

Marco de referencia para el desarrollo de productos verdes manufacturados

María Alejandra Peña Peñaranda

Trabajo de Grado para Optar el Título de Diseñador Industrial

Director:

José Miguel Higuera Marín

Doctor en Diseño

Codirector:

Clara Isabel López Guadrón

Doctora en Ingeniería

Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ingeniarías Físicomecánicas  
Escuela de Diseño Industrial  
Bucaramanga

2022

**Tabla de contenido**

Introducción .....	13
1. Objetivos .....	15
1.1 Objetivo general .....	15
1.2 Objetivos específicos .....	15
1.3 Justificación: .....	16
1.4 Pregunta de Diseño .....	17
1.5 Alcances .....	17
2. Cuerpo del trabajo .....	18
2.1 Marco conceptual.....	18
2.1.1 <i>Diseño para la sostenibilidad.</i> .....	18
2.1.2 <i>Ciclo de vida de un producto.</i> .....	20
2.1.3 <i>Etiquetas verdes.</i> .....	22
2.1.4 <i>Sello Ambiental Colombiano (SAC).</i> .....	23
2.1.5 Antecedentes situación de estudio. ....	24
2.2 Método .....	29
2.2 Resultados .....	31
2.3.1 <i>Encuesta al sector mobiliario en Bucaramanga, Santander.</i> .....	31
2.3.2 <i>Definición del marco de referencia:</i> .....	39

PRODUCTOS VERDES MANUFACTURADOS	3
2.3.3 Planteamiento del método ambiental para el sector mobiliario: .....	51
2.3.4 Requerimientos del caso de estudio: .....	54
2.3.5 Evaluación de alternativas: .....	55
2.3.6 Escritorio en estudio: .....	59
2.3.6.1 Obtención medidas del escritorio: .....	59
2.3.6.2 Modelo a escala 1:10: .....	62
2.3.6.3 Imágenes CAD del escritorio: .....	63
2.3.6.4 Logo y empaque del escritorio: .....	66
2.3.7 Análisis estructural: .....	73
2.3.8 Resultado final de escritorio en estudio: .....	81
2.3.9 Análisis ambiental y evaluación del marco de referencia planteado: .....	84
3. Conclusiones .....	96
Referencias Bibliográficas .....	98
Apéndices .....	103

**Lista de tablas**

Tabla 1. <i>Valoración de impacto</i> .....	25
Tabla 2. <i>Requerimientos</i> . ....	54
Tabla 3. <i>Evaluación de alternativas 1 y 2</i> .....	56
Tabla 4. <i>Evaluación de alternativas 3 y 4</i> .....	56
Tabla 5. <i>Evaluación de alternativas 5 y 6</i> .....	57
Tabla 6. <i>Evaluación de alternativas 7 y 8</i> .....	58
Tabla 7. <i>Evaluación de alternativas 9 y 10</i> .....	59
Tabla 8. <i>Cargas típicas para el escritorio</i> . ....	74
Tabla 9. <i>Mediciones de carga de apoyo para ponerse de pie en un escritorio para diferentes pruebas</i> .....	74
Tabla 10. <i>Resumen de cargas esperadas</i> . ....	75
Tabla 11. <i>Propiedades madera de pino</i> . ....	76
Tabla 12. <i>Energía y huella de carbono para la fabricación del escritorio A</i> . ....	90

**Lista de figuras**

Figura 1. <i>Botella de 1,8 litros Microplast</i> .....	27
Figura 2. <i>Caja estándar de HDPE</i> .....	27
Figura 3. <i>Opción mejorada de botella</i> .....	29
<b>Figura 4.</b> <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario - Pregunta 1</i> .....	32
Figura 5. <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 2</i> .....	33
Figura 6. <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 3</i> .....	34
Figura 7. <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 4a</i> .....	35
Figura 8. <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 4b</i> .....	35
Figura 9. <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 5a</i> .....	36
Figura 10. <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 5b</i> .....	37
Figura 11. <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 6</i> .....	37
Figura 12. <i>Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 7</i> .....	38
Figura 13. <i>Escala medición de alternativas</i> .....	55
Figura 14. <i>Medidas habitaciones de encuestados</i> .....	60
Figura 15. <i>Respuestas pregunta 2</i> .....	60
Figura 16. <i>Respuestas pregunta 3</i> .....	60
Figura 17. <i>Render escritorio</i> .....	61
Figura 18. <i>Modelo a escala 1.10</i> .....	62
Figura 19. <i>Boceto de escritorio en estudio</i> .....	62
Figura 20. <i>Render ambientación escritorio</i> .....	63

Figura 21. <i>Poster escritorio.</i> .....	65
Figura 22. Logo Escritorio en estudio.....	66
<b>Figura 23.</b> <i>Modelo CAD empaque escritorio.</i> .....	67
Figura 24. <i>Manual de uso.</i> .....	68
Figura 25. <i>Manual de uso – Piezas 1.</i> .....	69
Figura 26. <i>Manual de uso – Piezas 2.</i> .....	70
Figura 27. <i>Manual de uso – Montaje 1.</i> .....	71
Figura 28. <i>Manual de uso – Montaje 2.</i> .....	72
Figura 29. <i>Identificación de elementos críticos.</i> .....	76
Figura 30. <i>Modelo de patas de escritorio (elemento crítico).</i> .....	76
Figura 31. <i>Definición de sujeción en contacto con el piso.</i> .....	77
Figura 32. <i>Definición de cargas aplicadas.</i> .....	78
Figura 33. <i>Definición del mallado para simulación.</i> .....	79
Figura 34. <i>Resultados factor de seguridad.</i> .....	80
Figura 35. <i>Empaque y escritorio resultado final.</i> .....	81
Figura 36. <i>Ensamble escritorio A.</i> .....	82
Figura 37. <i>Ensamble escritorio B.</i> .....	82
Figura 38. <i>Piezas escritorio desarmable.</i> .....	83
Figura 39. <i>Modelo CAD escritorio A.</i> .....	84
Figura 40. <i>Modelo CAD escritorio B.</i> .....	84
Figura 41. <i>Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Vertedero Escritorio A.</i> .....	85
Figura 42. <i>Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Infrareciclable Escritorio A.</i> .....	85
Figura 43. <i>Tomado de Google maps. Distancia recorrida.</i> .....	86

Figura 44. <i>Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Transporte Escritorio A.</i> .....	86
Figura 45. <i>Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Uso Escritorio A.</i> .....	86
Figura 46. <i>Obtención de datos eco Audit. Tomado del programa CES EDUPACK – Vertedero Escritorio A.</i> .....	87
Figura 47. <i>Obtención de datos eco Audit. Tomado del programa CES EDUPACK – Infrareciclable Escritorio A.</i> .....	87
Figura 48. <i>Máquina CNC PROFIT H 2000 FORMAT-4.</i> .....	87
Figura 49. <i>Medidas y tiempo de corte empleado al escritorio.</i> .....	88
Figura 50. <i>Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Vertedero Escritorio B.</i> .....	90
Figura 51. <i>Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit - Infrareciclable Escritorio B.</i> .....	90
Figura 52. <i>Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Transporte y uso Escritorio B.</i> ...	91
Figura 53. <i>Obtención de datos eco Audit. Tomado del programa CES EDUPACK – Vertedero Escritorio B.</i> .....	91
Figura 54. <i>Obtención de datos eco Audit. Tomado del programa CES EDUPACK – Infrareciclable Escritorio B.</i> .....	91
Figura 55. <i>Resultado de datos análisis ambiental - Infrareciclable.</i> .....	93
Figura 56. <i>Resultado de datos análisis ambiental - Vertedero.</i> .....	93
Figura 57. <i>Resultado de datos análisis ambiental – Total consumido.</i> .....	94

**Lista de apéndices**

Apéndice A. Encuesta a empresarios..... 103

Apéndice B. Reender y planos escritorio desarmable ..... 106

### **Dedicatoria**

A mi madre, Elvia por ser el motor que me impulsa todos los días a ser mejor y a ir por detrás de  
mis sueños, sin importar que tan difíciles sean.

A mi padre, Gerardo por tener ese carisma y amor , siempre que lo necesito.

A mi abuela, María Esther que aunque ya no esté siempre estuvo ahí y me aportó esa fuerza que  
necesito en momentos difíciles y así mismo a ver el lado bueno de la vida.

A mi abuela, Florerelia que me enseñó a ser organizada en cada circunstancia sin importar que  
tan grande o pequeña sea.

A mi hermana, Isabella que con pequeños gestos me demuestra su gratitud.

A mis tíos que me dan su apoyo con mucho amor.

A mis amigos, quienes me brindan una excelente amistad por varios años y me dan la seguridad  
que a veces me hace falta.

### **Agradecimientos**

Al profesor Miguel y la profesora Clara que me han guiado por este hermoso camino, ayudándome a crecer como profesional. Gracias por su apoyo en cada etapa de desarrollo del proyecto, una inmensa gratitud hacia ustedes.

A mi familia que siempre ha estado orgullosa de todos mis logros y han estado ahí ayudándome a realizarlos.

A mis amigos que también hace parte de mi crecimiento personal con sus consejos y apoyo incondicional.

## Resumen

**Título:** Marco de referencia para el desarrollo de productos verdes manufacturados\*

**Autor:** María Alejandra Peña Peñaranda\*\*

**Palabras Clave:** Sostenible, Etiqueta verde, Ciclo de vida.

### Descripción:

El presente trabajo de grado surge principalmente a partir de las barreras que se han generado para los fabricantes y desarrolladores de producto orientados al cumplimiento de los lineamientos para productos verdes manufacturados. A pesar de que se han ido estableciendo normativas referentes al tema y existen metodologías para el desarrollo de productos desde la perspectiva de sostenibilidad, es importante realizar el abordaje desde el proceso mismo del desarrollo, que facilite o genere una mejor comprensión sobre los lineamientos, requisitos y consideraciones de productos sostenibles que deben tener los fabricantes interesados en abrir mercados.

Se plantea el trabajo de grado para la creación de un marco de referencia orientado al desarrollo de productos verdes manufacturados, partiendo desde su ciclo de vida: ideación, definición, realización, comercialización, uso /soporte y disposición final e ingresando al mercado de productos con etiquetas verdes. Un producto manufacturado es catalogado como producto verde, si es ambientalmente responsable y cumple con una normatividad. Es considerado como sostenible, si desde su producción, mitiga el daño ambiental que puede causar.

El marco de referencia se orienta al desarrollo de productos verdes manufacturados comercializados en Colombia, Santander requiriendo la revisión de la normatividad para su estandarización y evaluación. Se tomará como base varios casos de estudio, comparándolos con los principios propuestos por el SAC (Sello Ambiental Colombiano) y siguiendo la metodología de enfoque de 10 pasos para el rediseño D4S, dentro del marco de referencia.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: José Miguel Higuera Marín, Doctor en Diseño. Codirector: Clara Isabel López Gualdrón, Doctora en Ingeniería.

### Abstract

**Title:** Framework for the development of green manufactured products\*

**Author:** Maria Alejandra Peña Peñaranda\*\*

**Keywords:** Sustainable, Green label, Life cycle.

### Description:

This degree work arises mainly from the barriers that have been generated for manufacturers and product developers oriented to compliance with the guidelines for green manufactured products. Although regulations regarding the subject have been established and there are methodologies for the development of products from the perspective of sustainability, it is important to carry out the approach from the development process itself, which facilitates or generates a better understanding of the guidelines, requirements and sustainable product considerations for manufacturers interested in opening markets.

The degree work is proposed for the creation of a reference framework oriented to the development of manufactured green products, starting from its life cycle: ideation, definition, realization, commercialization, use / support and final disposal and entering the product market with green labels. A manufactured product is classified as a green product if it is environmentally responsible and complies with regulations. It is considered sustainable if, from its production, it mitigates the environmental damage it can cause.

The reference framework is oriented to the development of manufactured green products marketed in Colombia, Santander requiring the revision of the regulations for its standardization and evaluation. Several case studies will be taken as a basis, comparing them with the principles proposed by the SAC (Colombian Environmental Seal) and following the 10-step approach methodology for D4S redesign, within the framework of reference.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: José Miguel Higuera Marín, Doctor en Diseño. Codirector: Clara Isabel López Gualdron, Doctora en Ingeniería.

## Introducción

Los impactos ambientales generados por un producto desde la fase inicial hasta la fase final de su ciclo de vida se pueden evaluar desde la sostenibilidad. El diseño para la sostenibilidad es una estrategia proyectual que busca mitigar desde la innovación el daño ambiental asociado a la manufactura de un producto. Es posible innovar desde la sostenibilidad, creando un producto que disminuye el daño ambiental desde cada fase, siendo sujeto de ser catalogado como producto verde manufacturado.

Un producto manufacturado puede reducir el impacto ambiental desde la selección de materiales de bajo impacto, la reducción de uso de materiales, la optimización de técnicas de producción, la reducción del impacto durante el uso, la optimización de la vida útil inicial y la optimización del sistema del final de la vida útil. Un claro ejemplo, es el proyecto realizado por la empresa Microplast, en Costa Rica, que proyectó la reducción del material, disminuyendo el grosor de pared de una botella HDPE y mejoró la eficiencia en la distribución del producto, adecuando el tamaño de la botella al embalaje, con lo anterior, se redujo el impacto ambiental en un 43%. Es así, como el nuevo diseño genera un impacto diferenciador, reduciendo el impacto en el medio ambiente. (Crul & Diehl, 2007).

A pesar que hay investigaciones y estudios en países con economías en vía de desarrollo, se visualiza el vacío existente y la oportunidad para generar productos verdes manufacturados. En Colombia, no se ha establecido una metodología para definir los productos verdes manufacturados.

El eco etiquetado informa a los consumidores que existen productos menos perjudiciales para el medio ambiente, dando la oportunidad de tomar una decisión desde la óptica de la sostenibilidad, pudiendo generar patrones de consumo sostenible, revisando desde su ciclo de vida la normatividad necesaria para catalogarlo y utilizando un método de evaluación verificable. Este documento, plantea la definición de un marco de referencia que integre las variables a tener en cuenta para la creación de un producto verde manufacturado, revisando su ciclo de vida con la normatividad necesaria para catalogarlo. Se tomarán como base varios casos de estudio para ser evaluados, comprobando su validez, cómo producto verde manufacturado. (Crul & Diehl, 2007).

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Proponer un marco de referencia fundamentado en diseño para la sostenibilidad, orientado al desarrollo de productos, siguiendo la normativa de criterios ambientales a partir del análisis de casos de estudio.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Identificar los sistemas de eco etiquetado que permita establecer la forma como se realiza el análisis de productos manufacturados.
- Definir las variables necesarias para la creación de productos verdes manufacturados, teniendo en cuenta su ciclo de vida, estándares emitidos por entidades regulatorias reconocedoras de etiquetas verdes y las características de un proyecto D4S.
- Evaluar el marco de referencia para productos verdes manufacturados a partir del estudio de casos.

### **1.3 Justificación:**

En Colombia, los inicios del eco etiquetado establecieron la pertinencia de contar con un sistema de certificación de productos, cumpliendo con los requisitos ambientales, siguiendo los lineamientos de ISO 14024, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), quienes desarrollan normas técnicas con criterios ambientales desde el año 2002. Debido a la conciencia ambiental existente en consumidores como en productores, el ambiente es propicio para su implementación, dentro un marco de referencia que garantice al consumidor productos verdes con Sello Ambiental Colombiano. (Minambiente, 2005).

El Sello Ambiental Colombiano (SAC), es la entidad reconocedora de etiquetas verdes, 125 empresas colombianas cuentan con el distintivo ambiental, contando con 24 categorías de productos. Entre esas categorías tenemos inscritos los siguientes productos: productos limpiadores, alojamiento y hospedaje, fibras de fique, aceites lubricantes, tableros electrónicos , sanitarios de alta eficiencia, accesorios de fontanería, pinturas, pulpa ,papel y cartón , thoners , baldosas cerámicas, ladrillos , aceros , materiales impresos, tintas de impresión, colchones, prefabricados en concreto, construcción de guadua, transformación de guadua y construcción; notándose el vacío existente para la implementación de la normativa en productos manufacturados.

Teniendo en cuenta los principios del SAC y siguiendo su respectiva normativa y la relevancia de generar soluciones facilitadoras a los productores, el presente trabajo de grado surge de la necesidad de proponer un marco de referencia como facilitador en el abordaje desde el proceso mismo del desarrollo, genere una mejor comprensión sobre los lineamientos, requisitos y

consideraciones de productos sostenibles que deben tener los fabricantes interesados en abrir mercados.

#### **1.4 Pregunta de Diseño**

¿De qué manera se puede elaborar una guía en Colombia orientada al desarrollo de productos dentro de los lineamientos establecidos para producto verde manufacturado?

#### **1.5 Alcances**

El resultado esperado para el proyecto es un marco de referencia, el cual refleja los criterios de un producto verde manufacturado abordando un análisis a profundidad de los casos de estudio planteados, teniendo en cuenta aspectos ambientales, siguiendo un método para su elaboración.

El método propuesto reúne aspectos ambientales de diseño, resaltando los criterios necesarios para la elaboración de un producto verde manufacturado. Los aspectos ambientales, tiene como prioridad la disminución del impacto ambiental, mientras que los aspectos de diseño como contribuyen a esa disminución.

## 2. Cuerpo del trabajo

### 2.1 Marco conceptual

#### *2.1.1 Diseño para la sostenibilidad.*

La sostenibilidad busca mejorar la eficiencia dentro de una empresa, la calidad del producto y las oportunidades del mercado, disminuyendo el rendimiento ambiental. Se debe tener en cuenta las necesidades del cliente a nivel económico, social y ambiental, al crear productos los cuales se preocupen por el bienestar del medio ambiente. La selección de materias primas, las cuales no causen gran impacto ambiental, creando en el producto un valor agregado. Para que exista sostenibilidad deben superarse una serie de retos vinculados con personas planeta y ganancia. Sin embargo, dentro del marco de referencia, se tendrán en cuenta en mayor medida, los retos relacionados con el impacto ambiental.

Dependiendo de las regiones donde se busque implementar estrategias de sostenibilidad, se tendrán diferentes objetivos. Economías desarrolladas: reducir uso de energía fósil (cambio de clima), reducir uso de tóxicos, limpiar sitios contaminados, mejorar nivel de prevención, reciclaje y reutilización

Economías en vías de desarrollo: reducir emisiones industriales, tratamiento de aguas residuales, evitar sobreexplotación de recursos renovables, agua evitar deforestación, pérdida de suelo, erosión, destrucción de ecosistema reducir quema de estiércol y madera.

Los retos enmarcados anteriormente, tienen en cuenta el ciclo de vida de un producto. La materia prima y los procesos de producción son solo dos elementos del ciclo de vida. A veces, la

distribución y el uso tienen impactos más altos, la sostenibilidad busca reducir el tiempo de todas las fases del ciclo.

Durante el ciclo de vida de un producto se busca minimizar los impactos ambientales. La sostenibilidad tiene en cuenta las necesidades futuras disminuyendo así los impactos ambientales a corto y largo plazo. Así mismo, se tiene en cuenta el tamaño de la población relacionado con el consumo de cada individuo, las materias primas y la energía que produce cada unidad de consumo.

En un mundo con una población de 9 mil millones y un nivel de consumo mucho más alto que ahora, la tarea de alcanzar la sostenibilidad es demostrando la necesidad de beneficiar los procesos de producción, productos y sistemas. (Gallopín, 2003).

Para rediseñar un producto existente desde la sostenibilidad, se pueden seguir 10 pasos. Se empieza con la formación del equipo y la planificación del proyecto, en este paso los integrantes del equipo de trabajo están distribuidos en diferentes áreas. Es necesario identificar los empleados según el área en el cual se desenvuelven para distribuirlos de la mejor manera. El paso 2, son los impulsores FODA y las metas para la empresa, se tiene en cuenta las metas de la empresa y del equipo, integrando aspectos de sostenibilidad. Las metas deben tener en cuenta las políticas, finanzas y estrategias de la empresa. FODA es una herramienta la cual identifica y analiza: Puntos fuertes y debilidades (Internos) y amenazas y oportunidades (externos) de una empresa. El paso 3 es la selección de productos, se elige un producto dependiendo de los criterios que se propongan para su selección. El paso 4, los impulsores del D4S para el producto seleccionado, se establecen prioridades de los impulsores externos e internos relevantes para el producto que se seleccionó, debido a que puede ser afectado por leyes ambientales o por el mercado. El paso 5, la evaluación de impacto. Se evalúan los 3 pilares los cuales la sostenibilidad enmarca: Planeta, Personas y Ganancia. El análisis debe ser muy detallado, tiene como objetivo entender los aspectos principales

de sostenibilidad del ciclo de vida del producto e identificar las prioridades haciendo una evaluación. El 6to paso es el desarrollo de una estrategia del D4S y de un resumen del diseño. La rueda de 7 estrategias del D4S propone: Selección de materiales de bajo impacto, la reducción de uso de materiales, la optimización de las técnicas de producción, la optimización del sistema de distribución, reducción de impactos durante el uso, optimización de la vida útil inicial ,optimización del sistema a final de la vida útil y diseño de productos completamente nuevos. El paso 7, generación y selección de ideas. Se le da prioridad a generar ideas con respecto a la sostenibilidad para generar un nuevo concepto del producto. El paso 8 , desarrollo de conceptos, en este paso, no se visualiza la propuesta total del proyecto, se deben hacer prototipos y pruebas para comprobar la factibilidad de la idea. Una técnica muy utilizada es la caja morfológica, esencial para combinar ideas en un solo concepto. El siguiente paso es evaluar el concepto a partir de valores cuantitativos para detallarla. El paso 9, evaluación del D4S, compara el nuevo producto rediseñado con el perfil del producto previo evaluando méritos de sostenibilidad. El paso 10, implementación y seguimiento. La producción, ensayos y planificación de producción la prueba de prototipos , integrando aspectos de sostenibilidad para evaluar el producto por primera vez con los criterios estandarizados. Después se prepara una estrategia de comunicación y publicidad. Se toma la decisión de publicar los aspectos de sostenibilidad, siendo un término algo abstracto. Las ventajas o desventajas dependerán del público. Después de que el producto sale al mercado, se hace una retroalimentación y críticas. (Crul & Diehl, 2007).

### ***2.1.2 Ciclo de vida de un producto.***

Un cliente tiene la posibilidad de evaluar un producto, desde su elaboración hasta su disposición final. El concepto de ciclo de vida de un producto tiene en cuenta todos los aspectos,

tanto externos como internos. Empezando desde las materias primas hasta su destino final. Evaluando todas las etapas por las cuales transcurre, se identifican las fallas o aciertos dentro del ciclo de vida.

El ciclo de vida de un producto concientiza la toma de decisiones, pensado en largo plazo, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos, sin pasar por alto decisiones a corto plazo; evitando problemas desde la transición de una etapa a otra, teniendo en cuenta todos los aspectos, hasta situarlos en la fase correspondiente con la posibilidad de mejorar el ciclo de vida para el producto y así realizar mejoras. (*PNUMA, 2004*).

