



Acreditada
en Alta Calidad

Res. n°. 023654 del Mineducación.
10/12/21 vigencia 10/12/27

UNIVERSIDAD EAN

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INTEGRACIÓN

TRANSFORMACIÓN VERDE: PROPUESTA DE DISEÑO DIGITAL DE SILLAS A
PARTIR DE TUBOS DE CARTÓN

AUTORES

DIANA BARRERA SIABATO
DIANA CAROLINA MONCADA CARVAJAL
VIVIANA PAOLA YAGÜARA QUIROGA

TUTOR

JOSE DIVITT VELOSA GARCIA

BOGOTÁ D.C.

DICIEMBRE 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. OBJETIVOS	7
4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	8
5. JUSTIFICACIÓN	9
6. MARCO TEÓRICO.....	9
7. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	15
7.1. TÉCNICO	15
7.2. NORMATIVO	16
7.3. ECONÓMICO	17
7.4. SOCIAL	18
7.5. AMBIENTAL	19
7.6. OTROS	20
7.7. RESULTADO DE ANÁLISIS DE RESTRICCIONES PRODUCTO.	20
8. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y DESARROLLO.....	26
8.1. PASOS QUE SE DEBEN HACER:	26
9. PROTOTIPO.....	28

1. RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto tiene como finalidad realizar una propuesta de diseño (por medio de una herramienta digital) de una silla dinámica y ergonómica, reutilizando los tubos de cartón generados a partir del uso de los rollos de vinipel en fábricas de muebles, el cual permite contribuir al medio ambiente, minimizando la explotación de los recursos naturales y la saturación de los rellenos sanitarios, puesto que se estima que 321 rellenos del país en cuatro años cumplan su vida útil (Semana, 2021). Proporcionando el impulso del sector productivo reduciendo costos y generando empleo, siendo una iniciativa enfocada en la economía circular y en los objetivos de desarrollo sostenible. Uno de los riesgos del proyecto es determinar las características del material en relación a su resistencia y durabilidad basados en la estructura del diseño que se requiere alcanzar para su ejecución.

2. INTRODUCCIÓN

La reutilización y el reciclaje han sido propuestos como estrategias clave para abordar los problemas actuales de gestión de residuos y para lograr una economía más sostenible. En este contexto, surge la necesidad de considerar cómo se descartan ciertos materiales, que podrían tener un potencial significativo para ser reintegrados en el ciclo productivo. Tal es el caso de los tubos de cartón que resultan ser el desecho una vez se ha consumido el rollo de vinipel en fábricas de muebles.

El foco de este proyecto se centra en la reutilización de tubos de cartón desechados en una fábrica de muebles, esto se da después de que la fábrica hace uso del rollo de vinipel en su totalidad y únicamente queda el cartón, el cual es desperdiciado. Con una producción creciente de este tipo de desechos y un potencial impacto ambiental al no ser gestionados adecuadamente, se plantea una innovadora propuesta para reintroducir estos tubos de cartón en el mercado, pero desde una perspectiva completamente distinta.

La reutilización de materiales, en especial del cartón, ha emergido como una innovadora alternativa ecológica en diferentes ámbitos, incluido el diseño de interiores y la fabricación de muebles. El cartón, siendo un material versátil, puede ser remodelado en diversas estructuras y objetos con propiedades estéticas y funcionales (Moscoso, 2016). Los tubos de cartón desechados, frecuentemente descartados tras el consumo de productos como papel higiénico o rollos de cocina, presentan una oportunidad única de reciclaje (Zamudio, s.f).

Más allá de su aplicabilidad en diseño de interiores, el uso de tubos de cartón en construcción ha demostrado su eficacia y resistencia en pruebas prácticas y de laboratorio (Cubillos, 2018). Adicionalmente, la demanda insatisfecha de muebles sostenibles fabricados con materiales reciclados es una motivación para investigar y desarrollar técnicas y métodos que maximicen la utilidad de estos tubos de cartón en la industria mobiliaria (Bernedo, 2022).

La reutilización de materiales en desuso, específicamente de tubos de cartón, es una estrategia ambiental y económica muy relevante hoy. Los tubos de cartón, comúnmente descartados tras su uso primario, representan una oportunidad única para la innovación en el diseño y producción de mobiliario sustentable. Este proyecto propone la reutilización de estos tubos para crear sillas destinadas a jardines infantiles, brindando un doble beneficio: reducir el

impacto ambiental al reusar materiales y ofrecer una solución económica y duradera a instituciones educativas.

Se ha identificado a través de investigaciones y fuentes que la reutilización de tubos de cartón no es viable, sino que se ha explorado en distintos ámbitos como la creación de organizadores, manualidades y estructuras para espacios interiores. El desafío radica en adaptar estas técnicas al diseño y producción de mobiliario resistente y seguro para los más pequeños.

El motivo principal para realizar este trabajo proviene de la necesidad de enfrentar el desafío ambiental y de sostenibilidad que representa el desecho masivo de estos tubos. Al observar detenidamente, nos damos cuenta de que el cartón es un material versátil y robusto que tiene el potencial de ser reutilizado en una variedad de aplicaciones. Con ello, se busca realizar una propuesta de reutilización de los tubos y, de esta manera, brindar un beneficio a nuevos sectores de la economía. Estos tubos pueden ser transformados en organizadores, cestas y, más relevante para este proyecto, componentes estructurales en la fabricación de muebles. Concretamente, el objetivo es transformar estos tubos en sillas diseñadas especialmente para jardines infantiles. No solo se busca aprovechar el potencial estructural del cartón, sino también ofrecer una solución asequible y ecológica que beneficie a la comunidad educativa infantil. Con un enfoque innovador, este proyecto busca transformar un desecho común en un recurso valioso, impulsando nuevos sectores de la economía y fomentando prácticas sustentables.

Este proyecto sigue una línea definida, centrada en el diseño del producto, sillas de cartón para jardines infantiles. Se analizará en detalle las características inherentes de los tubos de cartón, como su resistencia, durabilidad y versatilidad. Se estudiarán las posibles modificaciones o tratamientos que pueden necesitar para garantizar que sean adecuados y seguros para su nuevo propósito. El diseño final considerará ergonomía, seguridad y estética, asegurando que las sillas cumplan con su función primordial, sino que sean atractivas y promuevan un ambiente de aprendizaje adecuado para los niños.

El diseño y desarrollo de productos innovadores para jardines infantiles ha ganado relevancia en los últimos años. Para dar soluciones sostenibles y amigables con el medio ambiente, este proyecto se centra en el diseño de sillas de cartón. Estas sillas deben ser funcionales y seguras para los niños y estéticamente atractivas y económicas para garantizar su aceptación en el mercado. Con el aumento de la conciencia medioambiental, el uso de

materiales reciclables, como el cartón, se presenta como una opción prometedora. Para garantizar el éxito de este proyecto, es fundamental realizar un análisis exhaustivo sobre las características que estas sillas de cartón deben tener. Se buscará un equilibrio entre sostenibilidad, funcionalidad y estética para ofrecer un producto que no sólo cumpla con las expectativas del mercado, sino que también aporte al bienestar en el aprendizaje de los niños en jardines infantiles.

Se propone un método de investigación y desarrollo basado en el Diseño Centrado en el Usuario (DCU (Diseño Centrado en el Usuario)). Esta metodología permite comprender y abordar las necesidades reales de los usuarios finales, en este caso, los niños y el personal educativo de jardines infantiles. A través de entrevistas, observaciones y prototipos, se refinarán y testearán los diseños, asegurando que las sillas de cartón sean tanto funcionales como deseables

Este proyecto busca explorar y expandir el conocimiento sobre la reutilización de tubos de cartón desechados en una fábrica de muebles, abogando por prácticas más sostenibles y responsables en la industria del diseño y fabricación de muebles.

En resumen, el proyecto busca, a través de la reutilización de tubos de cartón, ofrecer una solución sostenible y valiosa a la comunidad educativa. Al darle una segunda vida a estos desechos, no solo se reduce el impacto ambiental, sino que también se abre una ventana de oportunidad económica en la industria del diseño y de innovación en el diseño de mobiliario. El proyecto tiene un potencial transformador, proponiendo soluciones óptimas y mejoras significativas en el ámbito educativo, ambiental y económico (Moscoso, 2016) (Bastidas, 2012).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de diseño digital de sillas para jardines infantiles a través de la reutilización de tubos de cartón desechados, que satisfagan necesidades ergonómicas, estéticas y principalmente, que se disminuya el impacto ambiental y la deforestación asociada a la producción masiva de cartón en Colombia.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Plantear el diseño de la silla utilizando un programa CAD (*Computer-Aided Design*), como SolidWorks, garantizando que cumpla con estándares ergonómicos, funcionales y estéticos.
- Analizar las propiedades inherentes de los tubos de cartón, como resistencia y durabilidad, para determinar las posibles modificaciones o tratamientos que garanticen su adaptabilidad en la fabricación de mobiliario.
- Realizar una investigación experimental aplicando las restricciones inherentes al producto para aplicarlas al modelo planteado.
- Consolidar un modelo de diseño de silla basado en la reutilización de tubos de cartón provenientes de las fábricas de muebles, asegurando su resistencia, funcionalidad y que sea atractivo para el usuario final.

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La gestión de residuos y la búsqueda de una economía sostenible han llevado a la promoción de estrategias como la reutilización y el reciclaje (Economía Circular, 2018). A pesar de las propuestas y esfuerzos, existen materiales específicos, como los tubos de cartón desechados en fábricas de muebles, que aún no se gestionan adecuadamente. Estos tubos de cartón, desechados tras consumir rollos de vinipel, representan una creciente fuente de desechos, con un impacto ambiental potencial si no se manejan adecuadamente. Aunque el cartón se ha utilizado en diversos ámbitos, como en el diseño de interiores y la construcción, hay una falta de iniciativas centradas en su reutilización en la industria del mobiliario, en particular, para muebles destinados a jardines infantiles (BBVA, 2021). Por lo tanto, el principal desafío es adaptar y aplicar técnicas de reutilización de cartón para producir mobiliario seguro y resistente para niños, cumpliendo con una doble misión: sostenibilidad ambiental y solución económica para instituciones educativas.

