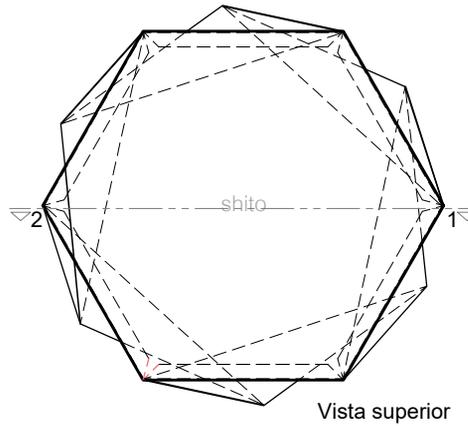
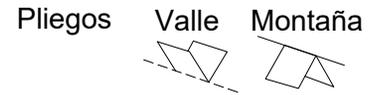


©Daniela Pellegrino.

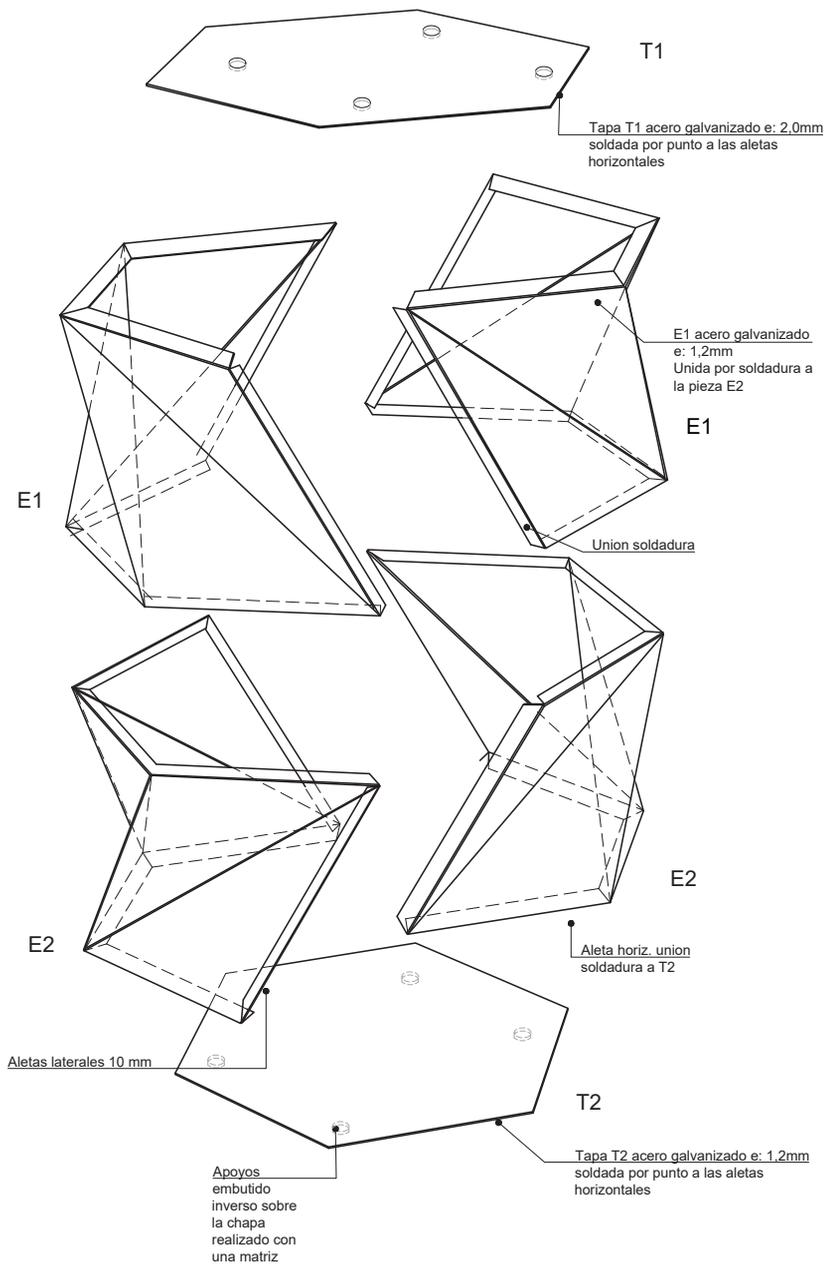
Shīto refleja el cambio inherente a la naturaleza. Este patrón, inspirado en el fuelle de las alas de ciertos insectos, captura la esencia de la transformación. La escena muestra un contraste entre los elementos naturales y los taburetes metálicos, que parecen desafiar su propia naturaleza física. Este juego de formas da la ilusión de que podrían desvanecerse o transformarse en cualquier momento, creando una atmósfera onírica y casi surrealista.

5.6 Proyecto ejecutivo.

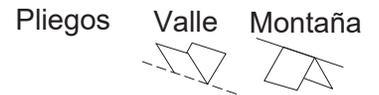




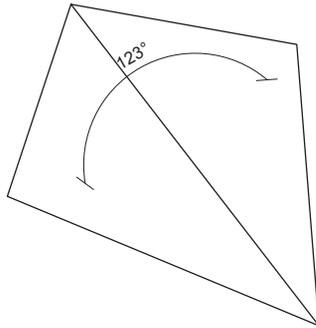
DEPM-FADU- UdelaR		
Proyecto:	Taburete Shito	
Autor:	Arq. Daniela Pellegrino	
Vistas taburetes luminaria	L01	
u: mm	Esc: 1/3	07/2024



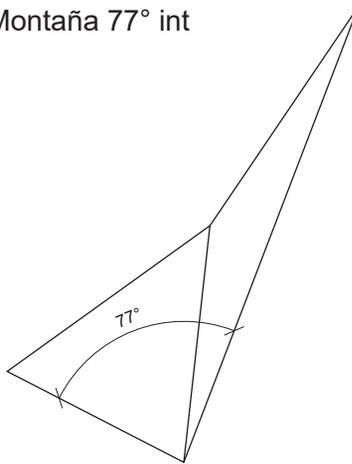
Ángulos de los pliegues
de las piezas E1 y E2