Un ejemplo, para visualizar el ciclo de vida de un producto, es el siguiente:

En el momento de comprar una camisa, se tiene en cuenta el material. La mayoría de las veces el textil es la combinación de fibras naturales y sintéticas. Las fibras naturales requieren: fertilizantes, aguas y pesticidas. Para las fibras sintéticas: recursos fósiles. La combinación de las fibras requiere de agua, energía y químicos. Después se inicia el proceso de diseño y producción de la camisa para así llevarla a su comercialización. Después de comprar la camisa el cliente botará el empaque y utilizará la camisa. Al primer uso la camisa es lavada, secada y planchada. Una vez la camisa se desgasta es llevada a su disposición final. En esta fase el usuario puede decidir su destrucción, arrojarla al sistema de aseo, reutilizarla, darle otro uso o donarla. En la mayoría de los casos la empresa no tiene control sobre esta etapa, por ello, se observan alrededor del mundo montañas de ropa usada. (*Crul & Diehl, 2007*).

### ***2.1.3 Etiquetas verdes.***

Son instrumentos informativos, estimulan un menor impacto ambiental por medio de información relacionada con el ciclo de vida del producto. Se busca actualizar la cadena de valor sobre la incidencia ambiental de los bienes y servicios que pertenezcan a su misma categoría.

La ecoetiqueta dos contribuyen a tomar decisiones, partir de la información brindada por las fases del ciclo de vida de un producto, siendo verificable. Promueve la elección del consumidor sobre producto con criterios sostenibles y así mismo motiva a los fabricantes a su adopción.

Las ONG han creado varias políticas relacionadas con el etiquetado, abordando aspectos ambientales respecto al ciclo de vida. Se pueden clasificar siguiendo una respectiva normatividad, como lo propone la Organización Internacional de Normalización (ISO) abarcando diferentes tipos de etiquetas y declaraciones ambientales. (Minambiente, 2005).

A través de la ISO 14020 estableció principios generales y las clasificó en 3 tipos:

*Tipo I se rigen por la norma ISO 14024, compara productos y la otorga al que sea preferiblemente ambiental a lo largo de su ciclo de vida, los criterios son establecidos por un ente independiente, y son monitoreados mediante un proceso de certificación o auditoría.*

*Tipo II se rige por la norma ISO 14021, comprenden las autodeclaraciones ambientales de ciertos productos realizadas por sus fabricantes, importadores o distribuidores, suelen ser identificados con diferentes símbolos, en función de la característica de la que se ofrezca información.*

*Tipo III se rige por la norma ISO 14025, conocidas como declaraciones ambientales de producto, tienen como finalidad de aportar información cuantitativa de los distintos impactos ambientales que puede ocasionar un producto a lo largo de su ciclo de vida.*

Existe un cuarto tipo, las etiquetas semi-tipo I aunque no están calificadas por la ISO, son un referente importante para el consumidor. (Minambiente, 2005).

#### ***2.1.4 Sello Ambiental Colombiano (SAC).***

El Sello Ambiental Colombiano es un distintivo, se obtiene por voluntad propia y es portado por un producto (bien o servicio), cumplidor de unos parámetros ambientales, según su categoría. Se obtiene mediante auditoría de certificación realizada por una organización independiente.

El SAC es otorgado por el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) y autorizado por la autoridad de licencias ambientales ANLA. Un producto puede ser identificado con una etiqueta ambiental, según propone el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el marco del Plan Nacional Estratégico de Mercados Verdes, si cumple con determinados estándares estipulados. Tiene 10 años de existencia en cual ha fortalecido diversos propósitos y un apoyo institucional para ser implementado. Sin embargo, algunas variantes deben ser involucradas y superadas para garantizar el éxito de lo planteado.

- **¿Cuáles son las características de un producto identificado con el SAC?**

Hace uso sostenible de los recursos naturales que emplea (materia prima e insumos); emplea procesos de producción que involucran menos energía o hacen uso de fuentes de energías renovables o ambas; considera aspectos de reciclabilidad, reutilización o biodegradabilidad; usa materiales de empaque preferiblemente reciclables, reutilizables o biodegradables y en cantidades mínimas; emplea tecnologías limpias o que generen un menor impacto relativo sobre el ambiente e indica a los consumidores las mejores formas sobre su disposición final.

- **¿Cuáles son los principios para crear una etiqueta verde otorgada por el SAC ?**

El producto o servicio debe minimizar el uso sostenible de los recursos naturales que emplea como materia prima o insumo.

El producto o servicio debe minimizar el uso de materias primas nocivas para el ambiente; los procesos de producción o de prestación de servicios deben utilizar menos cantidades de energía o hacer uso de fuentes de energía renovables o ambos

El producto o durante la prestación del servicio se deben utilizar menos materiales de empaque, preferiblemente reciclables, reutilizables o biodegradables

El producto debe ser fabricado o el servicio debe prestarse haciendo uso de tecnologías limpias o generando menor impacto relativo sobre el ambiente. (Minambiente, 2005).

#### **2.1.5 Antecedentes situación de estudio.**

Se expone un caso de estudio de productos con etiqueta verde con los principios propuestos por el Sello Ambiental Colombiano y su respectiva norma técnica NTC 5911. Resaltando las partes con más relevancia para un proyecto de diseño. También se toma como ejemplo el estudio de caso D4S en economías en vía de desarrollo, el cual sirve como fase y estrategia para el rediseño D4S. Se tienen en cuenta los casos de estudio para la realización del marco de referencia para productos verdes manufacturados, dentro de un método, haciendo síntesis de los aspectos importantes y de relevancia para implementar.

Norma técnica Colombiana Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello ambiental colombiano criterios ambientales para artesanías y otros productos del diseño, elaborados en fibras de enea y junco con tecnología artesanal. (NTC 5911, 2012).

Este proyecto busca estandarizar las medidas artesanales, minimizando las falencias productivas del proceso productivo artesanal, educando a las comunidades y asegurando su bienestar, sin afectar su tradición.

La enea y el junco son las especies con prioridad en este proyecto, dando reconocimiento al esfuerzo de recolectores, artesanos y comercializadores por el uso de buenas prácticas ambientales.

**Tabla 1.**

*Valoración de impacto.*

Aspectos Ambientales	Extracción	Preparación de la fibra	Transformación	Uso Productos Artesanales	Disposición final	Requisito correspondiente al NTC
Uso de recursos	X	X	X			4.2.2
Consumo de energía	X	X	X			4.2.2 4.2.3
Emisiones de aire				X		4.2.2
Vertimientos al agua		X	X			4.2.2 4.2.3
Vertimientos al suelo		X	X			4.2.2
Generación de residuos	X	X	X			4.2.2 4.2.3
Afectación de fauna y flora	X			X		4.2.2
Disponibilidad de recurso						
Salud humana	X	X	X			4.2.2 4.2.3
Entorno sociocultural	X	X	X			

<b>4,2,2</b>	<b>Preparación de la fibra</b>
<b>4.2.3</b>	Elaboración de la artesanía

Nota: Tomado de NTC 5911, 2012, pp. 4.

Caso de estudio: REDISEÑO DEL PRODUCTO: Una botella de plástico en Microplast Costa Rica.

Se redujo el grosor de la botella y el desgaste del material, el cual depende de la maquinaria seleccionada. El principio para implementar el rediseño fue el espacio ocupado dentro del embalaje, disminuyendo el tamaño y modificando la forma de la botella, también las medidas del agarre.

La empresa:

Microplast. Se encuentra localizada en Costa Rica, cuenta con 70 empleados, se estableció en el año 1981. Usa 25 toneladas de plástico para la elaboración de envases.

Motivación para el D4S:

Microplast. Se, lanzó al mercado una botella de 1,8 litros, se desarrolló el rediseño de esta botella, debido a que estuvo creciendo en el mercado y tenía potencial de mejora.

**Figura 1.**

*Botella de 1,8 litros Microplast.*



Nota: Tomado de Diseño para la sostenibilidad: Un enfoque para economías en vía de desarrollo, Crul, & Diehl, 2007, pp. 94– 95.

El proyecto:

La empresa puede distribuir 12 botellas dentro de una caja estándar de HDPE. El peso de la botella es entre 60 y 70 gramos. La botella para rediseñar es la de 1,8 litros, esta empresa utilizó 300 botellas.

**Figura 2.**

Caja estándar de HDPE.



Nota: Tomado de Diseño para la sostenibilidad: Un enfoque para economías en vía de desarrollo, Crul, & Diehl, 2007, pp. 94– 95.

Opciones de mejora:

Reducción del material (Estrategia D4s 2), reducción del impacto del material del empaque de litro contenido (Estrategia D4s 1 y 2), reducción de material de desecho durante la producción (Estrategia D4s 3) y eficiencia más alta durante la distribución (Estrategia D4s 5). Mejorar las características ergonómicas y la estética de la botella.

Se mejoró el espesor de las paredes de 0,6mm se redujo a 0,3 mm, se comparó con botellas existentes y se puede reducir hasta 0,2mm. Para producir el cambio se seleccionó una sopladora la cual reduce el desgaste de material y hace factible el cambio.

Se cambiaron las dimensiones de la botella basándose en las medidas de la caja contenedora y distribuidora, de 12 botellas aumentó a 15 botellas por caja.

Con el programa COSMOS se examinaron las características mecánicas de la botella. Para mejorar la botella a nivel ergonómico, se modificaron las medidas de agarre evitando dolores en la muñeca. (Crul & Diehl, 2007).

-Reducción de uso de material por un 45.50%

-Mejorar la eficiencia de distribución un 25 %

-Reducción de impacto ambiental de un 43%

-Mejoras en la ergonomía

-Menos procesamiento durante la producción

-Diseño más atractivo

**Figura 3.**

*Opción mejorada de botella.*



Nota: Crul, & Diehl, 2007, pp. 94– 95.

**2.2 Método**

Para llevar a cabo el proceso de diseño, se tuvo en cuenta los principios del Sello Ambiental Colombiano (SAC) y las características de un proyecto D4S, dando como resultado la estructuración de un método para la elaboración de productos verdes manufacturados. Comprobando su eficacia a partir del caso de estudio seleccionado, siguiendo la metodología de *Design Thinking*.

Inicia con la etapa de Empatía, investigando la normativa correspondiente al desarrollo de productos verdes manufacturados para poder entender la situación de estudio, el siguiente paso es crear una encuesta dirigida a empresas del sector mobiliario, la cual será diligenciada en forma de entrevista presencial con la persona encargada del área de manufactura para determinar cómo están actualmente fabricando productos para oficina en Bucaramanga, si tienen en cuenta para su elaboración el diseño con parámetros ambientales y como lo están desarrollando. Todo lo anterior nos sirve para comprender los aspectos fundamentales del proyecto (indicadores

ambientales, describiendo y analizando las condiciones del ambiente, la sostenibilidad de los recursos naturales y su relación con la industria mobiliaria; materiales utilizados, seleccionando materiales los cuales tengan un bajo impacto ambiental; técnicas de producción, conjunto de procedimientos empleados en con el fin de obtener un producto mobiliario para oficina y medir la huella ambiental ; sistema de distribución, optimizando el sistema para disminuir daños ambientales; tipo de mobiliario manufacturado; seleccionado el mobiliario para oficina)percibiendo como es el proceso actual de fabricación y las necesidades de los empresarios, quienes elaboran productos mobiliarios para oficina y así contribuir a su desarrollo.

Sigue la etapa de Definición, se tomarán los aspectos correspondientes a la primera etapa de empatía con la obtención de los resultados de la encuesta y aspectos a utilizar según los principios planteados por el SAC(se emplea el uso sostenible de materias primas, las cuales no son nocivas para el medio ambiente; durante su uso y en los procesos de producción, minimizar la energía o emplear tecnología renovables; utilizar empaques reciclable, reutilizables o biodegradables) y las características de un proyecto D4S(aumentar la eficiencia, la calidad del producto y las oportunidades en el mercado, mejorando el rendimiento ambiental), es en esta etapa donde se precisará las variables necesarias para abordar el proyecto con las cuales se evaluarán los casos de estudio. Variables que hacen parte del ciclo de vida de producto, materia prima, procesos de producción, distribución, uso y final de la vida útil, aspectos que deben tener en cuenta los daños ambientales que pueden causar en el presente y a futuro. Teniendo las variables necesarias para abordar los casos de estudio, se seleccionará el más adecuado, según la información recopilada y se definirá uno a evaluar.

La siguiente etapa es la de ideación, se generan varias ideas con base a las variables traducidas como requerimientos de diseño para la selección de la más adecuada, se busca integrar

los requerimientos de diseño con las variables obtenidas para así poder estructurar la propuesta de diseño, seleccionando la alternativa más acorde a las variables propuestas y se evaluó el marco de referencia.

Sigue la etapa de Prototipar, teniendo la alternativa seleccionada se generó un modelo CAD, y los planos técnicos de la propuesta de diseño en SolidWorks. Se utilizará el software CES Edupack, para seleccionar el material más acorde a los requerimientos estipulados en la fase de ideación. Así mismo, en el programa CES Edupack, se hará un estudio con el complemento Eco Audit, el cual el programa ofrece. En este complemento se deben ingresar los datos correspondientes al material, fabricación, fin de vida, transporte y uso. Se procede hacer el análisis ambiental para un escritorio del mercado y se generará una comparación con el escritorio en estudio para saber si lo antes planteado cumplen los parámetros ambientales propuestos para la disminución de la huella de CO<sub>2</sub>. Se concluye con la etapa de Testeo, se generó el prototipo final a escala 1:2 y se hizo una prueba del producto, identificando fallas y carencias para mejorarlas.

## **2.2 Resultados**

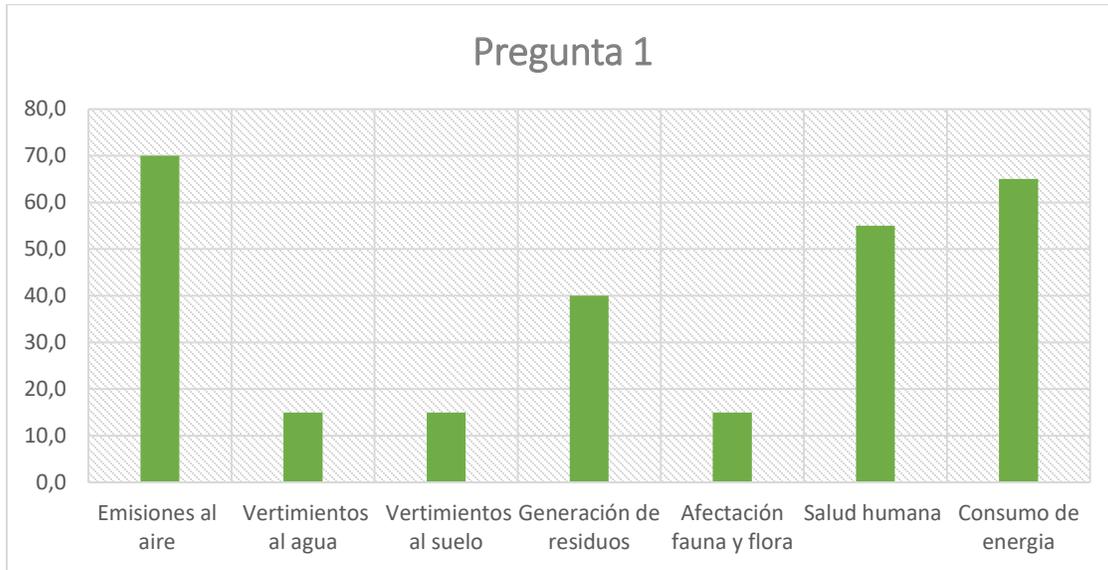
A continuación, se describen los hallazgos generados derivados de la encuesta realizada al sector de mobiliario

### ***2.3.1 Encuesta al sector mobiliario en Bucaramanga, Santander.***

Se realizó una encuesta a 20 empresas del sector mobiliario para oficina en Bucaramanga. La encuesta constaba de 7 preguntas, las cuales enuncian a medida que se mostrarán los resultados de la investigación.

**Figura 4.**

*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario - Pregunta 1.*

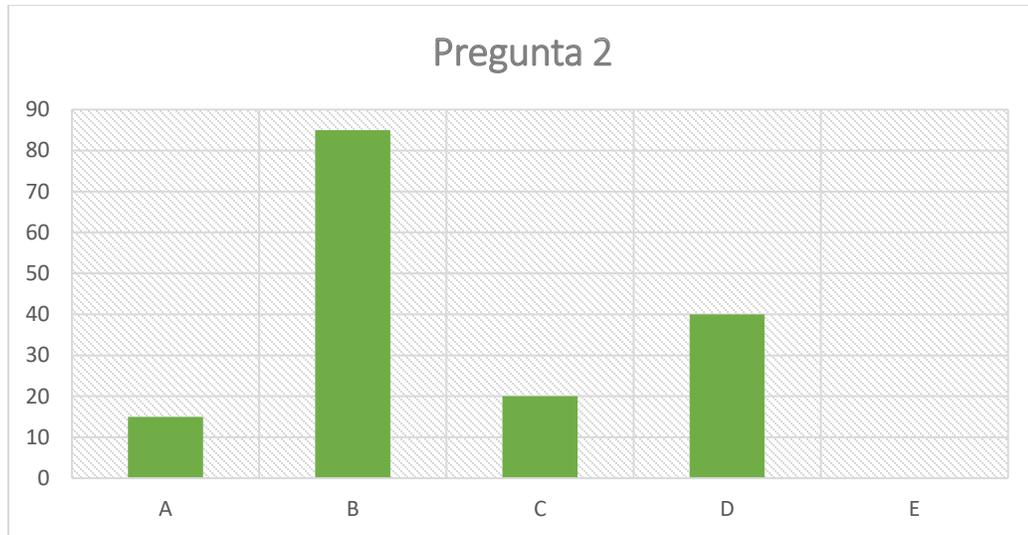


La biodiversidad, es el conjunto de interacciones de seres vivos en su respectivo ecosistema, es decir, la relación que puede llegar a tener un ser vivo con la tierra, el agua, el aire. Si alguno de estos se ve afectado, se rompe el ciclo creado. Por consiguiente, es de vital importancia velar por su cuidado para no perjudicarlo. El sector mobiliario en Bucaramanga está ignorando el daño que puede causar los vertimientos al agua, al suelo y la afectación de la fauna y flora, sólo un 15 % de los encuestados los tiene en cuenta, sin embargo, el indicador de emisiones al aire es presente en un 70%. Nuestro entorno puede ser dañado por las emisiones al aire producidas por la obtención de energía a base de combustibles fósiles, dañando no solo la biodiversidad antes nombrada, sino también nuestra salud. En los resultados obtenidos vemos como el consumo de energía se contempla en un 65% y la Salud humana un 55 %, datos que son satisfactorios debido a que son más de la mitad de la población encuestada. En Colombia, Bucaramanga es la ciudad que genera más residuos por habitante, sin embargo, el sector mobiliario, tiene en cuenta la generación de residuos un 40%. El porcentaje de los indicadores

ambientales evaluados es bajo, solo 3 de 7 son utilizados por más de la mitad de la población encuestada. Eso quiere decir, que seguimos visualizando el vacío existente en la implementación de medidas ambientales responsables.

**Figura 5.**

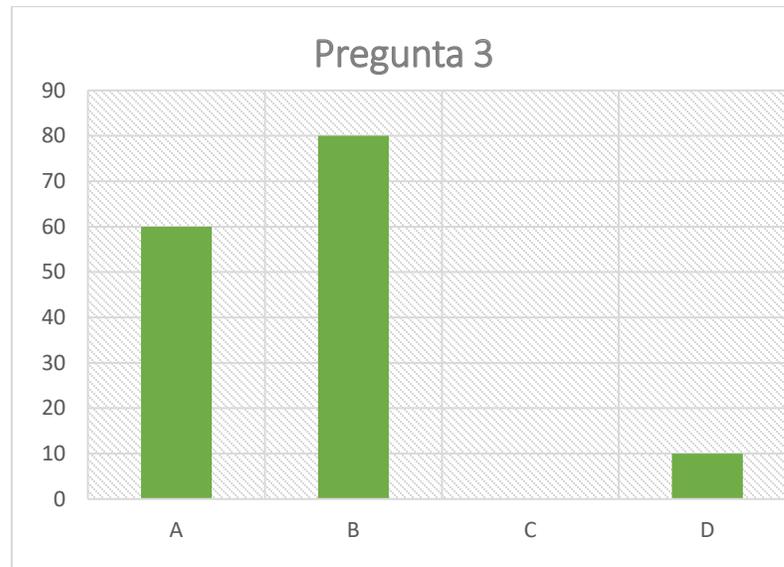
*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 2.*



En Bucaramanga, según los encuestados, solo un 15%, hace uso de materiales que no sean tóxicos o dañen la capa de ozono, siendo perjudiciales para los seres vivos y el medio ambiente, Además, encontramos que existe un bajo aprovechamiento de residuos y materiales, solo un 20 % utiliza materiales reciclados pero un 40%, hace uso de materiales reciclables, evitando la generación de residuos y aprovechando la disposición final del producto para su posterior utilización. Como aspecto positivo resaltamos que la mayoría de los empresarios utilizan materiales renovables, un 85%, son todos aquellos materiales que tienen la posibilidad de volverse a producir de forma natural o por acción del ser humano, materiales que tienen la capacidad de volverse a generar para un nuevo uso.

**Figura 6.**

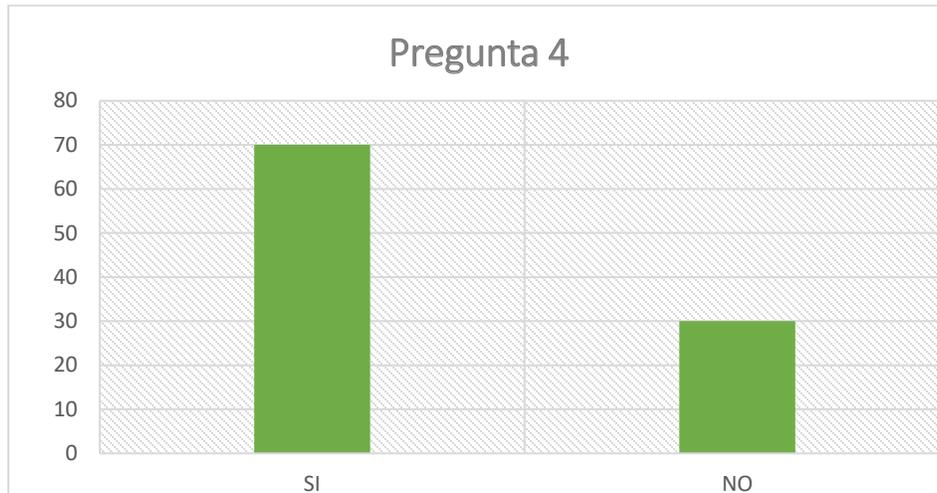
*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 3.*



Un 80% disminuye la cantidad de material a utilizar en la reducción del volumen del producto, lo cual ayuda a disminuir el espacio de transporte y almacenaje, un 60% reduce la cantidad de peso no sobredimensionando el producto, generando menos costos en materiales usados en la manufactura y un 10 % no reduce la cantidad de material a utilizar. Con estas cifras se resalta que gran porcentaje utiliza el material justo y necesario, sin excederse. Además, enfatiza en hacer los productos desarmables o por piezas lo cual promueve la disminución de espacio en el transporte del producto, haciendo que se puedan enviar más partes por trayecto, reduciendo costos en el envío, tiempo y menos emisiones de CO2 producidas por el transporte respectivamente utilizado.