Por ejemplo, la compañía INTERSYNERGIA, promueve el Ecodiseño y explora prácticas y principios esenciales para el diseño sostenible, destacando la importancia de consideraciones ambientales en cada etapa del proceso de diseño, desde la selección de materiales hasta la gestión de residuos y pautas valiosas.



Ilustración 1: propuesta ecodiseño y las reglas que debe cumplir

(INTERSYNERGIA, 2018)

5. JUSTIFICACIÓN

En Bogotá se generan alrededor de 7.500 toneladas de residuos sólidos por día y sólo se aprovechan 1.200 toneladas, lo que equivale a 16% de los desechos de la capital del país (Malaver, 2023). Actualmente, se han podido evidenciar las afectaciones del cambio climático. Greenpeace (2023) asegura que enviar menos residuos a los rellenos sanitarios o botaderos de basura a cielo abierto disminuye en 6% los GEI (Gases de Efecto de Invernadero) (Gases de Efecto de invernadero).

Este proyecto busca reutilizar los tubos de cartón desechados por el uso de vinipel en las fábricas de muebles. Está propuesta va encaminada a la economía circular, pero también en su diseño e innovación, para producir un mobiliario seguro y resistente para jardines infantiles cubriendo las necesidades ergonómicas, estéticas y ambientales.

La economía circular, de acuerdo con un concepto elaborado por el DANE (2023), promueve la producción y consumo del uso y flujo de materiales, con la ejecución de ideas innovadoras, tecnologías disponibles y colaboración entre los miembros de interés. El fin principal es reducir, reutilizar y reciclar los residuos, a partir de un modelo de negocio que responda con los fundamentos de los objetivos de desarrollo sostenible; extendiendo el ciclo de vida del producto. Esto genera un valor agregado para el proyecto, orientado en el desarrollo sostenible y viable económicamente.

Con respecto al análisis de su viabilidad y de acuerdo con Ramírez (2007), los tubos de cartón contienen diversas capas de papel pegado y enrollado que permiten propiedades de dureza y resistencia. Por lo anterior, es importante establecer las propiedades físicas y mecánicas de los tubos de cartón a utilizar, comprendiendo su diámetro interno, el grosor, tensión de doblaje, módulo de elasticidad, densidad y relación de poisson, que permitan garantizar su adaptación en la fabricación de mobiliario infantil.

6. MARCO TEÓRICO

Los residuos que generan las industrias de manufactura, para este caso las fábricas de muebles cuando utilizan al empacar sus muebles lo hacen con vinipel y estos a su vez crean desperdicios como son los tubos de cartón los cuales aproximadamente son 50 unidades en el

mes que se utilizan, en año son 600 unidades esto quiere decir que su disposición final es en el relleno sanitario doña Juana, lo cual genera más desechos.

Muebles Hechos Con Tubos De Cartón

- A pesar de parecer débiles, los tubos de cartón son muy resistentes y con un adecuado recubrimiento, puede durar tanto como el triplay, así que, si tienes la suerte de encontrar algunos, no lo dudes y pon manos a la obra. (*Muebles Hechos Con Tubos De Cartón, 2020*)
- Estos tubos de cartón pueden ser solo una parte del material del mobiliario, que se puede alternar con pedazos de madera, cartón duro o incluso vidrio. (*Muebles Hechos Con Tubos De Cartón, 2020*) Sillas y asientos son el mueble más popular y construido con tubos de cartón reciclados, pero también se destacan las mesas e incluso separaciones para habitaciones hechos de tubos de cartón reutilizados. (*Muebles Hechos Con Tubos De Cartón, 2020*)

Basura en Bogotá, una responsabilidad de todos los ciudadanos

- En la ciudad de Bogotá se generan 7.500 toneladas de residuos cada día y, gracias a la conciencia ciudadana y la labor de más de 22 mil recicladores de oficio, se logran aprovechar cerca de 1.200 toneladas, que equivalen al 16%. (Malaver, n.d.)

Cartón

- Los pinos son la principal materia prima utilizada en la fabricación de cartón. Crecen con rapidez, y las fábricas de envases poseen miles de hectáreas dedicadas al cultivo y a la cosecha de los mismos. Las extremidades son desechadas y los troncos enviados a una fábrica de pasta. También se utilizan materiales reciclados. (*Cartón, n.d.*)

Estudio de Prefactibilidad Para la Creación de una Empresa Dedicada a la Producción y Comercialización de Muebles Elaborados con Tubos (Bidones) de Cartón Reciclado.

- En Colombia, la producción masiva de papel o cartón tiene un impacto significativo en los ecosistemas, pues para mantener la industria es necesario utilizar grandes extensiones de terreno forestal para la extracción de celulosa a gran escala, lo que interesa a nivel nacional esta problemática por la pérdida de biodiversidad y el impacto de los recursos naturales en las selvas y bosques de la nación. La deforestación en el país es de 197.159 hectáreas; los municipios con mayor deforestación son La Macarena y San Vicente del Caguán, con el 20% de la pérdida de bosque en todo el territorio nacional. Le sigue el sur del Meta, que ocupa la segunda mayor superficie de deforestación. Allí, el Parque Nacional Tinigua pasó de 3.285 hectáreas deforestadas en 2017 a más de 10.000 en 2018. Históricamente, (Rodríguez González & Salcedo Salcedo, 2022)

Pruebas de resistencia de los tubos de cartón

- Sabemos que los tubos de cartón son utilizados para varios procesos constructivos ya que es un buen elemento constructivo el cual genera una resistencia adecuada para lo requerido.
- En su rigurosa investigación, este arquitecto ha realizado pruebas de resistencia a ciertos factores en los laboratorios de la universidad de Waseda en el departamento de arquitectura de Tokio, Japón en el periodo de agosto de 1990 y agosto de 1991, las pruebas realizadas tenían como finalidad determinar las consecuencias a largo plazo de una carga axial constante en el tubo de papel durante un año. (Malo TTORAL & Verdugo Vanegas, 2011)
- Para este prolongado experimento, se toman 5 tubos que tienen 100 milímetros de diámetro, de 12.5 milímetros de espesor y de 400 milímetros de longitud. Estos tubos se someten a una fuerza axial de 1000 kgf, y se determina la condición de que es menos de un tercio de la resistencia a la compresión del tubo de papel. (Malo TTORAL & Verdugo Vanegas, 2011)

- Teniendo en cuenta que la resistencia a compresión de un tubo de papel es de 103.2 kgf/cm². El valor medido de la fuerza de torsión axial aplicada a las muestras equivalente a 1000 kgf es de 310 kgf/cm (Malo TTORAL & Verdugo Vanegas, 2011)
- En las pruebas realizadas por Shigeru Ban, se encuentran pruebas de temperatura y la humedad relativa, cambios dimensionales, ensayo de compresión. Relación entre la carga y la tensión, ensayo a flexión y estos resultados se pueden evidenciar en el libro "SHIGERU BAN" Phaidon Press, Mathilda McQuaid (Malo TTORAL & Verdugo Vanegas, 2011)

Material reciclado en el diseño y construcción de mobiliario urbano para la Ciudad de Chitré

Varios arquitectos y diseñadores han hecho varios diseños con material reciclado para disminuir los residuos que se producen a nivel mundial dando un aporte significativo.

- Objetivo General Diseñar y construir piezas de mobiliario urbano con material reciclado. Objetivos Específicos • Identificar los tipos de basura más comunes en el distrito de Chitré. • Seleccionar los tipos de materiales de desecho que se pueden utilizar en la confección de piezas artísticas funcionales y decorativas • Determinar los tipos de mobiliario urbano que se pueden diseñar y confeccionar con material reciclado • Diseñar y construir los prototipos más adecuados. • Demostrar que estos productos son resistentes para incentivar su uso. • Detallar el uso correcto del mobiliario urbano diseñado con los recursos desechados. • Calcular los costos de producción de cada pieza diseñada. (Gallardo Cedeño, 2022)

Mobil-Eco-mobiliario con conciencia

Los ingenieros industriales hacen nuevos estudios y diseño en el inmobiliario y así experimentar con nuevos materiales reciclados para reducir los desechos.

- Por la problemática medioambiental que vive el mundo y la baja oferta del mercado verde, de productos ecológicos no catalogados como agrícolas, el diseño puede brindar

las herramientas suficientes para cubrir esta demanda, creando productos innovadores y basados en parámetros ecológicos, sino para generar un consumo responsable en Colombia, contribuyendo así a disminuir la degradación del planeta. De este modo se brinda al mercado verde eco-productos industriales como mobiliario, muchos más eficientes en cuanto a su modo de uso y disposición final, con un bajo impacto ambiental y hechos a partir de pulpa de fibra celulósica extraída del reciclaje de los desechos de papel, generando un material resistente, durable y de fácil recuperación, favoreciendo que luego de ser desechado pueda ser nuevamente reutilizado en la manufactura de los mismos o nuevos productos, incentivando y generando de este modo hábitos de reciclaje en las personas, además ayudar a evitar tanta contaminación. (Pardo Oliveros, 2022)

Propiedades del cartón.

El cartón es un elemento muy resistente y con muchas propiedades ya que por esto se pueden elaborar muchos elementos.