Valle 123° ext

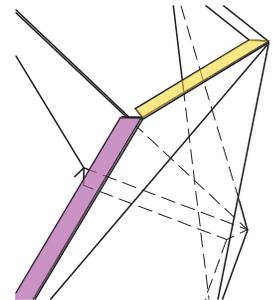


Montaña 77° int

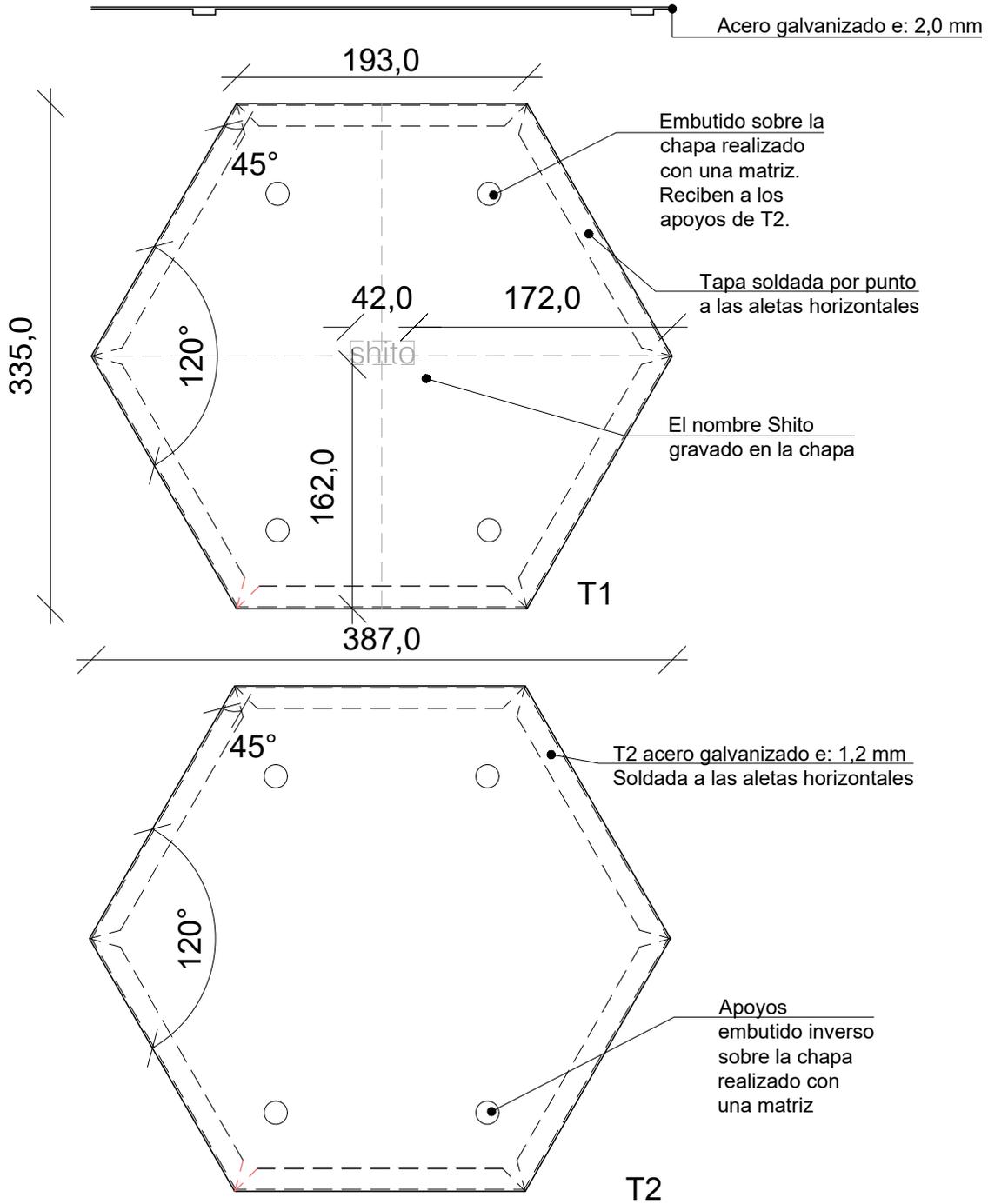


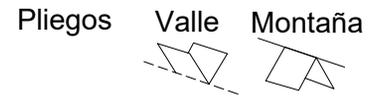
Ángulos de las aletas:

- laterales: 38,5°
- horizontales: 68°

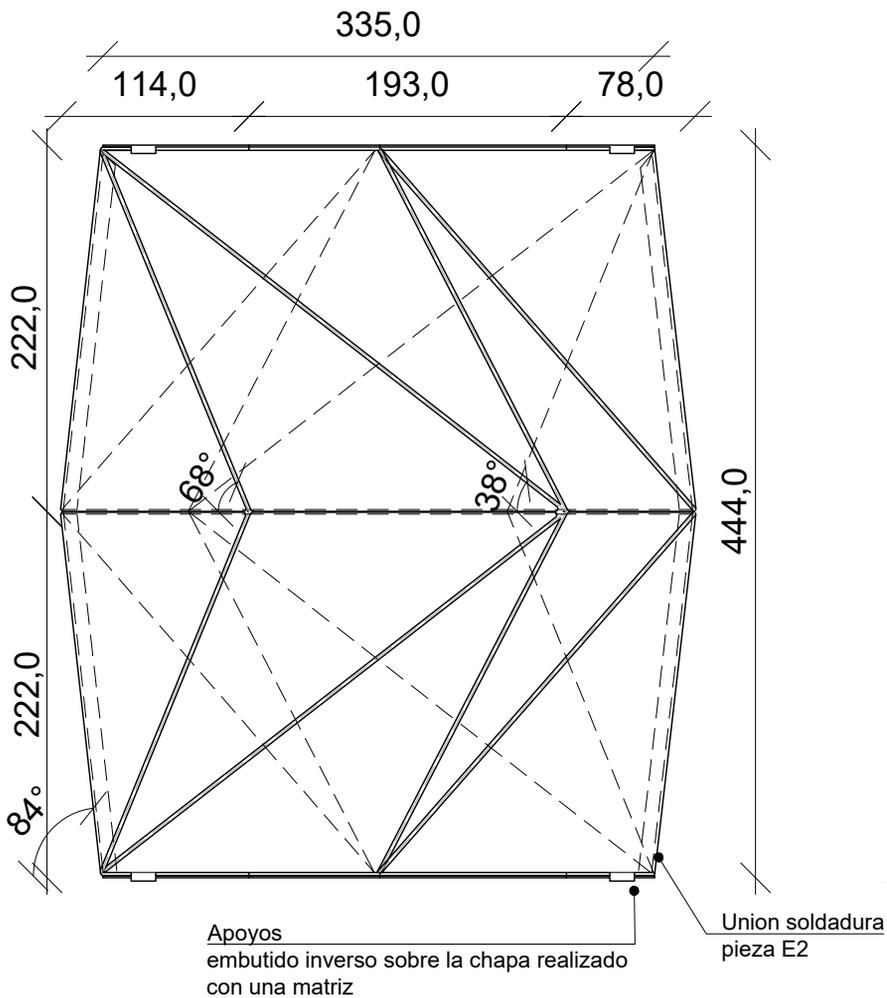


DEPM-FADU- UdelaR		
Proyecto:	Taburete Shito	
Autor:	Arq. Daniela Pellegrino	
Axonometrica		L02
u: mm	Esc: 1/3	08/2024

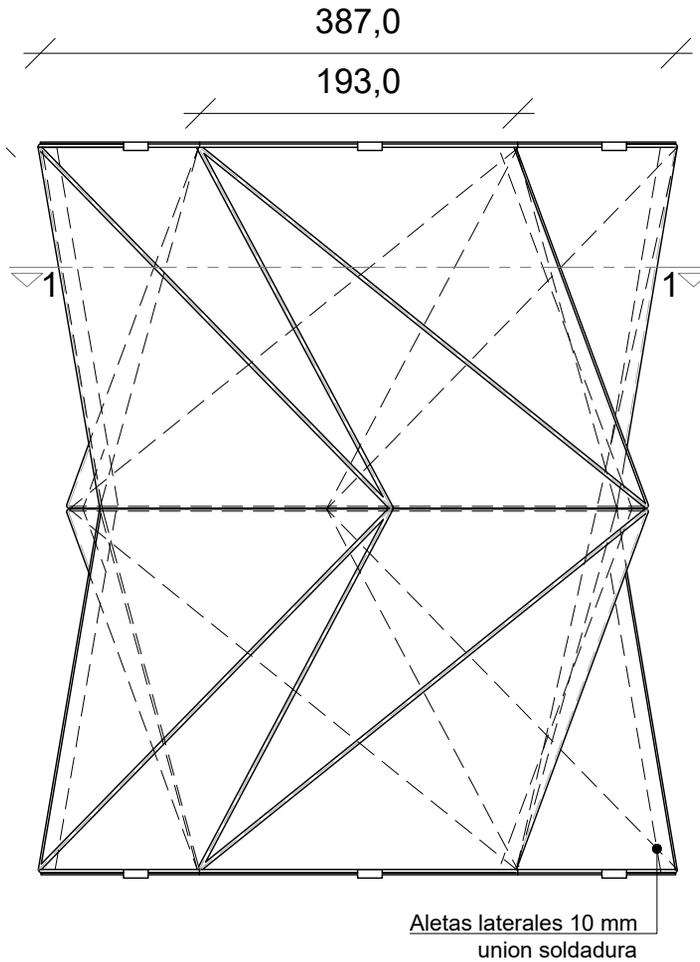
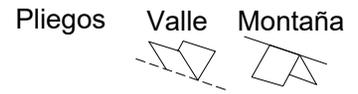




DEPM-FADU- UdelaR		
Proyecto:	Taburete Shito	
Autor:	Arq. Daniela Pellegrino	
T1, T2	L03	
u: mm	Esc: 1/3	07/2024