**Figura 7.**

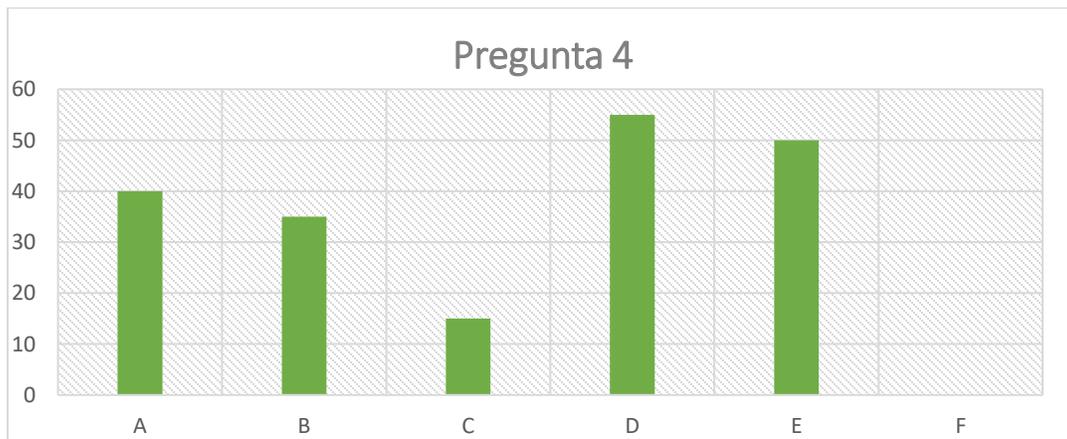
*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 4a.*



70% de los encuestados optimizan las técnicas de producción y solo un 30% no lo hace.

**Figura 8.**

*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 4b.*

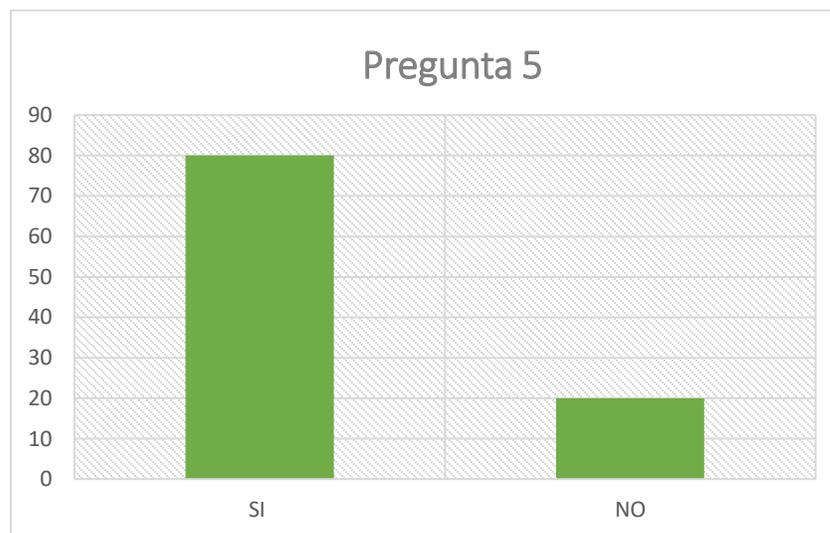


La energía eléctrica es de vital importancia dentro de los procesos de producción de un producto, sin embargo, existen algunos procesos para obtenerla que perjudican el medio ambiente, por consiguiente, se han implementado energías renovables para disminuir dicha contaminación. En Bucaramanga, muy poca cantidad de empresarios están implementando energías de este tipo

solo un 15% y no es eficiente su uso. Además, solo el 35% implementa menos procesos de producción para disminuir el uso de diferentes componentes. Sin embargo, un 40% genera alternativas de producción más limpias, evitando el uso de sustancias nocivas para el ambiente y la salud. Un 50% tiene en cuenta la seguridad en el lugar de trabajo, implementando condiciones de trabajo para la salud y un 55% disminuyen la cantidad de desechos generados en la producción, minimizando los desechos de material a utilizar durante el proceso de producción.

**Figura 9.**

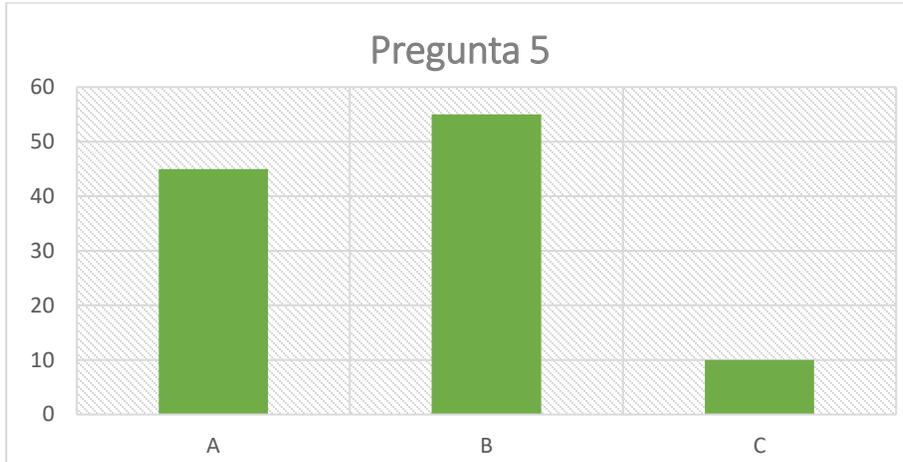
*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 5a.*



Un 80% si optimiza el sistema de distribución y un 20 % no lo hace.

**Figura 10.**

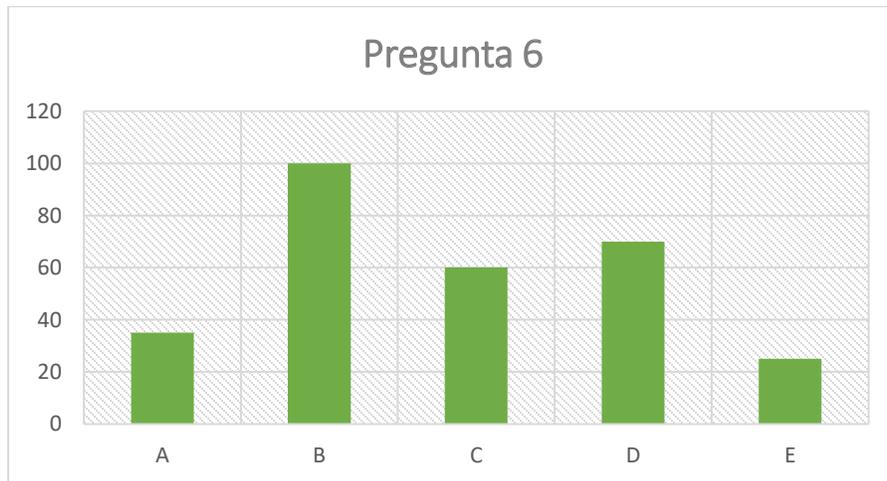
*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 5b.*



Un 55% involucra proveedores locales, lo cual es positivo debido a que se evita transportes a larga distancia. Un 45% utiliza empaques reciclables, aquellos bajo cierto proceso de transformación, sirven para la creación de un nuevo producto, disminuyendo el número de residuos y un 10%, correspondiente a 2 empresas mobiliarias; las cuales optimizan de una manera diferente a las mostradas. Una empresa mejora en la distribución en entregas organizando un itinerario de entregas para reducir la cantidad de veces que se hace un trayecto, ahorrando tiempo y costo de transporte, la otra, empaca por piezas para disminuir costos en el envío.

**Figura 11.**

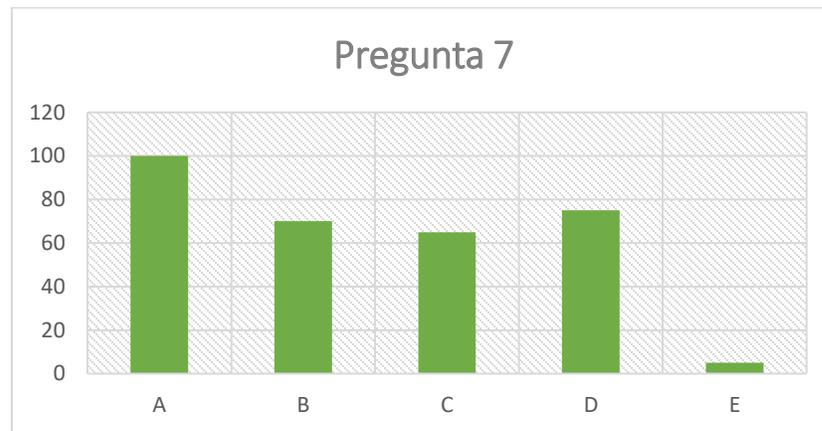
*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 6.*



El 100 % de los encuestados utiliza madera, el 70% tela, el 60% metal, el 35% polímeros y el 20% otro. Ese 20% corresponde a 4 encuestados, 3 utilizan vidrio y el restante utiliza cuero.

**Figura 12.**

*Obtención de datos encuesta a empresas del sector mobiliario – Pregunta 7.*



El 100% de los encuestados elabora escritorios, el 75% elabora sillas, el 70% estanterías, el 65% repisas y el 5% otro, el cual corresponde a un encuestado que elabora archivadores.

Para generar un marco de referencia es importante que vaya acompañado y soportado por un marco legal de esta forma se logra, no solamente producciones eficientes, sino también generar conciencia tanto del productor como del consumidor, en el impacto ambiental de cada una de las actividades que realiza el ser humano. Para el empresario es difícil cumplir normas ambientales al no existir incentivos que lo promuevan. Sin embargo, un 39,48% están tomando en cuenta algún indicador ambiental en la elaboración de su producto, lo cual nos indica que se está generando conciencia ambiental. También debemos resaltar que la mayoría de los productores (85%) hace uso de materiales renovables, lo cual es positivo debido a que son materiales los que presentan un bajo impacto ambiental. Siendo más específicos cabe resaltar que el 100% de los encuestados utiliza madera, un material renovable. No solo es importante seleccionar materiales que contribuyan al cuidado del medio ambiente, también es importante hacer uso consciente de la

cantidad de material a utilizar, en esta investigación solo un 10% no lo tiene presente, siendo muy pocos los productores que lo pasan por alto. Así mismo, los procesos de producción implementados deben cooperar con el ambiente, según los resultados un 70% optimizan dichas técnicas de producción, contribuyendo a la disminución de energía y la cual está ligada a la disminución del deterioro ambiental. Después de hacer la selección del material, el cual contribuye en mayor medida a conservar el medio ambiente, pasando por un proceso productivo que sigue la misma intención; es importante que en su distribución siga la misma iniciativa y que no se descuide en ningún aspecto de esta fase del ciclo de vida del producto. El resultado que se puede observar es que un 80% optimiza sus técnicas de distribución.

Es importante tener presente el mercado en el cual los productores están elaborando productos mobiliarios y se puede concluir que la mayoría de los encuestados tienen en cierto modo conciencia ambiental pero no la totalidad de medidas ambientales necesarias.

Teniendo cierto conocimiento respecto a cómo los empresarios están abordando la sostenibilidad en la manufactura de sus productos se toma como base para la creación del marco de referencia, siendo el preámbulo de su estructuración.

### ***2.3.2 Definición del marco de referencia:***

El marco de referencia se basó en el ciclo de vida del producto (CVP), estructurando las etapas por las que hará tránsito la materia prima y su debida transformación para la obtención del resultado esperado, teniendo siempre presente los criterios ambientales.

El ciclo de vida de un producto inicia con la fase de imaginación, es la idea del producto la cual está en la mente de quien quiere ejecutarlo. Sigue la etapa de definición, la cual es donde se detalla y describe la creación del producto, en esta etapa el producto no existe y no puede ser

usado. Continúa la etapa de realización, en esta etapa las partes del producto son desarrolladas y ensambladas de tal forma que pueden ser usadas. La siguiente etapa es el uso, el producto es usado por alguien. La etapa del final es cuando el producto termina su ciclo de vida, cuando alguna de sus partes puede ser recicladas, reusadas o desechadas. John Stark (2006).

Como es notorio en cada etapa del ciclo de vida se ve la transformación de la materia prima, la cual según la decisión que tomemos tendrá un proceso lineal o circular. Su trayecto será circular, si enfatizamos en crear productos ecológicos en los cuales su disposición final genere la iniciación del ciclo o será lineal si simplemente lo desechamos y generamos más residuos. Siendo necesario empezar a tomar decisiones ambientales y optar por crear productos que disminuyan el impacto ambiental.

El diseño para la sostenibilidad (D4S), busca mejorar la eficiencia y calidad del producto, disminuyendo el impacto ambiental, teniendo en cuenta tres aspectos importantes: personas, planeta y ganancia, buscando un equilibrio entre las 3 a largo y corto plazo. Se busca innovar en los materiales, las técnicas de producción, el uso de los productos entre otros aspectos los cuales hacen parte del CVP, ayudando a disminuir notablemente los daños causados al medio ambiente. Es necesario resaltar que no solo se busca crear conciencia ambiental, también creando productos ecológicos se pueden aumentar las utilidades dándole un valor agregado al producto y satisfaciendo así mismo necesidades sociales. (Crul & Diehl, 2007).

Un proyecto enmarcado bajo la filosofía del D4S en un país como Colombia puede aumentar la cantidad de trabajadores capacitados, reducir emisiones industriales, evitar deforestación, pérdida de suelo, erosión, destrucción del ecosistema y un precio justo para mercancía y materias primas (Crul & Diehl, 2007), el cual enuncia varios aspectos, pero los anteriores son los que se tendrán en cuenta en este proyecto, siendo definidos previamente. Es

importante capacitar al personal y crear en ellos una conciencia ambiental para poder llegar a ver un cambio, también se pueden optar por medidas que disminuyan las emisiones industriales para conservar nuestro ecosistema, evitando la deforestación, pérdida de suelo y erosión. Todo lo anterior merece un precio justo el cual apoye el trabajo de trabajadores locales. (Crul & Diehl, 2007).

Es muy diferente el enfoque que se puede dar en un país en vía de desarrollo como lo es Colombia a un país desarrollado, por consiguiente, es importante tomar como ejemplo países desarrollados los cuales aportan y contribuyen al crecimiento del país en aspectos de sostenibilidad. En 2015, la ONU propuso la Agenda sobre el desarrollo sostenible 2030, un plan de acción el cual los países pertenecientes a las naciones unidas aprobaron 17 objetivos los cuales contribuyen al desarrollo sostenible con el objetivo de alcanzarlos en 15 años. Son claves para este proyecto: Trabajo decente y crecimiento económico, industria innovación e infraestructura y energía asequible y no contaminante. (PNUD, 2015).

Se necesitan 470 millones de puestos a nivel mundial para personas que recién inician su vida laboral, impulsando el emprendimiento, la creatividad y la innovación fortaleciendo las microempresas mediante el acceso a servicios financieros por medio de actividades productivas y creación de puestos, se estima un crecimiento económico para impulsar el progreso y crear puestos dignos, apoyando la producción local de pequeñas y medianas empresas, las cuales son críticas en las primeras etapas de la industrialización, creando la mayor parte del empleo, correspondiente a más del 90% de empresas a nivel mundial y la creación entre el 50 y 60% de empleo. También es importante invertir en innovación y tecnología si se quieren lograr cambios con desafíos económicos y medio ambientales. (PNUD, 2015).

La energía puede crear un cambio sostenible debido a que representa al 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI). Se ha aumentado su disponibilidad, pues el acceso a la energía para países pobres ha tenido una mayor cobertura. Se ha dado paso a la energía renovable, al mejoramiento de la eficiencia energética. Sin embargo, en Colombia en ese paso hacia la energía renovable ha sido lento, el consumo total de energía final corresponde solo un 30,7%, según el informe de progreso energético (informe en conjunto propuesto por la Agencia Internacional de Energía (AIE), la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), la División de Estadística de las Naciones Unidas (DENU), el Banco Mundial y la Organización Mundial de la Salud (OMS)), transmitiendo así que se ha evolucionado en este tipo de energías, pero aun hace falta un cambio mayor. (PNUD, 2015).

Para generar un cambio, se pueden tomar modelos de países que encabezan el listado del cumplimiento de los 17 objetivos del desarrollo sostenible (ODS). Iniciando con Dinamarca, el cual es líder en producción limpia y eficiente, seguido de Suecia, país el cual 52% de energía proviene de fuentes renovables, concluyendo con Finlandia, primer país en adoptar la economía circular. Cumpliendo el 85,2%, 85% y 82,8% de las metas propuestas en el desarrollo sostenible Agenda 2030. A diferencia de los anteriores países nombrados, Colombia ocupa el puesto 67 de los 162 países con un cumplimiento del 67,1%. En Colombia existen 3 emprendimientos los cuales cumplen con los 17 objetivos, creando conciencia ambiental con mejor calidad de vida Objetivos de desarrollo sostenible (2015). Dichos emprendimientos son:

Energía Vectorial: Convierten automóviles de combustión en eléctricos, generando un vehículo con cero emisiones de ruido o gases contaminantes, teniendo en cuenta que la mayor cantidad de material contaminante viene de fuentes móviles.

Siembra viva: Tienda *e-commerce* la cual conecta a los consumidores de la ciudad con productores en el campo, resaltando que los agricultores utilizan técnicas sostenibles y regenerativas.

Fokus: Empresa textil la cual fabrica con sentido sostenible por medio de su materia prima.

Los anteriores ejemplos motivan a consumidores y productores a generar una conciencia ambiental. Al existir iniciativas ambientales, las cuales son viables en nuestro país, pueden ser tomadas como ejemplo para motivar a la población interesada en iniciar con pequeños cambios. Es posible en países latinoamericanos, teniendo la iniciativa de cambiar practicas antiguas e innovando, solucionando problemas de orden mundial, contribuyendo a la sostenibilidad en nuestro planeta.

Una etiqueta verde es el distintivo que se le otorga a un producto el cual contribuye con el medio ambiente. Uno de los organismos reconocedores de etiquetas verdes es el Sello Ambiental Colombiano, opera desde el 2005. Organismo el cual ayuda a consumidores a tomar decisiones sostenibles, sin embargo, muy pocas empresas cuentan con dicho distintivo, es un proyecto respaldado por la Unión europea y el Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), estructurando el eco etiquetado en Colombia. Países sostenibles: Claves de su éxito. (2020)

El Sello Ambiental Colombiano (SAC), hace uso sostenible de las materias primas, emplean procesos de producción con menos cantidad de energías o uso de energías renovables, considera aspectos de reciclabilidad, reutilización o biodegradabilidad, utiliza empaques reciclables, biodegradables o reutilizables, emplea tecnologías limpias con menor impacto medio ambiental y gestiona en consumidores la mejor distribución para la disposición final del producto.

Según lo planteado por el SAC y las características de un proyecto D4S, podemos resaltar aspectos importantes para el desarrollo de un producto sostenible aspectos como lo son: las materias primas, los procesos de producción y el final de la vida útil. Las materias primas deben cumplir con ciertos requisitos, bajo ciertos procesos productivos para que el al final de la vida útil el ciclo vuelva a iniciar y los desechos disminuyan. Podemos clasificar las materias primas de la siguiente forma:

Uso de materiales que minimizan el uso de recursos:

Minimizando el uso de recursos vírgenes por medio del tamaño de las piezas y la totalidad del producto, se consigue disminuir hacia un futuro el número de desechos producidos, reduciendo la cantidad de material a utilizar inicialmente. Así mismo, la contaminación al aire y el agua, el consumo de energía disminuye. Podemos resaltar ciertos criterios los cuales cooperan con la disminución de materia prima: (Borsani, 2011).

- A. Reducir el uso de material: Creando productos de estructura más pequeña y delgada con menos elementos, evitando el uso de acabados excesivos o adornos pudiendo reducir sustancialmente el uso de materiales.
- B. Utilizar materiales y productos con mayor contenido de reciclaje: Se fabrican con materiales recuperados, desechos o desperdicios para la materia prima del producto. Al utilizar estos materiales su proceso productivo genera menor cantidad de emisiones que las del tratamiento de materias primas vírgenes.
- C. Utilizar materiales y productos producidos a partir de recursos renovables: Utilizar biomateriales o materiales renovables es una excelente opción para materiales de circuito cerrado.

Materiales con impacto ambiental bajo:

La extracción de materia prima puede causar daño al medio ambiente, generando aspectos negativos sobre el ecosistema. Existen materiales cuyo impacto ambiental es bajo, ocasionando en menor medida de deterioro medio ambiental los cuales repercuten sobre la calidad del agua, aire y tierra. (Borsani, 2011).

- A. Utilizar madera certificada: El uso sostenible de madera procedente de bosques los cuales cumplen con todos los requisitos propuestos por la FSC (Forest Stewardship Council) con su respectivo certificado, es hacer una compra responsable. Adquirir madera de forma legal protege la integridad de la siembra de árboles procedentes de un manejo forestal ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable. La madera es un material renovable con niveles de energía incorporada baja. Iniciativas como esta en Colombia <https://elijamaderalegal.com/>.
- B. Utilizar materiales con poca energía incorporada: La energía incorporada es la energía utilizada por los procesos productivos de un material para la elaboración de un producto, desde la adquisición de materia prima hasta la entrega del producto. Contribuye a la disminución de emisiones generadas en la manufactura del producto es seleccionar materiales los cuales sean mínimamente procesados.
- C. Utilizar materiales con energías de fuentes renovables: Las energías renovables se categorizan en solar, eólica, biocombustibles, geotérmica e hidroeléctrica. Los combustibles fósiles es la fuente de energía en la mayoría de los procesos de fabricación, la cual genera altos niveles de contaminación.

- D. Utilizar materiales locales: Además de apoyar la economía local, se reducen las distancias de transporte de materias primas, disminuyendo la cantidad de combustible utilizado por el medio de transporte seleccionado, reduciendo notoriamente las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente, contribuyendo a disminuir el impacto ambiental.
- E. Utilizar materiales con bajo consumo de agua y de baja contaminación al agua: Lo ideal es la menor cantidad de agua posible en la transformación de la materia prima por consiguiente es aconsejable elegir procesos los cuales reutilicen agua o utilicen la menor cantidad de agua posible disminuyendo su contaminación por el tratamiento de diversos materiales

Además de tener en cuenta medidas ambientales en la materia prima, no se puede dejar a un lado los procesos industriales, los cuales deben minimizar el impacto ambiental. Los problemas ambientales causados por los procesos productivos deben estar basados en una serie de principios y requisitos tomados por quienes manufacturan un producto. El proceso industrial ambientalmente responsable debe tomar medidas limpias y seguras, contribuyendo a la disminución del deterioro ambiental. Conseguimos minimizar los impactos haciendo posibles procesos eficientes, usando racionalmente la energía, aumentando el rendimiento de materiales y minimizando la presencia de residuos y desechos. Con lo anterior, conseguimos un enfoque ambiental, el cual mejora la calidad de vida, a través del uso racional de recursos naturales aumentando su conservación para generaciones actuales y futuras.