Las propiedades que brinda cartón dependen la composición materia que tenga el mismo, lo que brinda varias características y aspectos para su buena duración o su tiempo de vida útil. (Contreras Lojano & Rodas Arizaga, 2019)

- **Calibre o espesor:** al variar el espesor de cada cartón su manipulación se vuelve más compleja por la estructura que contiene.
- **Durabilidad:** las fibras que contiene el cartón hacen que este tenga una gran durabilidad y no permite que al ejercer presión esta se rompa con facilidad.
- **Resistencia a la humedad:** las fibras que contienen el cartón son muy higroscópicas permitiendo ser muy absorbentes a la humedad.
- **Aislante:** debido a la estructuración del cartón y su diseño este es gran aislante ya que los acanalados atrapan el aire y no permiten paso inmediato del calor.
- **Rigidez:** su rigidez es alta por su propio diseño de estructuración lo que permite colocar un objeto en su interior e impedir que este rompa fácilmente.
- **Sustentabilidad:** el cartón es de fibras reciclables y sustentables, para lo que es un material 100% reciclado y tiene materia prima que proviene de los árboles y esto lo hace sustentable.

- **Adaptable:** tiene una gran adaptabilidad ya que es un material altamente maleable, ya se doblando o cortando para conseguir la forma que el usuario desee se puede imprimir sobre este y ser tratado para que sea resistente al fuego. (Contreras Lojano & Rodas Arizaga, 2019)

Acabados del cartón

Para el cartón existen múltiples acabados dependiendo del uso que se le vaya a dar. Así se distingue entre laminado, acoplado, troquelado, muescado, perforado, entre otros que se definen a continuación. (Ruiz Merino, 2022)

- **Laminado** Cuando se le añade al cartón una lámina de protección de polvo y humedad, ya sea de plástico o de metal, se denomina lamiado. (Ruiz Merino, 2022)
- **Acoplado** Consiste en la unión de varias láminas de cartón con algún tipo de adhesivo resistente para conformar una plancha más gruesa. (Ruiz Merino, 2022)
- **- Escuadrado** Consiste en una línea acoplado-hendida muy fina, generando un eje flexible. (Ruiz Merino, 2022)
- **Troquelado** En el proceso de troquelado, el cartón se corta siguiendo un patrón, con el que se generará un producto. (Ruiz Merino, 2022)
- **Las muescas** son las secciones no troqueladas que aguantan las poseen juntas para facilitar su manejo durante el proceso de conversión posterior. (Ruiz Merino, 2022)
- **Perforación** Consiste en la realización de pequeñas muescas en hilera que faciliten el rasgado. (Ruiz Merino, 2022)
- **El hendido** se realiza para facilitar el posterior plegado.
- **Relieve** es un método en el que se le aporta una textura de relieve a la superficie del cartón. Puede contener impresión o no. (Ruiz Merino, 2022)
- **Termo-laminación de aluminio** Es la aplicación de una hoja de aluminio al cartón, relacionada, a menudo, con la creación de relieve en la superficie. (Ruiz Merino, 2022)
- **Plegado sin hendido previo** Consiste en realizar un plegado sin un hendido o escuadrado previo. (Ruiz Merino, 2022)

7. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Esta iniciativa abarca diversos aspectos, desde la meticulosa selección de materiales y el empleo de herramientas digitales avanzadas hasta la adhesión a estándares normativos que garantizan la funcionalidad y estética del producto.

7.1. TÉCNICO

La selección del material implica un análisis de resistencia y durabilidad, con especial atención a la resistencia a la compresión. Se busca tener un enfoque técnico integral y riguroso.

- **Diseño de una silla dinámica y ergonómica a partir de tubos de cartón.**
 - ✓ **Diseño:** Se refiere a la conceptualización y elaboración de un producto que cumpla con ciertas características específicas. En este caso, la silla debe ser dinámica (posiblemente ajustable o adaptable a diferentes situaciones) y ergonómica (adaptada al cuerpo humano para garantizar comodidad y salud).
 - ✓ **Material:** La especificación de usar tubos de cartón indica una consideración técnica sobre cómo trabajar y adaptar este material específico para el diseño propuesto.
- **Uso de herramientas digitales como programas CAD (Computer-Aided Design), como SolidWorks.**
 - ✓ **Herramientas Digitales:** Implica la necesidad de utilizar herramientas específicas para el diseño y modelado del producto. Las herramientas CAD, como SolidWorks, permiten un diseño preciso, simulaciones y visualizaciones detalladas del producto final.
- **Evaluación de características del material, resistencia y durabilidad.**
 - ✓ **Análisis de Material:** Se refiere a la necesidad de entender y evaluar las propiedades y comportamientos del material utilizado (en este caso, los tubos de cartón). Esto asegura que el material sea adecuado para el propósito deseado y cumpla con las expectativas de vida útil y rendimiento.
- **Investigación sobre la resistencia a compresión de los tubos de cartón.**
 - ✓ **Evaluación Estructural:** Específicamente se centra en cómo el material (tubos de cartón) resiste cargas o fuerzas, especialmente en cuanto a la compresión. Esto es vital para garantizar que la silla pueda soportar el peso y el uso sin fallar.

- **Estudios sobre resistencia a temperatura, humedad relativa, ensayos de compresión y flexión.**
 - ✓ **Pruebas Ambientales y Mecánicas:** Implica evaluar cómo el material reacciona y se desempeña bajo diferentes condiciones ambientales (temperatura y humedad) y mecánicas (cómo se comporta cuando se somete a fuerzas de compresión y flexión). Estas pruebas garantizan que el producto final sea seguro y confiable en diversos escenarios y condiciones de uso.

7.2. **NORMATIVO**

Desde la perspectiva normativa, se aplican estándares ergonómicos, funcionales y estéticos. Lo ergonómico se traduce en la adaptación precisa del diseño para garantizar la comodidad y salud del usuario. La funcionalidad se asegura mediante la eficiencia y utilidad del producto, cumpliendo su propósito principal de proporcionar un asiento adecuado. En cuanto a lo estético, se busca una apariencia visualmente atractiva que se alinee con las tendencias del mercado.

Además, se integran los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En el ámbito ambiental, se promueven prácticas sostenibles para asegurar que la producción y uso de las sillas no dañen el medio ambiente. Desde la perspectiva social, se busca contribuir al bienestar humano, ya sea a través de la creación de empleos o el apoyo a la educación al destinarse a jardines infantiles. Desde el enfoque económico, se adopta una visión de economía circular y reutilización de materiales para promover la sostenibilidad a largo plazo y generar nuevas oportunidades económicas.

- **Estándares ergonómicos, funcionales y estéticos.**
 - ✓ **Ergonómico:** La adaptación y diseño del producto (en este caso, la silla) para asegurar la comodidad y la salud del usuario. Busca que el diseño se ajuste a las características físicas y necesidades del cuerpo humano.
 - ✓ **Funcional:** Se relaciona con la utilidad y la eficiencia del producto. Asegura que la silla cumpla con su propósito principal, que es proporcionar un asiento adecuado, y que funcione correctamente en su contexto de uso.
 - ✓ **Estético:** La apariencia y diseño visual del producto. Busca que la silla sea visualmente atractiva y se alinee con las tendencias o preferencias estéticas del mercado o del público objetivo.

- **Objetivos de desarrollo sostenible.**
 - ✓ **Enfoque Ambiental:** Estos objetivos están orientados hacia la promoción de prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente. En el contexto del proyecto, este enfoque busca asegurar que la producción y uso de las sillas de cartón no dañen el medio ambiente y contribuyan a la conservación y sostenibilidad de los recursos.
 - ✓ **Enfoque Social:** Los objetivos de desarrollo sostenible también abordan temas sociales, como la inclusión, equidad y bienestar humano. En el caso del proyecto, podría relacionarse con el beneficio directo o indirecto que las sillas aportan a la comunidad, como la creación de empleos o el apoyo a la educación al ser destinadas a jardines infantiles.
 - ✓ **Enfoque Económico:** También se podría considerar un enfoque económico ya que los objetivos de desarrollo sostenible buscan modelos de producción y consumo que sean sostenibles en el tiempo. En el proyecto, esto se reflejaría en la economía circular y en la reutilización de materiales, lo cual puede reducir costos y generar nuevas oportunidades económicas.

7.3. ECONÓMICO

Desde la perspectiva económica, se prioriza la reducción de costos, no solo como un objetivo financiero, sino como un enfoque técnico que implica encontrar soluciones de diseño y materiales que sean económicamente eficientes sin comprometer la calidad y funcionalidad del producto

- **Reducción de costos.**

Aunque la reducción de costos tiene una clara dimensión económica, en el contexto de diseñar una silla ergonómica a partir de tubos de cartón y utilizando herramientas CAD, esta restricción también tiene un enfoque técnico. Implica buscar soluciones de diseño y materiales que sean económicas sin comprometer la calidad y funcionalidad del producto.

- **Generación de empleo.**

La creación de empleo en el proceso de diseño, producción y venta de la silla indica un compromiso con el bienestar social y el desarrollo económico local. En el contexto de tu proyecto, podría referirse a la contratación de mano de obra local o a la formación de empleados en técnicas de fabricación especializadas.

- **Economía circular.**

Enfoque Ambiental-Técnico: Dado el énfasis en el uso de tubos de cartón y en la evaluación de la resistencia y durabilidad del material, la referencia a la economía circular sugiere un diseño que minimice el desperdicio y promueva la reutilización o reciclaje de materiales. Se trata de un modelo que combina preocupaciones ambientales con decisiones técnicas y de diseño.

- **Aprovechamiento de desechos para abrir una ventana de oportunidad económica.**

Enfoque Innovador-Ambiental: Esta restricción implica una perspectiva innovadora que busca transformar desechos (en este caso, potencialmente tubos de cartón o similares) en productos valiosos. En el contexto del diseño de una silla, sugiere la posibilidad de utilizar materiales reciclados o desechados para crear un producto de alta calidad, abriendo así nuevas oportunidades de mercado y generando beneficios económicos, al mismo tiempo que se tiene un impacto positivo en el medio ambiente.

7.4. SOCIAL

- **Contribución a la reducción de residuos en rellenos sanitarios.**

Enfoque hacia la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente. Al aludir a la reducción de residuos en rellenos sanitarios, se está haciendo énfasis en la minimización de desechos, lo que puede estar en línea con el uso de tubos de cartón y la economía circular mencionada anteriormente.