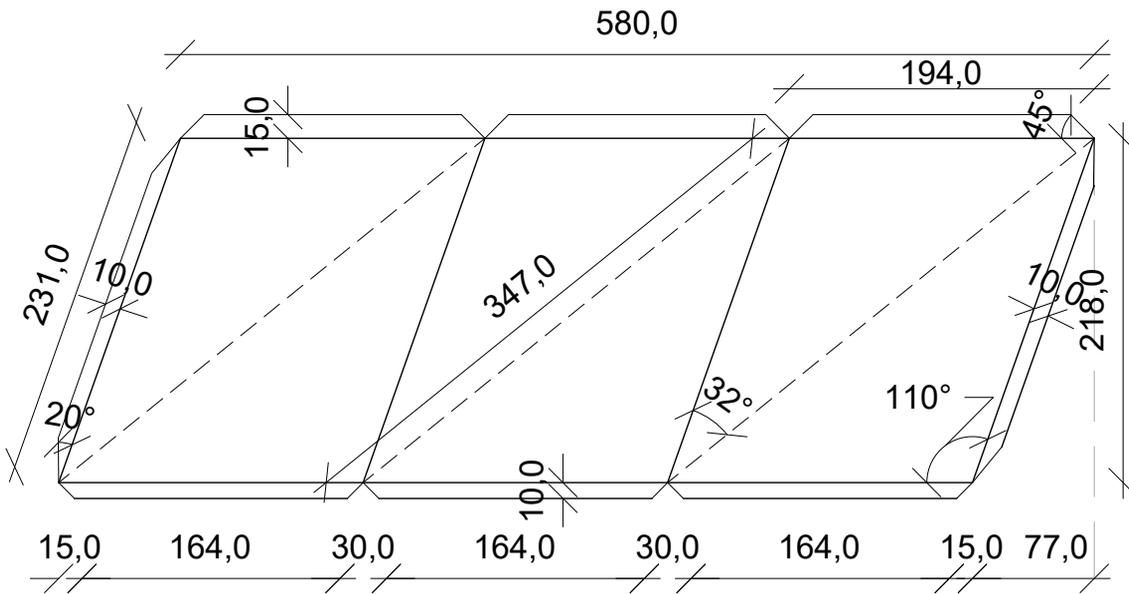
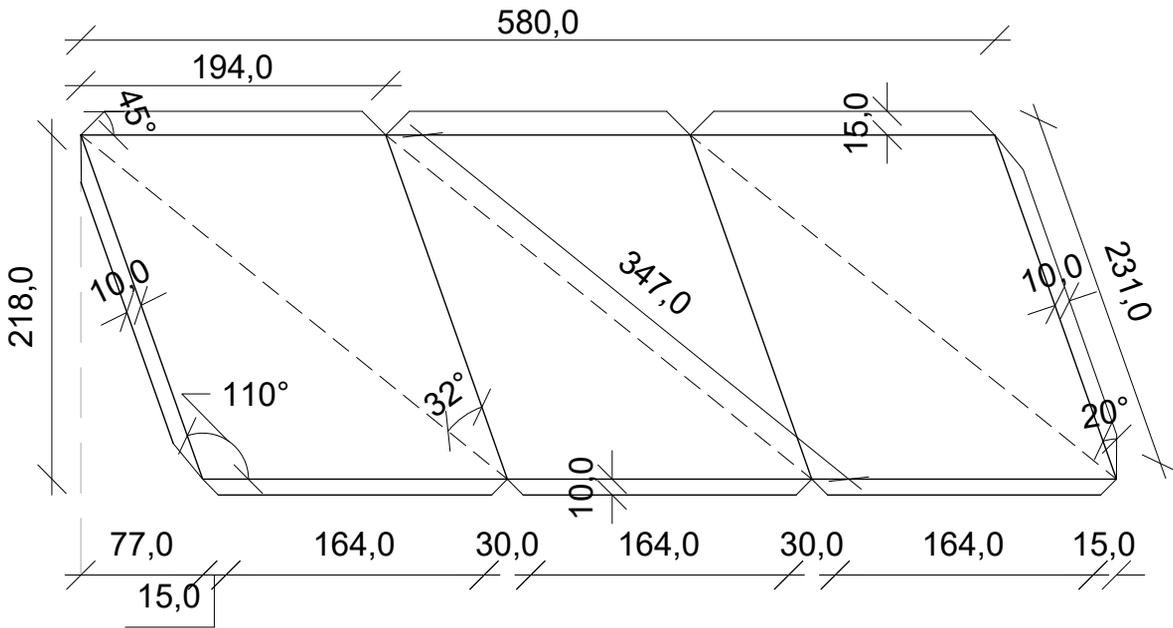


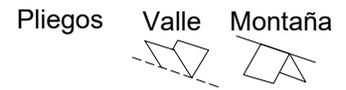
Vista Lateral



Vista Frontal

DEPM-FADU- UdelaR		
Proyecto:	Taburete Shito	
Autor:	Arq. Daniela Pellegrino	
Vista frontal y lateral	L04	
u: mm	Esc: 1/3	07/2024





Pieza E1
2 unidades

Pieza E2
2 unidades

DEPM-FADU- UdelaR		
Proyecto:	Taburete Shito	
Autor:	Arq. Daniela Pellegrino	
E1 2 un	E2 2 un	L05
u: mm	Esc: 1/3	07/2024

6. Anexo

6.1 Alternativa

El capítulo de otra historia



61- "Nunca alcanzaremos el submarino con esta lenta casa flotante. Por suerte compré este bote plegable". *The Terror in the River*, Walt Disney 1946. Imagen extraída de: "Collapsible" por Chronicle Books LLC, 2001.

82

¿Que pasaría si el taburete shito se pudiera plegar y trasladar?

Los objetos plegables, son aquellos que de una forma u otra se despliegan para ser utilizados y se pliegan para el almacenamiento, ahorrando espacio y funcionalidad. Este atributo es utilizado en varios diseños de objetos cotidianos, como paraguas, persianas, telescopios, muebles e incluso el bote plegable del Pato Donald.

Los objetos plegables tienen la

gran capacidad de ajustar su tamaño para cumplir una necesidad básica. Tienen dos estados, plegado, estado pasivo y desplegado, estado activo. Se expande y contraen según la necesidad.

Según se describe en el libro "Collapsible" del autor Per Mollerup, Chronicle Books LLC, 2001, la clasificación de los objetos diseñados con el atributo plegable, presenta un desafío por los límites no tan claros entre objetos plegables por plegar y objetos plegables por pliegues (a lo largo de líneas que forman un patrón). Muchos de estos objetos cumplen con varias características, pero destacan por su principal.

La siguiente clasificación es extraída de "Collapsible":

- **Tensión:** capacidad del material para soportar fuerzas externas y volver a su forma original después de ser deformado.
- **Plegado:** doblar un objeto en una o más partes para reducir su tamaño y facilitar el almacenamiento o transporte.
- **Marcado de pliegues:** consiste en crear pliegues que se doblen de manera controlada.
- **Fuelle:** utiliza pliegues repetidos en forma de acordeón para permitir la expansión y contracción del objeto.

- **Ensamblaje:** capacidad de un objeto para ser desmontado y vuelto a montar, facilitando su transporte y almacenamiento.
- **Bisagra:** utiliza bisagras para permitir que partes de un objeto se muevan en relación con otras, facilitando su plegado.
- **Enrollado:** implica enrollar un objeto de una forma compacta para reducir su tamaño.
- **Deslizamiento:** permite que partes de un objeto se deslicen unas sobre otras para reducir su tamaño total.
- **Anidación:** objetos que puedan encajar unos dentro de otros para ahorrar espacio.
- **Inflado:** utiliza aire o gas para expandir un objeto a su forma funcional y permite desinflarlo para su almacenamiento.
- **Abanico:** desplegar un objeto en forma de abanico para su uso y plegarlo nuevamente.
- **Acordeón:** Similar al fuelle, utiliza pliegues en forma de acordeón que permita la expansión y contracción del objeto.