Existen diversas disciplinas las cuales contribuyen a dicho enfoque ambiental , la química verde es una de ellas, inició en Estados Unidos con la ley de prevención de la contaminación en 1990, tiene como objetivo el “diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias peligrosas”, fue promulgada por las oficinas de prevención de la

contaminación y sustancias tóxicas (OPPT). Se busca innovar con productos y procesos químicos, haciendo mejoras a los actuales o creando nuevos para disminuir la peligrosidad causante de problemas ambientales. La OPPT entregó dinero a entidades que apoyaran la disminución de la contaminación y su prevención a través de la química verde. Así mismo, se desarrolló la Ingeniería verde, cuyo objetivo es minimizar la contaminación, el riesgo para la salud y el medio ambiente. Adicionalmente, son técnicos y económicamente viables. Se tiene el fin de mejorar las disciplinas actuales de la ingeniería de procesos convirtiéndolos en sostenibles. (Pérez & Meza, 2013).

Existen 12 principios de la ingeniería verde, los anteriores proponen que los diseñadores deben enfatizar que la materia y energía no generen daños ambientales. La contaminación es mejor evitarla que intentar disminuir el daño ocasionado. Ser eficientes en el uso de materiales, energía y espacio. Reutilizar componentes cuando el ciclo de vida del producto llegue a su fin. Diseñar productos con alta durabilidad, satisfaciendo necesidades puntuales, sin excesos, manufacturando productos bajo demanda. Utilizar la menor cantidad de materiales y estos deben cerrar su ciclo, así mismo la energía utilizada. Intentar hacer uso de fuentes de energía y materiales renovables. (Pérez & Meza, 2013).

Existen factores ambientales los cuales han promovido el traslado de plantas industriales a las afueras de las ciudades para cooperar a la disminución de la contaminación. Al ubicar varias plantas industriales en un sector específico, no solo las aísla del sector urbano, también da pie para crear cooperación entre ellas. Existe el término PIE (Parque Industrial Ecoeficiente), propone la creación de un metabolismo industrial, término proviene del metabolismo generado por las cadenas alimenticias de los animales. Este proyecto propone utilizar residuos de algunas empresas como materia prima de otras contribuyendo a la disminución de desechos, proponiéndose mejoras ambientales y económicas. Cada empresa tiene la tarea de proponer sistemas productivos que

cooperen con el medio ambiente y aumentar sus ganancias. Además, plantear en conjunto capacitaciones e investigación desde los procesos productivos hasta el tratamiento de sus desechos, buscando un bien común, compartiendo sus recursos, siempre apuntando al mejoramiento del desempeño ambiental como valor agregado y la disminución de los costos de producción. Al crear estas PIE, no solo se crean factores positivos para las empresas, también aumenta la calidad de vida de la población. Un ejemplo es el Plan de Ordenamiento Territorial en la ciudad de Bogotá, Colombia. Su objetivo es reunir el 80% de industriales en el área de San Benito. (Pérez & Meza, 2013).

Existe una estrategia que contribuye a la conservación del medio ambiente, esta herramienta es la Producción Más Limpia (PML), va dirigida a procesos productivos, productos y servicios, disminuyendo costos y riesgos para el ser humano y el ambiente. Busca encontrar un equilibrio entre los tres pilares de la sostenibilidad, brindando una competitividad empresarial, apoyando a la disminución de la contaminación ambiental y la responsabilidad social. La PML conlleva aspectos positivos en términos ambientales y económicos:

- Reduciendo la contaminación; minimizando residuos y vertimientos con ahorro de costos de tratamiento.
- Disposición y cumplimiento de la normatividad ambiental.
- Reducción de costos por uso eficiente de insumos, agua y energía
- Aumento de la productividad y calidad de la prestación de servicios
- Estandarización de procesos productivos
- Aumento en la eficiencia energética y hacer uso de combustibles limpios.

Los anteriores aspectos conllevan a posicionar una empresa, creando un factor determinante para su elección, debido a que se genera una empresa con conciencia ambiental y esto puede generar el aumento de demanda por la respectiva elección. En Colombia, existe la política de Producción y Consumo Sostenible, es la unión de la política de Producción Más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes. Esta política motiva a cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo por parte de la población nacional, ayudando a reducir la contaminación ambiental, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental de los bienes y servicios y estimular el uso sostenible de la biodiversidad, como fuentes de competitividad empresarial y calidad de vida.

La política de Producción y Consumo Sostenible expone un cambio en los modelos de producción, haciendo uso eficiente de los recursos naturales y de las cadenas productivas. Se puede decir que la acelerada pérdida de recursos naturales es basada en la ineficiencia de su uso, puede ser evitado implementando un uso eficiente y estandarizando procesos productivos sostenibles, bajo alternativas preventivas, mejorando su desempeño ambiental y al desarrollarlo obtendrán beneficios económicos. Si la oferta de productos más limpios aumenta, su consumo lo hará en igual medida, así mismo contribuye a la generación de producción más limpia. Cuando se optimiza o se hace más eficiente, los sistemas existentes se hace un cambio al diseño actual, transformamos la cultura de consumo actual, impulsando un cambio sostenible lo cual conlleva a la generación de nuevos negocios con criterios ambientales. (Viceministerio de Medio Ambiente, 2010).

Se han nombrado aspectos ambientales relacionados con el ciclo vida de un producto, específicamente la materia prima y los procesos de producción, finalizando con los desechos producidos por las anteriormente nombradas. Actualmente según el ciclo de vida de un producto,

existen desechos viables para reutilizar, reciclar, degradar o simplemente ser depositado en un basurero. Nace ahí el lineamiento a cumplir por un producto, siendo cíclico o no.

“En Colombia, se generan aproximadamente 11,6 millones de toneladas de residuos sólidos al año. Un 40% se puede aprovechar, pero según Misión de Crecimiento Verde del Departamento Nacional de Planeación (DNP), solamente se recicla un 17%, además estiman que la cantidad de residuos generada por los colombianos aumentará en un 20% en los próximos 10 años”. Heidi Monterrosa Blanco (2019). La mayoría de los residuos tienen un solo uso, si se hiciera una separación exhaustiva de los desechos para aprovecharlos, ya sea, reutilizándolos, reciclándolos o elaborando compostaje, entre otros, se notarían grandes cambios y se estaría viendo el paso de una economía lineal a una circular. La economía circular busca utilizar tecnologías y procesos provenientes de fuentes renovables o el rendimiento más alto, así mismo, optimiza el rendimiento de recursos aprovechando su nivel más alto de utilidad con el fin de disminuir el daño al medio ambiente. La economía circular se basa en los principios de las 3R: reducir, reutilizar y reciclar. El principio de reducir propone disminuir la energía primaria, materias primas y residuos, mediante la mejora de la eficiencia en la producción y el consumo, introduciendo mejores tecnologías, o productos más compactos y ligeros, empaquetado simplificado, y productos más eficientes. El principio de reutilización propone darle un nuevo uso, a productos que no son desechos, la misma función para la cual fue concebido. Es positivo en aspectos ambientales debido a que se reduce la utilización de materia prima, mano de obra y energía, comparando con productos nuevos provenientes de fuentes vírgenes. El principio de reciclaje se refiere a recuperar por medio de un debido procesamiento de materiales de residuos a la creación de materiales los cuales van a ser transformados para la transformación de nuevos productos, disminuyendo el número de desechos producidos. (Ghisellini, Cialani & Ulgiat, 2015).

### ***2.3.3 Planteamiento del método ambiental para el sector mobiliario:***

De acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta y siguiendo el marco de referencia, se destaca que hace falta en gran medida la implementación de un enfoque sostenible en el sector mobiliario. Por consiguiente, se estructura un método para su implementación, el cual resalta determinadas variables en la creación del producto. Estas variables son las siguientes:

- A. Seleccionar materiales con bajo impacto ambiental: La selección de dichos materiales se basa en criterios de uso sostenible, estos materiales tienen bajo impacto ecológico, no presentan un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, y son compatibles con estrategias sostenibles. Existen fabricantes los cuales se comprometen a mitigar la contaminación del aire, el agua y el suelo a partir del proceso de obtención de materias primas, extrayendo de manera menos impactante. En el proceso productivo existen materiales los cuales utilizan menor cantidad de energía para su transformación, disminuyendo las emisiones nocivas y residuos, evitando el procesamiento de materiales. Es decir, debemos tener en cuenta la energía incorporada de un material. Esta energía es toda la energía necesaria para los procesos de transformación. Así mismo, se ve involucrado la cantidad de recursos naturales necesarios para el procesamiento. Por consiguiente, son varios criterios a tener en cuenta en la selección de un material. Es así, como podemos catalogar diferentes tipos de materiales, los cuales contribuyen a la disminución del impacto ambiental. Materiales los cuales ayudan a preservar nuestro ecosistema. Algunos de estos materiales son: renovables, tienen la capacidad de regenerarse, pero deben ser certificados responsablemente; biodegradables, se descomponen por acción de microorganismos, regresando a la naturaleza; bajo contenido energético, materiales los cuales en su extracción, transportación o conservación se utilizó

la menor cantidad de energía posible; limpios, materiales que no sean nocivos para el ambiente; reciclables, se pueden volver a utilizar bajo ciertos procesos y reciclados, materiales que ya han tenido un uso previo.

- B. Implementar técnicas de producción limpias: Puede aplicarse a cualquier proceso, contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales, hasta cambios mayores en líneas de producción por otras más eficientes. Aumentando la eficiencia y reduciendo los riesgos para los seres humanos y el ambiente se logran cambios en los procesos operacionales los cuales no contaminen los recursos naturales, disminuyendo las emisiones al aire, al agua, al suelo y la cantidad de residuos generados. La producción más limpia desarrolla una gestión ambiental responsable, creando políticas y evaluando opciones tecnológicas. Minimizando emisiones, reduciendo riesgos para la salud humana y el medio ambiente, elevando simultáneamente la competitividad y mejorando su desempeño ambiental
- C. Producción eficiente: Se busca utilizar la menor cantidad de energía durante el proceso productivo con un buen resultado, disminuyendo costos y generando así la utilización mínima de recursos para el desarrollo de las fases productivas haciendo uso eficiente de la energía producida por cada una de las etapas de la manufactura del producto.
- D. Producto desarmable: Un producto el cual es el resultado de la unión de varias piezas ensambladas entre sí, utilizando articulaciones diseñadas con el propósito de unir las piezas principales. El producto debe contar con un manual de uso para facilitar al usuario la instalación del producto, su limpieza y mantenimiento. Sí el producto es desarmable es

sencillo transportarlo, debido a que al estar seccionado es fácil de empaquetar, reduciendo el volumen total del producto. Al disminuir el volumen del producto los costos en el envío bajan y además reduce el espacio en su transporte. Si se reduce el volumen del producto, el transporte tendrá más capacidad de almacenaje, promoviendo el transporte para mayores cantidades y disminuyendo el número de viajes por contenedor. A medida que pasa el tiempo las piezas del producto se deterioran, al ser un producto desarmable, se tiene la facilidad de poder cambiar las piezas por unas nuevas lo cual contribuye a aumentar el tiempo de vida del producto, cooperando a la disminución de la compra de nuevos productos y así mismo la disminución de desechos producidos.

- E. Crear un diseño minimalista: El minimalismo, es la tendencia a reducir a lo esencial, a despojar de elementos sobrantes. Creando elementos sencillos, logrando la simplicidad en las formas para lo cual se busca utilizar la menor cantidad de material. Así mismo, se reduce la cantidad de desechos generados.
- F. Utilizar proveedores locales: Cuando se hace uso de transporte terrestre, se consume gasolina, la cual al ser utilizada genera contaminación al aire. Cuando los insumos son adquiridos lo más próximo posible, se disminuyen costos en el envío y se apoya a los empresarios locales. Por consiguiente, es importante preocuparnos a qué distancia y por qué medio se transportarán los materiales necesarios para la elaboración del producto, así mismo las emisiones y la energía requerida para el transporte. La energía depende de la distancia recorrida, el medio de transporte y la masa del material al transportar. Entonces al adquirir productos de proveedores locales, disminuyen las distancias contribuyendo a minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub> emitido por el transporte de los insumos para el producto.

- G. Crear itinerario de entregas: El transporte de los productos a los consumidores debe estar organizado por sectores para poder trazar la ruta óptima al debido destino, un trayecto el cual no genere el retorno a un mismo lugar. Es decir, si un producto tiene un destino A, el cual es cerca de un destino B, entregarlos en el orden A-B y ahí si pasar a un destino C y no retornar al sector inicial A-B.
- H. Limpieza en el lugar de trabajo: Implementar técnicas de producción generadoras de menos desechos y crear un sistema para reciclar los residuos de los procesos productivos. Además, evitar el uso de tecnologías las cuales aumenten el uso de sustancias dañinas y emisiones tóxicas.

#### 2.3.4 Requerimientos del caso de estudio:

Seguido de la creación de variables con las cuales se estructura el método, se tendrán en cuenta en los requerimientos del producto a diseñar para la validación del marco de referencia.

**Tabla 2.**

*Requerimientos.*

REQUERIMIENTOS		
1	SEGURIDAD	El producto debe ser estable y rígido. Debe definirse uniones estables.
2	MANTENIMIENTO	Debe permitir fácil limpieza del interior y exterior. debe conformarse con superficies y piezas de fácil acceso. Debe fabricarse con materiales resistentes al uso de limpiadores domésticos.

[Continuación Tabla 2]

REQUERIMIENTOS

3	REPARACIÓN	Debe permitir el mantenimiento y o posterior arreglo por parte de un experto en trabajo con la madera, así como permitir el reemplazo de accesorios.
4	ANTROPOMETRÍA	Debe considerar el percentil 95 en hombres de la altura de la rodilla en posición sentado para estipular la altura del mobiliario.
5	ERGONOMIA	Debe permitir compartimientos con fácil apertura, los cuales contarán con alguna señal para su manipulación y control. Debe permitir el fácil ensamblaje del mobiliario requiriendo únicamente guías para su construcción.
6	ESTILO	Debe comunicar minimalismo y elegancia.
7	EMPAQUE	Empaque reciclable, elaborado con materiales que, mediante los procesos de transformación adecuados, tiene la capacidad de convertirse nuevamente en materia prima para otro producto.
8	MATERIA PRIMA	Materiales biodegradables, reciclables, reutilizables, bajo contenido energético, limpios y renovables.
9	ESPACIO	Deben considerarse las dimensiones necesarias para el trabajo requerido por el usuario.

### 2.3.5 Evaluación de alternativas:

Las alternativas se evaluaron en una escala de 1 a 3 siendo 3 el más alto y el que cumple a mayor medida, al requerimiento. Son 10 las alternativas a evaluar, la que obtenga mayor puntaje será la alternativa seleccionada para la elaboración del prototipo a escala 1:2.

#### Figura 13.

*Escala medición de alternativas.*

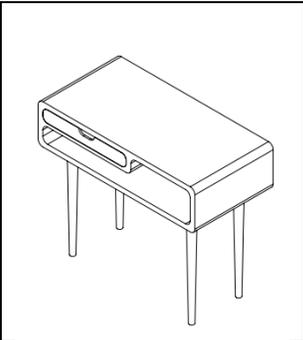
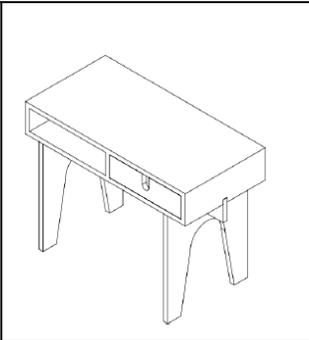
3	2	1
Alto	Medio	Bajo

Alternativa 1: Escritorio desarmable, se pueden desprender las patas del cuerpo del escritorio. El cuerpo del escritorio cuenta con un orificio en el cual se incrusta las patas.

Alternativa 2: Escritorio desarmable el cual tiene una pieza adicional que proporciona la unión del cuerpo del escritorio con las patas.

**Tabla 3.**

*Evaluación de alternativas 1 y 2.*

		
Producto estable y rígido	3	3
Fácil limpieza interior y exterior	2	3
Superficies y piezas de fácil acceso	2	3
Diseño sencillo y elegante	3	3
Producto desarmable	1	3
El lenguaje de uso es claro en el producto	3	3
Dimensiones del escritorio suficientes para trabajar	3	3

Alternativa 3: Escritorio desarmable, se pueden desprender las patas del cuerpo del escritorio por medio de una pieza adicional la cual permite la unión de las patas. Esta pieza esta sujeta por medio de tornillos.

Alternativa 4: Escritorio desarmable el cual la unión de las patas al cuerpo del escritorio es por medio de tornillos.

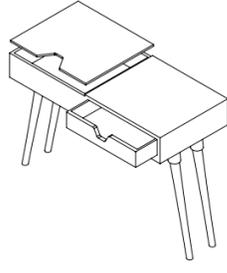
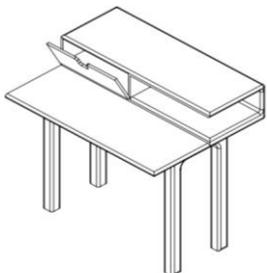
Alternativa 5: Escritorio el cual va sujetado a la pared por medio de una estructura en madera.

Alternativa 6: Escritorio desarmable el cual cuenta con un tornillo elaborado en madera que sirve para la unión de las patas al cuerpo del escritorio.

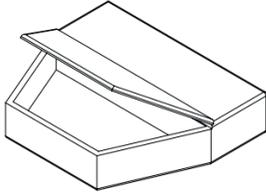
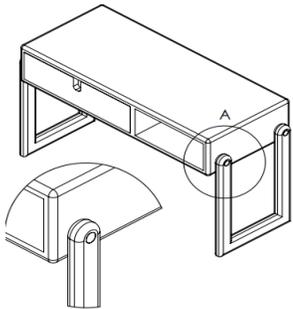
**Tabla 4.**

*Evaluación de alternativas 3 y 4.*

Tabla 5.

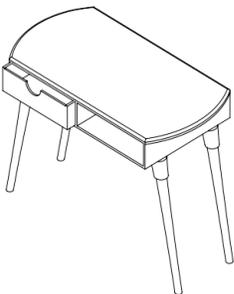
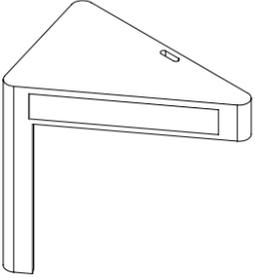
		
Producto estable y rígido	3	3
Fácil limpieza interior y exterior	3	3
Superficies y piezas de fácil acceso	3	3
Diseño sencillo y elegante	3	3
Producto desarmable	3	3
El lenguaje de uso es claro en el producto	2	3
Dimensiones del escritorio suficientes para trabajar	3	2
	20	20

*Evaluación de alternativas 5 y 6.*

		
Producto estable y rígido	1	3
Fácil limpieza interior y exterior	3	3
Superficies y piezas de fácil acceso	3	3
Diseño sencillo y elegante	3	2
Producto desarmable	1	3
El lenguaje de uso es claro en el producto	3	3
Dimensiones del escritorio suficientes para trabajar	2	3
	16	20

**Tabla 6.**

*Evaluación de alternativas 7 y 8.*

	 Figura 22	 Figura 23
Producto estable y rígido	3	1
Fácil limpieza interior y exterior	3	2
Superficies y piezas de fácil acceso	3	3
Diseño sencillo y elegante	3	3
Producto desarmable	2	2
El lenguaje de uso es claro en el producto	3	3
Dimensiones del escritorio suficientes para trabajar	3	1
	20	15

Alternativa 7: Escritorio desarmable, cuenta con una pieza adicional para la unión patas-cuerpo del escritorio.

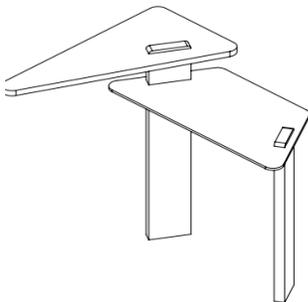
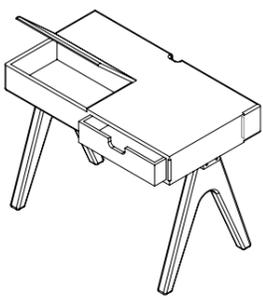
Alternativa 8: Escritorio el cual es sostenido en la pared por medio de una estructura adicional en madera.

Alternativa 9: Escritorio desarmable, las piezas se unen por medio de ensambles que encajan una pieza con la otra.

Alternativa 10: Escritorio desarmable en el cual se unen las patas con el cuerpo del escritorio por medio de tornillos en madera.

**Tabla 7.**

*Evaluación de alternativas 9 y 10.*

	 Figura 24	 Figura 25
Producto estable y rígido	2	3
Fácil limpieza interior y exterior	3	3
Superficies y piezas de fácil acceso	3	3
Diseño sencillo y elegante	2	3
Producto desarmable	3	1
El lenguaje de uso es claro en el producto	3	3
Dimensiones del escritorio suficientes para trabajar	2	3
	16	19

Siguiendo los parámetros, la alternativa ganadora es la número 2, obteniendo el puntaje más alto, el cual es 24. Dado el resultado se crearán los planos técnicos del escritorio para su elaboración.

**2.3.6 Escritorio en estudio:**

**2.3.6.1 Obtención medidas del escritorio:**

Para la medida del escritorio se realizó una encuesta a 10 estudiantes de la Universidad Industrial de Santander entre los 23-25 años para saber cuál es la medida más adecuada.

(1) ¿Cuánto mide su habitación?

**Figura 14.**

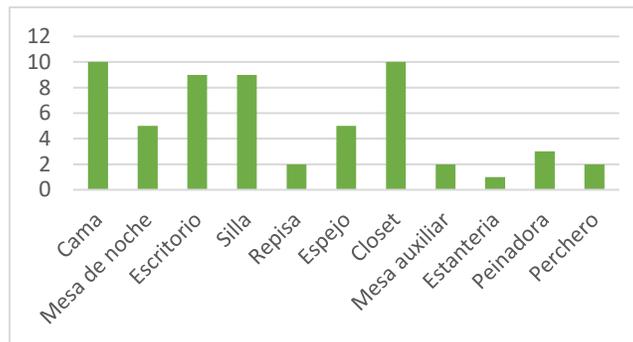
*Medidas habitaciones de encuestados.*

1	300x320cm	6	250x300cm
2	260x300cm	7	300x350cm
3	250x300cm	8	290x300cm
4	300x310cm	9	320x360cm
5	300x500cm	10	350x300cm

(2) ¿Qué mobiliario tiene su habitación?