- **Beneficio a la comunidad educativa infantil.**

Compromiso con el bienestar y el desarrollo de la comunidad infantil, posiblemente a través de la provisión de sillas ergonómicas para ambientes de aprendizaje. Sugiere una mejora en las condiciones educativas o de aprendizaje para niños, lo que a su vez puede tener impactos positivos a nivel social y educativo.

- **Diseño Centrado en el Usuario (DCU) para comprender y abordar las necesidades reales de los usuarios finales.**

Sugiere un esfuerzo por entender y atender las necesidades y preferencias de aquellos que utilizarán la silla ergonómica. Esto podría implicar investigaciones, pruebas y retroalimentación directa de los usuarios para garantizar que el diseño final sea funcional, cómodo y adecuado para su propósito.

7.5. AMBIENTAL

Desde la perspectiva social, el enfoque se orienta hacia la contribución significativa a la reducción de residuos en rellenos sanitarios. Este énfasis en la minimización de desechos, vinculado al uso de tubos de cartón y la economía circular, refleja un claro compromiso con la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente. Además, el proyecto busca beneficiar directamente a la comunidad educativa infantil, proporcionando sillas ergonómicas que mejoren las condiciones de aprendizaje para los niños, generando así impactos positivos a nivel social y educativo.

- **Reutilización de tubos de cartón generados a partir del uso de los rollos de vinipel.**

Reutilización de un material que de otro modo podría ser desechado, lo que se alinea con la sostenibilidad ambiental y la economía circular. Además, puede implicar un ahorro en costos al aprovechar un recurso ya disponible en lugar de adquirir materiales nuevos.

- **Minimización de la explotación de recursos naturales.**

Sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales, evitando la sobreexplotación y promoviendo prácticas más responsables y sostenibles en el diseño y producción.

- **Contribución al medio ambiente.**

Bienestar del ecosistema y la reducción del impacto ambiental. Al mismo tiempo, una contribución positiva al medio ambiente puede tener beneficios indirectos para la sociedad en términos de salud, calidad de vida y bienestar general.

- **Economía circular.**

Sistema de producción y consumo donde los productos y materiales son reutilizados, reciclados y regenerados en lugar de ser desechados. Esto no solo beneficia al medio ambiente al reducir el desperdicio, sino que también puede tener ventajas económicas al prolongar la vida útil de los recursos y materiales, y reducir la necesidad de extracción y producción constantes.

- **Reducción del impacto ambiental y la deforestación asociada a la producción masiva de cartón en Colombia.**

7.6. OTROS

- Problemas de gestión de residuos y búsqueda de una economía sostenible.
- Uso de tubos de cartón en diseño de interiores y construcción.
- Relevancia del diseño y desarrollo de productos innovadores para jardines infantiles.
- Esta clasificación permite tener una visión estructurada de la información proporcionada y facilita la comprensión y aplicación de los conceptos en diferentes áreas del proyecto.

7.7. RESULTADO DE ANÁLISIS DE RESTRICCIONES PRODUCTO.

7.7.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SOLUCIÓN (REQUERIMIENTOS) - MATRIZ QFD.

El análisis de restricciones revela un proyecto de diseño de silla ergonómica que se enfrenta a desafíos técnicos, normativos, económicos, sociales y ambientales. La elección del material, la adherencia a estándares, la reducción de costos y la generación de empleo son elementos clave. Además, la sostenibilidad ambiental y el enfoque centrado en el usuario imponen restricciones que buscan no solo la innovación técnica, sino también la responsabilidad social y ambiental. Este proyecto se configura como una empresa multidimensional que integra consideraciones diversas para lograr una propuesta completa y sostenible. Tal como se plantea en Ilustración 1: Matriz QFD – Especificaciones técnicas (requerimientos).

		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> - no existe relación + existe relación </div>										
		Como?	CARTON	ESTUDIO ERGONOMICO	RESISTENCIA COMPRESION ES DE 103,2KG/CM2	CONCIENCIA SOCIAL	NO SE NECESITA MAQUINARIA PESADA	DISEÑO SOSTENIBLE	VERSATIL	100% RECICLAJE	PROPORCIONAL (KG)	AGUANTE ESTRUCTURAL
		Qué?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1. REQUERIMIENTOS DE LOS CLIENTES										
1	MATERIAL	4	5	0	0	0	0	0	1	0	0	5
2	COMODIDAD	5	0	5	0	0	3	0	3	0	0	5
3	RESISTENCIA	5	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0
4	SOCIAL	3	5	0	0	5	0	0	3	0	0	5
5	FACIL DE FABRICAR	2	0	0	0	5	5	5	0	0	1	0
6	disEño	5	0	0	0	5	3	5	3	0	0	0
7	DURABILIDAD	3	0	0	0	3	5	5	5	0	3	0
8	RECICLADO	5	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0
9	LIGERO	4	0	3	0	5	3	3	0	0	5	0
10	SEGURO	4	5	0	0	0	0	0	3	0	0	5
EVALUACION DE IMPORTANCIA	ABSOLUTA		55	37	50	79	67	62	70	50	31	80
	RELATIVA (%)		9	6	9	14	12	11	12	9	5	14
EVALUACIÓN DE INGENIERÍA			8	9	7	2	3	5	4	6	10	1

Gráfica 1: Matriz QFD – Especificaciones técnicas (requerimientos)

Adicionalmente, se plantea cómo serán resueltas estas restricciones, en la Ilustración 2: Resolución de restricciones.

		Como?	CARTON	ESTUDIO ERGONOMICO	RESISTENCIA COMPRESION ES DE 103,2KG/CM2	CONCIENCIA SOCIAL	NO SE NECESITA MAQUINARIA PESADA	DISEÑO SOSTENIBLE	VERSATIL	100% RECICLAJE	PROPORCIONAL (KG)	AGUANTE ESTRUCTURAL	
		Qué?	PRIORIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1. REQUERIMIENTOS DE LOS CLIENTES											
1	MATERIAL	4	⊙						△			⊙	
2	COMODIDAD	5		⊙			○		○			⊙	
3	RESISTENCIA	5			⊙					⊙			
4	SOCIAL	3	⊙			⊙			○			⊙	
5	FACIL DE FABRICAR	2				⊙	⊙	⊙			△		
6	disEño	5				⊙	○	⊙	○				
7	DURABILIDAD	3				○	⊙	⊙	⊙		○		
8	RECICLADO	5		○	⊙					⊙			
9	LIGERO	4				⊙	○	○			⊙		
10	SEGURO	4	⊙						○			⊙	

Gráfica 2: Resolución de restricciones.

Este proyecto, se enfrenta a desafíos que abarcan desde la elección cuidadosa del material hasta la generación de empleo y la adhesión a estándares rigurosos. Al considerar los aspectos técnicos, normativos, económicos, sociales y ambientales, hemos forjado un enfoque integral que no solo busca la innovación técnica, sino que también abraza con firmeza la responsabilidad social y ambiental.

OBJETIVOS

Haciendo un análisis de esta lo primero debemos es enfocarnos es en realizar nuestras pruebas de resistencia, luego investigar más en la ergonomía de nuestra silla teniendo ya definida esta información finalmente el diseño.

7.7.2. RECURSOS.

En el proyecto se contemplan algunos riesgos, uno de ellos es el factor del tiempo, el cual se lleva control a partir del cronograma de entrega, otro riesgo es la falla de acceso al software al momento de presentar el diseño digital, donde se contempla tener acceso de forma directa al software. Por último, un riesgo positivo es que se pueda crear una nueva tecnología que pueda mejorar el diseño.

Para el desarrollo eficiente del proyecto, se cuenta con una asignación de recursos que permiten la marcha del proyecto, a continuación, se relacionan en la figura 3 – Recursos del proyecto.

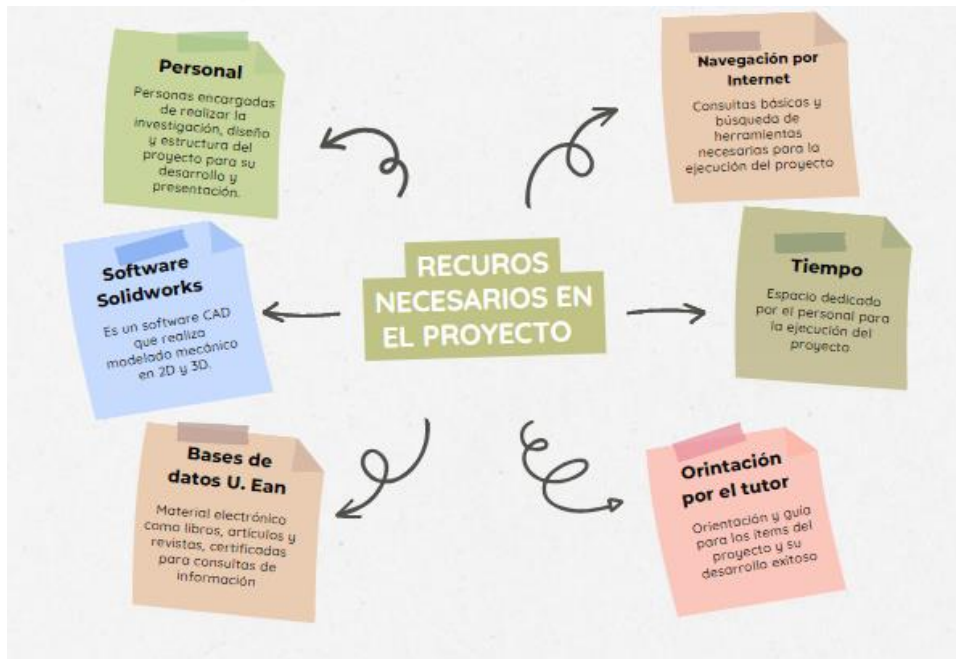


Ilustración 2: Recursos del proyecto

Para respaldar el desarrollo continuo, se cuenta con una asignación eficiente de recursos, como se detalló en la figura 3 - Recursos del proyecto, proporcionando el respaldo necesario para mantener el impulso del proyecto. Con estas medidas, el equipo se prepara para enfrentar los desafíos potenciales y aprovechar las oportunidades que puedan surgir, asegurando un camino sólido hacia el éxito del proyecto.