A partir de todos los conceptos antes mencionados, para que el taburete shito pueda ser plegado y transportado, es necesario realizar un re diseño. Tal como lo hemos visto a lo largo de esta investigación, no sería posible plegarlo y desplegarlo con un único material, y que este resista el peso de una persona, como algunos ejemplos vistos en el capítulo *3.3 Mobiliario plegado, dentro de la categoría 1. Mobiliario Origami b) Plegado con movimiento.*

Según la imagen 1, esquema que representa la forma de los pliegues y las proporciones del patrón de origami Kresling, no hay forma de “trabar” la compresión total. Debería existir alguna estructura secundaria que impida el colapso del origami, lo cual a mi entender e interpretación, shito dejaría de ser autoportante y perdería la esencia del origami.

El re diseño debería plantear un patrón con proporciones de una mayor esbeltez y un módulo en principio. Al recibir el peso de una persona, los triángulos se trabarían entre ellos impidiendo el colapso total del taburete. Utilizando una lógica similar al ejemplo de la página 32 **Origami Chair-2005-James Dieter.**

El material que podría utilizarse como una única lámina plegada es el polipropileno. La pieza final se cerraría mediante un objeto auxiliar, como la incorporación de botones, proporcionando así una terminación funcional y estética.

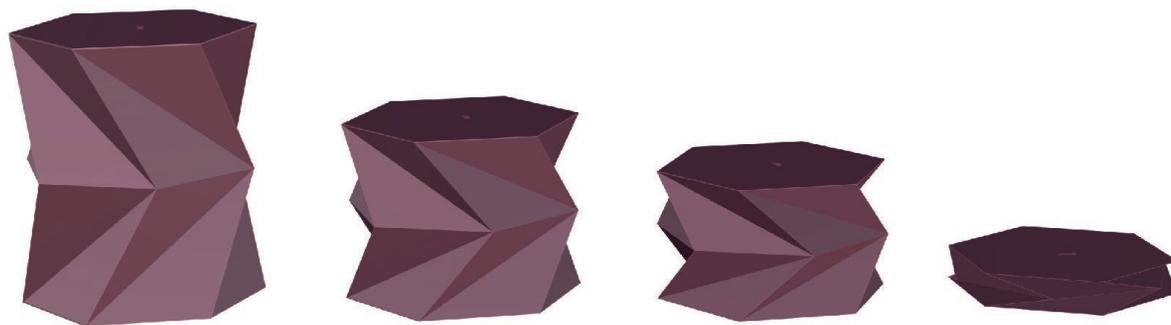
El nuevo diseño de shito debería ser verificado y estudiado en profundidad partiendo de los anteriores conceptos.

Según la clasificación del autor Per Mollerup en “Collapsible”, se identifican de la lista atributos aplicables al nuevo shito, entre ellos cumplirían con:

marcado de pliegues, ensamblaje y deslizamiento.

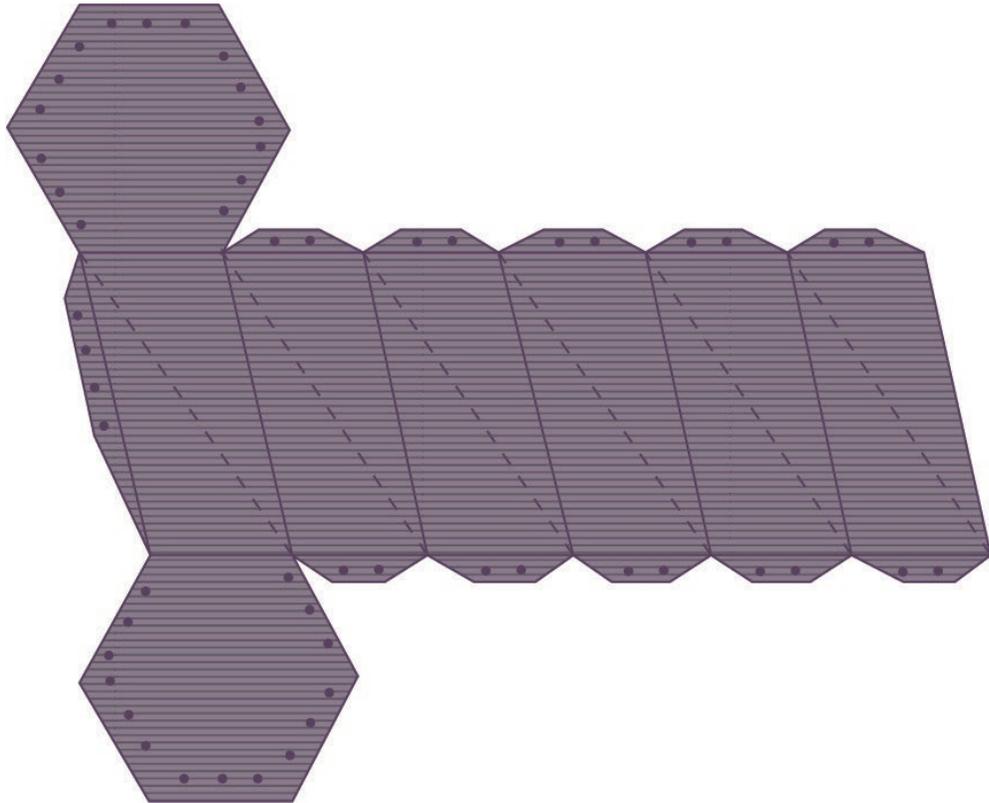
Shito tal como lo conocemos hasta el momento, sin ninguna estructura auxiliar, al ejercer una fuerza de compresión, el volumen colapsaría (ver imagen 62). Siendo prácticamente imposible utilizar este modelo para plegar y ser transportado y almacenado con mayor facilidad.