**Figura 15.**

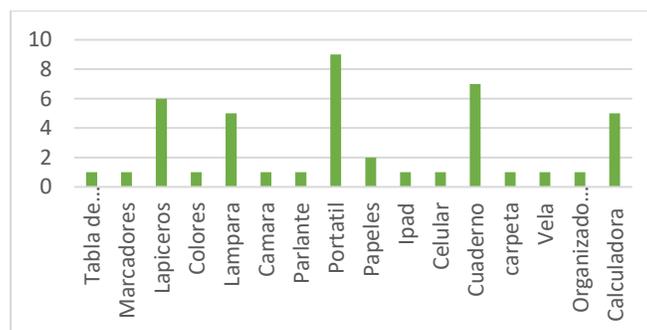
*Respuestas pregunta 2.*



(3) Tiene escritorio en su habitación. Si responde sí. ¿Qué elementos coloca sobre su escritorio?

**Figura 16.**

*Respuestas pregunta 3.*



Según la encuesta, se hizo el modelo CAD de una habitación con las medidas mínimas halladas. Así mismo, se preguntó qué elementos tienen en la habitación para saber cómo es posible distribuir el espacio y con qué espacio se cuenta para ajustar las medidas del mueble, sin dejar a un lado los posibles objetos que se tendrán en la superficie del escritorio, todo el estudio se hizo para aproximar el ancho y largo del escritorio. Teniendo en cuenta lo anterior, se estableció una medida de 120 cm de largo por 60 cm de ancho y se ubicaron los posibles objetos que se colocarán sobre el escritorio.

Sobre el escritorio según el análisis se planteó colocar los siguientes objetos: lámpara, portátil, cuaderno y calculadora. (fueron los elementos los cuales obtuvieron mayor puntaje en la encuesta). Para así comprobar si el espacio elegido es suficiente.

**Figura 17.**

*Render escritorio.*



### 2.3.6.2 Modelo a escala 1:10:

**Figura 18.**

*Modelo a escala 1.10.*

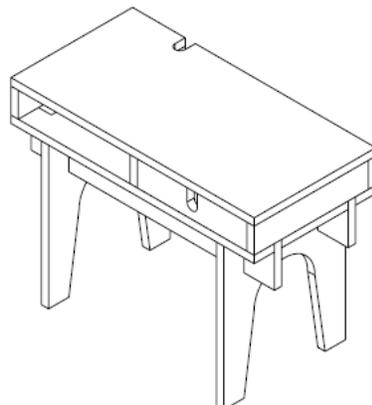


Se hizo un modelo a escala del escritorio para tener un acercamiento al modelo final y encontrar posibles fallas que pueda presentar. El modelo se proyectó para extrapolar los criterios productivos. Como oportunidad de mejora se planteó que el ensamble de los soportes tenga dos puntos de contacto para mejorar la estabilidad del producto y así mismo realizar un análisis estructural del nuevo ensamble. Otro aspecto para resaltar es el espesor de la madera, sería conveniente aumentar su espesor para contar con mejor estabilidad.

Al hacer los respectivos cambios, obtenemos el siguiente resultado:

**Figura 19.**

*Boceto de escritorio en estudio.*



### 2.3.6.3 Imágenes CAD del escritorio:

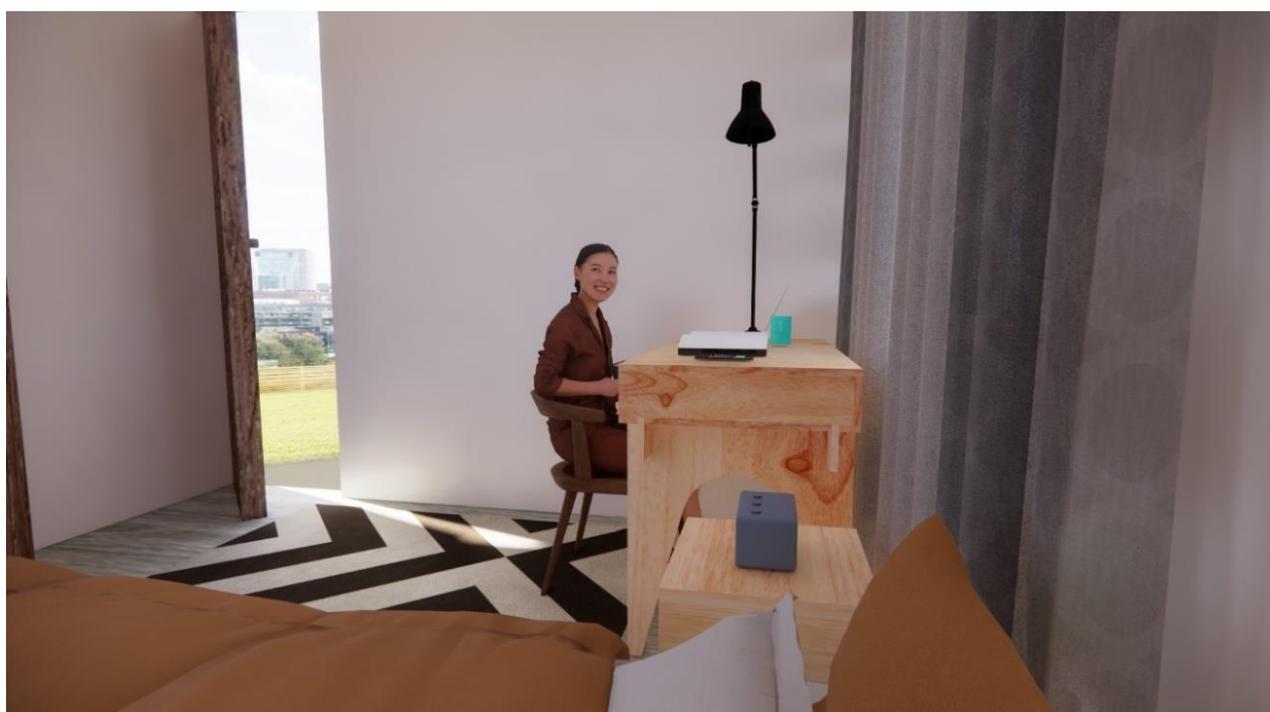
Se podrá visualizar el contexto del escritorio dentro de una habitación para un estudiante de universidad.

**Figura 20.**

*Render ambientación escritorio.*



[Continuación Figura 20]



Así mismo se visualizarán las imágenes correspondientes al escritorio y los posibles elementos.

**Figura 21.**

*Poster escritorio.*



#### 2.3.6.4 Logo y empaque del escritorio:

Además de la elaboración del escritorio se generó un logo el cual reúne los aspectos esenciales del proyecto. Elemento el cual se ubicará sobre el empaque elaborado en cartón para su distribución.

El logo del producto representa la vista de perfil de un escritorio y las líneas internas hacen referencia a la estructura interna de una hoja, concepto el cual es asociado con sostenibilidad, ecodiseño, productos verdes.

El nombre se divide en dos partes ECO Y TORIO. ECO haciendo referencia al diseño de un producto verde que minimiza el impacto ambiental durante todo su ciclo de vida y TORIO la terminación de la palabra ESCRITORIO, aludiendo al producto. Un escritorio que sigue los lineamientos medio ambientales planteados por el sello ambiental colombiano.

#### Figura 22.

Logo Escritorio en estudio.



Para el diseño del empaque, se realizó una caja en cartón de 62x 122x34 cm, donde resalta el logo del producto.

**Figura 23.**

*Modelo CAD empaque escritorio.*



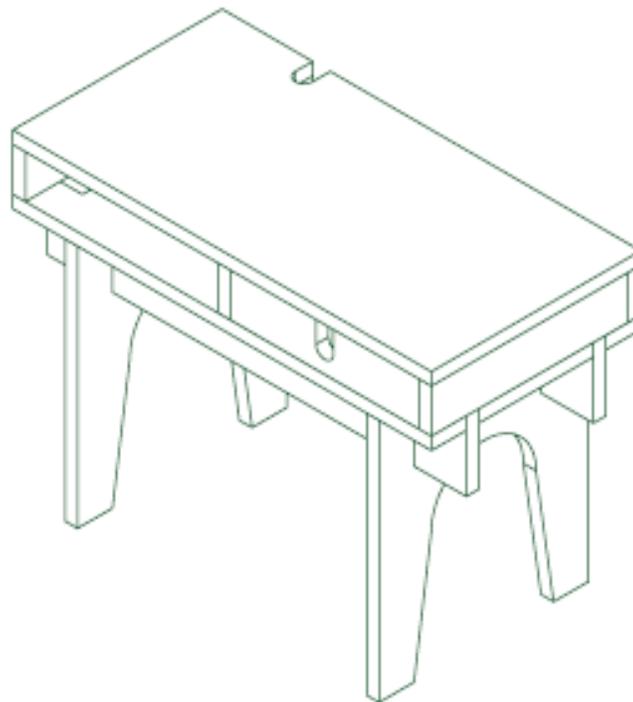
El manual de uso se visualiza por medio de un código QR, el cual muestre las respectivas instrucciones, esto ayuda a la disminución del uso de papel, colaborando así a la disminución de la contaminación provocada por el uso de estos recursos.

**Figura 24.**

*Manual de uso.*

MANUAL DE INSTRUCCIONES

## ESCRITORIO DESARMABLE



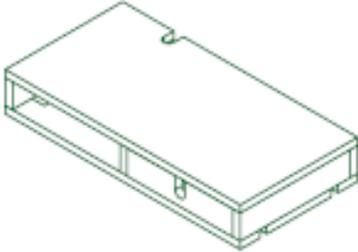
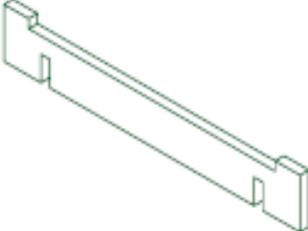
No exponer las partes y piezas a luz solar directa, pueden sufrir deterioro.

### ATENCIÓN

- Lea el manual de montaje, instalación y uso del producto.
- Ordene las piezas que componen este producto
- Prepare una zona despejada para el montaje.
- Monte el escritorio a presión.

**Figura 25.**

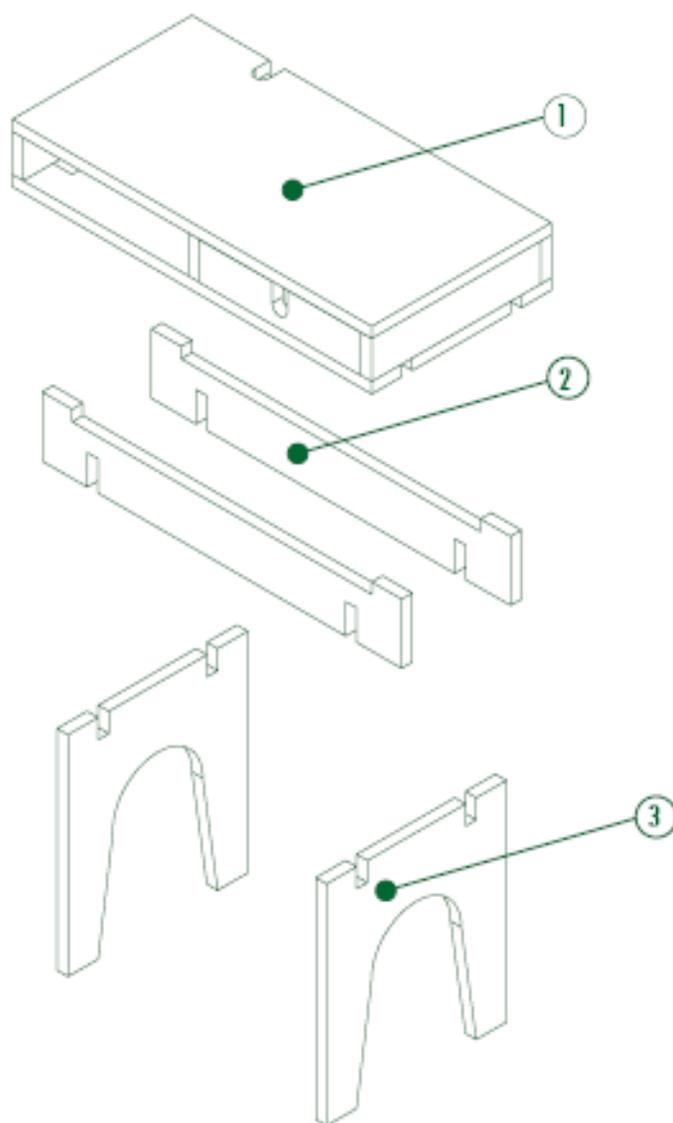
*Manual de uso – Piezas 1.*

PIEZAS		
		CANTIDAD
①		1
②		2
③		2

**Figura 26.**

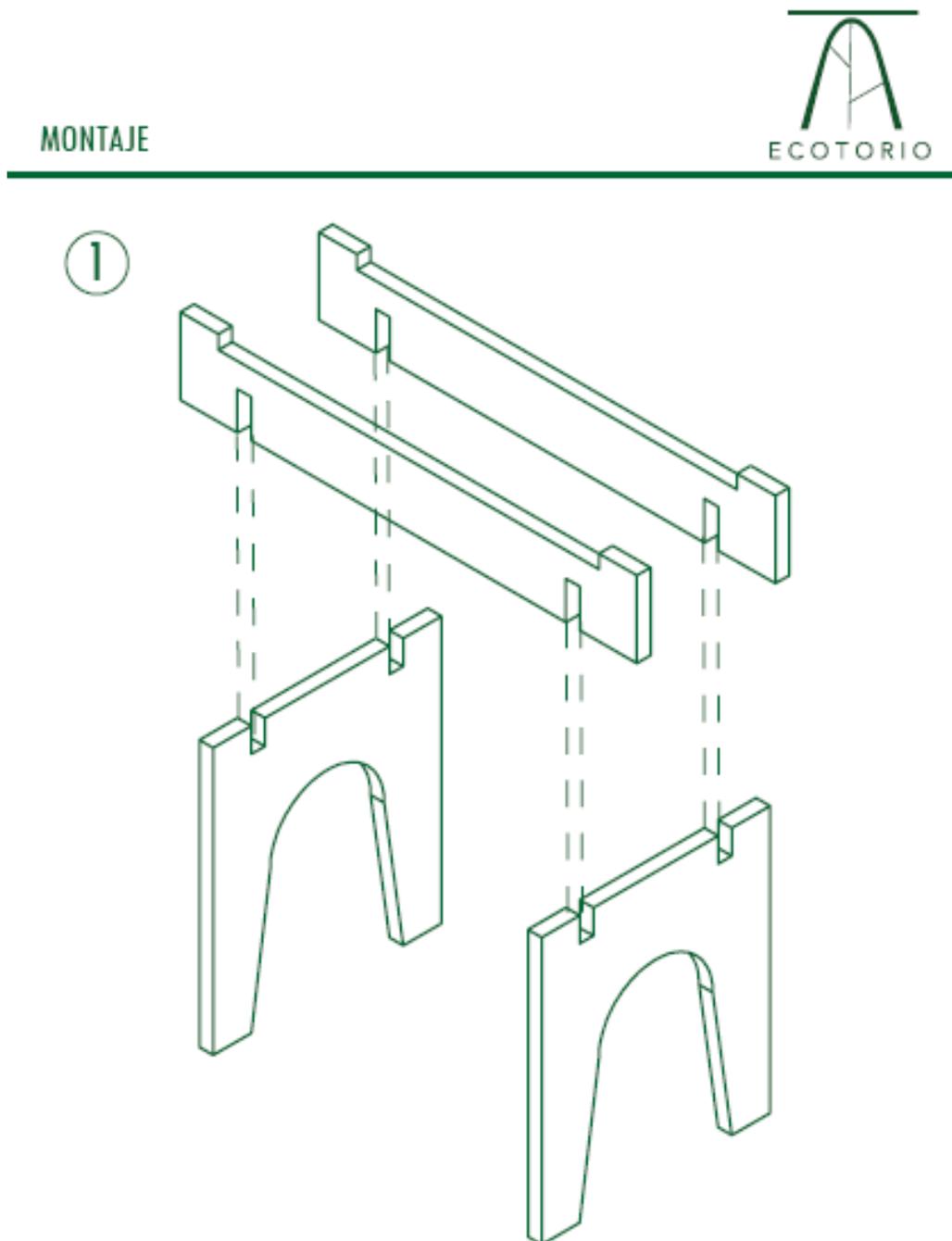
*Manual de uso – Piezas 2.*

PIEZAS



**Figura 27.**

*Manual de uso – Montaje 1.*



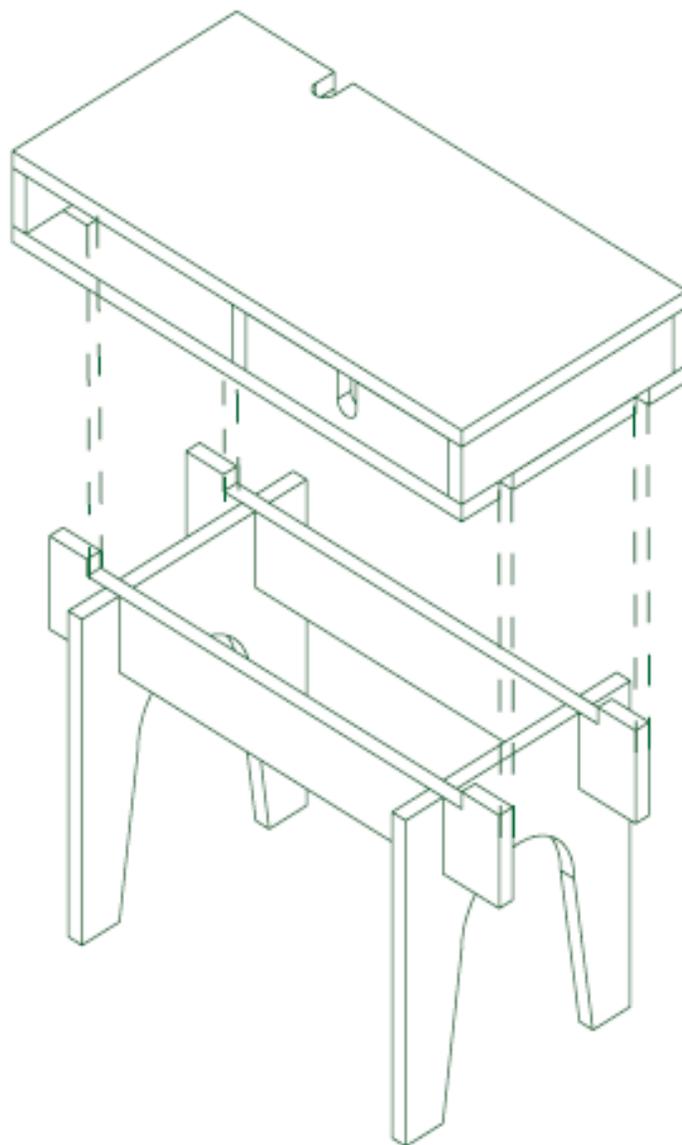
**Figura 28.**

*Manual de uso – Montaje 2.*

**MONTAJE**



②



### **2.3.7 Análisis estructural:**

Antes de elaborar el mueble se hizo un análisis estructural del producto para comprobar su viabilidad.

Como parte del proceso de diseño, resulta adecuado realizar un análisis estructural, cuyo propósito sea la verificación de la resistencia del modelo propuesto con respecto a las exigencias que puede esperarse que se tengan en su uso. En este caso en particular, para el escritorio diseñado, se considera un análisis estático desarrollado en el software SolidWorks.

En primer lugar, se considera la definición de las cargas posibles, se reconoce cómo estas cargas son distribuidas en los apoyos y, luego, se identifican cuáles se espera que sean los elementos críticos del ensamble.

Luego, mediante la herramienta de simulación estática de SolidWorks, suministrando al software la información relativa a materialidad del modelo y generando una malla para el análisis, se corre un análisis a partir del cual se verificará que los elementos críticos hallados son capaces de satisfacer las exigencias de su uso con factores de seguridad confiables.

- **SOPORTE DE DATOS:**

Dado que el sistema en estudio se trata de un escritorio, es posible reconocer algunos elementos típicos que podrían disponerse sobre él en condiciones normales con el propósito de definir las cargas a las que probablemente se encontraría sujeto en su uso. Con ese fin en mente, considere la siguiente tabla, en la que se presentan algunos elementos típicos que serán tenidos en cuenta, además del propio escritorio, junto con sus respectivas masas y pesos estimados (el peso del escritorio es obtenido del mismo modelo en Solidworks cuando se les asigna a sus componentes el material de madera de pino).

**Tabla 8.***Cargas típicas para el escritorio.*

<b>Elemento</b>	<b>Masa [kg]</b>	<b>Peso [N]</b>
<b>Lámpara</b>	0,36	3,528
<b>Computador</b>	3	29,40
<b>Pocillo</b>	0,3	2,940
<b>Cuaderno</b>	0,2	1,960
<b>Calculadora</b>	0,11	1,078
<b>Escritorio</b>	54,12	530,407

De forma adicional, se considera el caso particular en que un usuario inicialmente sentado se apoya en el escritorio con sus dos brazos para ponerse de pie, dado que la observación y la experiencia indican que es un hecho muy común y que no debería pasarse por alto. Para estimar la carga asociada a este hecho, se realizan medidas experimentales de la fuerza empleada por varias personas de diferentes tamaños al ejecutar dicha acción. Los resultados hallados se presentan en la tabla siguiente.

**Tabla 9.***Mediciones de carga de apoyo para ponerse de pie en un escritorio para diferentes pruebas.*

<b>Prueba</b>	<b>Masa del usuario [kg]</b>	<b>Carga de apoyo medida [kgf]</b>	<b>Fuerza de apoyo medida [N]</b>
<b>1</b>	47	17	166,77
<b>2</b>	75	16	156,96
<b>3</b>	77	20	196,2
<b>4</b>	80	18	176,58
<b>5</b>	80	20	196,2

Los resultados anteriores mostraron que, a pesar de que la intuición indicaría que existe una correlación directa entre el peso del usuario y la carga de apoyo que usa para ponerse de pie, posiblemente esto tenga que ver con muchos otros factores. No obstante, se puede concluir que los valores de la carga esperada se encuentran en un margen entre los 16 y 20 kg. Adoptando un criterio conservativo, para los propósitos de este documento, se considerará la carga más alta y se supondrá que ésta corresponde al caso general.