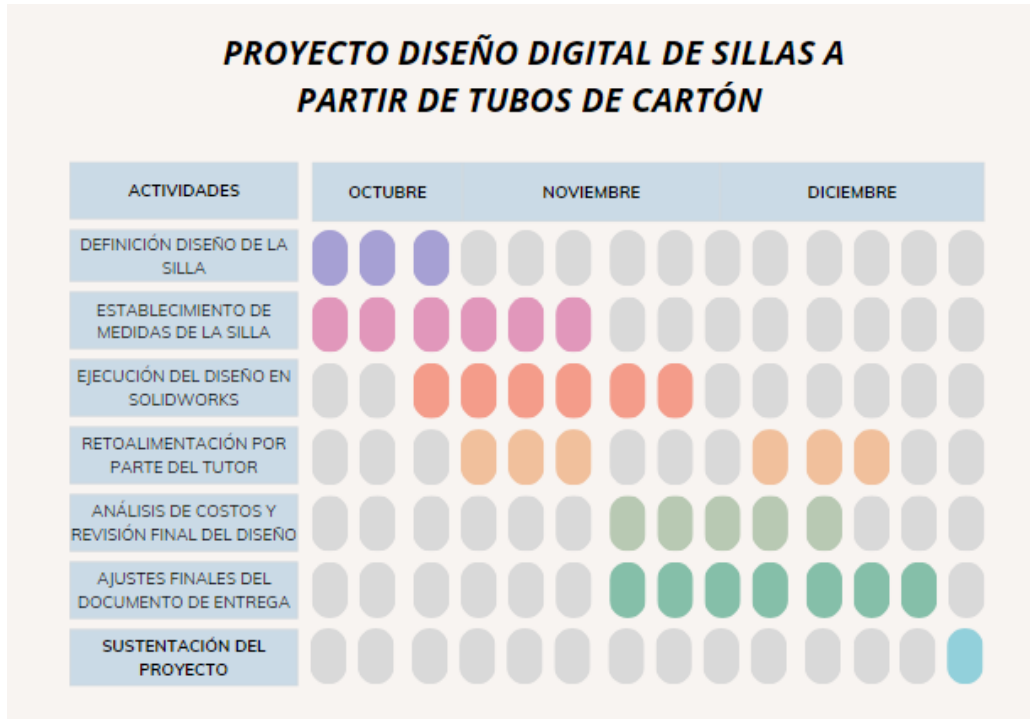
7.7.3. ALCANCE: QUÉ SE ENTREGARÁ (COMPONENTES).

Como nuestro proyecto es una silla en tubos de cartón se harán pruebas de resistencia las cuales se harán en la universidad, ya con esta información podremos corroborar las dimensiones y diseño de ésta que realizaremos en el programa SolidWorks el cual nos definirá la resistencia diseño y ergonomía de esta además que cumpla con los requisitos de sostenibilidad.

7.7.4. QUÉ TIEMPO DISPONGO: CRONOGRAMA.

Se espera lograr un diseño digital de un mobiliario infantil; por medio del software *SolidWorks* a partir de tubos de cartón, cumpliendo con los lineamientos ergonómicos y estéticos, junto con sus propiedades de dureza y resistencia.

El tiempo estimado para su ejecución es de dos (2) meses aproximadamente, donde se puede visualizar las actividades en la Figura 2.



Gráfica 3: Cronograma de actividades

La planificación detallada, reflejada en la Figura 2, establece un marco temporal de aproximadamente dos meses para la ejecución del proyecto. A medida que avanzamos hacia la materialización de esta visión, confiamos en que el compromiso con la calidad, la eficiencia y la atención a cada detalle nos llevará a superar cualquier desafío en el camino.

7.7.5. QUÉ SE VA A EVALUAR: INDICADOR DE CALIDAD.

De acuerdo con el Ministerio de Educación - MEN (2023), las normas técnicas Icontec NTC-4641, regula la construcción de los muebles destinados al uso en instituciones educativas, donde contiene los requisitos y ensayos mínimos que se deben realizar en los materiales de madera y plástico. Permitiendo que los muebles fabricados generen un proceso de aprendizaje en medios adecuados y favorables. Se toma de referencia la de guía la NTC-4641 para la ejecución en la parte técnica como medidas y resistencia conforme a los requerimientos básicos allí expuestos. Adicionalmente se contempla el Lineamiento básico para el diseño de construcciones escolares, en el numeral 10: Lineamientos básicos de revisión y diseño mobiliario SED 2017, ya que

brinda recomendaciones en los diseños que priorizan la ergonomía, el carácter innovador y la funcionalidad del mobiliario, buscando alcanzar un óptimo desempeño sin presentar riesgo a la primera infancia, segmento seleccionado para este proyecto. Por lo anterior, se establecen los indicadores de calidad:

- Resistencia, peso promedio de niño y niña de la primera infancia.
- Factor de seguridad del diseño de la silla.

A continuación, se presenta la Tabla del crecimiento estimado de niños y niñas del primer y segundo año de edad, basada en los estándares del Ministerio de Salud y Protección Social de acuerdo con la Resolución 2465 del 14 de junio de 2016. Los datos proporcionados muestran mediciones precisas y medibles, esenciales para evaluar el desarrollo físico de los niños en términos de peso y estatura.

EDAD	PESO (KG)	ESTATURA (CM)
1 año	9,6	75.7
2 años	12,2	87.1

Tabla 1: Tabla de peso y estatura en Niños

EDAD	PESO (KG)	ESTATURA (CM)
1 año	8,9	74,0
2 años	11,5	85.7

Tabla 2: Tabla de peso y estatura en Niñas.

Estas mediciones representan indicadores cuantificables y objetivos que funcionan como referencia para evaluar el desarrollo físico de los niños en sus primeros dos años de vida, contribuyendo así a un enfoque más técnico y medible en el ámbito de la salud infantil, con el fin de disminuir los siguientes riesgos:

- Las terminaciones del mobiliario no estén expuestas y no tener elementos cortantes.
- El mobiliario debe garantizar firmeza para las posibles formas de sentarse y que este no represente riesgos graves.
- Factor de seguridad y percepción del diseño

8. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN Y DESARROLLO

8.1. PASOS QUE SE DEBEN HACER:

- **Establecer la necesidad y el problema a abordar:** La gestión inadecuada de los tubos de cartón desechados en las fábricas de muebles y su potencial impacto ambiental.
- Revisar la literatura y estudios existentes sobre la reutilización de tubos de cartón.
- Diseñar un prototipo de silla utilizando el programa SolidWorks.
- Realizar pruebas de resistencia y durabilidad en los tubos de cartón.
- Refinar y testear los diseños basados en el Diseño Centrado en el Usuario.
- Llevar a cabo pruebas prácticas y de laboratorio sobre la resistencia y durabilidad de los tubos de cartón.
- Analizar los resultados y ajustar el diseño según sea necesario.

8.2. FORMAS DE OPERACIONALIZAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

- Utilización de programas CAD para el diseño de la silla.
- Aplicación de la metodología del Diseño Centrado en el Usuario para entender las necesidades de los usuarios finales.
- Realización de entrevistas y observaciones con los usuarios finales.
- Evaluación del diseño basado en criterios ergonómicos, estéticos y funcionales.

8.3. RIGOR ESTADÍSTICO/CIENTÍFICO/MUESTRAL

- Basarse en investigaciones previas como las de Shigeru Ban.
- Realización de pruebas en laboratorios, como los de la universidad de Waseda.
- Uso de metodologías establecidas en el diseño y prueba de muebles.

8.4. CALIDAD DE LOS DATOS ADQUISICIÓN/MANEJO/HERRAMIENTAS/MODELOS ESTADÍSTICOS

- Datos recopilados de fuentes confiables como estudios previos y experimentos de laboratorio.

- Uso de herramientas de diseño como programas CAD.
- Aplicación de modelos y técnicas estadísticas para analizar los resultados de las pruebas.

8.5. VERIFICACIÓN DE SUPUESTOS

- ✓ Supuesto de que los tubos de cartón son lo suficientemente resistentes para ser utilizados en la fabricación de muebles.
- ✓ Supuesto de que el diseño propuesto será ergonómico, estético y funcional.

8.6. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

- Desarrollo de un prototipo basado en el diseño propuesto, en SolidWorks.
- Simulación de uso de tubos de cartón en la construcción del prototipo, para validar que la resistencia sea la adecuada.
- Evaluación y ajuste del prototipo según los resultados de las pruebas.

8.7. VALIDEZ DEL MODELO

- Verificación de que el modelo propuesto cumple con los criterios de diseño establecidos.
- Comprobación de que el prototipo es funcional y seguro para su uso en jardines infantiles.

8.8. HALLAZGOS POSIBLES/FORMACIÓN TÉCNICA DE PRESENTACIÓN

- Presentación de los hallazgos a través de informes técnicos.
- Uso de gráficos, imágenes y datos para respaldar los hallazgos.

Discusión sobre las implicaciones de los resultados y las posibles mejoras al diseño.


9. PROTOTIPO

Diseño digital en el programa SolidWorks: Silla Infantil a partir de tubos de cartón.

Para mayor información y análisis. Ver anexo 1 “diseño de silla – Análisis estático”.

Información del modelo.

Se realiza una simulación estática, ya que es una persona que se va a estar sobre la silla.



Nombre del modelo: diseño silla
Configuración actual: Predeterminado


Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo19 	Sólido	Masa:1,22782 kg Volumen:0,00767435 m ³ Densidad:159,99 kg/m ³ Peso:12,0326 N	C:\Users\SALA\Downloads\ diseño silla.SLDPRT

Ilustración 3: simulación estática

Dentro del programa no se encuentra registrado el cartón, por lo cual se seleccionó el balsa, que cuenta con propiedades similares. El peso de la silla es de 1,22 kilogramos.