84



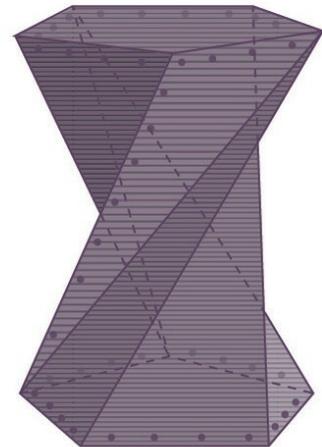
62- Se visualiza el movimiento que realizaría el patrón de shito si este fuera de un material que no presente resistencia a la fuerza de la compresión. Cada módulo colapsa correlativamente al siguiente.

Elaboración propia.



63-64- Patrón propuesto como alternativa a estudiar y volumen resultante.
Elaboración propia.

Propuesta del nuevo patrón, marcado sobre una lámina de algún material plástico o cartón que presente propiedades estructurales, permitiendo así, plegar la lámina según se indica y cerrar el volumen con broches. Una vez utilizado, se puede desplegar y guardar en su forma plana.



6.2 Shito en Pako Pako

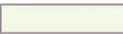
Modelo para construir el patrón Kresling en el juego Pako Pako de Tomoko Fuse.

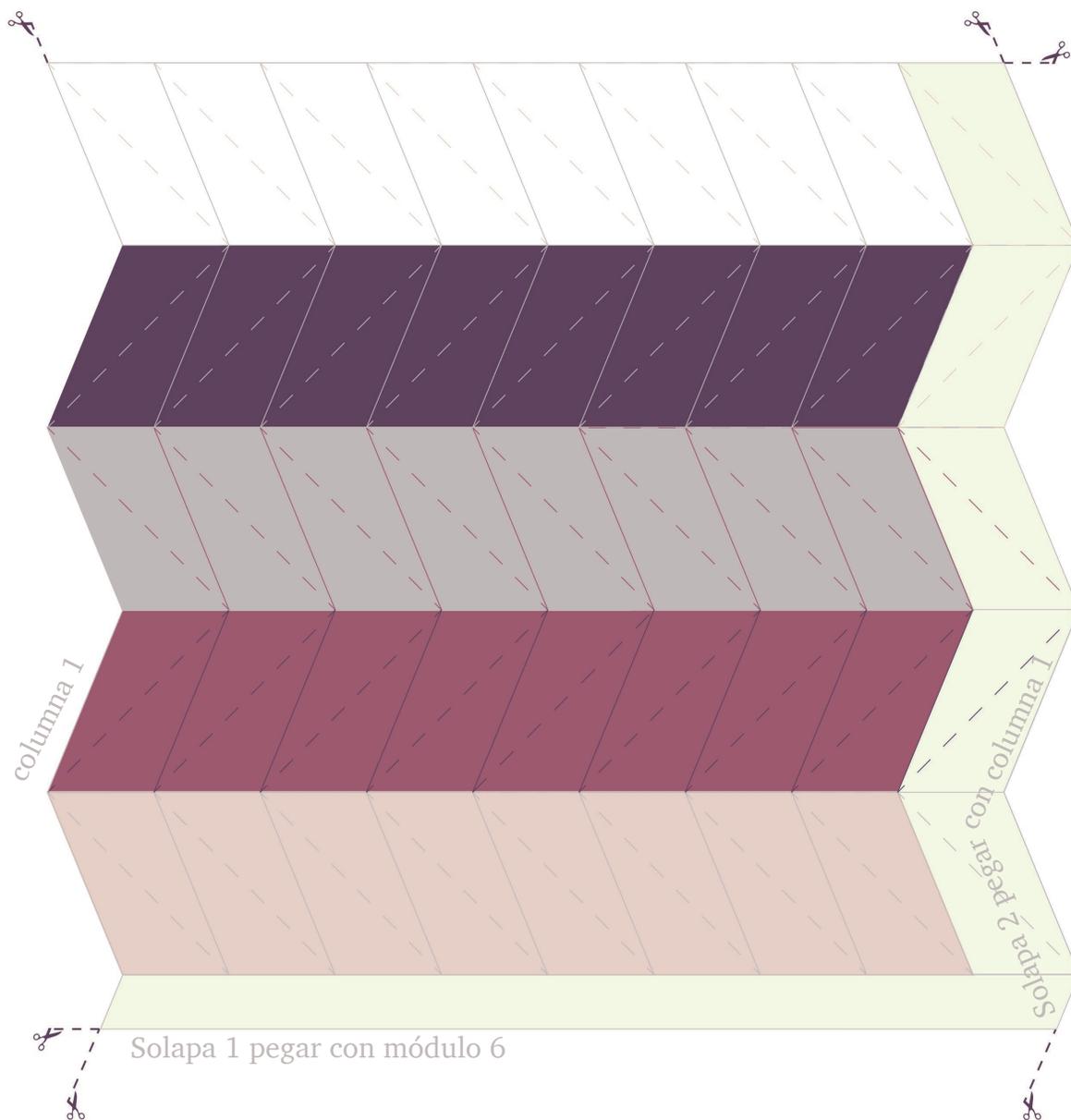
1. Cortar el perímetro de las dos figuras.
2. Plegar la solapa 1 donde se indica.
3. A plegar montañas y valles.
4. Cerrar cilindro y comenzar a comprimir.