De esta manera, el total de cargas esperadas para el escritorio son las siguientes:

**Tabla 10.**

*Resumen de cargas esperadas.*

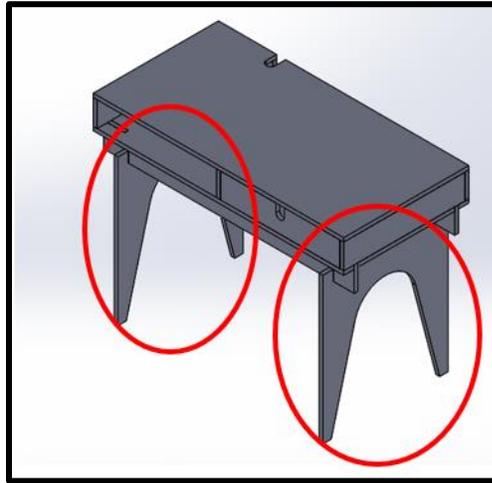
<b>Concepto</b>	<b>Peso [N]</b>
<b>Lámpara</b>	3,528
<b>Computador</b>	29,40
<b>Pocillo</b>	2,940
<b>Cuaderno</b>	1,960
<b>Calculadora</b>	1,078
<b>Escritorio</b>	530,407
<b>Carga de apoyo</b>	196,2
<b>TOTAL</b>	<b>765,513</b>

Estos resultados y la suposición de que la carga se distribuye uniformemente a lo largo de un plano horizontal en el escritorio guiaron el análisis a realizar en las secciones siguientes.

Por inspección, al notar que toda la carga que se tenga en el escritorio soporta las dos patas que, además, son los elementos más largos y delgados (cosa que contribuye a su falla en su condición de carga de compresión), se puede inferir que éstas constituyen los elementos más críticos y, por consiguiente, aquellos en que debería enfocarse el análisis.

**Figura 29.**

*Identificación de elementos críticos.*



Para realizar el análisis estático utilizando la herramienta proporcionada por Solidworks, se deben establecer las características de materialidad de los elementos a analizar. En este caso, dado que se trata de madera de pino, las propiedades a asignar son las siguientes.

**Tabla 11.**

*Propiedades madera de pino.*

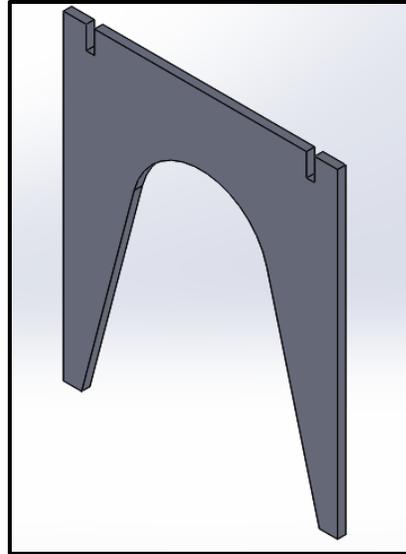
Propiedad	Valor	Unidad
Módulo de elasticidad	10	[GPa]
Coefficiente de Poisson	0,2	-
Módulo de cizallamiento	13	[GPa]
Densidad	500	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Resistencia última a tensión	35	[MPa]
Resistencia a la fluencia	N/A	-
Resistencia a compresión	51,1	[MPa]

**Nota:** Tomado de Material Properties (s.f.).

Como fue expresado previamente, el análisis será ejecutado sobre las patas del escritorio.

**Figura 30.**

*Modelo de patas de escritorio (elemento crítico).*

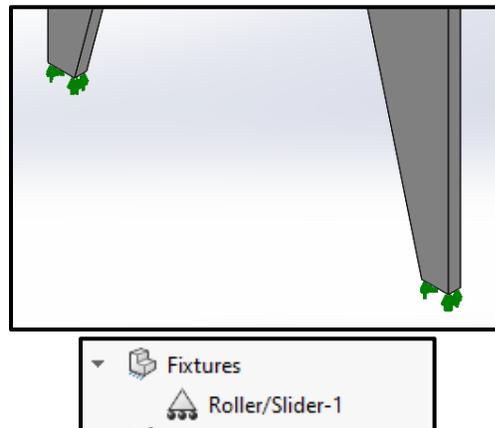


### Sujeciones

Seguidamente, se procede al establecimiento de las condiciones de sujeción del elemento de análisis. Para ello, en los puntos de contacto con el suelo se definen sujeciones de rodillos.

### Figura 31.

*Definición de sujeción en contacto con el piso.*



### Cargas externas

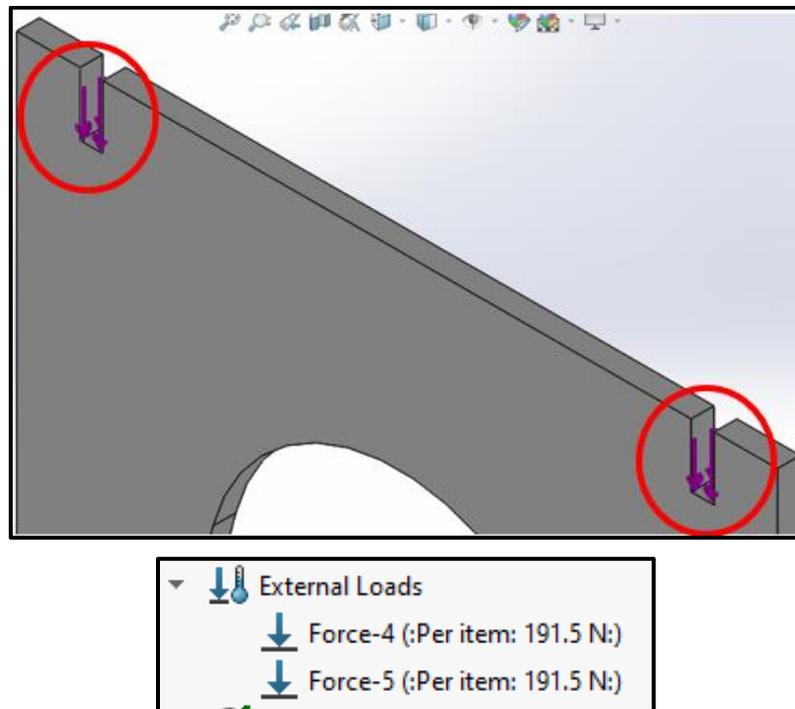
Para establecer las cargas externas ( $P$ ) a las que está sometido el elemento, se supondrá que la carga total se distribuye de manera uniforme entre las dos patas, de manera que:

$$P = \frac{765,513}{2} \rightarrow P = 382,75 \text{ [N]}$$
$$\rightarrow P \approx 383 \text{ [N]}$$

Además, deben identificarse los puntos de aplicación como la superficie en donde los soportes horizontales encajan con la ranura de las patas, de manera que queda configurado como se ilustra en la siguiente figura.

### Figura 32.

*Definición de cargas aplicadas.*



Se tiene en cuenta también que la carga aplicada en cada superficie es la mitad de  $P$  (por eso el valor es 191,5 N).

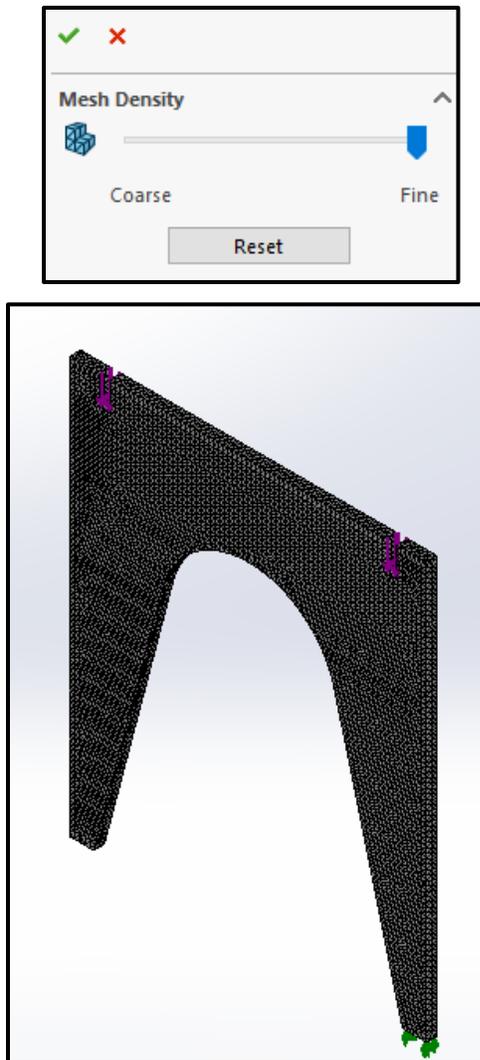
### Mallado

Como el software realiza el análisis estático a partir del método de elementos finitos, ahora, es necesario proceder a la generación de la malla. Aprovechando que se trata de un modelo

relativamente simple, la malla se establece en el valor más fino posible de tal forma que los resultados sean tan exactos como sea posible. La figura siguiente muestra la configuración de la malla e ilustra la malla generada.

**Figura 33.**

*Definición del mallado para simulación.*



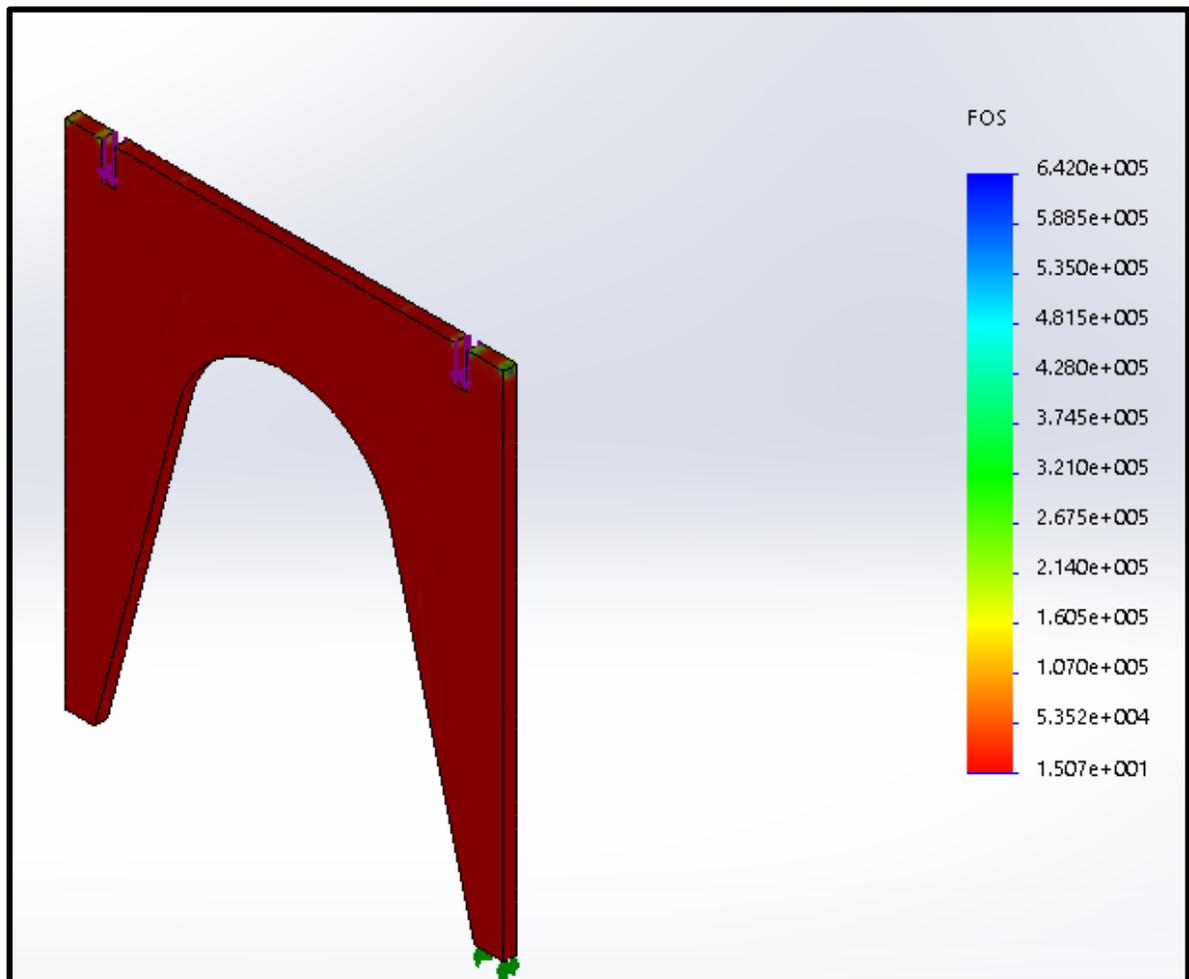
**RESULTADOS:**

Con la definición de todos los parámetros anteriores, se puede lanzar la simulación para obtener resultados. Entre estos, se destaca el factor de seguridad determinado, ya que a partir de

éste se puede concluir si el elemento en estudio está capacitado para satisfacer los requerimientos de carga planeados y, además, con qué nivel de confianza lo hace.

**Figura 34.**

*Resultados factor de seguridad.*



Los resultados muestran que el factor de seguridad (FOS) mínimo que se tiene está por encima de 1,5y se mantiene a lo largo de casi todo el elemento, aunque hay zonas muy pequeñas en que éste es aún mucho mayor. A partir de esto, se verifica que las patas, identificadas como elemento crítico, están ampliamente capacitadas para satisfacer los requerimientos de resistencia estimados.

Debido a que éste se trata del elemento crítico, se puede deducir que un análisis similar en los demás elementos del escritorio entregaría factores de seguridad aún mayores, de manera que el análisis estructural muestra resultados satisfactorios en términos de resistencia de materiales para el escritorio en estudio.

### 2.3.8 Resultado final de escritorio en estudio:

Después de hacer los respectivos cálculos para saber la viabilidad del producto, las mejoras planteadas y la realización de la maqueta a escala, se obtiene el siguiente producto con su respectivo empaque.

#### Figura 35.

*Empaque y escritorio resultado final.*



**Figura 36.**

*Ensamble escritorio A.*



**Figura 37.**

*Ensamble escritorio B.*



**Figura 38.**

*Piezas escritorio desarmable.*



### 2.3.9 Análisis ambiental y evaluación del marco de referencia planteado:

Para el análisis ambiental se utilizó el programa CES Edupack, este programa genera un informe el cual nos brinda como resultado: la energía y la huella de carbono en las fases del ciclo de vida del producto (material, uso, fabricación, transporte y fin de vida). Se generaron dos informes. El primer informe corresponde al escritorio planteado en esta investigación (Escritorio A) y el segundo corresponde a un escritorio del mercado (Escritorio B). Ambos escritorios fueron elaborados por la empresa hecho en Colombia,.

**Figura 39.**

*Modelo CAD escritorio A.*

Escritorio A



**Figura 40.**

*Modelo CAD escritorio B.*

Escritorio B



Para realizar el informe se deben diligenciar los siguientes datos:

El peso de cada una de las piezas se obtuvo con el programa SolidWorks, en el cual se configuró el material y este brinda el peso de cada una de las partes del escritorio. Para el final de la vida útil se plantean 2 escenarios así sabremos cual es el más conveniente.

Vertedero:

**Figura 41.**

*Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Vertedero Escritorio A.*

Material, fabricación y fin de vida						
Cantidad	Nombre del componente	Material	Contenido reciclado	Masa (kg)	Proceso primario	Fin de vida
1	Pieza 1	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	8,59	Incl. en el valor del material	Vertedero
1	Pieza 2	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	8,77	Incl. en el valor del material	Vertedero
1	Pieza 3	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	0,86	Incl. en el valor del material	Vertedero
1	Pieza 4	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	0,39	Incl. en el valor del material	Vertedero
1	Pieza 5	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	1,35	Incl. en el valor del material	Vertedero
1	Pieza 6	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	0,92	Incl. en el valor del material	Vertedero
1	Pieza 7	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	0,94	Incl. en el valor del material	Vertedero
1	Pieza 8	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	5,77	Incl. en el valor del material	Vertedero
2	Pieza 9	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	2,41	Incl. en el valor del material	Vertedero
1	Pieza 10	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	3,15	Incl. en el valor del material	Vertedero

Infrareciclable:

**Figura 42.**

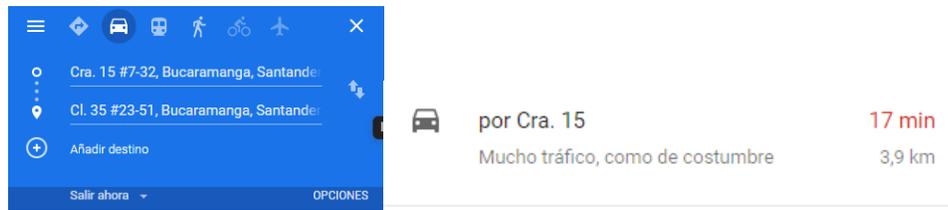
*Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Infrareciclable Escritorio A.*

Material, fabricación y fin de vida						
Cantidad	Nombre del componente	Material	Contenido reciclado	Masa (kg)	Proceso primario	Fin de vida
1	Pieza 1	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	8,59	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
1	Pieza 2	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	8,77	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
1	Pieza 3	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	0,86	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
1	Pieza 4	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	0,39	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
1	Pieza 5	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	1,35	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
1	Pieza 6	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	0,92	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
1	Pieza 7	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	0,94	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
1	Pieza 8	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	5,77	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
2	Pieza 9	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	2,41	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
2	Pieza 10	Softwood: pine, across gr...	Virgen (0%)	3,15	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje

Se utilizará un camión de 14 toneladas (2 ejes) para el transporte del escritorio, la distancia será planteada desde el lugar de la fábrica (Carrera. 15 # 7 32, Bucaramanga, Santander) hasta una dirección en el centro de la ciudad ( Calle 35 23 51;Bucaramanga,Santander). La distancia entre estos dos sitios son 3,9 km.

**Figura 43.**

*Tomado de Google maps. Distancia recorrida.*



**Figura 44.**

*Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Transporte Escritorio A.*

Transporte ?		
Nombre	Tipo de transporte	Distancia (km)
Camion	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	3,9

La vida útil del producto se estimó 15 años en Latinoamérica, al ser un escritorio no necesita energía adicional para su utilización.

**Figura 45.**

*Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Uso Escritorio A.*

Uso ?

Vida del producto:  años

País de uso:

**Modo estático**

El producto utiliza la siguiente energía:

Entrada y salida de energía:

Potencia nominal:  W

Uso:  días al año

Uso:  horas al día

**Modo dinámico**

El producto es parte de un vehículo o se transporta en él:

Tipo de combustible y movilidad:

Uso:  días al año

Distancia:  km al día

Seguido de diligenciar todos los datos el programa generó el siguiente informe:

Vertedero:

**Figura 46.**

*Obtención de datos eco Audit. Tomado del programa CES EDUPACK – Vertedero Escritorio A.*

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2 (kg)	Huella de CO2 (%)
Material	427	98,2	14,2	96,2
Fabricación	0	0,0	0	0,0
Transporte	0,226	0,1	0,0163	0,1
Uso	0	0,0	0	0,0
Eliminación	7,74	1,8	0,542	3,7
Total (para primera vida)	435	100	14,7	100
Potencial de fin de vida	0		0	

Infrareciclable:

**Figura 47.**

*Obtención de datos eco Audit. Tomado del programa CES EDUPACK – Infrareciclable Escritorio A.*

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2 (kg)	Huella de CO2 (%)
Material	427	95,6	14,2	91,2
Fabricación	0	0,0	0	0,0
Transporte	0,226	0,1	0,0163	0,1
Uso	0	0,0	0	0,0
Eliminación	19,4	4,3	1,35	8,7
Total (para primera vida)	447	100	15,5	100
Potencial de fin de vida	-3,87		-0,271	

Para la etapa de fabricación se harán los siguientes cálculos:

**Figura 48.**

*Máquina CNC PROFIT H 2000 FORMAT-4.*



Según las especificaciones técnicas de la maquina utilizada en la fabricación del mueble en una empresa del sector mobiliario de Bucaramanga. La máquina gasta una cantidad de energía de 12kw. Para saber la cantidad de energía gastada en total se multiplicará el tiempo en horas por los KW generados por la máquina. El prototipo se elaboró a escala 1:2 con una velocidad de corte de 5 metros por minuto, es así como teniendo en cuenta el perímetro de la pieza se hará una regla de 3 para hallar el tiempo total de fabricación en minutos del mueble a escala y para saber el tiempo del mueble a escala 1:1 se hará una regla de 3 con respecto al tiempo de fabricación del mueble a escala 1:2.

**Figura 49.**

*Medidas y tiempo de corte empleado al escritorio.*

Piezas escala 1:2	Perímetro (m)	Tiempo (min)	Piezas escala 1:1	Perímetro (m)	Tiempo (min)
Pieza1	2	0,4	Pieza1	4	0,8
Pieza2	1,84	0,368	Pieza2	3,69	0,738
Pieza3	0,688	0,137	Pieza3	1,37	0,27280523
Pieza4	0,3	0,06	Pieza4	0,76	0,152
Pieza5	1,9	0,38	Pieza5	3,8	0,76
Pieza6	1,25	0,25	Pieza6	2,5	0,5
Pieza7	1,27	0,254	Pieza7	2,55	0,51
Pieza8a	0,7	0,14	Pieza8a	1,41	0,282
Pieza8b	0,68	0,136	Pieza8b	1,37	0,274
Pieza8b	0,68	0,136	Pieza8b	1,37	0,274
Pieza8c	0,66	0,132	Pieza8c	1,32	0,264
Pieza8d	1,1	0,22	Pieza8d	2,2	0,44
Pieza9	1,4	0,28	Pieza9	2,8	0,56
Pieza9	1,4	0,28	Pieza9	2,8	0,56
Pieza10	1,65	0,33	Pieza10	3,3	0,66
Pieza10	1,65	0,33	Pieza10	3,3	0,66
Total					7,70680523

Teniendo el tiempo que se demoró todo el proceso de fabricación lo multiplicaremos por la potencia eléctrica para saber el consumo de energía utilizada en esta etapa del ciclo de vida.

$$\text{Consumo de energía} = \text{Potencia KW} * \text{Tiempo (h)}$$

$12\text{KW} * 0,128 = 3,36\text{kwh}$  , es la cantidad de energía utilizada en el proceso de producción del mueble. (Se hará la conversión de Kwh a MJ).

$$1\text{Kwh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$3,36\text{Kwh} = 12,09 \text{ MJ}$$

Es decir, la máquina CNC gastó 12,09 Mega Julios para el proceso de fabricación del producto.

Así mismo, hallaremos la huella de carbono generada por el consumo energético de la máquina en la etapa de fabricación. Entre los gases efecto invernadero, el que tiene un impacto mayor es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), ya que permanece por mayor tiempo. La huella de carbono es una métrica ambiental que calcula la totalidad de las emisiones de GEI generadas. (Greenpeace, 2020).