Propiedades del material: balsa

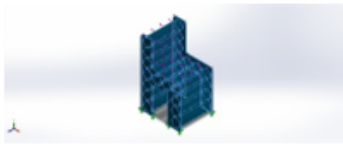
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Balsa</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2e+07 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 3e+09 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 159,99 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 3e+08 N/m²</p>	Sólido 1(Redondeo19)(diseño silla)
Datos de curva:N/A		

Ilustración 4: propiedades del material

Aplicación de la fuerza ejercida al modelo.

- Se aplica el peso en la fuerza 1, donde ira la mayor parte de peso de 12,204 Kg
- Se aplica el peso en la fuerza 2, en el espaldar el de peso de 6,002 Kg

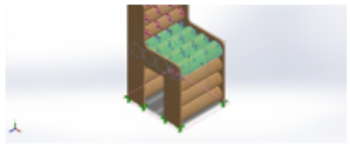
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 4 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.119,682 N
Fuerza-2		Entidades: 3 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Vista lateral Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -58,86 N

Ilustración 5: Aplicación de la fuerza ejercida al modelo

Resultados del modelo

Tensión

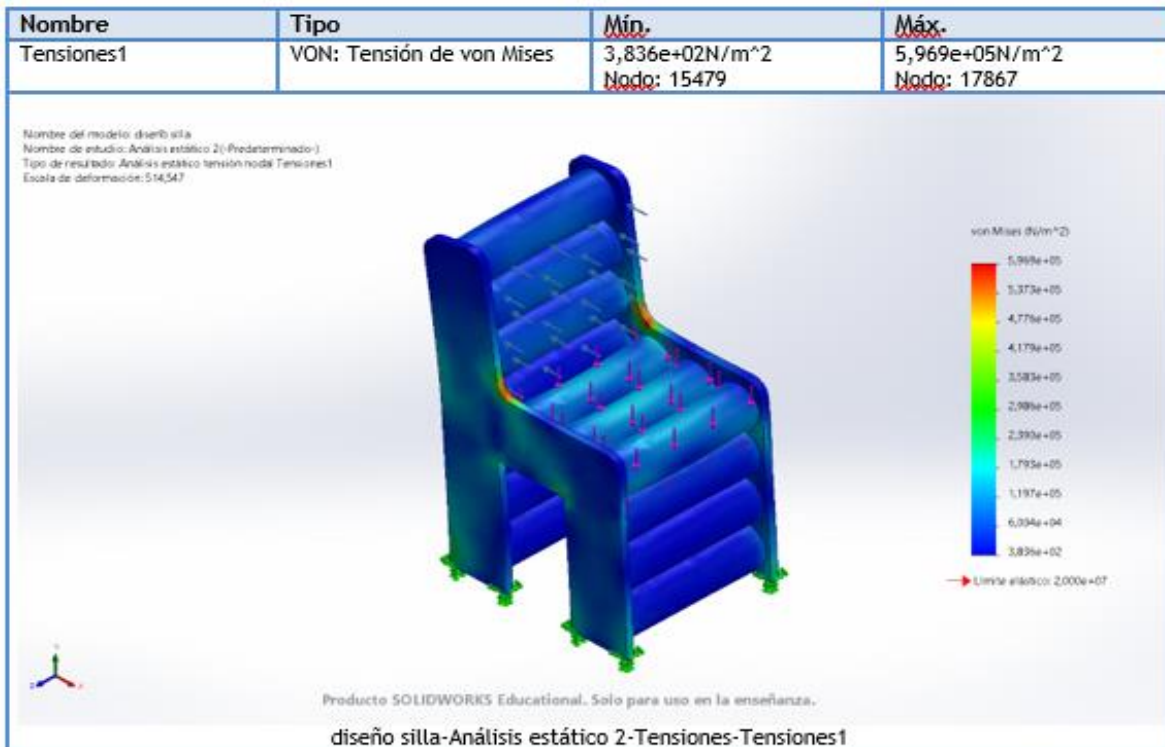


Ilustración 6: resultados del modelo

En el ítem de tensiones, podemos evidenciar que los puntos en rojo, es donde hay mayor concentración de fuerza y allí es donde la silla va a tender a romperse, hay otros puntos de color verde donde el material va a estar afectado.

Desplazamientos.

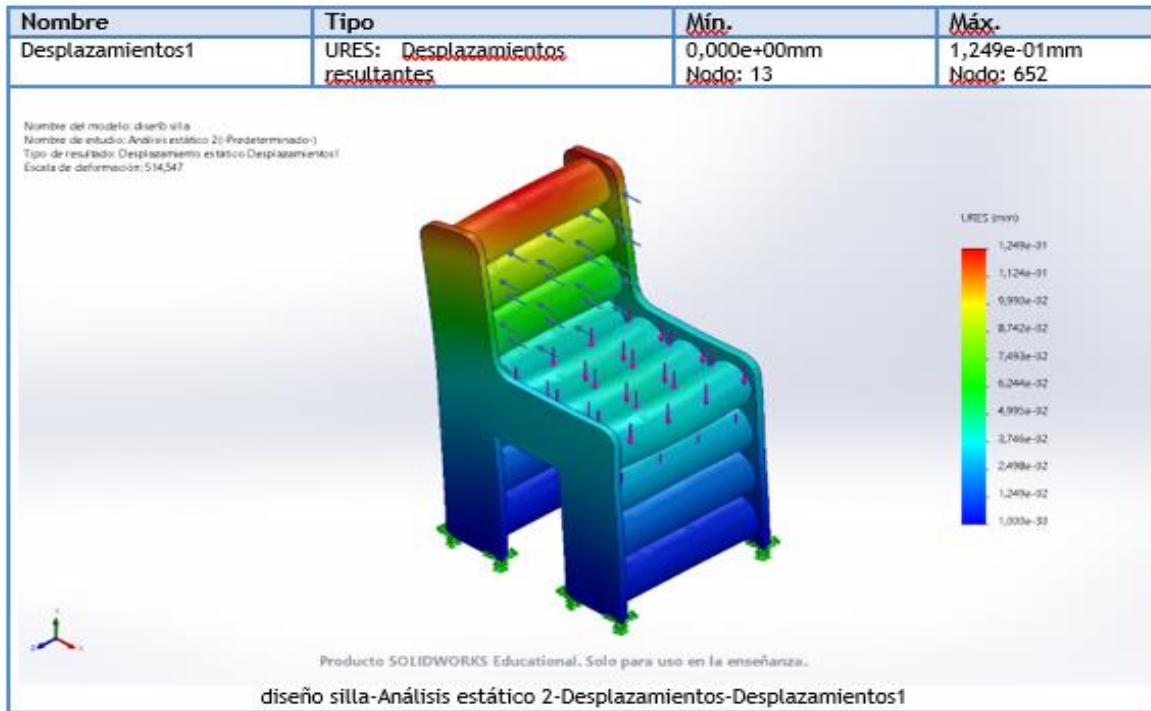


Ilustración 7: Desplazamientos.

Para este ítem, el modelo se deforma en el espaldar de la silla, siendo la zona donde más se desplaza a 1,75 mm, el cual no es muy alto para el peso aplicado.

Deformaciones

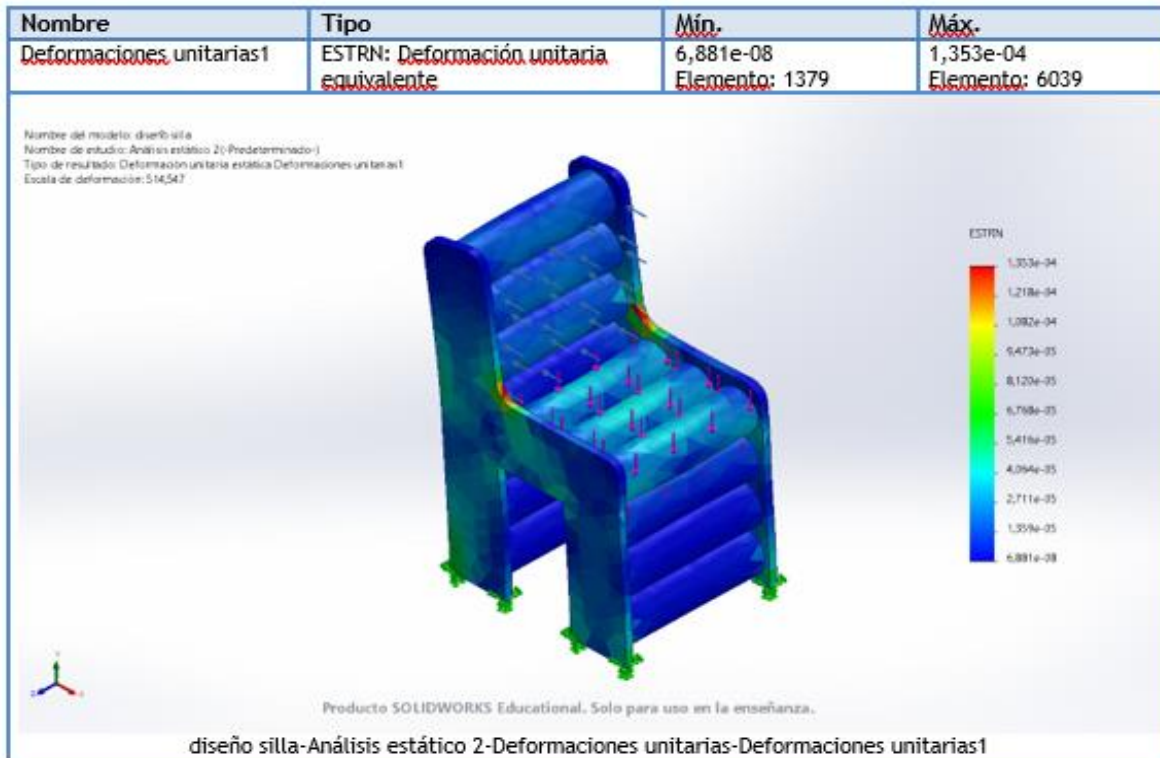


Ilustración 8: Deformaciones.