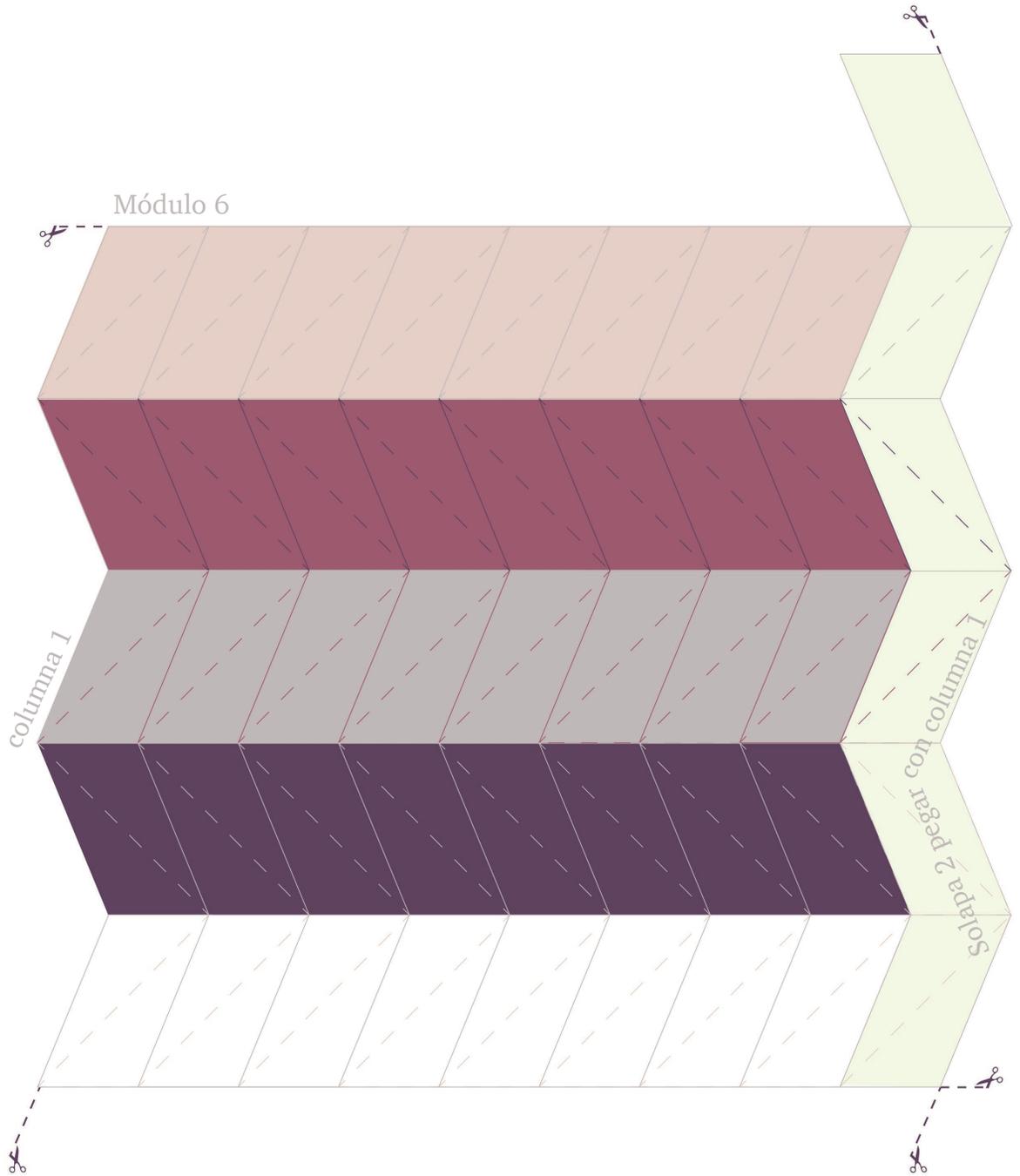


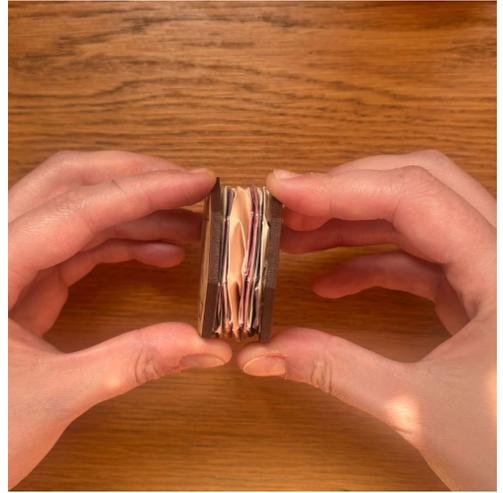
64-67- Comenzar con los pliegues horizontales, siguiendo por los pliegues montaña y luego el valle. Cerrar el cilindro y colapsar todos los niveles hasta comprimirlos a todos.



-  Solapa para pegar
-  Pliegue Montaña
-  Pliegue Valle









©Daniela Pellegrino.

El reflejo de Shito, transformación, fragilidad y complejidad.

Agradecimientos

Llegar al final de este camino, no ha sido una tarea sencilla, en él, quedan muchas historias y experiencias que recordar. Entre ellas, están los agradecimientos de todas las personas que participaron de cada capítulo:

El incondicional desde el primer al último, Matías, el pilar fundamental de esta historia.

A los profesionales que encendieron la luz en momentos claves para la definición de shito:

Ing. Elena Ruggiero
Arq. Jeremías Merino

Al equipo de DISTRIMET, un especial agradecimiento, participaron del último capítulo, pero el más importante. Los profesionales que dejaron todo en la construcción y la ejecución del prototipo, hicieron realidad estos pequeños y complejos taburetes:

Matías Larrosa (Gerente general)
Omar Gómez (dibujante)
Christian Ramos (plegador)
Iván De Armas (operador laser)
Marcelo Santos (soldador)

Bibliografía

JACKSON Paul, “Técnicas de plegado para diseñadores y arquitectos”. publishing ltda. 2011

FUSE, Tomoko, “Spiral origami| art| design” APPL Alemania 2012.

KRESLING, Biruta, “Origami-structures in nature: Lessons in designing “smart” materials”

DE SOUZA, S. Pablo M., “El pliego en la arquitectura”. Tesis Doctoral, Máster en teoría, historia y crítica de la arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, junio 2017.

SOËTARD, Michel, Friedrich Fröbel (1782-1852). Universidad Catholique de l'Ouest, Angers (Francia). Revista Padres y Maestros abril 2013 N° 350, p 45-48

FUSE, Tomoko. “Origami Art. Work by a modern master”. Sake SA, 2018

MOTTA M., MAURIZIO S. “Origami, Evoluzione e Inspirazione”. Politécnico de Turín, Licenciatura en diseño industrial. Italia 2012/2013.