Ahora, teniendo los datos anteriores podemos hallar la emisión de  $\text{CO}_2$  por generación eléctrica. El país cuenta con un valor unificado del factor de emisión de energía para inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI), dicho valor es de 164,38 gramos de  $\text{CO}_2$  por Kilovatio hora (KWh). Ministerio de minas y energía, la unidad de Planeación Minero Energética, 2020.

$$1\text{Kwh} = 164,3\text{g}$$

$$3,36 \text{ Kwh} = 552,04\text{g}$$

(Se hará la conversión de g a Kg)

$$1000\text{g} = 1\text{Kg}$$

$$552,04\text{g} = 0,552\text{Kg}$$

Para la etapa de fabricación obtenemos los siguientes resultados:

**Tabla 12.**

*Energía y huella de carbono para la fabricación del escritorio A.*

	<b>Energía (MJ)</b>	<b>Huella de CO2 (Kg)</b>
<b>Fabricación</b>	12,09	0,552

Seguido de saber los valores obtenidos en el análisis ambiental para el escritorio A, se hará una comparación con un escritorio B, elaborado en la misma fabrica, comprobando lo antes planteado.

Se diligenciarán los mismos datos requeridos para el escritorio A.

**Figura 50.**

*Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Vertedero Escritorio B.*

Material, fabricación y fin de vida ?						
Cantidad	Nombre del componente	Material	Contenido reciclado	Masa (kg)	Proceso primario	Fin de vida
1	Superficie	Plywood	Virgen (0%)	1,7	Incl. en el valor del material	Vertedero
4	Patas	Stainless steel	▲ Virgen (0%)	11,67	Extrusión, laminado	Vertedero
1	Faldon	Stainless steel	▲ Virgen (0%)	12,2	Extrusión, laminado	Vertedero
12	Tornillo	Stainless steel	▲ Virgen (0%)	3,3	Forja	Vertedero

**Figura 51.**

*Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit - Infrareciclable Escritorio B.*

Material, fabricación y fin de vida ?						
Cantidad	Nombre del componente	Material	Contenido reciclado	Masa (kg)	Proceso primario	Fin de vida
1	Superficie	Plywood	Virgen (0%)	1,7	Incl. en el valor del material	Infrareciclaje
4	Patas	Stainless steel	▲ Virgen (0%)	11,67	Extrusión, laminado	Infrareciclaje
1	Faldon	Stainless steel	▲ Virgen (0%)	12,2	Extrusión, laminado	Infrareciclaje
12	Tornillo	Stainless steel	▲ Virgen (0%)	3,3	Forja	Infrareciclaje ▾

**Figura 52.**

*Recopilación de datos CES Edupack. Eco Audit – Transporte y uso Escritorio B.*

The screenshot shows two sections: 'Transporte' and 'Uso'.  
**Transporte:** A table with columns 'Nombre', 'Tipo de transporte', and 'Distancia (km)'. The first row contains 'Camion', 'Camión de 14 toneladas (2', and '3,9'.  
**Uso:** Fields for 'Vida del producto: 15 años', 'País de uso: Latinoamérica', 'Modo estático' (checkbox), 'Modo dinámico' (checkbox), 'Entrada y salida de energía: Eléctrica a térmica', 'Tipo de combustible y movilidad: Diésel - transporte marítimo', 'Potencia nominal: 0 W', 'Uso: 0 días al año', and 'Uso: 0 horas al día'.

El programa arrojo los siguientes datos según los escenarios planteados:

Vertedero:

**Figura 53.**

*Obtención de datos eco Audit. Tomado del programa CES EDUPACK – Vertedero Escritorio B.*

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2 (kg)	Huella de CO2 (%)
Material	7,19e+03	89,9	538	89,9
Fabricacion	787	9,8	59,1	9,9
Transporte	0,586	0,0	0,0422	0,0
Uso	0	0,0	0	0,0
Eliminación	20	0,3	1,4	0,2
Total (para primera vida)	8e+03	100	599	100
Potencial de fin de vida	0		0	

Infrareciclable:

**Figura 54.**

*Obtención de datos eco Audit. Tomado del programa CES EDUPACK – Infrareciclable Escritorio B.*

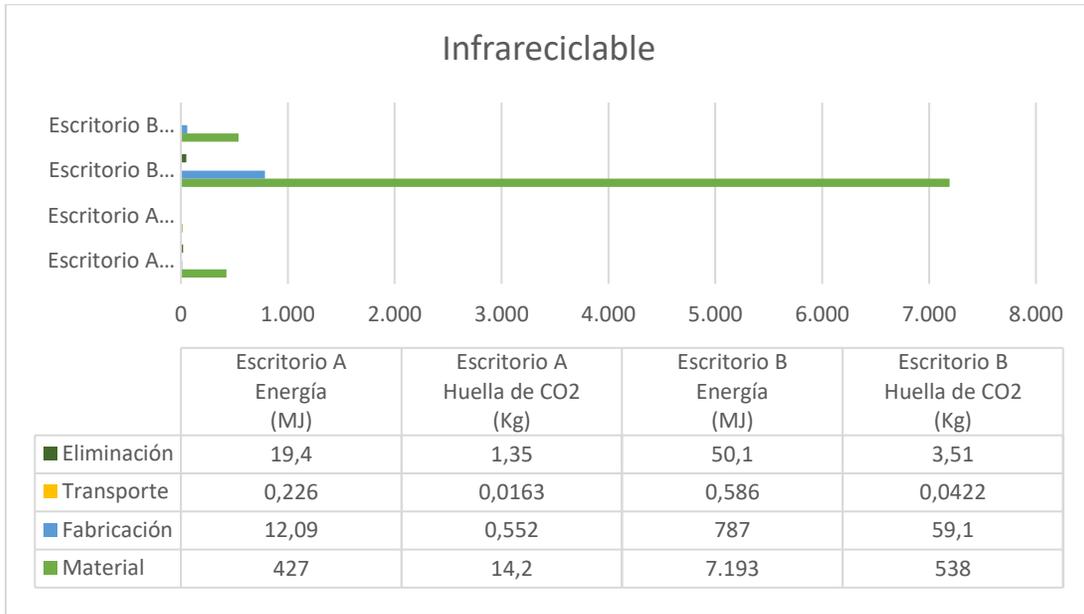
Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2 (kg)	Huella de CO2 (%)
Material	7,19e+03	89,6	538	89,6
Fabricacion	787	9,8	59,1	9,8
Transporte	0,586	0,0	0,0422	0,0
Uso	0	0,0	0	0,0
Eliminación	50,1	0,6	3,51	0,6
Total (para primera vida)	8,03e+03	100	601	100
Potencial de fin de vida	-2,79e+03		-206	

Para la comparación se tendrá en cuenta el material, la fabricación, el transporte y la eliminación en los dos escenarios antes planteados.

Según los datos obtenidos podemos destacar que el escritorio A, el material fue lo que mayor energía utilizó, así mismo la huella de carbono generada, correspondientes a la etapa de realización del producto. Para el escritorio B, tenemos los mismos resultados. La etapa en la que menor cantidad de energía se utilizó, fue en el transporte de los escritorios, generando una huella de carbono baja en comparación con las otras etapas. Así se resalta que a huella de carbono y el consumo de energía son directamente proporcionales. La huella de carbono representa la cantidad de gases efecto invernadero emitidos a la atmosfera (GEI), los cuales en su mayoría ocurren por la quema de combustibles fósiles producidos para la generación de electricidad. (César Espíndola y José O. Valderrama, 2012). También el transporte genera GEI, pero según los datos obtenidos podemos decir que son en menor medida en comparación con los generados por la energía consumida en la fase de obtención de la materia prima, seguido de la eliminación, fabricación y como antes se ha dicho transporte.

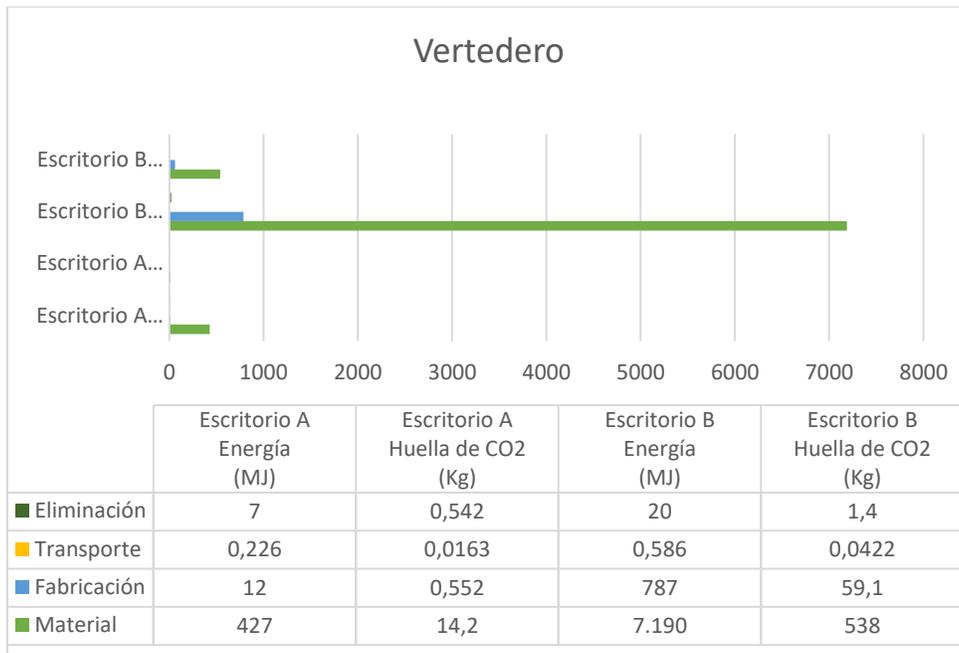
**Figura 55.**

*Resultado de datos análisis ambiental - Infrareciclable.*



**Figura 56.**

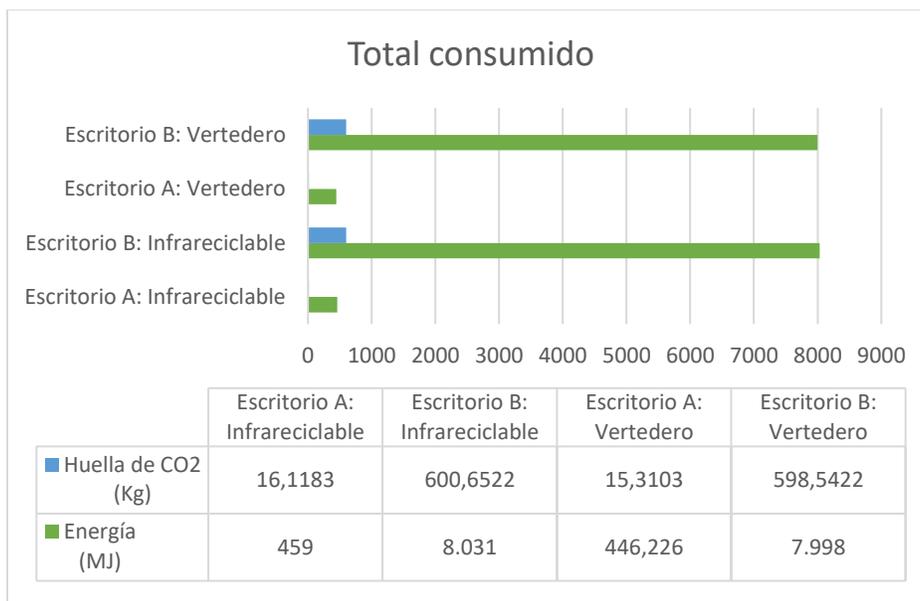
*Resultado de datos análisis ambiental - Vertedero.*



Para la etapa de eliminación se plantearon dos escenarios, uno es en el vertedero y el otro es el infrareciclable. El infrareciclable o downcycling, es el procedimiento mediante el cual un material de un respectivo producto que ha terminado su vida útil, es procesado para darle un nuevo uso, pero su calidad es más baja que la inicial, extendiendo el ciclo de vida del producto. (Abel Ortega, Alicia Valeroa, Antonio Valero, Marta Iglesias, 2018). En el caso de la madera, un ejemplo es cuando se utilizan sus desechos convirtiéndolos en pequeñas piezas y se mezclan con cola para la creación de tableros aglomerados. Para el metal, los procesos por medio de los cuales la chatarra es procesada para la creación de metales secundarios. Los resultados arrojados nos dicen que se utiliza mayor cantidad de energía en el infrareciclable, generando 7 MJ para el escritorio A y 20 MJ para el escritorio B y una huella de carbono de 0,542 Kg, escritorio A y 1,4 kg, escritorio B. Sin embargo, los residuos terminados en el vertedero crean contaminación ambiental pero los residuos utilizados en el infrareciclaje generan un nuevo uso y da inicio a la creación de un ciclo de vida circular, aprovechando los desperdicios.

**Figura 57.**

*Resultado de datos análisis ambiental – Total consumido.*



Como resultados obtenemos que el escritorio B, consumió más energía y generó mayor cantidad de huella de carbono. Esto nos indica que al seguir los lineamientos planteados para el escritorio A, se dan resultados favorables y es posible disminuir el daño ambiental causado al planeta, la diferencia es bastante notoria, tanto en el infrareciclable como en el vertedero.

### 3. Conclusiones

El camino a la creación de una conciencia ambiental en la fabricación de productos podría ser catalogado como una evolución en el sector industrial. Desde el inicio de la industrialización se pensó estrictamente en la creación de productos para la obtención de ganancias, cambiando el modelo económico basado en la agricultura, generando un nuevo modelo basado en la producción a gran escala y así mismo el estilo de vida de las personas cambió. En esta época en la cual se ha evolucionado la industria por medio de las nuevas tecnologías y las diferentes innovaciones científicas, se le está dando un valor a la implementación de medidas ambientales para ayudar a la disminución de la contaminación, creando así un modelo económico circular. Este modelo además de promover aspectos económicos busca aumentar la selección de procesos, materiales y desechos ambientalmente responsables. Es decir, dejamos de pensar no solo en la obtención de ganancias o la realización de productos e iniciamos a pensar en cómo todo lo anterior se puede lograr integrando el factor ambiental, dando buenos resultados económicos y excelentes productos.

Este proyecto plantea un punto de partida para la creación de productos verdes con unos debidos lineamientos basados en el SAC y un proyecto D4S. Un proyecto sostenible no solo recoge los aspectos planteados por una economía circular también promueve la disminución de la pobreza y la contribución a la creación de una alianza entre lo económico, social y ambiental. Sin embargo, este marco de referencia enfatiza el factor ambiental, pero resalta la importancia del trabajo conjunto de los 3 aspectos antes nombrados.

El caso de estudio representa la ejemplificación de la definición de una metodología para desarrollo de producto, cumpliendo con los puntos planteados en el método ambiental

constituido previamente. El escritorio A muestra que la selección de materiales con bajo impacto ambiental, sí genera una huella de carbono y energía consumida menor comparado con materiales que no lo sean, materiales como lo es el metal el cual es utilizado muy comúnmente en escritorio desde piezas estructurales hasta en las uniones, al implementar ensambles, se eliminan el uso de tornillos los cuales están elaborados por materiales no renovables, cooperando en gran medida a la disminución de la contaminación ambiental. Además, es posible la fabricación de cada una de las piezas por separado, aumentando la vida útil del producto, debido a que en el caso de que algún elemento se desgaste, puede ser remplazado. Con respecto al diseño, el hecho de que sea minimalista ayuda a la creación de menor número de piezas, disminuyendo la cantidad de material y el consumo energético. La fabricación en empresas locales coopera en la disminución de la huella de carbono generada por el transporte y así mismo a la contaminación producida. El proceso de manufactura implementado para el escritorio B, generó mayor consumo energético que el producido por el escritorio A, consiguiendo una producción más eficiente, debido al material utilizado.

Como aspectos relevantes, es claro destacar que uno de los puntos más importantes es la selección del material debido a que es el punto de partida de las etapas del ciclo de vida del producto, desde la producción hasta la eliminación, aspecto el cual al ser renovable es posible que se regenere y así mismo se le puede dar otra vida después de su utilización, sin contaminar en gran medida.

Este proyecto logra ser una guía para empresas del sector mobiliario las cuales implementen lo planteado y así cooperar a la mejora ambiental en cada una de las fases del ciclo de vida, promoviendo una visión ecológica.

### Referencias Bibliográficas

- Crul, M., & Diehl, J.C. (2007). *Diseño para la Sustentabilidad. Un enfoque práctico para economías en desarrollo*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUMA). Recuperado de: <http://www.unep.org/resourceefficiency/Portals/24147/Business-Ressource%20Efficiency/D4S%20Spanish.pdf>
- Economía circular (2016). *Optimizar el aprovechamiento de los recursos y potenciando el desarrollo sostenible de la sociedad*. Recuperado el 4 de abril de 2020 en: <http://economiecircular.org/>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner production*, 114, 11-32.
- Borsani, M. S. (2011). *Materiales Ecológicos. Estrategias, alcance y aplicación de los materiales ecológicos como generadores de hábitats urbanos sostenibles*. Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13759/Borsani,%20Mar%C3%ADa%20Silvia.pdf>
- Centro de producción más limpia (2017), *¿Que es producción más limpia*, Recuperado el 27 de junio en: <https://www.pml.org.ni/index.php/produccion-limpia>

Climent Sanjuán, V. (2006). Sociedad del riesgo, producción y sostenibilidad. *Papers: revista de sociología*, 2006, núm. 82, p. 121-140.

Confederación Española de Empresarios de la Madera, [Confemadera] (2009). *Soluciones medioambientales en carpintería y mueble*. Recuperado el 29 de junio 2020 en: <https://www.interempresas.net/Mobiliario/Articulos/34939-Soluciones-medioambientales-en-carpinteria-y-mueble.html>

Economía circular (2016). *Optimizar el aprovechamiento de los recursos y potenciando el desarrollo sostenible de la sociedad*. Recuperado el 4 de abril de 2021 en: <http://economiecircular.org/>

Gallopín, G. (2003). Medio Ambiente y Desarrollo. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 64, 18–47.

Gramma Consultores (2014). *Energía incorporada, Sustentabilidad*. Recuperado el 18 de junio en: <https://grammaconsultores.wordpress.com/2014/01/22/energia-incorporada/>

Green peace (2020) *Huella de carbono: aprende a calcular tu impacto ambiental*. Recuperado el 10 de enero de 2022 en: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/9386/huella-de-carbono/>

Grupo Bancolombia (s.f.). *Países sostenibles: claves de su éxito*. Recuperado el 10 de junio en: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/innovacion/sostenibilidad/paises-sostenibles>

Hellweg, S., & Milà i Canals, L. (2016). Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science*, 344(6188), 1109-1113.

Ministerio del medio ambiente (1997). *Política Nacional de producción más limpia*. Bogotá. Recuperado de: <https://justiciaambientalcolombia.org/wp-content/uploads/2012/09/polc3adtica-nacional-de-produccc3b3n-mc3a1s-limpia2.pdf>

Ministerio de medio ambiente [Minambiente] (2005). *Manual de condiciones Gestión y Uso del SAC*. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=366:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-19>. Consultado el 8 de abril de 2020.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible [Minambiente] (2020). *Sello ambiental colombiano SAC*, Recuperado el 6 abril en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/366-plantilla->

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente] (2021). *Producción y Consumo Sostenible*. Recuperado el 30 de marzo de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/154-plantillaasuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana>

Norma técnica colombiana 5911 (2012). *Etiquetas ambientales tipo I, Sello ambiental Colombiano, criterios ambientales para artesanías y otros productos del diseño, elaborados en fibras de enea y junco con tecnología artesanal*. Recuperado el 24 de marzo de 2020 en: [https://artesaniasdecolombia.com.co/Documentos/Contenido/10598\\_ntc5911.pdf](https://artesaniasdecolombia.com.co/Documentos/Contenido/10598_ntc5911.pdf)

ONU (2020). *17 objetivos para transformar nuestro mundo*. Recuperado el 15 de junio en:  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A., & Papadakos, T. (2015). *Diseñando la propuesta de valor*. Deusto.

Pérez, J. L., & Meza, V. S. (2013). Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. *Industrial Data*, 16(1), 108-117.

PNUMA (2004). *Iniciativa de Ciclo de Vida, ¿Por qué adoptar un enfoque de ciclo de vida?*, Naciones Unidas, Canadá.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2015). *Objetivos del desarrollo sostenible*. Recuperado el 28 de marzo de 2021 en: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>.

RAE: Andalucía (2015). *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Recuperado el 15 de abril de 2020, en: <https://www.raeeandalucia.es/actualidad/economia-circular-vs-economia-lineal>

Rcn radio (2018). *Bucaramanga, la ciudad que más basura por habitante genera en el país*. Recuperado el 22 de junio en: <https://www.rcnradio.com/colombia/santanderes/bucaramanga-es-la-ciudad-que-mas-genera-basura-por-habitante-en-el-pais>

Rodríguez, Y. (2017). *Energía renovable, una alternativa eficiente y amigable para Santander*.

Recuperado de Vanguardia Liberal el 5 de junio: <https://www.vanguardia.com/economia/negocios/energia-renovable-una-alternativa-eficiente-y-amigable-para-santander-jqvl394397>

Tomalo, O. (2016). *Tipos de investigación*. Recuperado el 25 de abril de:

<https://sites.google.com/site/misitioweboswaldotomala2016/tipos-de-investigacion>

Viceministerio de ambiente (2010). *Política nacional de producción y consumo sostenible*.

Recuperado el 30 de marzo de 2020 en: <https://www.icesi.edu.co/blogs/pycs/files/2011/09/Pol%C3%ADtica-de-PyCS-FINAL.pdf>

Gonzales, X. (2020). *En Colombia el factor de emisión de CO2 por generación eléctrica es de*

*164,38 gramos por kWh*. Recuperado el 10 de enero de 2022 en: <https://www.larepublica.co/especiales/colombia-potencia-energetica/en-colombia-el-factor-de-emision-de-co2-por-generacion-electrica-es-de-16438-gramos-por-kwh-2966236>

## Apéndices

### Apéndice A. Encuesta a empresarios

- **PREGUNTA 1**

Dentro de sus requerimientos de diseño ¿Cuál de los siguientes indicadores ambientales tiene en cuenta en la elaboración de su producto?

- A. Emisiones al aire
- B. Vertimientos al agua
- C. Vertimientos al suelo
- D. Generación de residuos
- E. Afectación de fauna y flora
- F. Salud humana
- G. Consumo de energía
- H. Ninguno
- I.

- **PREGUNTA 2**

Utiliza en la elaboración de su producto los siguientes materiales:

- A. Materiales más limpios: Materiales que no sean prohibidos por su toxicidad, materiales que dañan la capa de ozono.
- B. Materiales renovables: Tienen la posibilidad de volver a producirse de manera natural o por la acción del ser humano. Cuero, madera, fibras naturales.
- C. Materiales reciclados: Convertir residuos en materia prima para su posterior utilización.

- D. Materiales reciclables: Hacer uso de materiales que se puedan reciclar.
- E. Ninguno

- **PREGUNTA 3**

En la creación de su producto reduce la cantidad de material a utilizar:

- A. Reducción de peso: No sobredimensionar el producto.
- B. Reducción de volumen: Reducir la cantidad de volumen para el transporte del producto haciéndolo plegable o desarmable.
- C. Otro
- D. Ninguno
- E. **PREGUNTA 4**

Optimiza las técnicas de producción

SI NO

Si marco si ¿Cómo?:

- A. Técnicas alternativas de producción: Técnicas de producción más limpias. Ejemplo:  
Sustituir la pintura en spray por recubrimiento en polvo.
- B. Menos pasos de producción: menos procesos de producción.
- C. Producción de menor energía menor /Más limpia: Procesos de producción más eficiente y uso de energías renovables.
- D. Menos desechos de producción: Disminuir la cantidad de desechos generados en la producción del producto.
- E. Seguridad en el lugar de trabajo: Sistemas para las condiciones de trabajo de salud.
- F. Otro

**G. PREGUNTA 5**

Optimiza el sistema de distribución:

SI NO

Si marco SI ¿Cómo?