El modelo planteado de la silla es viable, sin embargo, es necesario revisar los puntos factibles a daño para que se puedan reforzar y permitir que el modelo sea más resistente. El peso de la silla es de 1,22 kilogramos, siendo liviana para al momento de levantarse o ser desplazada para un niño.

Factor de seguridad

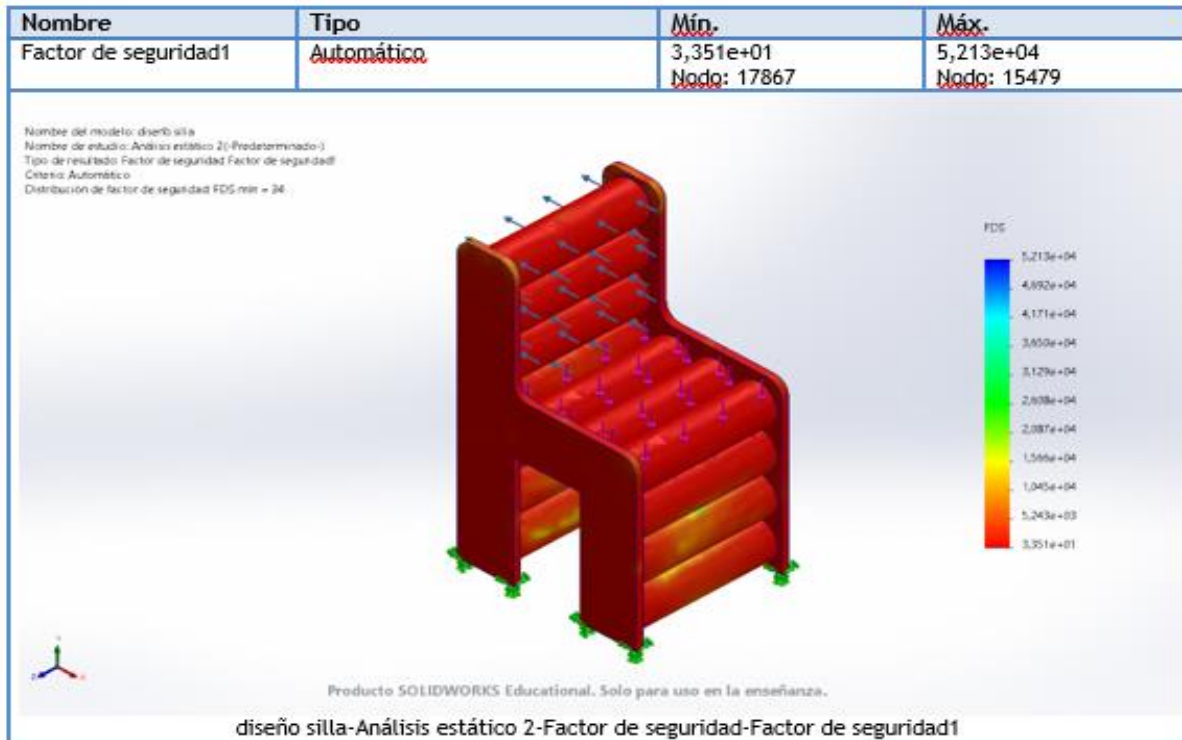


Ilustración 9: Factor de seguridad

Este punto nos permite identificar cuantas veces puede resistir el objeto una carga ideal, es decir, el número de veces que es capaz de resistir la silla con respecto al peso máximo, el FDS es de 3,35. Adicionalmente se evidencia unos rasgos internos de color verde que nos indica que en ese punto va a tender a doblarse a la mitad de los tubos.

Percepción del diseño

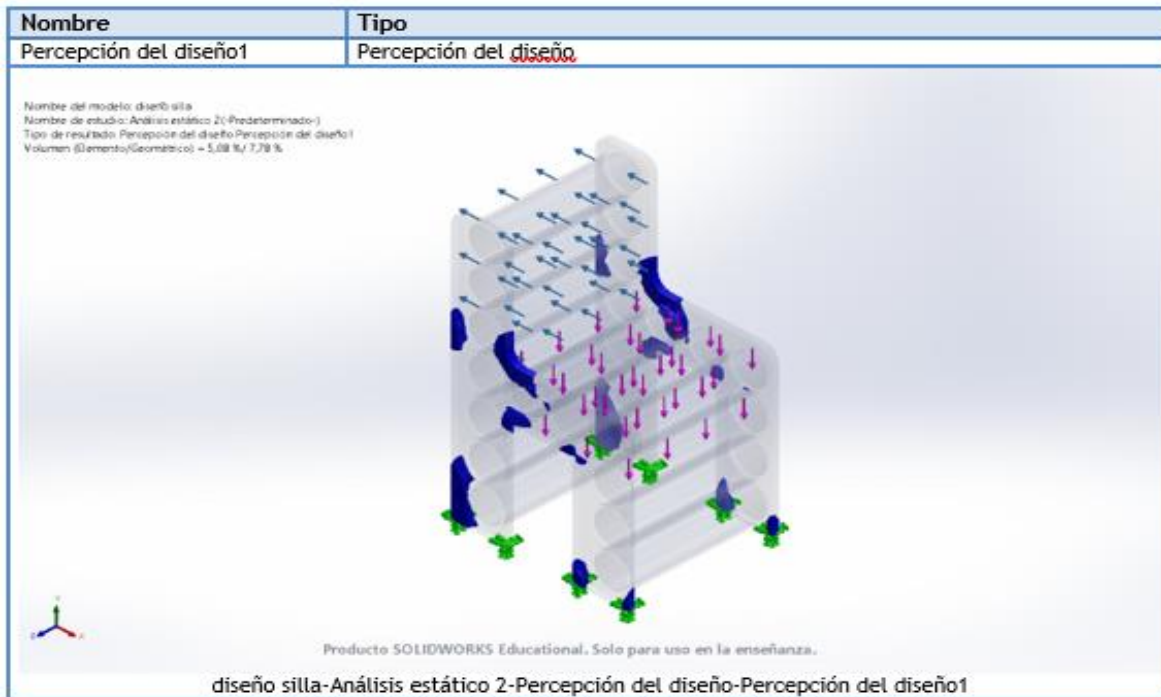


Ilustración 10: percepciones del diseño

En este ítem podemos determinar en donde va a empezar a falla, éstas inician en las curvaturas entre en asiento y el espaldar, aquí podemos determinar que se podría reforzar en futuras investigaciones, además los tubos comienzan a dañarse en la parte central y en las patas traseras de la silla, dado al momento de recostarse o empujar hacia atrás.

Acciones y consideraciones para incorporar en el proyecto.

Análisis de costos: Es imperativo incluir un análisis detallado de costos en la fase de desarrollo futuro del proyecto. Este análisis permitirá evaluar la viabilidad financiera del proyecto y determinar su beneficio económico. Incorporar esta perspectiva proporcionará una comprensión completa de los aspectos económicos del diseño de la silla.

Optimización del Diseño: A partir de los puntos críticos identificados en el análisis de resistencia, se deben realizar ajustes para mejorar la resistencia de la silla. Esto implica considerar alternativas de diseño, materiales o refuerzos en áreas específicas. La optimización contribuirá a garantizar la durabilidad y seguridad del producto.

Continuar Investigando: Dado que existen propuestas innovadoras en el uso de tubos de cartón en diferentes campos, se recomienda mantenerse actualizado sobre nuevas tecnologías y enfoques relacionados con este material. La investigación constante permitirá integrar

avances y tecnologías emergentes en el diseño de la silla, manteniendo así un enfoque innovador.

Considerar Materiales Alternativos: Aunque el balsa fue seleccionado por sus propiedades similares al cartón, se sugiere explorar otras opciones de materiales que puedan ofrecer mejor resistencia y durabilidad. La búsqueda de materiales alternativos puede conducir a mejoras sustanciales en el diseño.

Pruebas Adicionales: La ejecución de pruebas adicionales de resistencia y funcionalidad puede ayudar a perfeccionar aún más el diseño. Estas pruebas pueden realizarse utilizando tecnologías avanzadas o métodos de simulación más precisos para validar y mejorar la robustez del modelo.

Explorar Tecnologías Emergentes: Dado el dinamismo en el desarrollo de nuevas tecnologías, se recomienda estar al tanto de las innovaciones que podrían aplicarse al diseño de la silla. La implementación de tecnologías emergentes podría hacer que el proyecto sea más atractivo y competitivo.

Considerar la Sostenibilidad: Continuar enfocándose en el impacto ambiental positivo de utilizar tubos de cartón. La silla actualmente liviana podría beneficiarse de un análisis más profundo de su ciclo de vida y de cómo se puede mejorar desde una perspectiva sostenible.

Al integrar estas consideraciones, el proyecto puede evolucionar hacia un diseño más robusto, sostenible e innovador, preparándolo para futuras fases de desarrollo y ejecución.