KIDAMBI Narayanan, WANG K.W., “On the Deployment of multistable Kresling Origami-inspired structures”. IDETC/CIE, Anaheim California. ASME, 2019.

HULL, Thomas, “Origami³”, international Meeting of Origami Science, Math, and Education, 3rd: 2001: Asilomar, California. AK Peters Ltda.

ECO, Umberto, “Historia de la belleza.” Bompiani, Milán. Libri Spa, 2004.

TANIZAKI, Junichiro, “El elogio de la sombra”. Madrid. Ediciones Siruelas SA, 2008.

MOLLERUP, Per, “Collapsible”. Chronicle Book LLC, United States 2001.

ROMERO, Elena, “Josef Albers. La interacción de la Matière en el arte y en la arquitectura”. Tesis de Maestría en Proyectos arquitectónicos avanzados. Universidad Politéc-

nica de Madrid 2017/2018.

https://oa.upm.es/35485/7/TESIS_MASTER_ELENA_ROMERO_SANCHEZ.pdf

TREBBI Jean-Charles. “El arte del plegado, fromas creativas en Diseño y Arquitectur.”. Editions Alternatives, France, 2008. Volumen I y Volumen II

PÁGINAS WEB

<https://www.britishorigami.org/cp-lister-list/history-of-paperfolding-a-german-perspective/>

<https://www.origamiheaven.com/froebel.htm>

<https://www.origamiheaven.com/historyindex.htm>

Video “Our Origami World”: https://www.youtube.com/watch?v=gqxvdqq82Pw&t=28s&ab_channel=NOVAPBSOfficial

<https://histambar.com/es/blog/linternas-japonesas-o-el-juego-de-luces-y-sombras/>

IMÁGENES

1- Publicación “Sembazuru Orikata” 1797. Fuente: <http://origami.gr.jp/Model/Senbazuru/index-e.html>

2- Servilleta plegada. Fuente: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.31175035224743&view=2up&seq=50>

3-Mujer sosteniendo una grulla de papel, pintado sobre madera, data de la época Edo (1790 y 1750) autor: Torii Kiyotada. Fuente: <https://ukiyo-e.org/image/mfa/sc150206>

4- Origami paper Folding. 1890-1910 auto desconocido. Fuente: <https://ukiyo-e.org/image/artelino/47620g1>

5- Página 27, lam VI. Trincir-Buch, Harsdorffer, 1652. Fuente: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.31175035224743&view=2up&seq=50>

- 6-“The Merry-makers” Carolus Duran. París, 1870. Fuente: <https://fineartamerica.com/art/paintings/carolus-duran>
- 7-Álbum Paper folding Kindergarten. Teoría de F. Fröbel. Fuente: https://www.moma.org/collection/works/145087?artist_id=39278&page=1&sov_referrer=artist
- 8- Álbum Froebeliano con modelos para la séptima ocupación “el plegado”. Fuente: Pablo M. De Souza, S. El pliegue en la arquitectura. Tesis Doctoral. Madrid 2017. p 65
- 9- Niños trabajando con papel. Fuente: Foto del libro de Edna Anne Rich Paper Sloyd, 1905.
- 10- Formas de vida de “Yochien Ombutsu No Yu”. Página de Yochien Ombutsu No Yu.
- 11- Formas de belleza. Yochien Ombutsu No Yu.
- 12- Secuencia de imágenes. Fuente: <https://www.origamiheaven.com/historyrecreationaljapan2.htm>
- 13- Trabajos de alumnos de la Bauhaus. Fuente: <https://www.erikdemaine.org/curved/history/>
- 14- Trabajos de alumnos de la Bauhaus. Estudio de papel 1927-28. Fuente: <https://erikdemaine.org/curved/history/>
- 15- “Pako Pako Play” Fuente: “Spiral origami | art | design” pg 271.
- 16- Japanese Rock garden by infinite folding. Fuente: “Origami art Tomoko Fuse”.
- 17- Lámina desplegada.
- 18- Proceso de pliegue. Fuente: https://issuu.com/mauriziosurt/docs/tesi_origami_-_evoluzione_e_inspiraz/157
- 19- Silla TLF03. Vista Frontal y 20- Maqueta silla TLF03. Maqueta de madera del plegado articulado. Fuente: TREBBI Jean-Charles. “El arte del plegado, formas creativas en Diseño y Arquitectur. ”. Editions Alternatives, France. Volumen II
- 21- Micrografía por Wasserthal (1998).
- 22- Pliegues en superficies desarrollables. Fuente:
- 23- Patrón Kresling espontáneo. Fuente: https://www.researchgate.net/figure/pp-18-21-1-B-Kresling-2008-Natural-twist-buckling-in-shells-From-the_fig7_277174860
- 24- Superficies planas y líneas rectas tangentes. Fuente: https://www.researchgate.net/publication/380100962_Biruta_KRESLING_Folded_and_Unfolded_Nature_In_Proc_Origami_Science_Art_Seian_University_of_Art_Design_Otsu_Shiga_Japan_1994_publ_1997_Koryo_Miura_et_al_ed_V3_93-108_12_figures
- 25-Despliegue dinámico de un modelo Kresling.Figura 8. (a). pg 7.

26- *Despliegue dinámico de un modelo Kresling.Figura 8. (b).* pg 7.

27- *BUILT NY* Fuente: <http://tarosorigamistudio.com/theorigamiconcept/index.php/product/built-ny-fabric-wine-tote/>

28-*Lámpara hexagonal. “Origami art” Tomoko Fuse.* pg 162

61- *“Nunca alcanzaremos el submarino con esta lenta casa flotante. Por suerte compré este bote plegable”.* *The Terror in the River*, Walt Disney 1946. Imagen extraída de: *“Collapsible”* por Chronicle Books LLC, 2001.

shīto



©Daniela Pellegrino.