- A. Empaque reciclable: Empaque con material reciclable.
- B. Involucre proveedores locales: Trabajar con proveedores locales para evitar el transporte a larga distancia.
- C. Otro

**• PREGUNTA 6**

¿Qué materiales utiliza?

- A. Polímeros
- B. Madera
- C. Metal
- D. Tela
- E. Otro

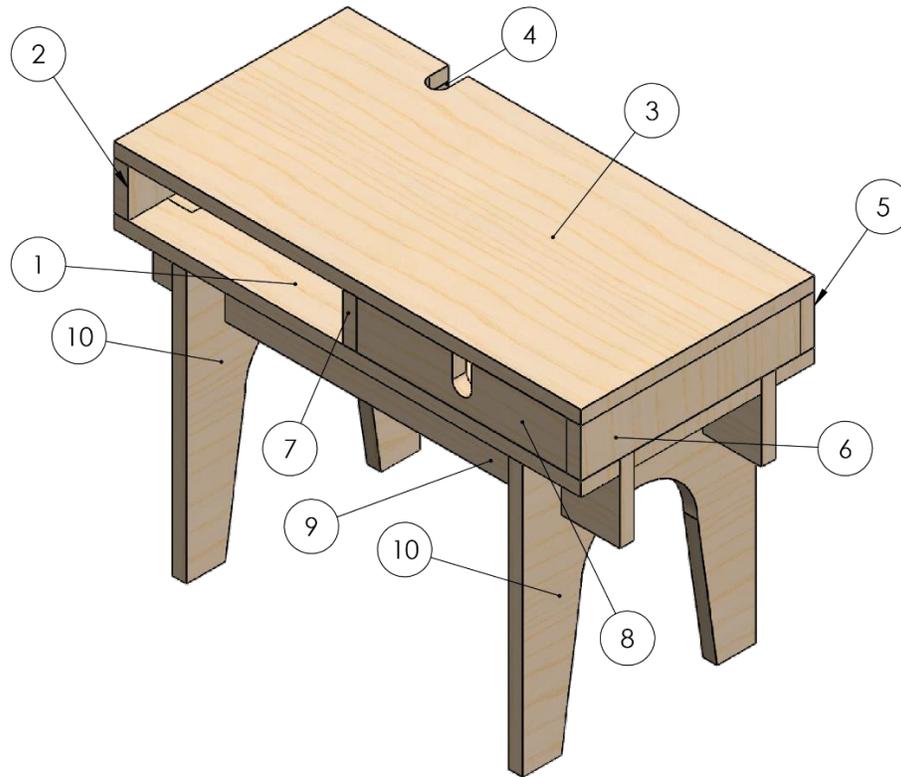
**• PREGUNTA 7**

¿Qué productos para oficina elabora?

- A. Escritorio
- B. Estantería
- C. Repisa
- D. Silla
- E. Otro

Apéndice B. Reender y planos escritorio desarmable

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Pieza 1	1
2	pieza3	1
3	Pieza2	1
4	Pieza4	1
5	Pieza5	1
6	Pieza6	1
7	Pieza7	1
8	Pieza8	1
9	Pieza9	2
10	Pieza 10	2



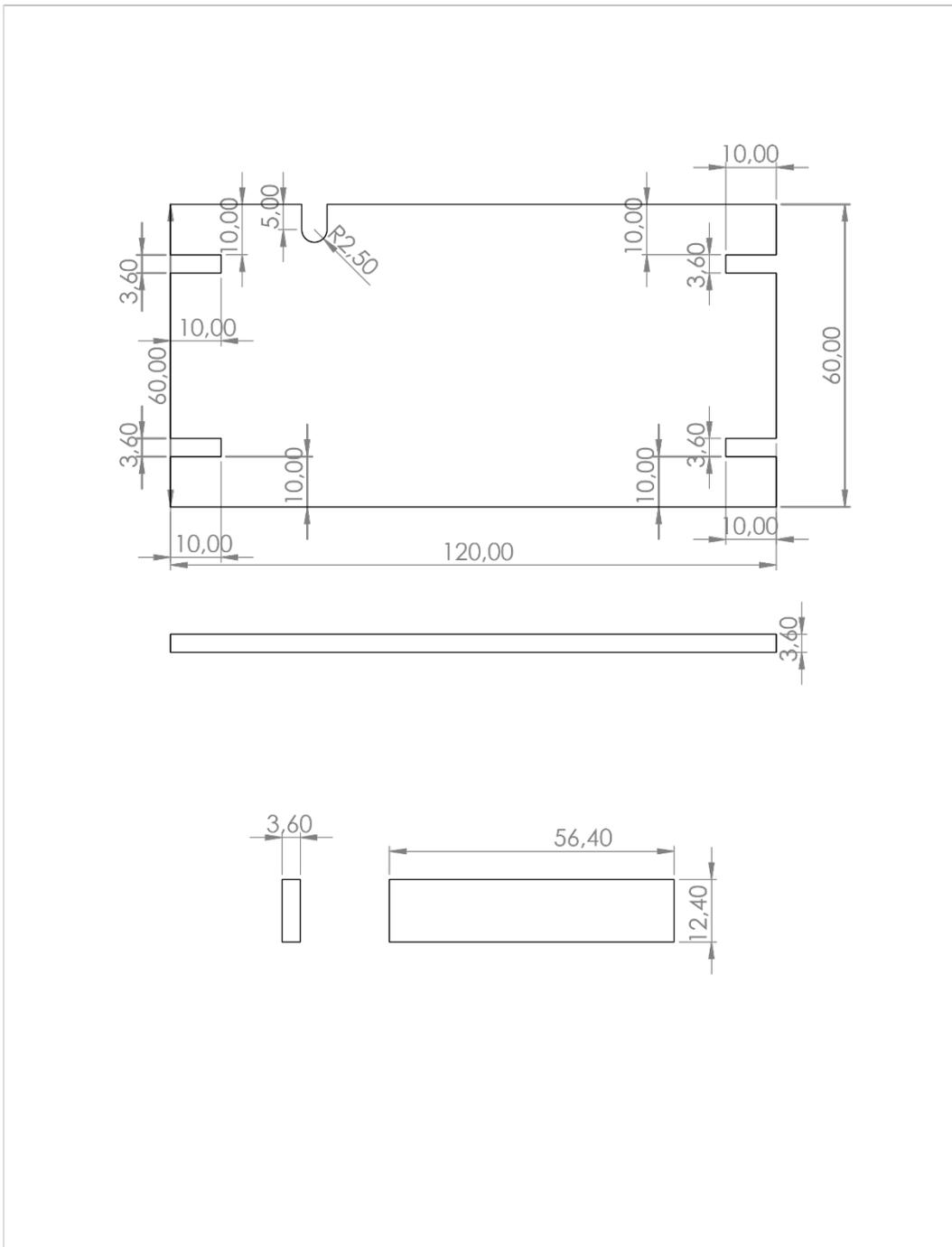
Titulo del proyecto: Escritorio desarmable

Nombre pieza: Ensamble escritorio

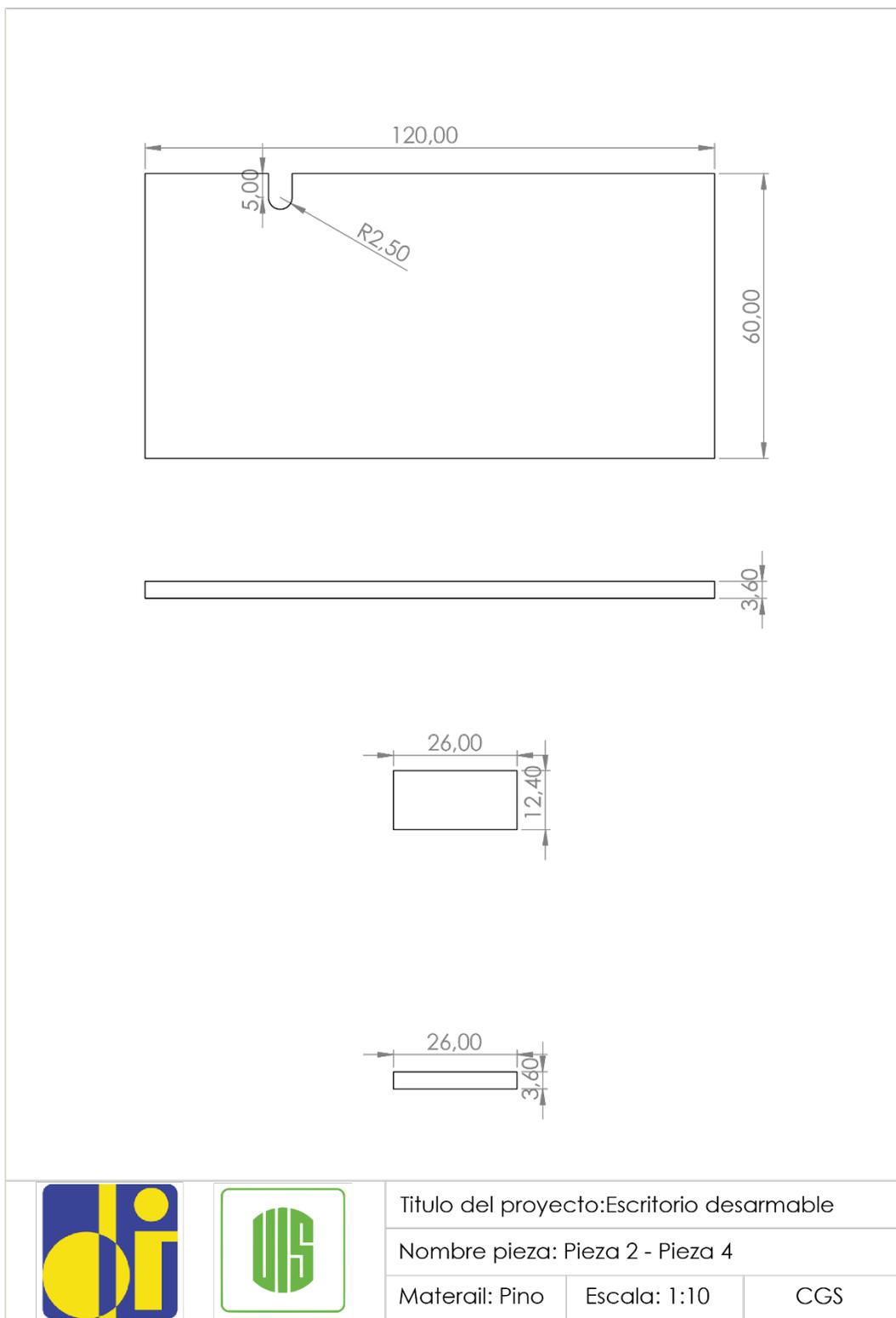
Materail: Pino

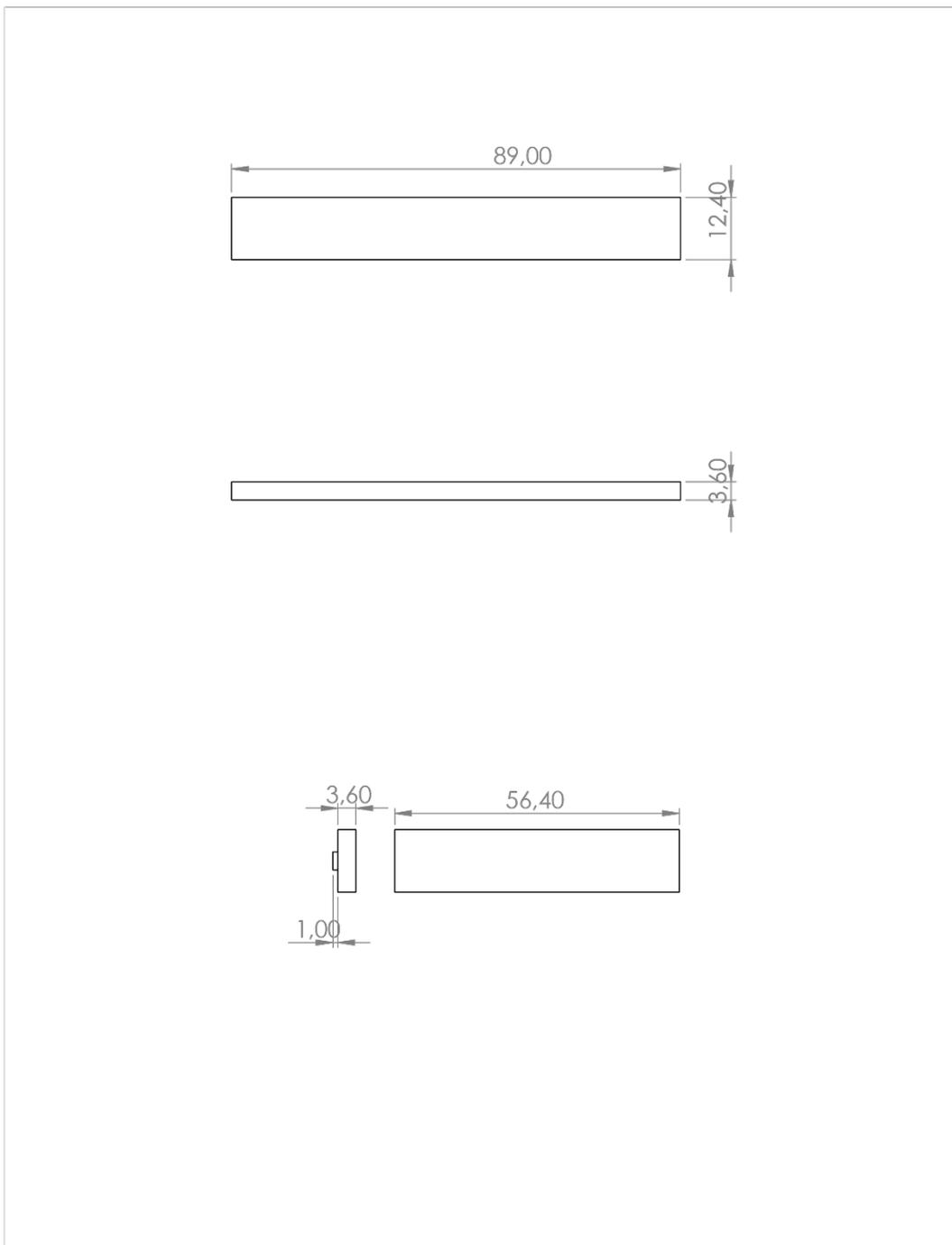
Escala: 1:10

CGS



		Titulo del proyecto: Escritorio desarmable		
		Nombre pieza: Pieza 1 - Pieza 3		
		Materiail: Pino	Escala: 1:10	CGS





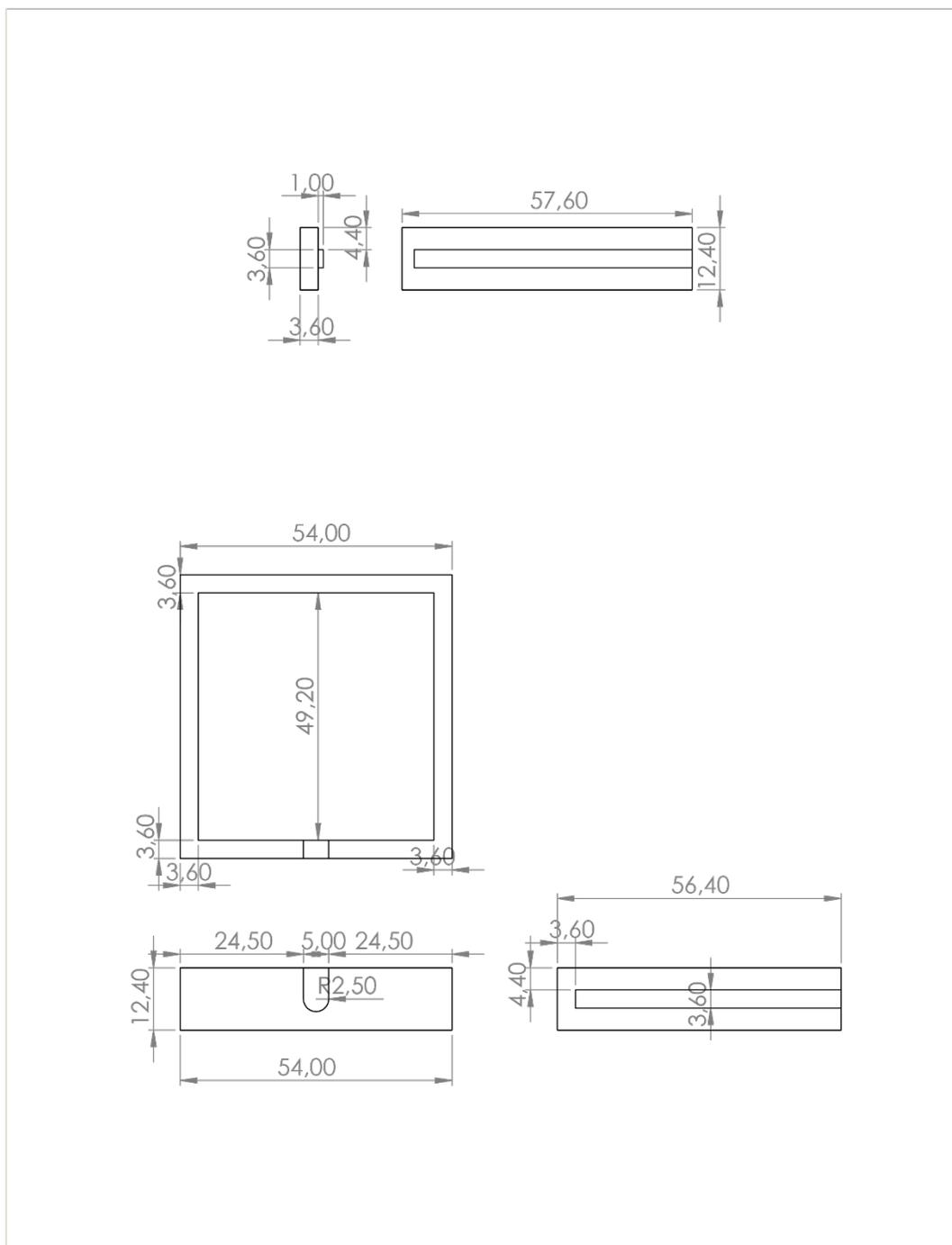
Titulo del proyecto:Escritorio desarmable

Nombre pieza: Pieza 5 - Pieza 6

Materail: Pino

Escala: 1:10

CGS



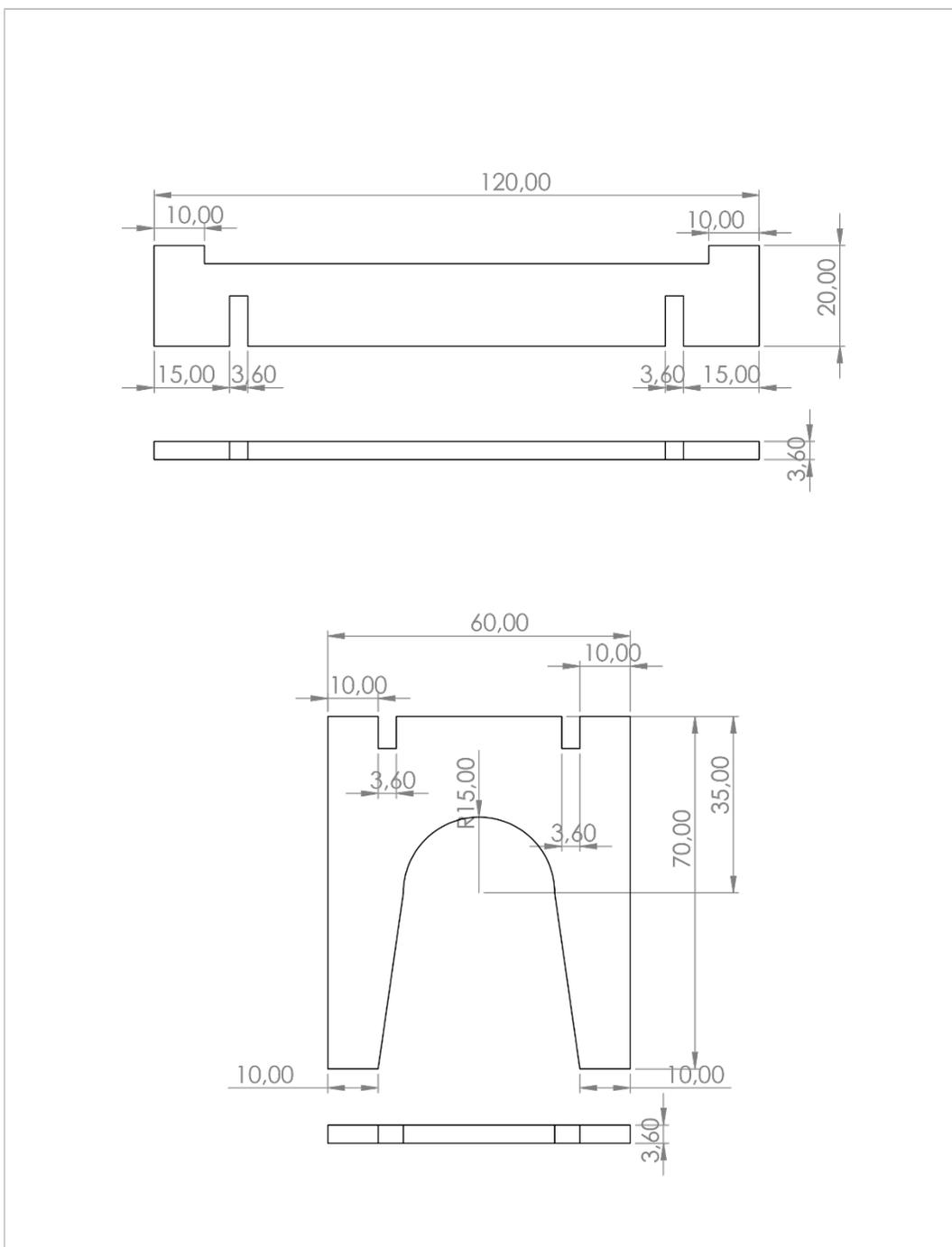
Titulo del proyecto:Escritorio desarmable

Nombre pieza: Pieza 7 - Pieza 8

Materiail: Pino

Escala: 1:10

CGS



Titulo del proyecto:Escritorio desarmable

Nombre pieza: Pieza 9 - Pieza 10

Materiail: Pino

Escala: 1:10

CGS