CONCLUSIONES

- Para este trabajo no se contempló el análisis de costos, dado que el enfoque principal del proyecto es el diseño digital de la silla a partir de tubos de cartón, para un eventual futuro de realizar el modelo se tendrá que realizar este ítem, ya que este permite medir la viabilidad del proyecto y su beneficio.
- Se desarrollo una propuesta de diseño digital para niños de uno (1) a dos (2) años de edad con un peso máximo de 12,2 kilogramos, donde se consideró las propiedades del material (se tomó en el software las propiedades del baso, los cuales son similares al del cartón) y las características de diseño con respecto a la fuerza aplicada, su factor de seguridad, deformación y otros. El modelo es viable, sin embargo, lleva a considerar los puntos críticos reportados por el software, que permitan que este sea más resistente, contribuyendo de esta manera a la sociedad y al medio ambiente.
- El software SolidWorks y sus funcionalidades permitió desarrollar el diseño de la silla infantil, contemplando su funcionalidad, el estándar ergonómico y estéticos, conforme a las recomendaciones a las entidades que regulan la construcción de muebles para el sector educativo, resultando el modelo viable para seguir realizando investigaciones para mejorar su soporte.
- A partir del desarrollo inicial, se llevó a cabo una investigación donde se evidencia que en la actualidad hay varias propuestas de innovación con el uso de los tubos de cartón, una de ellas es en la construcción dado a sus propiedades como la resistencia y rigidez, adicionalmente de contribuir positivamente con el medio ambiente. Las propiedades se pudieron comparar con los materiales que contaba el programa de SolidWorks, donde se seleccionó el balsa, que cuenta con propiedades similares para llevar a cabo la simulación.
- Se ejecutaron diferentes pruebas de resistencia que permitió mejorar el diseño y puntos críticos del modelo, resultado viable y con aspectos a mejorar con investigaciones y nuevas tecnologías que se desarrollan días a día, para ser aún más innovador y atractivo al momento en que se decida ejecutar el proyecto.
- El peso de la silla es de 1,22 kilogramos, siendo liviana para su desplazamiento.

REFERENCIAS

- Bastidas, R. R. B. (2012, septiembre 20). El reciclaje como alternativa para disminuir la contaminación. Monografias.com. <https://www.monografias.com/trabajos93/reciclaje-como-alternativa-disminuir-contaminacion/reciclaje-como-alternativa-disminuir-contaminacion>
- BBVA. (2021, marzo 15). ¿Qué es el reciclaje y por qué es importante reciclar? BBVA. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-reciclaje-y-por-que-es-importante-reciclar/>
- Bernedo, N. S. (2022). LANZAMIENTO DE MUEBLES DE CARTÓN PARA LA CATEGORÍA HOGAR. Edu.pe. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16775/Salomon_Lanzamiento-Muebles-Carton.pdf?sequence=1
- Cubillos, Y. F. O. (2018, junio). Edu.co. https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3291/Construcarton_sistema_productivo.pdf?sequence=
- Doctoral, T. (s/f). ANÁLISIS DE ROLES DE TRABAJO EN EQUIPO: UN ENFOQUE CENTRADO EN COMPORTAMIENTOS. Tdx.cat. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5449/jarg1de1.pdf>
- Economía circular. Especial Ecolec. (2018, abril 9). Ecolec. <https://ecolec.es/informacion-y-recursos/economia-circular/>
- El Reciclaje De Carton. (s/f). Monografias.com. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://www.monografias.com/docs/El-Reciclaje-De-Carton-PKC5Y3CYBZ>
- El reciclaje: INTRODUCCIÓN Este Proyecto sobre el Reciclaje pretende de una forma informativa, practica y educacional, concienciar y capacitar a los. (s/f). Slideplayer.es. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://slideplayer.es/slide/10376507/>
- Franco, J. T. (2015, mayo 26). Reutilización de materiales en Guatemala: muro + mobiliario formado por 1600 tubos de cartón. ArchDaily Colombia. <https://www.archdaily.co/co/767329/reutilizacion-de-materiales-en-guatemala-muro-plus-mobiliario-formado-por-1600-tubos-de-carton>

- Gamez, M. J. (2015, septiembre 17). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- González Polo, A., Barranco, E. M., José, J., & Solsona, V. (s/f). PROYECTO FINAL DE GRADO. Core.ac.uk. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/41813573.pdf>
- Moscoso., A. M. T. (s/f). “USO DE TUBOS DE CARTÓN RECICLADOS COMO RECURSO EXPRESIVO PARA EL DISEÑO INTERIOR”. Edu.ec. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5909/1/12228.pdf>
- Propuesta de un proyecto de reciclaje. (s/f). Slideshare.net. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://es.slideshare.net/jramosmatos/propuesta-de-un-proyecto-de-reciclaje-78377386>
- Proyecto Reciclaje. (s/f). Slideshare.net. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://es.slideshare.net/aletopher94/proyecto-reciclaje-28647873>
- Red de Portales News Detail Page. (s/f). Universia.net. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://www.universia.net/pe/actualidad/orientacion-academica/introduccion-trabajo-importancia-como-escribirla-1124881.html>
- Ruth, M., & Torres, B. (s/f). ENSAYO PREVIO OBTENCIÓN TÍTULO PROSPECCIÓN COMERCIAL EN MERCADOS ALTAMENTE COMPETIDOS PRESENTADO POR. Edu.co. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12730/MARTHA%20RUTH%20BARRERA%20TORRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Viveros, D. B. (2013, mayo 8). Proyecto de reutilización de materiales reciclables en la elaboración de bisuterías. Monografias.com. <https://www.monografias.com/trabajos95/proyecto-reciclaje-ochoa-leon/proyecto-reciclaje-ochoa-leon>
- Wikichicos/Reciclaje/Introducción. (s/f). Wikibooks.org. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://es.wikibooks.org/wiki/Wikichicos/Reciclaje/Introducci%C3%B3n>

- Zamudio, C. (2023, septiembre 2). Cómo reutilizar los tubos de cartón: ideas creativas para el hogar. Mag. <https://mag.elcomercio.pe/respuestas/como-hacer-una-cesta-con-tubos-de-carton-del-papel-higienico-trucos-caseros-hacks-nndamn-noticia/> (S/f-a). Edu.ec. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1453/1/239%20Ing.pdf> (S/f-b). Edicionesmicomicona.es. Recuperado el 3 de septiembre de 2023, de <https://edicionesmicomicona.es/wp-content/uploads/2016/07/9cd7433379b7b609b45050071c839402.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Empleo y desocupación. Recuperado de: [http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo#:~:text=En%20el%20total%20nacional%2C%20la,2022%20\(11%2C0%25\)](http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo#:~:text=En%20el%20total%20nacional%2C%20la,2022%20(11%2C0%25).).
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). La Economía Circular en Colombia. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/economia-circular/sobre-economia>
- Domingo, M. G., & Pera, E. M. (2010). Diseño centrado en el usuario. *Universitat Oberta de Catalunya*, 9-12. Recuperado de: https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25870w/Interaccion_persona_ordenador_.pdf
- El ecodiseño y las reglas que debe de cumplir. (2018, febrero 23). INTERSYNERGIA. Recuperado de: <https://intersynergia.com/ecodiseno-diez-reglas/>
- Greenpeace (2023). ¿Cuáles son los beneficios ambientales del reciclaje que no conocías? Recuperado de: <https://www.greenpeace.org/colombia/blog/issues/contaminacion/cuales-son-los-beneficios-ambientales-del-reciclaje-que-no-conocias/>
- Malaver J. (2023). Reciclaje, el primer paso responsable para aprovechar la basura que generamos. Alcaldía de Bogotá. Recuperado de: <https://bogota.gov.co/yo-participo/blogs/basura-en-bogota-una-responsabilidad-de-todos-los-ciudadanos>

Ramírez Socarrás, J. M. (2007). Uso de tubos de cartón como material estructural para viviendas temporales. Recuperado de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23201/u281954.pdf?sequence=1#:~:text=3.2%20Propiedades%20de%20los%20tubos%20de%20cart%C3%B3n,-Las%20propiedades%20mec%C3%A1nicas&text=Estas%20propiedades%20son%20la%20resistencia,soporta%20y%20el%20suyo%20propio.>

Cartón. (n.d.). Wikipedia. Retrieved September 3, 2023, from <https://es.wikipedia.org/wiki/Cart%C3%B3n>

Semana (marzo, 2021). En Colombia se recicla menos del 17% de la basura que se genera. Recuperado de: <https://www.semana.com/en-colombia-se-recicla-menos-del-17-de-los-residuos-que-se-generan/59739/>

Contreras Lojano, C. E., & Rodas Arizaga, B. E. (2019). *Pulpa de cartón como elemento base para la elaboración de un revestimiento en espacios interiores*. Dspace de la Universidad del Azuay. Retrieved September 10, 2023, from <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9132>

Gallardo Cedeño, L. A. (2022, October 2). . . - YouTube. Retrieved September 10, 2023, from <http://up-rid.up.ac.pa/107/>

Malo TTORAL, G. M., & Verdugo Vanegas, M. J. (2011). *Reutilización de los tubos de cartón en el Diseño de Interiores*. Dspace de la Universidad del Azuay. Retrieved September 10, 2023, from <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/142>

Pardo Oliveros, Y. (2022, October 2). . . - YouTube. Retrieved September 10, 2023, from <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/16420/u686650.pdf?sequence=1>

Ruiz Merino, I. (2022, October 2). . . - YouTube. Retrieved September 10, 2023, from https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFd0wgM_5kINwyUW6rcgx.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzMEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1694409632/RO=10/RU=https%3a%2f%2fvadoc.uva.es%2fbitstream%2fhandle%2f10324%2f12921%2fTFG-P-205.pdf%3fsequence%3d1/RK=2/RS=mM1O5CgptHiAGr9NcSjncNIZg

Ministerio de Educación - MEN (2023). Actualización de normas e instrumentos técnicos. Recuperado de <https://educacionrindecuentas.mineducacion.gov.co/pilar-1-educacion-de-calidad/actualizacion-de-normas-e-instrumentos-tecnicos/>

Incontec & Ministerio de Educación (2016). Norma Técnica Colombiana – NTC 4641. Muebles Escolares. Recuperado de: https://kupdf.net/download/norma-tecnica-colombiana-ntc-4641_5b0291a7e2b6f5c03630d127_pdf

Secretaria de Educación SED (2017). Mejores Ambientes de Aprendizaje. Lineamiento básico para el diseño de construcciones escolares. Recuperado de: https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/inline-files/Lineamientos_basicos_dise%C3%B1o_construcciones_escolares.pdf

Resolución 2465 del 14 de junio de 2016. Ministerio de Salud y Protección Social publicada en el diario oficial número 49926 el 06/07/2016. Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolucion%202465%20de%202016.pdf y Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/Gr%C3%A1ficas.pdf>